

Kapitelübersicht

Vorworte, Bearbeiter	IX
Liste der Abkürzungen	XLI
Einführung	1
1. Ziele und Aufgaben der Wasserversorgung	3
1.1 Übergeordnete Ziele	3
1.2 Ziele der Wasserversorgungsunternehmen	4
1.3 Hauptaufgaben der Wasserversorgung	9
1.4 Entwicklung der öffentlichen Wasserversorgung	12
Literatur	13
Grundlagen	15
2. Wasserabgabe und Wasserbedarf	17
2.1 Struktur der öffentlichen Wasserversorgung	17
2.2 Wasserbedarf	18
2.3 Wasserbedarf je Verbrauchseinheit	39
2.4 Wasserbedarf der Industrie	45
2.5 Wassersparen	46
2.6 Ermittlung des Wasserbedarfs	48
2.7 Löschwasserbedarf	54
2.8 Beispiel einer Wasserbedarfsberechnung	56
Literatur	58
3. Hydraulische Berechnungsgrundlagen	59
3.1 Allgemeines	59
3.2 Hydrostatische Berechnungen	59
3.3 Hydraulische Druckverlustberechnungen	61
3.4 Berechnen von Rohmetzen	96
3.5 Ausflussformel nach Torricelli	105
3.6 Dynamische Druckänderungen in Wasserversorgungsanlagen	107
Literatur	112
Technik der Wasserversorgung	113
4. Wassergewinnung	115
4.1 Wasserbilanz	115
4.2 Wasserhaushalt	118
4.3 Wasserdargebot	130
4.4 Wasserfassungen	170
4.5 Allgemeiner Gewässerschutz und Sanierungsmaßnahmen	213
4.6 Trinkwasserschutz	223
Literatur	234

5.	Wasseraufbereitung	237
5.1	Wasserbeschaffenheit	237
5.2	Trinkwasseraufbereitung	296
5.3	Sicherung der Trinkwasserbeschaffenheit bei der Verteilung	382
5.4	Wasserbehandlung in der Trinkwasser-Installation	392
	Literatur	395
6.	Wasserförderung	399
6.1	Maschinelle Einrichtungen	399
6.2	Elektrotechnik	403
6.3	Förderanlagen	425
6.4	Wasserzählung und Wassermessung	476
	Literatur	491
7.	Wasserspeicherung	493
7.1	Aufgaben der Wasserspeicherung	494
7.2	Arten der Wasserspeicherung	495
7.3	Speicherinhalt	498
7.4	Hochbehälter	508
7.5	Wasserturm	560
7.6	Tiefbehälter	572
7.7	Löschwasserbehälter	573
7.8	Maßnahmen zur Instandhaltung von Wasserbehältern	576
	Literatur	586
8.	Wasserverteilung	589
8.1	Allgemeines	589
8.2	Werkstoffe	590
8.3	Bestandteile der Rohrleitungen	596
8.4	Planung von Rohrleitungen	644
8.5	Rohrleitungsbau	680
8.6	Hausinstallation (Trinkwasser-Installation)	735
8.7	Brandschutz	741
	Literatur	749
9.	Prozessüberwachung und -steuerung	751
9.1	Aufgaben	751
9.2	Technischer Aufbau	755
9.3	Datenbehandlung	760
9.4	Betriebsweise der Anlagen	762
9.5	Leittechnische Einrichtungen	765
	Literatur	767
10.	Trinkwasserversorgung aus Kleinanlagen und nicht ortsfesten Anlagen	769
10.1	Allgemeines	769
10.2	Kleinanlagen	769
10.3	Nicht ortsfeste Anlagen	772

