

Dipl.-Ing. Johann Mutschmann
Dipl.-Ing. Fritz Stimmelmayer *

Taschenbuch der Wasserversorgung

13., vollständig überarbeitete Auflage

Mit 456 Abbildungen und 286 Tabellen

Bearbeitet von

Dipl.-Ing. Gerhard Brendel *
Dipl.-Ing. Manfred Edenhofner
Dipl.-Ing. Helmut Gaschler
Dipl.-Ing. Karl Heinz Köhler
Dipl.-Ing. Erwin Preininger
Prof. Dr.-Ing. Reinhard Weigelt



Inhaltsverzeichnis

Technik der Wasserversorgung	1
1. Aufgabe der Wasserversorgung	3
1.1 <i>Wasserwirtschaft und Umweltschutz</i>	3
1.2 <i>Lebensmittel Trinkwasser</i>	4
1.3 <i>Entwicklung der Wasserversorgung</i>	5
1.4 <i>Anforderungen an eine Wasserversorgungsanlage</i>	6
1.4.1 Allgemeine Forderungen	6
1.4.2 Art der Wasserversorgung	6
1.4.3 Einzel- oder Doppelte Wasserversorgungsnetze	7
1.4.4 Keine Verbindung von öffentlichen Wasserversorgungsanlagen mit Eigenanlagen	8
1.4.5 Fremdwasserbezug	8
1.5 <i>Planung einer Wasserversorgungsanlage</i>	9
1.6 <i>Anlageteile einer Wasserversorgungsanlage</i>	10
<i>Literatur</i>	10
2. Wasserabgabe - Wasserverbrauch - Wasserbedarf	11
2.1 <i>Art der Wassergewinnung</i>	11
2.2 <i>Anschlußgrad</i>	12
2.3 <i>Wasserabgabe — Wasserverbrauch</i>	12
2.3.1 Begriffe und bestimmende Faktoren	12
2.3.2 Wasserabgabe im Betrachtungszeitraum	14
2.3.3 Wasserabgabe/Jahr	14
2.3.3.1 Größe	14
2.3.3.2 Schwankungen Q_a	15
2.3.4 Wasserabgabe/Monat	16
2.3.4.1 Größe	16
2.3.4.2 Schwankung Q_{Mt} im Jahr	16
2.3.5 Wasserabgabe/Tag	16
2.3.5.1 Größe	16
2.3.5.2 Schwankungen Q_d im Jahr	16
2.3.5.2.1 Größtwert $Q_{d\max}$	16
2.3.5.2.2 Kleinstwert $Q_{d\min}$	19
2.3.5.3 Schwankungen Q_d in der Woche	19
2.3.5.4 Wasserabgabe - Ganglinie - Dauerlinie	19
2.3.6 Wasserabgabe/Stunde	21
2.3.6.1 Größe	21
2.3.6.2 Schwankungen Q_h während des Tages	21
2.3.6.3 Größtwert $Q_{h\max}$	23
2.3.6.4 Kleinstwert $Q_{h\min}$	24
2.3.7 Kurzzeitige Wasserabgabe Q_k	25
2.3.7.1 Wohngebäude und Versorgungsgebiete	25
2.3.7.2 Großverbraucher	26
2.4 <i>Wasserverbrauch je Verbrauchereinheit</i>	29
2.4.1 Berechnungsdurchflüsse von Auslauf-Armaturen	29
2.4.2 Wasserverbrauch je Einzelvorgang	29
2.4.3 Wasserverbrauch l/Ed im Haushalt für einzelne Zwecke	29
2.4.4 Erfahrungswerte des Wasserverbrauchs je Verbrauchereinheit	30
2.4.5 Eigenverbrauch der WVU	32
2.4.6 Wasserverlust	32
2.5 <i>Wasserverbrauch der Industrie</i>	32
2.6 <i>Wassersparen</i>	33
2.6.1 Fachliche Randbedingungen	33
2.6.2 Maßnahmen	34

2.6.2.1	Wasserversorgungsunternehmen	34
2.6.2.2	Industrie und verarbeitendes Gewerbe	34
2.6.2.3	Landwirtschaft	34
2.6.2.4	Haushaltsbereich	34
2.6.2.5	Öffentliche Einrichtungen, Hotel- und Gaststättengewerbe	35
2.6.2.6	Wasserrechtliche Gestattung	35
2.7	<i>Wasserbedarf</i>	35
2.7.1	Bemessungsgrößen des Wasserbedarfs	35
2.7.2	Bemessungszeitraum	35
2.7.3	Feststellen der Bemessungsgrundlagen	36
2.7.3.1	Derzeitige und künftige Zahl der versorgten Einwohner	36
2.7.3.2	Wohndichte	36
2.7.3.3	Einwohnerbezogener Bedarf	37
2.7.3.4	Spitzenwerte	38
2.7.3.5	Entwicklung des industriellen und sonstigen Wasserbedarfs	38
2.7.3.6	Klimatische Verhältnisse	38
2.7.3.7	Anschlußgrad	38
2.7.4	Löschwasserbedarf	38
2.7.4.1	Allgemein	38
2.7.4.2	Grundschutz	39
2.7.4.3	Objektschutz	40
2.7.4.4	Löschwasser-Bereitstellung durch das WVU	40
2.7.5	Wasserbedarf in Notstandsfällen	40
2.7.6	Beispiel einer Berechnung des Wasserbedarfs	41
	<i>Literatur</i>	42
3.	Wassergewinnung	45
3.1	<i>Hydrologie und Hydrogeologie</i>	45
3.1.1	Allgemein	45
3.1.2	Wasserbilanz	45
3.1.2.1	Wasserhaushaltsgleichung	45
3.1.2.2	Niederschlag	46
3.1.2.3	Verdunstung	47
3.1.2.4	Oberirdischer Abfluß	50
3.1.2.5	Unterirdischer Abfluß	51
	3.1.2.5.1 Verteilung des unterirdischen Abflusses im Boden	51
	3.1.2.5.2 Grundwasser-Neubildung	53
3.1.3	Für die Wasserversorgung nutzbare Oberflächengewässer	54
3.1.3.1	Niederschlag	54
3.1.3.2	Flußwasser	54
3.1.3.3	Seewasser, Trinkwassertalsperren	55
3.1.4	Für die Wasserversorgung nutzbares Grundwasser	55
3.1.4.1	Allgemein	55
3.1.4.2	Arten der Grundwasserleiter	55
3.1.4.3	Grundwasservorkommen in den geologischen Formationen	55
3.1.4.4	Grundwasser-Erkundung	57
	3.1.4.4.0 Allgemein	57
	3.1.4.4.1 Örtliche Verhältnisse	57
	3.1.4.4.2 Hydrogeologisches Profil	57
	3.1.4.4.3 Grundwasserspiegel	59
	3.1.4.4.4 Grundwassersohle	59
	3.1.4.4.5 Grundwasserhydraulische Verhältnisse	60
	3.1.4.4.6 Grundwasserbilanz - Grundlage einer nachhaltigen Bewirtschaftung	60
	3.1.4.4.7 Wasserbeschaffenheit	60
	3.1.4.4.8 Auswirkungen - Umweltverträglichkeit	61
3.1.5	Grundwasser-Hydraulik in Poren-Grundwasserleitern	61
3.1.5.1	Allgemein	61

3.1.5.2	Grundwasser-Fließrichtung und Grundwasser-Gefälle	61
3.1.5.2.1	Grundwasser-Höhenplan	61
3.1.5.2.2	Grundwasser-Meßdreieck	62
3.1.5.3	Grundwasser-Fließgeschwindigkeit	62
3.1.5.3.1	Arten der Grundwasser-Fließgeschwindigkeit	62
3.1.5.3.2	Messung der Grundwasser-Fließgeschwindigkeit	63
3.1.5.3.3	Berechnung der Grundwasser-Fließgeschwindigkeit	64
3.1.5.4	Grundwasserabfluß	65
3.1.5.5	Grundwasserentnahme aus Einzelbrunnen	65
3.1.5.5.1	Allgemein	65
3.1.5.5.2	Pumpversuche	65
3.1.5.5.3	Grundwasser-Absenkungskurve	67
3.1.5.5.4	Wasserandrangkurve	70
3.1.5.5.5	Brunnenfassungsvermögen	70
3.1.5.5.6	WasserspiegelamBrunnenbeiungespanntemAquifer	71
3.1.5.5.7	Strömungsverhältnisse am Brunnen	71
3.1.5.5.8	Auswirkungen der GW-Entnahme auf den natürlichen GW-Abfluß	72
3.1.5.5.9	Strömungsverhältnisse bei Uferfiltration	73
3.1.5.6	Grundwasserentnahme mittels Mehrbrunnenanlage	73
3.1.5.6.1	Gegenseitige Beeinflussung von Brunnen	73
3.1.5.6.2	Mehrbrunnengleichung	73
3.1.5.6.3	Berechnung der Absenkung einer Mehrbrunnenanlage aus den Messungen der Einzel-Pumpversuche	74
3.1.5.7	Grundwasserentnahmen aus liegender Fassung	74
3.1.5.7.1	Grundwasser-Galerie	74
3.1.5.7.2	Horizontalfilterbrunnen	75
3.1.5.8	Grundwasseranreicherung durch Versickerung	76
3.1.5.8.1	Versickerung mittels Schluckbrunnen	76
3.1.5.8.2	Versickerung oberhalb des GW mittels Sickerbecken, Sickergräben	76
3.1.5.9	Grundwassermodelle	77
3.1.6	Grundwasser-Hydraulik in Kluft-Grundwasserleitern	78
3.1.7	Grundwasser-Hydraulik in Karst-Grundwasserleitern	78
3.1.8	Quellen	79
3.1.8.1	Arten	79
3.1.8.2	Quellen-Erkundung	80
3.1.8.3	Quellen-Hydraulik	80
3.1.8.3.1	Schichtquelle	80
3.1.8.3.2	Stauquelle	80
3.1.8.3.3	Sonstige Arten der Quellen	80
3.2	<i>Wasserfassungen</i>	80
3.2.1	Arten der Wasserfassungen	80
3.2.2	Wahl der Wasserfassung	81
3.2.3	Quellfassungen	81
3.2.3.1	Vorbereitende Erhebungen	81
3.2.3.1.1	Austrittsart	81
3.2.3.1.2	Wasserdarbot	81
3.2.3.1.3	Temperatur	82
3.2.3.1.4	Wasserbeschaffenheit	82
3.2.3.2	Aufschürfen von Quellen	82
3.2.3.3	Schichtquellenfassung	82
3.2.3.3.1	Aufschürfen einer Quelle	82
3.2.3.3.2	Sickergalerie	83
3.2.3.3.3	Sammelschacht	84
3.2.3.4	Stauquellenfassung	84
3.2.4	Grundwasserfassungen	85
3.2.4.0	Allgemein	85
3.2.4.1	Schlagbrunnen	85

3.2.4.2	Spülbrunnen	85
3.2.4.3	Schachtbrunnen	88
3.2.4.4	Bohrbrunnen	88
3.2.4.4.1	Allgemein	88
3.2.4.4.2	Planung und Bemessung	89
3.2.4.4.3	Herstellen der Bohrung	89
3.2.4.4.4	Brunnenausbau	95
3.2.4.4.5	Entsanden, Entschlammern und Entwickeln	102
3.2.4.4.6	Pumpversuche	105
3.2.4.4.7	Leistungssteigerung bei neuen Bohrbrunnen (Brunnenentwicklung)	107
3.2.4.4.8	Überwachung der Bohrung	108
3.2.4.5	Brunnenreihen	108
3.2.4.5.1	Allgemein	108
3.2.4.5.2	Standort der Brunnen	108
3.2.4.5.3	Pumpversuche	109
3.2.4.6	Großvertikalfilterbrunnen	109
3.2.4.7	Horizontalfilterbrunnen	109
3.2.4.8	Leistungsrückgang bestehender Grundwasserfassungen	111
3.2.4.8.1	Allgemein	111
3.2.4.8.2	Änderung der hydrologischen Verhältnisse	111
3.2.4.8.3	Zunahme des Durchflußwiderstandes	111
3.2.5	Grundwasseranreicherung	113
3.2.5.1	Allgemein	113
3.2.5.2	Natürliche Grundwasseranreicherung	113
3.2.5.2.1	Grundlagen	113
3.2.5.2.2	Uferfiltrationsrate	113
3.2.5.2.3	Wasserbeschaffenheit	113
3.2.5.3	Künstliche Grundwasseranreicherung	113
3.2.5.3.1	Allgemein	113
3.2.5.3.2	Oberirdische Versickerungsanlagen	114
3.2.5.3.3	Unterirdische Versickerungsanlagen	115
3.2.6	Oberflächenwasserentnahmen	115
3.2.6.1	Allgemein	115
3.2.6.2	Trinkwassertalsperre	115
3.2.6.2.1	Allgemein	115
3.2.6.2.2	Standort	116
3.2.6.2.3	Wassertiefe	116
3.2.6.2.4	Speicherinhalt	116
3.2.6.2.5	Speicherbecken	117
3.2.6.2.6	Sperrenbauwerk	117
3.2.6.2.7	Wasserbeschaffenheit	118
3.2.6.3	Seewasserfassung	118
3.2.6.4	Flußwasserfassung	119
3.3	<i>Trinkwasserschutzgebiete</i>	119
3.3.1	Allgemein	119
3.3.2	Schutzgebiete für Grundwasserentnahmen	120
3.3.2.1	Gefährdungen und Beeinträchtigungen	120
3.3.2.2	Reinigungswirkung des Untergrundes	120
3.3.2.2.1	Reinigungswirkung	120
3.3.2.2.2	Verweildauer	120
3.3.2.3	Schutzgebietszonen	121
3.3.2.3.1	Einteilung	121
3.3.2.3.2	Bemessung	121
3.3.2.4	Schutzgebietsverordnung	124
3.3.3	Schutzgebiet für Trinkwassertalsperren	131
3.3.3.1	Allgemein	131
3.3.3.2	Gefährdungen und Beeinträchtigungen	132

3.3.3.3	Schutz allgemein	.132
3.3.3.4	Abgrenzung des Schutzgebietes	.132
3.3.3.5	Schutzzonenbemessung und Schutzziele	.132
3.3.3.6	Schutzgebietsverordnung	.132
3.3.4	Schutzgebiet für Seen und Flüsse	.133
	<i>Literatur</i>	.133
4.	Wasseraufbereitung	.135
4.1	<i>Wasserbeschaffenheit</i>	.135
4.1.1	Physikalisch-chemische Eigenschaften des reinen Wassers	.135
4.1.1.1	Bestandteile	.135
4.1.1.2	Aggregatzustand und Masse	.135
4.1.1.3	Viskosität	.136
4.1.1.4	Spezifische Wärme	.136
4.1.1.5	Zusammendrückbarkeit	.136
4.1.1.6	Chemisches Lösungsvermögen	.137
4.1.1.7	Folgeerscheinungen	.138
4.1.2	Natürliche Rohwässer - Beschaffenheit und Anforderungen	.138
4.1.2.1	Allgemein	.138
4.1.2.2	Grundwasser und Quellwasser	.139
4.1.2.3	Oberflächenwasser	.143
4.1.2.4	Künstlich angereichertes Grundwasser und Uferfiltrat	.147
4.1.2.5	Regenwasser	.148
4.1.3	Anforderungen an Trinkwasser-DIN 2000	.148
4.1.4	Anforderungen der EU-Richtlinie und der Trinkwasserverordnung (TrinkwV)	.148
4.1.5	Parameter zur Beurteilung der Wasserbeschaffenheit	.150
4.1.5.1	Allgemein	.150
4.1.5.2	Mikrobiologische Parameter	.150
4.1.5.2.1	Allgemein	.150
4.1.5.2.2	Escherichia coli, Coliforme Bakterien, Enterokokken	.152
4.1.5.2.3	Koloniezahl, Clostridium perfringens	.152
4.1.5.2.4	Legionella pneumophila und andere Mikroorganismen	.153
4.1.5.3	Chemische Parameter mit Grenzwerten	.153
4.1.5.3.1	Antimon	.153
4.1.5.3.2	Arsen	.154
4.1.5.3.3	Blei	.154
4.1.5.3.4	Cadmium	.155
4.1.5.3.5	Chrom	.155
4.1.5.3.6	Cyanid	.156
4.1.5.3.7	Fluorid	.156
4.1.5.3.8	Nickel	.156
4.1.5.3.9	Nitrat	.157
4.1.5.3.10	Nitrit	.159
4.1.5.3.11	Quecksilber	.159
4.1.5.3.12	Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe	.159
4.1.5.3.13	Organische Chlorverbindungen, THM	.160
4.1.5.3.14	Pflanzenbehandlungs- und Schädlingsbekämpfungsmittel	.160
4.1.5.3.15	Kupfer	.161
4.1.5.3.16	Selen	.162
4.1.5.3.17	Bor	.162
4.1.5.4	Indikatorparameter und Parameter ohne Grenzwerte	.163
4.1.5.4.1	Allgemein	.163
4.1.5.4.2	Färbung	.163
4.1.5.4.3	Trübung	.163
4.1.5.4.4	Geruch	.164
4.1.5.4.5	Temperatur	.165
4.1.5.4.6	pH-Wert, Calcitlösekapazität	.167

4.1.5.4.7	Leitfähigkeit	171
4.1.5.4.8	Oxidierbarkeit	172
4.1.5.4.9	Aluminium	172
4.1.5.4.10	Ammonium	173
4.1.5.4.11	Benzinzusatz MTBE	174
4.1.5.4.12	Barium	174
4.1.5.4.13	Calcium	174
4.1.5.4.14	Chlorid	175
4.1.5.4.15	Eisen	176
4.1.5.4.16	Kalium	176
4.1.5.4.17	Zink	177
4.1.5.4.18	Magnesium	177
4.1.5.4.19	Mangan	178
4.1.5.4.20	Natrium	178
4.1.5.4.21	Phenole	178
4.1.5.4.22	Phosphor	179
4.1.5.4.23	Silber	179
4.1.5.4.24	Sulfat	179
4.1.5.4.25	Gelöste oder emulgierte Kohlenwasserstoffe; Mineralöle	180
4.1.5.4.26	Arzneimittelrückstände	180
4.1.5.4.27	Oberflächenaktive Stoffe	181
4.1.5.4.28	Radioaktive Stoffe	181
4.1.5.4.29	Pufferung, Säure- und Basekapazität	182
4.1.5.4.30	Summe Erdalkalien (Härte)	183
4.1.5.4.31	Kohlensäure	185
4.1.5.4.32	Summen- und Gruppenparameter für organische Stoffe	188
4.1.5.4.33	Sauerstoff	189
4.1.5.4.34	Redoxspannung	189
4.1.5.4.35	Schwefelwasserstoff	190
4.1.5.4.36	Geschmack	190
4.1.6	Zusatzstoffe zur Trinkwasseraufbereitung	191
4.1.7	Durchführung der Wasseruntersuchungen	192
4.1.7.1	Allgemein	192
4.1.7.2	Umfang und Häufigkeit der Untersuchungen, Formularbeispiel	194
4.1.7.3	Probenentnahme, Untersuchungen vor Ort	195
4.1.7.4	Ergebnisangabe	199
4.1.7.5	Beurteilung	199
4.1.8	Schutz des Wassers und Sanierungsmaßnahmen	201
4.2	<i>Trinkwasseraufbereitung</i>	207
4.2.1	Anforderungen und Verfahren	207
4.2.2	Physikalische Verfahren	208
4.2.2.1	Vorreinigung	208
4.2.2.1.1	Rechen	208
4.2.2.1.2	Entsandung	208
4.2.2.1.3	Entölung	209
4.2.2.1.4	Sieben	209
4.2.2.2	Flockung, Sedimentation, Flotation	210
4.2.2.2.1	Allgemein	210
4.2.2.2.2	Flockung	210
4.2.2.2.3	Sedimentation	214
4.2.2.2.4	Flotation	216
4.2.2.3	Gasaustausch	216
4.2.2.3.1	Allgemein und Grundlagen	216
4.2.2.3.2	Anlagen und Leistungsdaten	218
4.2.2.4	Filtration	221
4.2.2.4.1	Allgemein	221
4.2.2.4.2	Einteilung der Filter	221