Planung, Bau, Betrieb, Instandhaltung und Management	775
11. Planung und Bau	777
11.1 Aufgaben und Verantwortlichkeit	777
11.2 Vorplanung/Vorentwurf (VE)	788
11.3 Entwurfsplanung/Entwurf (E)	789
11.4 Bauoberleitung (BO)	795
11.5 Örtliche Bauüberwachung (BÜ)	796
11.6 Bauverwaltung (fachlich zuständige technische staatliche Verwaltung)	797
11.6 Bauverwaltung (technische staatliche Verwaltung)	797
11.7 Üblicher Ablauf einer Wasserversorgungs-Baumaßnahme	798
11.8 Baukosten von Wasserversorgungsanlagen	808
Literatur	835
12. Management, Betrieb und Instandhaltung	837
12.1 Management	837
12.2 Betrieb	858
12.3 Instandhaltung	890
12.4 Überwachung	913
12.5 Trinkwasserversorgung im Krisenfall	915
Literatur	922
Anhang	923
13. Gesetzliche Einheiten, Zahlenwerte, DVGW-Regelwerk, DIN-Normen u. Ä.	925
13.1 Gesetzliche Einheiten	925
13.2 Umrechnung von Maßeinheiten aus dem amerikanischen („[US]“) und englischen („[E]“) ins metrische Maßsystem	929
13.3 Häufig benötigte Zahlenwerte und Gleichungen	930
13.4 Griechisches Alphabet	932
13.5 Verbände und Vereine	933
13.6 DVGW-Regelwerk	934
13.7 DIN-Normen	943
13.8 Gesetze, Verordnungen, Richtlinien	958
13.9 Zeitschriften des Wasserversorgungsfaches	962
13.10 Weitere Schriftenreihen und technische Mitteilungen	963
Sachwortverzeichnis	965

Inhaltsverzeichnis

Einführung	1
1. Ziele und Aufgaben der Wasserversorgung	3
1.1 Übergeordnete Ziele	3
1.2 Ziele der Wasserversorgungsunternehmen	4
1.2.1 Versorgungssicherheit	4
1.2.2 Trinkwasserqualität	5
1.2.3 Nachhaltigkeit	6
1.2.4 Kundenservice	7
1.2.5 Wirtschaftlichkeit	8
1.3 Hauptaufgaben der Wasserversorgung	9
1.3.1 Aufgaben der Verwaltung	9
1.3.2 Technische Aufgaben	9
1.3.2.1 Wasserwirtschaft	9
1.3.2.2 Wassergewinnung	10
1.3.2.3 Wasseraufbereitung	10
1.3.2.4 Wasserspeicherung	11
1.3.2.5 Wasserverteilung	11
1.4 Entwicklung der öffentlichen Wasserversorgung	12
Literatur	13
 Grundlagen	 15
2. Wasserabgabe und Wasserbedarf	17
2.1 Struktur der öffentlichen Wasserversorgung	17
2.2 Wasserbedarf	18
2.2.1 Begriffe und bestimmende Faktoren	18
2.2.2 Wasserabgabe im Betrachtungszeitraum	20
2.2.3 Wasserabgabe pro Jahr	21
2.2.4 Wasserabgabe pro Monat	23
2.2.5 Wasserabgabe pro Tag	23
2.2.5.1 Größe und Bemessungsgrundlage	23
2.2.5.2 Schwankungen Q_d im Jahr	24
2.2.5.2.1 Größtwert $Q_{d \max}$	24
2.2.5.2.2 Kleinstwert $Q_{d \min}$	26
2.2.5.3 Schwankungen Q_d in der Woche	26
2.2.5.4 Wasserabgabe – Ganglinie – Dauerlinie	26
2.2.6 Wasserabgabe pro Stunde	30
2.2.6.1 Größe und Bemessungsgrundlage	30
2.2.6.2 Schwankungen Q_h während des Tages	30
2.2.6.3 Schwankungen Q_h bei Großereignissen (z. B. Fussballspielen)	33
2.2.6.4 Versorgungseinheiten bis 1 000 Einwohner	34
2.2.6.5 Versorgungseinheiten über 1 000 Einwohner	35
2.2.6.5.1 $Q_{h \max}$ nach Stundenspitzenfaktor	35
2.2.6.5.2 $Q_{h \max}$ nach max. Stundenprozentwert	36
2.2.7 Bemessungsgrundlage für Sonderobjekte	38