4.2.2.4.3	Bestandteile des Filters	222
4.2.2.4.4	Filtermaterialien	223
4.2.2.4.5	Bemessung und Betrieb	223
4.2.2.4.6	Filterrückspülung	226
4.2.2.4.7	Langsamfilter	226
4.2.2.5	Membranverfahren	227
4.2.2.5.1	Allgemein	227
4.2.2.5.2	Umkehrosmose	227
4.2.2.5.3	Elektrodialyse	228
4.2.2.5.4	Ultrafiltration und Mikrofiltration	229
4.2.2.5.5	Nanofiltration	229
4.2.2.6	Adsorption	229
4.2.2.6.1	Allgemein	229
4.2.2.6.2	Aktivkohlefilter	230
4.2.2.6.3	Pulverkohleeinsatz	231
4.2.2.7	Grundwasseranreicherung	232
4.2.3	Chemische Verfahren	232
4.2.3.1	Fällung	232
4.2.3.2	Oxidation	233
4.2.3.2.1	Allgemein	233
4.2.3.2.2	Ozon	233
4.2.3.2.3	Wasserstoffperoxid	235
4.2.3.2.4	Kaliumpermanganat	236
4.2.3.3	Neutralisation	236
4.2.3.3.1	Allgemein	236
4.2.3.3.2	Filtration über Kalkstein	236
4.2.3.3.3	Filtration über dolomitische Materialien	239
4.2.3.3.4	Zugabe von Alkalien	240
4.2.3.4	Ionenaustausch	242
4.2.3.4.1	Allgemein	242
4.2.3.4.2	Prinzip des Ionenaustausches	242
4.2.3.4.3	Betrieb eines Ionenaustauschers	242
4.2.3.4.4	Arten des Ionenaustausches	243
4.2.3.4.5	Carix-Verfahren	244
4.2.4	Biologische Verfahren	244
4.2.5	Anwendung der Aufbereitungsverfahren	245
4.2.5.1	Allgemein	245
4.2.5.2	Entsäuerung	245
4.2.5.2.1	Allgemein	245
4.2.5.2.2	Verfahren zur Entsäuerung	245
4.2.5.2.3	Auswahl des Verfahrens	245
4.2.5.3	Enteisenung	247
4.2.5.3.1	Allgemein	247
4.2.5.3.2	Sauerstoffzufuhr	248
4.2.5.3.3	Sedimentation	248
4.2.5.3.4	Filtration	249
4.2.5.3.5	Unterirdische Enteisenung	250
4.2.5.4	Entmanganung	251
4.2.5.5	Aufbereitung von reduzierten Wässern	252
4.2.5.6	Entfernen von organischen Inhaltsstoffen	252
4.2.5.6.1	Algen, Plankton	252
4.2.5.6.2	Farbe, Geruch, Geschmack	253
4.2.5.6.3	Chlorierte Kohlenwasserstoffe	253
4.2.5.6.4	Pflanzenbehandlungs- und Schädlingsbekämpfungsmittel	253
4.2.5.7	Entfernen der Stickstoffverbindungen	254
4.2.5.7.1	Allgemein	254
4.2.5.7.2	Nitratentfernung	254

4.2.5.7.3	Nitritentfernung	260
4.2.5.7.4	Ammoniumentfernung	260
4.2.5.8	Enthärten	263
4.2.5.8.1	Allgemein	263
4.2.5.8.2	Übersicht zu den Enthärtungsverfahren	263
4.2.5.8.3	Langsamentcarbonisierung	264
4.2.5.8.4	Schnellentcarbonisierung	265
4.2.5.8.5	Kalk-Soda-Verfahren	266
4.2.5.9	Entsalzen	266
4.2.5.10	Aufhärten	267
4.2.5.11	Dosierung von Phosphat und Silikat	267
4.2.5.12	Entfernen von anorganischen Spurenstoffen	268
4.2.5.12.1	Allgemein	268
4.2.5.12.2	Arsenentfernung	269
4.2.5.12.3	Aluminiumentfernung	269
4.2.5.13	Dekontaminierung	270
4.2.5.14	Desinfektion	272
4.2.5.14.1	Allgemein	272
4.2.5.14.2	Abkochen	273
4.2.5.14.3	Filtern	273
4.2.5.14.4	Chlorung	273
4.2.5.14.5	UV-Bestrahlung	279
4.2.5.14.6	Silberung	279
4.2.5.14.7	Desinfektion von Anlagenteilen der Wasserversorgung	280
4.2.5.15	Schlammbehandlung	281
4.2.6	Mischwasser	285
4.2.7	Beispielschemata von Aufbereitungsanlagen	287
4.2.8	Trinkwassernachbehandlung	289
4.2.8.1	Allgemein	289
4.2.8.2	Mechanisch wirkende Filter	289
4.2.8.3	Dosiergeräte	289
4.2.8.4	Kationenaustauscher zur Enthärtung	290
4.2.8.5	Sonstige Anlagen zur Trinkwassernachbehandlung	290
4.2.9	Bauwerke der Wasseraufbereitung	291
4.2.9.1	Wahl des Verfahrens und des Standorts der Anlage	291
4.2.9.2	Planung der Anlagenteile	292
4.2.9.3	Ausschreibung	294
4.2.9.4	Abnahme, Einweisung und Bedienungsvorschrift	294
<i>Literatur</i>		295
5.	Wasserförderung	297
5.1	<i>Maschinenkunde</i>	297
5.1.1	Wasserhebemaschinen	297
5.1.1.1	Betriebswerte von Pumpen	297
5.1.1.1.1	Förderstrom	297
5.1.1.1.2	Förderhöhe	297
5.1.1.1.3	Arbeit	298
5.1.1.1.4	Nutzleistung der Pumpe	298
5.1.1.1.5	Leistungsbedarf an der Pumpenwelle	298
5.1.1.2	Kolbenpumpen	299
5.1.1.2.1	Anwendungsgebiet	299
5.1.1.2.2	Bauarten und Förderstrom	299
5.1.1.2.3	Drehzahl	300
5.1.1.2.4	Liefergrad	300
5.1.1.2.5	Wirkungsgrad	300
5.1.1.2.6	Leistungsbedarf	300
5.1.1.2.7	Saug- und Druckhöhe	300

5.1.1.3	Kreiselpumpen (KrP)	300
5.1.1.3.1	Anwendungsgebiet	300
5.1.1.3.2	Bauarten	301
5.1.1.3.3	Saugverhalten von KrP	304
5.1.3.4	Kennlinien von KrP	305
5.1.3.5	Zusammenhang zwischen Kennlinie einer KrP und der Rohrleitung	308
5.1.3.6	Bestellangaben für KrP	311
5.1.1.4	Sonstige Wasserhebevorrichtungen	312
5.1.1.4.1	Mischluftheber	312
5.1.1.4.2	Widder	313
5.1.1.4.3	Dosierpumpen	313
5.1.2	Luftverdichter und Gebläse	313
5.1.3	Nichtelektrische Antriebsmaschinen	314
5.1.3.1	Verbrennungsmotoren	314
5.1.3.1.1	Dieselmotoren	314
5.1.3.1.2	Benzinmotoren	315
5.1.3.1.3	Gasmotoren	315
5.1.3.2	Wasserkraftmaschinen	315
5.1.3.2.1	Wasserräder	315
5.1.3.2.2	Wasserturbinen	315
5.1.3.2.3	Kreiselpumpen im Turbinenbetrieb	316
5.1.3.3	Sonstige Antriebsmaschinen	316
5.1.4	Anforderungen an den Entwurf	316
5.1.5	Hinweise für Ausschreibung und Vergabe	316
5.1.5.1	Vorbemerkungen	316
5.1.5.2	Leistungsverzeichnis	317
5.1.5.3	Vergabe	317
5.1.6	Maschinen-Abnahmeprüfung	318
5.1.6.1	Werkstoffprüfung	318
5.1.6.2	Prüfung auf Vollständigkeit und sachgemäße Aufstellung	318
5.1.6.3	Feststellung der für die Abnahme wichtigen Größen	318
5.1.6.3.1	Manometrische Gesamtförderhöhe	318
5.1.6.3.2	Förderstrom	319
5.1.6.3.3	Leistungsbedarf (Stromverbrauch)	319
5.1.6.3.4	Drehzahl	320
5.1.6.4	Prüfung auf den gewährleisteten Wirkungsgrad	320
5.1.6.5	Betrieb während des Abnahmeversuches	320
5.1.6.6	Toleranz	320
5.1.6.7	Folgen nicht erfüllter Gewährleistung	321
5.1.6.8	Muster für eine Gewährleistungsverpflichtung	321
5.1.6.9	Prüfniederschrift	321
5.2	<i>Elektrotechnik</i>	322
5.2.1	Allgemeine Zusammenhänge	322
5.2.2	Elektromotoren	322
5.2.2.1	Grundgrößen	324
5.2.2.1.1	Stromarten	324
5.2.2.1.2	Spannung	324
5.2.2.1.3	Netzfrequenz in Drehstromnetzen	324
5.2.2.1.4	Wirkungsgrad	324
5.2.2.1.5	Drehzahl	324
5.2.2.1.6	Drehrichtung	325
5.2.2.2	Der Motor als Antriebsmaschine	325
5.2.2.2.1	Kraftübertragung und Antriebsart	325
5.2.2.2.2	Anlassen	326
5.2.2.2.3	Bauformen und Schutzarten der Elektromotoren	328
5.2.2.2.4	Blindstromkompensation	328
5.2.2.2.5	Erwärmung der Motoren	328

XX

5.2.3	Energieverteilung	329
5.2.3.1	Schaltgeräte	329
5.2.3.1.1	Schaltgeräte für Mittelspannungsanlagen	329
5.2.3.1.2	Schaltgeräte für Niederspannungsanlagen	329
5.2.3.1.3	Besondere Geräte für selbsttätige Steuerungen	330
5.2.3.2	Leitungen und Zubehör	330
5.2.3.2.1	Stromleitungen	330
5.2.3.2.2	Motoranschlüsse und Sicherungen	330
5.2.3.3	Transformatoren (Umspanner)	331
5.2.3.4	Ersatzstromerzeugungsanlagen	333
5.2.4	Schutzmaßnahmen in elektrischen Anlagen	333
5.2.4.1	Schutz gegen direktes Berühren	333
5.2.4.2	Schutz bei indirektem Berühren	333
5.2.4.2.1	Schutzisolierung	333
5.2.4.2.2	Schutztrennung	333
5.2.4.2.3	Schutzeinrichtungen im TN-Netz	333
5.2.4.2.4	Schutzeinrichtungen im TT-Netz	334
5.2.4.2.5	Schutzeinrichtungen im IT-Netz	334
5.2.4.2.6	Fehlertenspannungs- und-strom-Schutzeinrichtung	335
5.2.4.3	Weitere Sicherheitsregeln	335
5.2.5	Meßprogramm und Meßwertdarstellung	335
5.2.5.1	Meßprogramm	335
5.2.5.2	Anzeigeeinstrumente	336
5.2.5.3	Schaltwarten	336
5.3	<i>Fernwirkanlagen</i>	337
5.3.1	Aufgaben und Ziele von Fernwirkanlagen	337
5.3.2	Technischer Aufbau	337
5.3.2.1	Anlagenformen und -bestandteile	337
5.3.2.1.1	Mögliche Formen	337
5.3.2.1.2	Zentrale	337
5.3.2.1.3	Unterstationen	338
5.3.2.1.4	Meßumformer	338
5.3.2.2	Übertragungsrichtung	338
5.3.2.2.1	Fernüberwachungseinrichtungen zur Übertragung von Meßwerten und Meldungen	338
5.3.2.2.2	Fernsteuereinrichtungen zur Übertragung von Stellwerten und Befehlen	338
5.3.2.3	Übertragungsverfahren	338
5.3.2.3.1	Raum-Multiplex-Übertragung (RM)	338
5.3.2.3.2	Frequenz-Multiplex-Übertragung (FM)	338
5.3.2.3.3	Zeit-Multiplex-Übertragung (ZM)	338
5.3.2.3.4	Kombination des RM-, FM- und ZM-Systems	339
5.3.2.3.5	Vergleich der Übertragungsverfahren	339
5.3.2.4	Übertragungswege	339
5.3.2.4.1	Betriebseigene Übertragungswege	339
5.3.2.4.2	Übertragungswege der Deutschen Telekom AG	339
5.3.2.4.3	Vergleich der Übertragungswege	340
5.3.3	Datenbehandlung	340
5.3.3.1	Datenerfassung und -Verarbeitung	340
5.3.3.2	Datendarstellung, -speicherung und elektronische -Verarbeitung	340
5.3.4	Betriebsweise der Wasserwerke	342
5.3.4.1	Handbetrieb	342
5.3.4.2	Halbautomatischer Betrieb	342
5.3.4.3	Vollautomatischer Betrieb	342
5.3.4.4	Allgemeines zum Eingreifen in Betriebsabläufe	343
5.4	<i>Wasserzählung und Wassermessung</i>	343
5.4.1	Allgemeines	343

5.4.2	Wasserzählung	344
5.4.2.1	Bauarten der Zähler	344
5.4.2.1.1	Flügelradzähler	344
5.4.2.1.2	Ringkolbenzähler	344
5.4.2.1.3	Woltmannzähler	344
5.4.2.1.4	Woltmannverbundzähler	344
5.4.2.1.5	Sonderzähler	345
5.4.2.1.6	Naß- und Trockenläufer	345
5.4.2.1.7	Wasserzähler mit Gebereinrichtungen	345
5.4.2.2	Begriffe und Anforderungen	346
5.4.2.2.1	Maßgebende Begriffe	346
5.4.2.2.2	Anforderungen	346
5.4.2.3	Zählergrößen	346
5.4.2.3.1	Zähler mit Gewindeanschluß	346
5.4.2.3.2	Zähler mit Flanschanschluß	347
5.4.2.3.3	Größe von Flügelradzählern in Wohnanlagen	347
5.4.2.4	Sonstige Zähler	347
5.4.3	Wassermessung	348
5.4.3.1	Kübelmessung	348
5.4.3.2	Überfallmessung	348
5.4.3.3	Durchflußmessung nach dem Wirkdruckverfahren	349
5.4.3.4	Durchflußmessung mittels Wasserzähler mit Zusatzeinrichtungen	349
5.4.3.5	Durchflußmessung nach dem magnetisch-induktiven Meßverfahren	350
5.4.3.6	Durchflußmessung mittels Ultraschallgeräten	350
5.4.3.7	Weitere Verfahren	350
5.4.3.7.1	Durchflußmessung mit Schwebekörper	350
5.4.3.7.2	Neuentwicklungen	350
5.4.4	Anweisung für Einbau, Inbetriebnahme und Wartung von Zählern und Meßvorrichtungen	351
5.4.4.1	Hauswasserzähler	351
5.4.4.1.1	Einbau	351
5.4.4.1.2	Einbauort	351
5.4.4.1.3	Inbetriebnahme	352
5.4.4.1.4	Wartung	352
5.4.4.1.5	Lagerung und Beförderung	352
5.4.4.2	Woltmann-Zähler	352
5.4.4.3	Venturi- und Ultraschall- Meßanlagen	353
5.4.4.4	Magnetisch-induktive Meßeinrichtungen	354
5.4.5	Prüfung und Eichung der Zähler	354
5.4.5.1	Prüfung durch die Wasserwerke	354
5.4.5.2	Eichung der Wasserzähler	355
5.5	<i>Pumpwerke</i>	355
5.5.1	Allgemeines	355
5.5.1.1	Zweck und Umfang von PW in der Wasserversorgung	355
5.5.1.2	Arten von Pumpwerken	355
5.5.1.2.1	Grundwasserpumpwerk (GPW)	355
5.5.1.2.2	Druckerhöhungspumpwerk (DPW)	355
5.5.1.2.3	Überhebeumpwerk (ÜPW)	355
5.5.1.2.4	Druckbehälterpumpwerk (DBPW)	355
5.5.1.2.5	Weitere PW	355
5.5.1.3	Hauptdaten	355
5.5.2	Pumpen	356
••	5.5.2.1 Wahl der Pumpenbauart	356
s.	5.5.2.1.1 U-Pumpen	356
•	5.5.2.1.2 Horizontale KrP	356
u	5.5.2.1.3 Vertikale KrP	356
	5.5.2.2 Größe und Unterteilung der Pumpensätze	356

	5.5.2.2.1	Größe der Pumpensätze	356
	5.5.2.2.2	Unterteilung der Pumpensätze	357
5.5.3		PW-Gebäude	358
	5.5.3.1	Bauplatz	358
	5.5.3.2	Raumprogramm	358
	5.5.3.3	Lage der Räume zueinander	358
	5.5.3.4	Raumhöhen	358
	5.5.3.5	Platzbedarf für die Pumpensätze	359
	5.5.3.6	Anordnung der Rohrleitungen	359
	5.5.3.7	Unterbringung der elektrischen Anlagen	359
	5.5.3.8	Belichtung und Beheizung	360
	5.5.3.9	Sicherheit gegen Einbruch und Brand	361
5.5.4		Besondere Pumpwerke	361
	5.5.4.1	Druckbehälterpumpwerke (DBPW)	361
	5.5.4.1.1	Größe der Pumpen	361
	5.5.4.1.2	Größe der Druckbehälter	362
	5.5.4.1.3	Schaltmöglichkeiten	363
	5.5.4.1.4	Zubehör	364
	5.5.4.1.5	Anschluß der Druckbehälter	364
	5.5.4.2	Pumpwerke mit drehzahlregelten Antriebsmotoren	364
	5.5.4.3	Hintereinandergeschaltete Pumpen	365
	5.5.4.3.1	Vor- und Hauptpumpen	365
	5.5.4.3.2	Drucksteigerungspumpen	365
	5.5.4.4	Druckerhöhungsanlagen in Grundstücken	366
5.5.5		Druckstöße in Pumpwerksdruckleitungen	366
	5.5.5.1	Ursachen der Druckstöße	366
	5.5.5.2	Größe der Druckstöße	367
	5.5.5.3	Abhilfemaßnahmen	368
5.5.6		Ausführungsbeispiele	368
		<i>Literatur</i>	373
6.		Wasserspeicherung	375
6.1		<i>Aufgaben der Wasserspeicherung</i>	375
6.1.1		Ausgleich zwischen Wasserzufluß und Wasserabfluß, Abdeckung von Verbrauchsspitzen	376
6.1.2		Ausgleich zwischen Vor- und Hauptförderung	376
6.1.3		Einhalten der Druckbereiche in Zubringerleitungen und Versorgungsleitungen	376
6.1.4		Überbrücken von Betriebsstörungen	376
6.1.5		Bereithalten von Löschwasser	376
6.1.6		Druckzonenversorgung	376
6.1.7		Misch- und Absetzbecken	377
6.1.8		Ausgleich der Abflüsse eines oberirdischen Gewässers in einer Trinkwassertalsperre	377
6.2		<i>Arten der Wasserspeicherung</i>	377
6.2.1		Wasserbehälter in Hochlage	377
	6.2.1.1	Hochbehälter	377
	6.2.1.2	Wasserturm	377
6.2.2		Wasserbehälter in Tieflage	377
6.2.3		Druckbehälter	378
6.2.4		Lösungsmöglichkeiten	378
6.2.5		Trinkwassertalsperren	379
6.2.6		Grundwasserspeicher	379
6.2.7		Löschwasserspeicher	379
6.3		<i>Speicherinhalt</i>	379
6.3.1		Ausgleich der Verbrauchsschwankungen - Fluktuierendes Wasservolumen	379
	6.3.1.1	Allgemein	380
	6.3.1.2	Rechnerische Ermittlung	380
	6.3.1.3	Grafische Ermittlung	380
	6.3.1.4	Beurteilung	382

6.3.2	Ausgleich zwischen Vor- und Hauptförderung im Tiefbehälter	384
6.3.3	Sicherheitsvorrat	385
6.3.4	Löschwasservorrat	385
6.3.5	Festlegen des Speicherinhalts in der Praxis	386
6.3.5.1	Allgemein	386
6.3.5.2	Kleine und mittelgroße Anlagen	386
6.3.5.2.1	Nutzinhalt	386
6.3.5.2.2	Löschwasservorrat	386
6.3.5.3	Große Anlagen	386
6.3.5.4	Sehr große Anlagen über 50 000 m ³ /d	387
6.3.5.5	Gruppenanlagen	387
6.3.6	Speicherinhalt von Trinkwassertalsperren	387
6.4	<i>Hochbehälter</i>	387
6.4.1	Allgemeine Anforderungen	387
6.4.1.1	Versorgungstechnische Anforderungen	387
6.4.1.2	Bautechnische Anforderungen	388
6.4.1.3	Betriebliche Anforderungen	388
6.4.1.4	Sicherheitstechnische Anforderungen (Objektschutz)	389
6.4.1.5	Gestalterische Anforderungen	389
6.4.1.6	Wirtschaftliche Anforderungen	389
6.4.2	Lage	390
6.4.2.1	Höhenlage	390
6.4.2.2	Lage zum Versorgungsgebiet	391
6.4.2.2.1	Entfernung	391
6.4.2.2.2	Durchlaufbehälter	391
6.4.2.2.3	Gegenbehälter	391
6.4.2.3	Mehrere Hochbehälter in der gleichen Druckzone	392
6.4.2.3.1	Neuer Hochbehälter in unmittelbarer Nähe des bestehenden	392
6.4.2.3.2	Neuer Hochbehälter in größerer Entfernung zum bestehenden	393
6.4.2.4	Anforderungen an den Bauplatz	394
6.4.3	Bauliche Anordnung	394
6.4.3.1	Allgemein	394
6.4.3.2	Wasserkammer	394
6.4.3.2.1	Anzahl	394
6.4.3.2.2	Grundrißformen	394
6.4.3.2.3	Wassererneuerung	397
6.4.3.2.4	Wassertiefe	397
6.4.3.2.5	Wärmeschutz des Bauwerks	399
6.4.3.2.6	Anbau weiterer Kammern	400
6.4.3.2.7	Konstruktive Hinweise	400
6.4.3.3	Bedienungshaus	404
6.4.4	Bauausführung - Ortbetonbauweise	405
i	6.4.4.1 Allgemein	405
	6.4.4.2 Baustoffe	405
!	6.4.4.2.1 Zement	405
!	6.4.4.2.2 Betonzuschlag	405
f	6.4.4.2.3 Betonzusatzmittel	405
t	6.4.4.2.4 Betonzusatzstoffe	406
!	6.4.4.2.5 Zugabewasser	406
	6.4.4.2.6 Betonrezeptur	406
	6.4.4.2.7 Betonstahl	406
* ;	6.4.4.2.8 Andere Baustoffe	406
* •	6.4.4.3 Statische Bearbeitung	406
V	6.4.4.4 Verarbeiten des Betons	407
!«-	6.4.4.5 Betonnachbehandlung	408
\K i	6.4.4.6 Oberflächenbehandlung	408
l	6.4.4.6.1 Allgemein	408