2.3	<i>Wasserbedarf je Verbrauchseinheit</i>	39
2.3.1	Berechnungsdurchfluss von Auslauf-Armaturen	39
2.3.2	Wasserbedarf je Einzelvorgang	41
2.3.3	Wasserbedarf im Haushalt für einzelne Zwecke	41
2.3.4	Erfahrungswerte des Wasserbedarfs je Verbrauchseinheit	42
2.3.5	Eigenbedarf der WVU	44
2.3.6	Wasserverlust	45
2.4	<i>Wasserbedarf der Industrie</i>	45
2.5	<i>Wassersparen</i>	46
2.5.1	Fachliche Randbedingungen	46
2.5.2	Maßnahmen	47
2.6	<i>Ermittlung des Wasserbedarfs</i>	48
2.6.1	Bemessungsgrößen des Wasserbedarfs	48
2.6.2	Bemessungszeitraum	49
2.6.3	Feststellen der Bemessungsgrundlagen	49
2.6.3.1	Derzeitige und künftige Zahl der versorgten Einwohner	49
2.6.3.2	Wohndichte	50
2.6.3.3	Einwohnerbezogener Wasserbedarf:	50
2.6.3.4	Spitzenwerte	53
2.6.3.5	Entwicklung des industriellen und sonstigen Wasserbedarfs	53
2.6.3.6	Klimatische Verhältnisse	53
2.6.3.7	Anschlussgrad	53
2.7	<i>Löschwasserbedarf</i>	54
2.7.1	Allgemeines	54
2.7.2	Grundschutz	54
2.7.3	Objektschutz	54
2.7.4	Löschwasser-Bereitstellung durch das WVU	54
2.7.5	Wasserbedarf im Krisenfall	56
2.8	<i>Beispiel einer Wasserbedarfsberechnung</i>	56
	<i>Literatur</i>	58
3.	Hydraulische Berechnungsgrundlagen	59
3.1	<i>Allgemeines</i>	59
3.2	<i>Hydrostatische Berechnungen</i>	59
3.2.1	Hydrostatischer Druck	59
3.2.2	Auftrieb	61
3.3	<i>Hydraulische Druckverlustberechnungen</i>	61
3.3.1	Bewegungsarten des Wassers	61
3.3.1.1	Geschwindigkeitsverteilung	62
3.3.1.2	Reynolds'sche Zahl	63
3.3.2	Kontinuitätsgleichung	63
3.3.3	Gleichung der Erhaltung der Energie	63
3.3.4	Allgemein gültige Geschwindigkeitsformel	64
3.3.5	Druckhöhenverlust in Freispiegelgerinnen	64
3.3.6	Druckhöhenverlust in geraden Druckrohrleitungen	65
3.3.6.1	Formeln von Darcy-Weisbach und Colebrook-White	65
3.3.6.2	Potenzformeln	88
3.3.7	Druckhöhenverlust in Rohrleitungseinbauten	89
3.3.7.1	Allgemeines	89
3.3.7.2	Einzelwiderstände	89
3.3.8	Bemessen und Berechnen von Anschlussleitungen	93

3.4	<i>Berechnen von Rohrnetzen</i>	96
3.4.1	Arbeitsgrundlagen zur Berechnung von Netzen	96
3.4.1.1	Rohrnetzplan	96
3.4.1.2	Belastungsplan	96
3.4.1.3	Bemessungsplan und Bemessungstabelle	97
3.4.2	Berechnen von vermaschten Rohrnetzen	98
3.4.3	Rechenverfahren, Digital-Modelle	99
3.4.3.1	Allgemeines	99
3.4.3.2	Verfahren mit Druckhöhenausgleich	100
3.4.3.3	Verfahren mit Durchflussausgleich	100
3.4.4	Vorgehensweise zur Berechnung von vermaschten Rohrnetzen	100
3.4.4.1	Erstellung von Netzmodellen	101
3.4.4.2	Eichung des Netzmodells mittels einer Messvergleichsrechnung	102
3.4.4.3	Planungsrechnungen	105
3.4.5	Rohrnetzberechnung unter Verwendung geografischer Informationssysteme	105
3.5	<i>Ausflussformel nach Torricelli</i>	105
3.5.1	Freier Ausfluss aus einem Behälter	106
3.5.2	Ausfluss aus einer undichten eingearbeiteten Rohrleitung	107
3.6	<i>Dynamische Druckänderungen in Wasserversorgungsanlagen</i>	107
3.6.1	Ursachen dynamischer Druckänderungen	107
3.6.2	Druckwellengeschwindigkeit in Rohrleitungen	108
3.6.3	Joukowsky Stoß	109
3.6.4	Reflexion von Druckstößen an Verzweigungspunkten	110
3.6.5	Laufzeit von Druckstößen	112
	<i>Literatur</i>	112