6.4.4.6.2	Bedienungshaus	408
6.4.4.6.3	Wasserkammern - Innenflächen	408
6.4.4.6.4	Wasserkammern - Außenflächen	411
6.4.5	Bauausführung - Fertigteilbauweise	411
6.4.5.1	Allgemein	411
6.4.5.2	Fertigteil-Rundbehälter in Stahlbetonbauweise	412
6.4.5.3	Fertigteil-Rundbehälter in Spannbetonbauweise	413
6.4.5.4	Fertigteil-Rechteckbehälter in Stahlbetonbauweise	414
6.4.5.5	Fertigteil-Rechteckbehälter in Spannbetonbauweise	415
6.4.5.6	Fertigteil-Großrohrbehälter	415
6.4.6	Zugang	415
6.4.7	Belichtung	416
6.4.7.1	Allgemein	416
6.4.7.2	Wasserkammern	416
6.4.7.3	Bedienungshaus	416
6.4.8	Be- und Entlüftung	416
6.4.8.1	Allgemein	416
6.4.8.2	Wasserkammern	417
6.4.8.3	Bedienungshaus	417
6.4.9	Hydraulische Ausrüstung	417
6.4.9.1	Allgemein	417
6.4.9.2	Rohrleitungen	418
6.4.9.2.1	Zulaufleitung	418
6.4.9.2.2	Entnahmeleitung	420
6.4.9.2.3	Überlaufleitung	420
6.4.9.2.4	Entleerungsleitung	420
6.4.9.2.5	Rohrbruchsicherung	421
6.4.9.2.6	Umführungsleitung	421
6.4.9.2.7	Löschwasserleitung	421
6.4.9.3	Rohrdurchführungen	421
6.4.9.4	Rohrmaterial	421
6.4.9.5	Korrosionsschutz	422
6.4.10	Entwässerungsanlage	422
6.4.11	Elektrische Einrichtung	422
6.4.11.1	Stromversorgung	422
6.4.11.2	Meß-, Steuer- und Regeltechnik	423
6.4.12	Dichtheitsprüfung	423
6.4.12.1	Forderung	423
6.4.12.2	Durchführen der Dichtheitsprüfung	423
6.4.13	Außenanlagen	425
6.4.14	Ausführungsbeispiele Hochbehälter	426
6.5	Wasserturm	430
6.5.1	Allgemein	430
6.5.2	Nutzzinhalt	430
6.5.3	Lage	431
6.5.3.1	Höhenlage	431
6.5.3.2	Lage zum Versorgungsgebiet	431
6.5.4	Allgemeine bauliche Anordnung	431
6.5.4.1	Allgemein	431
6.5.4.2	Behälter (Wasserkammern)	431
6.5.4.3	Schaft (Turmkonstruktion)	432
6.5.4.4	Bedienungsräume	433
6.5.5	Konstruktive Hinweise	433
6.5.5.1	Gründung	433
6.5.5.2	Wasserkammern	433
6.5.5.3	Besondere Beanspruchungen	434
6.5.5.4	Fertigteilbauweise	434

6.5.6	Zugang	434
6.5.7	Hydraulische Ausrüstung	434
6.5.8	Äußere Gestaltung	434
6.5.9	Mehrzweckbauwerke	434
6.5.10	Ausführungsbeispiele Wassertürme	435
6.6	Tiefbehälter	442
6.6.1	Allgemein	442
6.6.2	Speicherinhalt	442
6.6.3	Lage	443
6.6.4	Bauliche Anordnung	443
6.7	Löschwasserbehälter	443
6.7.1	Allgemein	443
6.7.2	Löschwasserteich	443
6.7.2.1	Fassungsvermögen	444
6.7.2.2	Lage	444
6.7.2.3	Bauliche und betriebliche Anforderungen	444
6.7.3	Unterirdische Löschwasserbehälter	444
6.7.3.1	Fassungsvermögen	444
6.7.3.2	Lage	445
6.7.3.3	Bauliche und betriebliche Anforderungen	445
	<i>Literatur</i>	446
7.	Wasserverteilung	451
7.1	<i>Rohrnetz-ausrüstung</i>	451
7.1.1	Allgemein	451
7.1.1.1	Hauptbestandteile der Rohrleitungen	451
7.1.1.2	Werkstoffe	451
7.1.1.2.1	Grauguß (Gußeisen, GG)	451
7.1.1.2.2	Stahlrohre	451
7.1.1.2.3	Asbestzementrohre (Faserzementrohre)	451
•	7.1.1.2.4 Spannbetondruckrohre und Stahlbetonrohre	451
	7.1.1.2.5 Kunststoffrohre	451
	7.1.1.2.6 UP-GF-Rohre	452
7.1.1.3	Kurzbezeichnungen der Werkstoffe	452
7.1.1.4	Die Wahl der Werkstoffe	452
7.1.1.5	Korrosionsschutz	452
7.1.1.5.1	Aggressivität des Bodens	452
7.1.1.5.2	Arten des Korrosionsschutzes	453
7.1.2	Einzelteile der Rohrleitungen	456
7.1.2.1	Rohre und Formstücke	456
7.1.2.1.1	Rohre aus duktilem Gußeisen (GGG)	456
7.1.2.1.2	Rohre und Formstücke aus Stahl	465
7.1.2.1.3	Rohre aus Asbestzement (Faserzement) mit Formstücken aus Grauguß	468
7.1.2.1.4	Spannbetonrohre und Stahlbetonrohre	471
7.1.2.1.5	PVC-U-Rohre (Kunststoff)	472
7.1.2.1.6	Polyethylen-Rohre (Kunststoff)	474
7.1.2.1.7	UP-GF-Rohre	476
7.1.3	Einbauteile in Rohrleitungen	478
7.1.3.1	Werkstoffe	478
7.1.3.2	Korrosionsschutz	478
7.1.3.2.1	Korrosionsschutz der Außenseite	478
7.1.3.2.2	Korrosionsschutz der Innenseite	479
7.1.3.3	Armaturen im Zuge des Wasserdurchflusses in Zubringer- und Versorgungsleitungen	479
7.1.3.3.1	Absperreinrichtungen	479
7.1.3.3.2	Sonderbauarten	483

	7.1.3.3.3 Rückflußverhindernde Armaturen	483
7.1.3.4	Einbau von Absperr- und Regelarmaturen	484
7.1.3.5	Bedienung von Absperrarmaturen	484
7.1.3.6	Sonstige Armaturen	485
	7.1.3.6.1 Ent- und Belüftungen	485
	7.1.3.6.2 Spülausslässe und Entleerungsvorrichtungen	489
	7.1.3.6.3 Behältereinlaufarmaturen	489
	7.1.3.6.4 Siebe	492
	7.1.3.6.5 Hydranten	492
	7.1.3.6.6 Druckminderventile	494
7.1.3.7	Armaturen für Hausanschlußleitungen (Anbohrschellen, Anbohrschieber)	495
	7.1.3.7.1 Drehscheibenverschlüsse	496
	7.1.3.7.2 Anbohrbrücken	497
	7.1.3.7.3 Bewegliche Steckscheiben	497
	7.1.3.7.4 Weichdichtende Absperrschieber	497
	7.1.3.7.5 Einfache Eckventile	497
7.1.3.8	Sonstige Einbauteile längs Rohrleitungen (ohne Verbindung mit diesen)	497
	7.1.3.8.1 Entlüftungsrohre	497
	7.1.3.8.2 Schachtdeckel	498
	7.1.3.8.3 Hinweisschilder	499
	7.1.3.8.4 Leitern	499
	<i>7.2 Planung von Rohrleitungen und Rohrnetzen</i>	<i>500</i>
7.2.1	Allgemein	500
7.2.2	Grundsätzliches	501
7.2.3	Trassieren	501
	7.2.3.1 Geländeaufnahmen zu den Lageplänen	501
	7.2.3.1.1 für Fernwasserleitungen und Zubringerleitungen	501
	7.2.3.1.2 für Ortsnetze	503
	7.2.3.2 Höhengaufnahmen für die Längsschnitte	504
	7.2.3.2.1 Zweck der Längsschnitte	504
	7.2.3.2.2 In den Längsschnitten festzuhaltende Punkte	504
	7.2.3.2.3 Arten der Längsschnitte	504
7.2.4	Zeichnerische Darstellung	504
	7.2.4.1 Lagepläne	504
	7.2.4.1.1 Berechnungslagepläne, auch Rohrnetzpläne genannt	504
	7.2.4.1.2 Übersichtslagepläne - meist 1:25 000	507
	7.2.4.1.3 Entwurfs-Lagepläne	507
	7.2.4.1.4 Bestands-Lagepläne - M. 1:500	511
	7.2.4.1.5 Ausführungs- und Verlegeskizzen	511
	7.2.4.2 Längsschnitte	511
	7.2.4.2.1 Übersichts-Längsschnitte - M. 1:25 000 / 500	511
	7.2.4.2.2 Entwurfs-Längsschnitte	511
	<i>7.3 Berechnung von Rohrleitungen und Rohrnetzen</i>	<i>513</i>
7.3.1	Allgemein	513
7.3.2	Hydrostatische Berechnungen	514
	7.3.2.1 Hydrostatischer Druck	514
	7.3.2.2 Hydrostatische Druckkraft	514
	7.3.2.3 Auftrieb	515
7.3.3	Hydrodynamische Berechnungen	515
	7.3.3.1 Grundlagen	515
	7.3.3.1.1 Bewegungsarten des Wassers	515
	7.3.3.1.2 Geschwindigkeitsverteilung	516
	7.3.3.1.3 Reynolds'sehe Zahl	516
	7.3.3.1.4 Kontinuitätsgleichung	517
	7.3.3.1.5 Gleichung der Erhaltung der Energie	517
	7.3.3.1.6 Allgemein gültige Geschwindigkeitsformel	517
7.3.3.2	Druckhöhenverlust in Freispiegelgerinnen	517

7.3.3.3	Druckhöhenverlust in geraden Druckrohrleitungen	518
7.3.3.3.1	Formel Darcy-Weisbach	518
7.3.3.3.2	Potenzformeln	537
7.3.3.4	Druckhöhenverlust in Rohrleitungseinbauten	538
7.3.3.4.1	Allgemein	538
7.3.3.4.2	(-Wert für Einlauf in eine Rohrleitung	539
7.3.3.4.3	(-Wert für Erweiterungen	539
7.3.3.4.4	C-Wert für Verengungen	539
7.3.3.4.5	C-Wert für Krümmen	540
7.3.3.4.6	C-Wert für Kniestücke	540
7.3.3.4.7	C-Wert für Abzweige	540
7.3.3.4.8	C-Wert für Armaturen	541
7.3.3.4.9	C-Wert für Kleinformstücke und -armaturen	542
7.3.3.4.10	C-Wert für Wasserzähler	542
7.3.3.5	Freier Ausfluß aus einer Wasserkammer bzw. Rohrleitung	542
7.3.3.6	Verschiedene hydraulische Hilfsrechnungen	542
7.3.3.6.1	Umrechnung von Rohrlängen mit verschiedenem DN	542
7.3.3.6.2	Leitungsverzweigungen	543
7.3.3.6.3	Einteilung einer Rohrleitung in verschiedene DN	544
7.3.4	Bemessung und Berechnung von Rohrleitungen	544
7.3.4.1	Allgemein	544
7.3.4.2	Bemessen von Zubringer- und Fernleitungen	544
7.3.4.2.1	Allgemein	544
7.3.4.2.2	Durchfluß Q	545
7.3.4.2.3	Fließgeschwindigkeit	545
7.3.4.2.4	Rauhigkeit	545
7.3.4.2.5	Druckhöhe	546
7.3.4.2.6	Beispiel	546
7.3.4.3	Berechnen von Zubringer- und Fernleitungen	546
7.3.5	Bemessen von Rohrnetzen	546
7.3.5.1	Allgemein	546
7.3.5.2	Geforderte Leistung des Rohrnetzes	546
7.3.5.2.1	Bemessungsdurchfluß	546
7.3.5.2.2	Löschwasserbedarf	547
7.3.5.2.3	Druckhöhe	547
7.3.5.3	Bemessungsunterlagen	547
7.3.5.3.1	Rohrnetzplan	547
7.3.5.3.2	Belastungsplan	547
7.3.5.3.3	Bemessungsplan und Bemessungstabelle	548
7.3.5.3.4	Nachteile des Verästlungssystems	549
7.3.6	Berechnen von Rohrnetzen	550
7.3.6.1	Grundlage	550
7.3.6.2	Analog-Modelle	550
7.3.6.3	Rechenverfahren, Digital-Modelle	550
7.3.6.3.1	Allgemein	550
7.3.6.3.2	Verfahren mit Druckhöhenausgleich	550
7.3.6.3.3	Verfahren mit Durchflüssausgleich	551
7.3.6.3.4	Berechnungsunterlagen	551
7.3.7	Bemessen und Berechnen von Anschlußleitungen und Verbrauchsleitungen (Trinkwasser-Installation-TRWI)	554
7.3.7.1	Allgemein	554
7.3.7.2	Verfahren nach DIN 1988 Teil 3 - Dez. 1988 - (TR. des DVGW)	554
7.3.7.3	Anschlußleitungen	556
7.3.7.4	Verbrauchsleitungen	561
73.8	Statische Beanspruchung von Rohren	567
7.3.8.1	Allgemein	567
7.3.8.2	Beanspruchung durch Innendruck	567

	7.3.8.2.1	Größe der Belastung	567
	7.3.8.2.2	Spannungen durch die Radialkräfte	569
	7.3.8.2.3	Bemessung der Wanddicken von Druckrohren	569
	7.3.8.2.4	Beanspruchung durch Axialkräfte	571
7.3.8.3		Beanspruchung erdverlegter Rohre durch äußere Kräfte	571
	7.3.8.3.1	Allgemein	571
	7.3.8.3.2	Grundformen der Belastung des erdverlegten Rohres	572
	7.3.8.3.3	Kennwerte der Belastungen	573
	7.3.8.3.4	Kennwerte der Rohrwerkstoffe	574
	7.3.8.3.5	Kennwerte des Beispiels einer Berechnung	574
	7.3.8.3.6	Berechnung der Beanspruchung durch die Erdlast	575
	7.3.8.3.7	Berechnung der Beanspruchung durch eine Flächenlast	578
	7.3.8.3.8	Berechnung der Beanspruchung aus Verkehrslast	580
	7.3.8.3.9	Vertikale Gesamtbelastung des Rohres	580
	7.3.8.3.10	Horizontale Gesamtbelastung des Rohres	581
	7.3.8.3.11	Sicherheiten gegen Verformung, Beulen und Beanspruchung durch äußeren Wasserdruck	581
	7.3.8.3.12	Schnittkräfte und Spannungen des radial belasteten Rohres	581
	7.3.8.3.13	Schnittkräfte und Spannungen des axial belasteten Rohres	583
7.3.8.4		Beanspruchung des Rohres beim Vortrieb	584
7.4		<i>Rohrleitungsbau</i>	585
7.4.1		Hauptleitungen (HW), Versorgungsleitungen (VW)	585
	7.4.1.1	Herstellen des Rohrgrabens (RG)	585
	7.4.1.1.1	Vorarbeiten	585
	7.4.1.1.2	Arbeitsstreifenbreite	585
	7.4.1.1.3	Tiefe	586
	7.4.1.1.4	Rohrgrabenbreite	588
	7.4.1.1.5	Arbeitsvorgang beim RG-Aushub	590
	7.4.1.1.6	Bodenarten	590
	7.4.1.1.7	Grabenverbau	590
	7.4.1.1.8	Wasserhaltung	594
	7.4.1.1.9	Sohlenbefestigung	594
	7.4.1.1.10	Wiedereinfüllen des RG nach dem Einlegen der Rohre	595
7.4.1.2		Herstellen der Rohrleitungen	596
	7.4.1.2.1	Abnahme der Rohre und Rohrnetzteile	596
	7.4.1.2.2	Transport	596
	7.4.1.2.3	Ausbessern von Schäden und Anbringen eines zusätzlichen Außenschutzes	597
	7.4.1.2.4	Verlegen der Rohre	598
	7.4.1.2.5	Verbinden der Rohre	598
	7.4.1.2.6	Vervollständigen des Außenschutzes nach dem Verbinden der Rohre	604
	7.4.1.2.7	Sicherung der Krümmer und Abzweige gegen Ausweichen	605
	7.4.1.2.8	Abnahme der Verlegearbeit	607
7.4.1.3		Druckprüfung	608
	7.4.1.3.1	Prüfstrecken	608
	7.4.1.3.2	Verspannen	608
	7.4.1.3.3	Füllen	608
	7.4.1.3.4	Schutz gegen Temperatureinflüsse	608
	7.4.1.3.5	Anordnung der Preßpumpe	609
	7.4.1.3.6	Arten der Druckprüfung	609
	7.4.1.3.7	Rohrwerkstoffe in der Druckprüfung	609
	7.4.1.3.8	Abläßtest	611
	7.4.1.3.9	Gesamtprüfung größerer Leitungsabschnitte	612
7.4.1.4		Abnahme	612
7.4.1.5		Nacharbeiten	614
	7.4.1.5.1	Endgültiges Überfüllen der Leitungen	614
	7.4.1.5.2	Reinigung der Leitungsteile, Anstrich	614

	7.4.1.5.3 Hinweise zum Auffinden der Einbauten und Leitungen	614
	7.4.1.5.4 Spülung und Entkeimung der fertigen Rohrleitung	615
	7.4.1.5.5 Durchflußprüfung	617
7.4.2	Anschlußleitungen AW (auch Grundstückszuleitungen genannt)	618
	7.4.2.1 Zubehörteile	618
	7.4.2.2 Verlegungstiefe und Lage	618
	7.4.2.3 Nennweite	618
	7.4.2.4 Verlegen	618
	7.4.2.4.1 Kunststoffrohre aus Polyethylen	618
	7.4.2.4.2 Stahlrohre mit bituminösem Außenschutz (Gewindeverbindung nach DIN 2999)	619
	7.4.2.4.3 Stahlrohre mit extrudiertem Kunststoffaußenschutz	619
	7.4.2.4.4 GGG-Rohre DN50 und 65	619
	7.4.2.5 Hauseinführung	619
	7.4.2.6 Druckprobe	620
	7.4.2.7 Anbohren	620
	7.4.2.8 Wasserzählereinbau	621
7.4.3	Besondere Bauwerke	622
	7.4.3.1 Straßenkreuzungen	622
t	7.4.3.2 Kreuzungen mit Wasserläufen	623
	7.4.3.3 Rohrübergführungen über Flüsse (Brückenleitungen)	625
	7.4.3.4 Bahnkreuzungen	626
	7.4.3.4.1 Grundregeln	626
	7.4.3.4.2 Einlegen der Wasserleitung in Bahnunterführungen	627
	7.4.3.4.3 Einlegen der RL unter den Gleiskörper	627
	7.4.3.4.4 Überführen von Wasserleitungen über Bahngleise	628
	7.4.3.4.5 Verlegung von Wasserleitungen an Eisenbahnbrücken	628
7.4.4	Grabenlose Rohrverlegung (Einpflügen, Einfräsen)	629
t.4.5	Grabenlose Erneuerung und Sanierung von Druckrohrleitungen	629
	7.4.5.1 Reinigung	629
	7.4.5.2 Sanierung	630
\	7.4.5.3 Erneuerung	630
JS	<i>Verbrauchsleitungen (Anschlußleitung und Trinkwasser-Installation)</i>	631
.5.1	Bemessung	631
.5.2	Anordnung der Absperrvorrichtungen und Armaturen	631
.5.3	Werkstoffe	631
.5.4	Verlegen	633
.3.5	Prüfung	633
O,6	Frostschutz	634
£,7	Tauwasserbildung	634
1 3.8	Druckerhöhungsanlagen in Grundstücken	634
	<i>ratur</i>	634
	Brandschutz	635
	<i>Allgemein</i>	635
	<i>Löschwasserversorgung allgemein</i>	635
	<i>Feuerlöschanlagen</i>	636
,1	Anlagen mit offenen Düsen	636
,2	Anlagen mit geschlossenen Düsen	636
	Schaumlöschanlagen	637
	Sonstige stationäre Löschanlagen	638
	<i>Löschwasserleitungen</i>	638
	Löschwasserleitungen „naß“ (DIN 14 461 Teil 1)	638
	Löschwasserleitungen „naß/trocken“ (DIN 14 461 Teil 1)	638
	Löschwasserleitungen „trocken“ (DIN 14 461 Teil 2)	639
	<i>Ausrüstung der Feuerwehr</i>	639
	Feuerwehrfahrzeuge	639