Technik der Wasserversorgung 113

4.	Wassergewinnung	115
4.1	<i>Wasserbilanz</i>	115
4.1.1	Wasservorkommen der Erde	115
4.1.2	Arten der Wassergewinnung	116
4.2	<i>Wasserhaushalt</i>	118
4.2.1	Niederschlag	119
4.2.2	Verdunstung	122
4.2.3	Abfluss	124
4.2.3.1	Oberirdischer Abfluss	124
4.2.3.2	Unterirdischer Abfluss	126
4.2.3.2.1	Bodenwasser	126
4.2.3.2.2	Grundwasser	127
4.2.4	Einfluss des Klimawandels	130
4.3	<i>Wasserdargebot</i>	130
4.3.1	Grundwasser	130
4.3.1.1	Grundwasserleiter	130
4.3.1.2	Grundwasservorkommen	131
4.3.1.3	Grundwasserhydraulik	132
4.3.1.3.1	Allgemeines	132
4.3.1.3.2	Pumpversuche	134
4.3.1.3.3	Hohlraumanteil	142
4.3.1.3.4	Grundwasserströmung und -gefälle	143
4.3.1.3.5	Grundwasserfließgeschwindigkeit	144

4.3.1.4	Grundwassererkundung	146
4.3.1.4.1	Allgemein	146
4.3.1.4.2	Hydrogeologische Untersuchungen	146
4.3.1.4.3	Wasserbeschaffenheit	148
4.3.1.4.4	Auswirkungen	149
4.3.1.5	Grundwasserentnahme aus Brunnen	149
4.3.1.5.1	Allgemeines	149
4.3.1.5.2	Hydraulische Verhältnisse	150
4.3.1.5.3	Erkundung und Erschließung	157
4.3.1.6	Grundwasserableitung aus Quellen	159
4.3.1.6.1	Quellenhydraulik und Quellentypen	159
4.3.1.6.2	Erkundung und Erschließung	161
4.3.1.7	Grundwassermodelle	162
4.3.2	Uferfiltrat	165
4.3.3	Grundwasseranreicherung	165
4.3.3.1	Unterirdische Versickerungsanlagen	166
4.3.3.2	Oberirdische Versickerungsanlagen	167
4.3.4	Oberflächenwasser	168
4.3.4.1	Niederschlagswasser	168
4.3.4.2	Luftfeuchtigkeit	168
4.3.4.3	Meerwasser	168
4.3.4.4	Flusswasser	168
4.3.4.5	Seen und Trinkwassertalsperren	168
4.3.5	Wahl der Wasserdargebots	169
4.4	<i>Wasserfassungen</i>	170
4.4.1	Quellfassungen	170
4.4.1.1	Vorbereitungen	170
4.4.1.2	Schichtquellfassungen (absteigende Quellen)	170
4.4.1.3	Stauquellfassungen (aufsteigende Quellen)	173
4.4.1.4	Dokumentation	175
4.4.1.5	Betrieb	175
4.4.1.6	Rückbau	175
4.4.2	Brunnen	176
4.4.2.1	Allgemeines	176
4.4.2.2	Schlagbrunnen	176
4.4.2.3	Spülbrunnen	176
4.4.2.4	Schachtbrunnen	176
4.4.2.5	Bohrbrunnen	177
4.4.2.5.1	Allgemeines	177
4.4.2.5.2	Planung und Bemessung	177
4.4.2.5.3	Bohrverfahren	179
4.4.2.5.4	Durchführung der Bohrung	183
4.4.2.5.5	Beschreibung und Darstellung der Bohrung	183
4.4.2.5.6	Brunnenausbau	185
4.4.2.5.7	Klarpumpen und Entsanden	194
4.4.2.5.8	Pumpversuche	198
4.4.2.5.9	Überwachung der Bohrung und des Brunnenausbaus	199
4.4.2.5.10	Dokumentation und Abnahme	200
4.4.2.6	Großvertikalfilterbrunnen	200
4.4.2.7	Brunnenreihen	200
4.4.2.8	Horizontalfilterbrunnen	202
4.4.2.8.1	Verrohrte Vortriebsverfahren	203