8.5.2	Feuerweerpumpen	641
8.5.3	Schläuche	641
8.5.4	Strahlrohre	641
	<i>Literatur</i>	641
9.	Trinkwasserversorgung in Notstandsfällen	643
9.1	<i>Ursachen von Notstandsfällen</i>	643
9.2	<i>Vorsorgemaßnahmen</i>	643
9.2.1	Allgemein	643
9.2.2	Rechtsgrundlagen	643
9.2.3	Wasserbedarf in Notstandsfällen	644
9.2.4	Deckung des Wasserbedarfs in Notstandsfällen	644
9.2.4.1	Notversorgung aus der öffentlichen Wasserversorgung	644
9.2.4.1.1	Allgemein	644
9.2.4.1.2	Maßnahmen zur Verbesserung der Betriebsbereitschaft in Notstandsfällen	644
9.2.4.2	Notversorgung aus Einzel-Versorgungen	645
9.2.4.2.1	Gebiete ohne zentrale Wasserversorgung	645
9.2.4.2.2	Gebiete mit zentraler Wasserversorgungsanlage	645
9.3	<i>Maßnahmen bei Anzeigen über das Eintreten eines Notstandes</i>	646
9.4	<i>Maßnahmen bei eingetretenen Notständen</i>	646
10.	Eigen- und Einzeltrinkwasserversorgung	649
10.1	<i>Wasserbeschaffenheit</i>	649
10.2	<i>Technische Hinweise</i>	649
	Bauabwicklung und Betrieb von Wasserversorgungsanlagen	651
11.	Planung und Baudurchführung	653
11.1	<i>Aufgaben</i>	653
11.1.1	Allgemein	653
11.1.2	Technischer-Bereich	653
11.1.3	Verwaltungs-Bereich	653
11.1.4	Weitergabe von Teilaufgaben	654
11.2	<i>Mitwirkung eines Ingenieurbüros</i>	654
11.2.1	Allgemein	654
11.2.2	Ingenieurauftrag	654
11.2.3	Honorare für Leistungen der Ingenieure	658
11.2.3.1	Allgemein	658
11.2.3.2	Ermittlung des Honorars für die Grundleistungen	658
11.2.3.2.1	Anrechenbare Kosten des Objekts	658
11.2.3.2.2	Honorarzonen	658
11.2.3.2.3	Mindest- und Höchstsätze des Honorars	659
11.2.3.3	Ermittlung des Honorars für Besondere Leistungen	659
11.2.3.4	Ermittlung des Honorars nach Zeitaufwand	660
11.2.3.5	Nebenkosten	660
11.2.3.6	Teilleistungssätze des Honorars	660
11.2.3.7	Honorar für örtliche Bauüberwachung	660
11.2.3.8	Erhöhung des Honorars	660
11.2.3.9	Bau- und landschaftsgestalterische Beratung	660
11.2.3.10	Sonstige Leistungen	661
11.3	<i>Verantwortlichkeit der am Bau Beteiligten</i>	661
11.3.1	Allgemein	661
11.3.2	Verantwortlichkeit des Auftraggebers	661
11.3.3	Verantwortlichkeit des Entwurfsfertigers	661
11.3.4	Verantwortlichkeit der Bauoberleitung	661
11.3.5	Verantwortlichkeit der örtlichen Bauüberwachung	661

11.3.6	Verantwortlichkeit des Auftragnehmers	662
11.4	<i>Vorplanung/Vorentwurf</i> (VE)	662
11.4.1	Zweck	662
11.4.2	Vorerhebungen	662
11.4.3	Bestandteile des Vorentwurfs	662
11.4.4	Weiterbehandlung des Vorentwurfs	663
11.5	<i>Entwurfsplanung/Entwurf</i> (E)	663
11.5.1	Zweck	663
11.5.2	Vorerhebungen	664
11.5.3	Bestandteile des Entwurfs	664
11.5.4	Weiterbehandlung des Entwurfs	668
11.6	<i>Bauoberleitung (BO)</i>	669
11.6.1	Allgemein	669
11.6.2	Aufgaben	669
11.6.3	Dauer der Bauoberleitung	669
11.7	<i>Örtliche Bauüberwachung (BÜ)</i>	670
11.7.1	Personal	670
11.7.2	Aufgaben	670
11.7.3	Anwesenheit auf der Baustelle	671
11.8	<i>Bauverwaltung</i>	671
11.8.1	Allgemein	671
11.8.2	Aufgaben	671
11.8.3	Auftrag	671
11.9	<i>Üblicher Ablauf einer Wasserversorgungs-Baumaßnahme</i>	671
11.9.1	Vorbereiten der Bauausführung	671
11.9.1.1	Allgemein	671
11.9.1.2	Privatrechtliche Regelungen	672
	11.9.1.2.1 Inanspruchnahme privater Grundstücke	672
*	11.9.1.2.2 Inanspruchnahme öffentlicher Grundstücke	672
	11.9.1.2.3 Sicherung der Energieversorgung	672
11.9.1.3	Wasserrechtliche Verfahren	672
	11.9.1.3.1 Genehmigung der Entnahme von Wasser	672
•	11.9.1.3.2 Genehmigung der Einleitung von Wasser	673
	11.9.1.3.3 Ausnahmegenehmigungen	673
*	11.9.1.3.4 Wasserwirtschaftliche Rahmenplanung	673
	11.9.1.3.5 Festsetzen eines Schutzgebiets	673
11.9.1.4	Baurechtliche Verfahren	673
11.9.1.5	Finanzierung	674
tt.9.2	Verdingung	674
	11.9.2.1 Allgemein	674
?•	11.9.2.2 Ausschreibung	675
<•	11.9.2.3 Angebote	675
	11.9.2.4 Zuschlag	675
\$1.9.3	Bauausführung einer Wasserfassung	675
i~	11.9.3.1 Allgemein	675
∩ ^c	11.9.3.2 Ablauf der Arbeiten	675
∩ st	11.9.3.3 Schlußbericht	676
f	t;9.4 Ausführung der Bauarbeiten	676
ÄK	11.9.4.1 Baueinweisung	676
\$"	11.9.4.2 Vorbereitende Arbeiten der Firmen	676
↳	11.9.4.3 Bauarbeiten	676
	11.9.4.4 Kontrolle der Bauausführung	676
	11.9.4.5 Abrechnung	676
Mk	11.9.4.6 Abnahme	677
	11.9.4.7 Schlußvorlagen	677
fc.9.5	Inbetriebnahme	679

11.9.6	Übergabe	680
12.	Baukosten von Wasserversorgungsanlagen	681
72.7	<i>Allgemein</i>	681
72.2	<i>Ermittlung der Angebotspreise (Kalkulation)</i>	681
12.2.1	Vertragsarten	681
12.2.2	Vorbereiten der Kalkulation	682
12.2.2.1	Bedingungen und Richtlinien für die Angebotsabgabe	682
12.2.2.2	Erhebungen	682
12.2.2.3	Berechnungsgrundlagen	682
12.2.3	Preisermittlung der Angebotssumme	682
12.2.3.1	Gliederung der Preisermittlung	682
12.2.3.2	Unmittelbare Selbstkosten der Bauarbeiten	683
12.2.3.2.1	Allgemein	683
12.2.3.2.2	Einzelkosten	683
12.2.3.3	Zuschläge zu den unmittelbaren Selbstkosten	683
12.2.3.3.1	Soziale Abgaben	683
12.2.3.3.2	Gemeinkosten der Baustelle	684
12.2.3.4	Betriebskostenzuschläge	684
12.2.3.5	Umsatzsteuer	684
12.2.4	Zusammenstellung des Angebots	684
12.2.5	Aufgliederung der Angebotssumme	685
72.3	<i>Kostenschätzung (Preisgrundlage März 2002)</i>	687
12.3.1	Allgemein	687
12.3.2	Rohbaukosten	687
12.3.2.1	Wasserfassung	687
12.3.2.1.1	Quellfassungen	687
12.3.2.1.2	Bohrbrunnen	687
12.3.2.1.3	Horizontalfilterbrunnen	689
12.3.2.1.4	Oberflächenwasserfassung	690
12.3.2.2	Wasseraufbereitung	690
12.3.2.3	Wasserförderung	691
12.3.2.4	Wasserspeicherung	692
12.3.2.4.1	Hochbehälter	692
12.3.2.4.2	Wasserturm	692
12.3.2.5	Wasserverteilung	693
12.3.2.5.1	Rohrgraben	693
12.3.2.5.2	Rohrleitung	694
12.3.2.5.3	Armaturen	695
12.3.2.5.4	Sonder-Bauwerke	696
12.3.2.5.5	Spülen und Entkeimen	698
12.3.2.5.6	Druckprüfung	698
12.3.2.5.7	Gesamtkosten je m Zubringer- bzw. Versorgungsleitung	698
12.3.2.5.8	Anschlußleitung	698
12.3.2.6	Außenanlagen	699
12.3.2.7	Objektschutz	699
12.3.2.8	Baustelleneinrichtung, mit Auf- und Abbau, sowie Vorhalten	699
12.3.2.9	Sonstige Kosten	699
12.3.2.9.1	Allgemein	699
12.3.2.9.2	Unvorhergesehenes	699
12.3.2.9.3	Ingenieurleistungen	699
12.3.2.9.4	Nebenkosten	699
12.3.3	Umsatzsteuer	699
12.3.4	Verbrauchsleitungen (Hausinstallation)	700
72.4	<i>Baukosten je Einheit</i>	700
72.5	<i>Kostenanteil der Anlageteile an den Gesamtkosten</i>	700
72.6	<i>Wertberechnung bestehender Anlagen</i>	701

12.6.1	Allgemein	701
12.6.2	Kostenindex	701
12.6.3	Beispiel einer Wertberechnung	704
12.7	Lohn- und Materialanteil an den Gesamtkosten	704
	Literatur	704
13.	Betrieb, Verwaltung und Überwachung	705
13.1	Allgemein	705
13.2	Organisation	705
13.2.1	Arten der Wasserversorgung	705
13.2.2	Pflichtaufgabe Wasserversorgung - betriebliche Kooperation	707
13.2.3	Unternehmensformen der öffentlichen Wasserversorgung	707
13.2.3.1	Allgemein	707
13.2.3.2	Organisationsformen des öffentlichen Rechts	707
13.2.3.2.1	Regiebetrieb	707
13.2.3.2.2	Eigenbetrieb	707
13.2.3.2.3	Zweckverband	708
13.2.3.2.4	Wasser- und Bodenverband	708
13.2.3.3	Organisationsformen des Privatrechts	708
13.2.3.3.1	Kapitalgesellschaft	708
13.2.3.3.2	Sonstige Organisationsformen des privaten Rechts	708
13.2.3.4	Beispiel für die Anteile der verschiedenen Unternehmensformen	708
13.2.4	Unternehmensaufbau	709
13.2.4.1	Unternehmensleitung	709
13.2.4.2	Innerer Aufbau eines Unternehmens	710
13.2.4.2.1	Allgemein	710
13.2.4.2.2	Gliederung des technischen Betriebes	710
13.2.4.2.3	Gliederung der Verwaltung	711
13.3	Betrieb	711
13.3.1	Anforderungen	711
13.3.1.1	an das Trinkwasser	711
13.3.1.2	an den Unternehmer	712
13.3.1.3	an das technische Personal	713
13.3.1.4	an die Anlagenteile, Arbeitsgeräte und Materialien	713
13.3.2	Technisches Personal	714
13.3.2.1	Qualifikation und Personalbedarf	714
13.3.2.1.1	Kleinere WVU	714
13.3.2.1.2	Mittlere und größere WVU	715
13.3.2.2	Aus- und Fortbildung in der Ver- und Entsorgung	715
13.3.2.2.1	Wasserwart	715
13.3.2.2.2	Ver- und Entsorger, Anlagenmechaniker	716
13.3.2.2.3	Wassermeister, Rohrnetzmeister	716
13.3.2.3	Berufliche Weiterbildung	717
13.3.2.3.1	Angebote allgemein (Auszug)	717
13.3.2.3.2	Ortsnahe Fortbildung des techn. Personals (Nachbarschaften)	717
13.3.2.4	Dienstanweisung	718
13.3.2.4.1	Allgemein	718
13.3.2.4.2	Muster einer Dienstanweisung (Auszug)	718
13.3	Rechtsvorschriften, Technische Regelwerke	719
13.3.3.1	Allgemein	719
13.3.3.2	Wasserrecht	720
13.3.3.2.1	Allgemein	720
13.3.3.2.2	Wasserrechtliches Verfahren	720
13.3.3.2.3	Die Entnahme, der wasserrechtliche Bescheid	721
13.3.3.2.4	Die Festsetzung von Schutzgebieten, die Schutzgebietsverordnung	723
13.3.3.3	Gesundheitsrecht	724
13.3.3.3.1	Allgemein	724

13.3.3.3.2	Die Trinkwasserverordnung (TrinkwV)	724
13.3.3.4	Rechtsformen für die Wasserabgabe an den Kunden	724
13.3.3.4.1	Allgemeine Versorgungsbedingungen - AVBWasserV	724
13.3.3.4.2	Öffentlich-rechtliche Regelung durch Satzung	725
13.3.3.4.3	Privatrechtlicher Vertrag	725
13.3.3.5	Baurecht	726
13.3.3.5.1	Bauplanungsrecht	726
13.3.3.5.2	Bauordnungsrecht	726
13.3.3.6	Grundstücks- und Straßenbenutzungsrecht	726
13.3.3.6.1	Allgemein	726
13.3.3.6.2	Grundstücksrecht	726
13.3.3.6.2.1	Allgemein	726
13.3.3.6.2.2	Grundbuch	726
13.3.3.6.2.3	Liegenschaftskataster	727
13.3.3.6.2.4	Grunderwerb	727
13.3.3.6.2.5	Dienstbarkeit	727
13.3.3.6.3	Straßenbenutzungsrecht	728
13.3.3.7	Arbeitssicherheit	728
13.3.4	Betriebsaufgaben	728
13.3.4.1	Allgemein	728
13.3.4.2	Betriebsführung, Betriebsaufzeichnungen	729
13.3.4.2.1	Allgemein	729
13.3.4.2.2	Betriebsaufzeichnungen	729
13.3.4.2.3	Auswertung der Messungen	732
13.3.4.2.4	Labor	734
13.3.4.3	Instandhaltung	734
13.3.4.3.1	Allgemein	734
13.3.4.3.2	Kontrollen und Wartung der Anlagenteile	735
13.3.4.3.2.1	Wasserfassungen	736
13.3.4.3.2.2	Gebäude	737
13.3.4.3.2.3	Maschinen- und Elektroanlagen	738
13.3.4.3.2.4	Wehranlagen und Triebwerke	738
13.3.4.3.2.5	Aufbereitungsanlagen	739
13.3.4.3.2.6	Wasserspeicherung	740
13.3.4.3.2.7	Wasserverteilungsanlagen	741
13.3.4.3.3	Instandsetzung	741
13.3.4.3.3.1	Allgemein	741
13.3.4.3.3.2	Wassermangel	742
13.3.4.3.3.3	Brunnenregenerierung	742
13.3.4.3.3.4	Fördervermögen der Rohrleitung	743
13.3.4.3.3.5	Spülung	743
13.3.4.3.3.6	Rohrreinigung	744
13.3.4.3.3.7	Orten von Rohrleitungen und Straßenkappen	744
13.3.4.3.3.8	Wasserverluste	745
13.3.4.3.3.9	Schutz der Wasserversorgungsanlagen gegen Frostschäden	749
13.3.4.4	Anschlußleitungen	752
13.3.4.5	Besondere Schutzmaßnahmen	752
13.3.4.5.1	Allgemein	752
13.3.4.5.2	Schutzmaßnahmen bei Unfällen mit wassergefährdenden Stoffen	753
13.3.4.5.3	Objektschutz, Notstandsfälle	753
13.3.4.6	Baumaßnahmen	754
13.3.4.6.1	Mitwirkung des Betriebes bei Baumaßnahmen	754
13.3.4.6.2	Planung und Bauoberleitung durch Angehörige des WVU	754
13.3.4.6.3	Bauausführung durch das WVU	754
13.4	Verwaltung	754
13.4.1	Anforderungen	754
13.4.2	Verwaltungspersonal	754

13.4.3	Verwaltungsaufgaben	755
13.4.3.1	Allgemeine Verwaltungsaufgaben	755
13.4.3.1.1	Allgemein	755
13.4.3.1.2	Rechts-, Vertrags- und Versicherungswesen	755
13.4.3.1.3	Vergabewesen	755
13.4.3.2	Grundstückswesen	755
13.4.3.3	Personalwesen	756
13.4.3.4	Finanzwesen	756
13.4.3.4.1	Allgemein	756
13.4.3.4.1.1	Regiebetrieb	756
13.4.3.4.1.2	Eigenbetrieb	757
13.4.3.4.2	Buchhaltung	760
13.4.3.4.3	Kasse	760
13.4.3.4.4	Überwachung des Kassen- und Rechnungswesens	760
13.4.3.5	Wasserverkauf, Kundenbetreuung	761
13.4.3.5.1	Wasserverkauf	761
13.4.3.5.2	Kundenbetreuung	762
13.5	Überwachung	762
13.5.1	Allgemein	762
13.5.2	Eigenüberwachung	762
13.5.3	Staatliche Überwachung	763
	Literatur	764
Anhang		765
§4.	Gesetzliche Einheiten, Zahlenwerte, DVGW-Regelwerk, DIN-Normen u. ä	767
	<i>Gesetzliche Einheiten</i>	767
•1.1	Allgemein	767
•1.2	Basiseinheiten	767
4.1.3	Dezimale Vielfache und dezimale Teile von Einheiten	767
4.1.4	Gesetzlich abgeleitete Einheiten (kohärente Einheiten des SI)	767
•1.5	Anwendungshinweise für das SI	769
• 4.1.6	Umrechnungstabellen	770
4.2	<i>Umrechnung von Maßeinheiten aus dem amerikanischen („[US]“) und englischen („[E]“) ins metrische Maßsystem</i>	771
	<i>Häufig benötigte Zahlenwerte und Gleichungen</i>	772
	<i>Griechisches Alphabet</i>	774
	<i>Verbände und Vereine</i>	774
	<i>DVGW-Regelwerk</i>	775
1.6.1	Vorbemerkungen	775
§,2	Wasserversorgung - allgemein	776
C6.3	Wassergewinnung	776
•6.4	Wasseraufbereitung	777
•5	Wasserförderung	779
• 6.6	Wasserspeicherung	780
6.7	Wasserverteilung	781
•6.8	Brandschutz und Trinkwasser-Notversorgung	783
•6.9	Bauabwicklung und Betrieb	783
7	<i>DIN-Normen</i>	784
•7.1	Vorbemerkungen	784
•7.2	Wasserversorgung - allgemein	784
•3.3	Wassergewinnung	784
•7.4	Wasseraufbereitung	785
	Wasserförderung	787
•6	Wasserspeicherung	790
•7	Wasserverteilung	792
8	Brandschutz	795

14.7.9 Bauabwicklung und Betrieb	796
14.8 <i>Gesetze, Verordnungen, Richtlinien</i>	797
14.8.1 Vorbemerkungen	797
14.8.2 Wasserversorgung - allgemein	797
14.8.3 Wassergewinnung	798
14.8.4 Wasseraufbereitung	798
14.8.5 Wasserförderung	799
14.8.6 Wasserspeicherung	800
14.8.7 Wasserverteilung	800
14.8.8 Brandschutz und Trinkwasser-Notversorgung	800
14.8.9 Bauabwicklung und Betrieb	801
14.9 <i>Zeitschriften des Wasserversorgungsfaches</i>	802
14.10 <i>Weitere Schriftenreihen und technische Mitteilungen</i>	803
15. Stichwortverzeichnis	805
Bezugsquellenverzeichnis	815