4.4.2.9	Betrieb	203
4.4.2.10	Leistungsrückgang	205
4.4.2.11	Regenerierung	206
4.4.2.12	Sanierung und Rückbau	207
4.4.3	Sickerfassungen	208
4.4.4	Stollenfassungen	208
4.4.5	Oberflächenwasserentnahmen	208
4.4.5.1	Allgemeines	208
4.4.5.2	Trinkwassertalsperren	209
4.4.5.3	Seewasserfassungen	211
4.4.5.4	Flusswasserfassungen	212
4.5	<i>Allgemeiner Gewässerschutz und Sanierungsmaßnahmen</i>	213
4.5.1	Ziele und Instrumente	213
4.5.2	Gefährdungen	215
4.5.3	Gewässerschonende Landbewirtschaftung	218
4.5.3.1	Bodenbearbeitung, Anbau und Düngung	218
4.5.3.2	Pflanzenschutz	219
4.5.4	Sanierung	220
4.6	<i>Trinkwasserschutz</i>	223
4.6.1	Schutzgebiete für Grundwasser	223
4.6.1.1	Gefährdungen und Beeinträchtigungen	223
4.6.1.2	Reinigungswirkung des Untergrundes	224
4.6.1.3	Bemessung des Schutzgebiets und der Schutzzonen	224
4.6.1.4	Schutzgebietsverordnung	226
4.6.1.5	Überwachung	226
4.6.2	Schutzgebiete für Talsperren	230
4.6.2.1	Allgemeines	230
4.6.2.2	Gefährdungen und Beeinträchtigungen	231
4.6.2.3	Bemessung des Schutzgebietes und der Schutzzonen	231
4.6.2.4	Schutzgebietsverordnung	232
4.6.2.5	Überwachung	234
4.6.3	Schutzgebiete für Seen und Flüsse	234
	<i>Literatur</i>	234
5.	Wasseraufbereitung	237
5.1	<i>Wasserbeschaffenheit</i>	237
5.1.1	Physikalisch-chemische Eigenschaften des reinen Wassers	237
5.1.1.1	Bestandteile	237
5.1.1.2	Aggregatzustand und Masse	237
5.1.1.3	Viskosität	238
5.1.1.4	Spezifische Wärme	238
5.1.1.5	Kompressibilität	239
5.1.1.6	Chemisches Lösungsvermögen	239
5.1.1.7	Folgeerscheinungen	240
5.1.2	Rohwasser – Beschaffenheit und Anforderungen an die Trinkwasseraufbereitung	241
5.1.2.1	Allgemeines	241
5.1.2.2	Grundwasser	241
5.1.2.3	Oberflächenwasser	245
5.1.2.4	Künstlich angereichertes Grundwasser und Uferfiltrat	247
5.1.2.4.1	Künstlich angereichertes Grundwasser	247
5.1.2.4.2	Uferfiltrat	247
5.1.3	Anforderungen an Trinkwasser	248

5.1.4	Parameter zur Beurteilung der Wasserbeschaffenheit	250
5.1.4.1	Allgemeines	250
5.1.4.2	Mikrobiologische Parameter	251
5.1.4.2.1	Allgemeines	251
5.1.4.2.2	Escherichia coli (E.coli) und Coliforme Bakterien	252
5.1.4.2.3	Enterokokken	252
5.1.4.2.4	Clostridium perfringens	252
5.1.4.2.5	Koloniezahl bei 22°C und 36°C	253
5.1.4.2.6	Viren	253
5.1.4.2.7	Legionella pneumophila	253
5.1.4.2.8	Pseudomonas aeruginosa	254
5.1.4.3	Chemische Parameter gemäß Anlage 2 TrinkwV 2001	254
5.1.4.3.1	Acrylamid	254
5.1.4.3.2	Antimon	254
5.1.4.3.3	Arsen	254
5.1.4.3.4	Benzol	255
5.1.4.3.5	Benzo-(a)-pyren	255
5.1.4.3.6	Blei	255
5.1.4.3.7	Bor	255
5.1.4.3.8	Bromat	256
5.1.4.3.9	Cadmium	256
5.1.4.3.10	Chrom	256
5.1.4.3.11	Cyanid	256
5.1.4.3.12	1,2-Dichlorethan	256
5.1.4.3.13	Epichlorhydrin	256
5.1.4.3.14	Fluorid	257
5.1.4.3.15	Kupfer	257
5.1.4.3.16	Nickel	258
5.1.4.3.17	Nitrat	258
5.1.4.3.18	Nitrit	260
5.1.4.3.19	Pflanzenschutzmittel und Biozidprodukte	260
5.1.4.3.20	Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe	262
5.1.4.3.21	Quecksilber	262
5.1.4.3.22	Selen	262
5.1.4.3.23	Tetrachlorethen und Trichlorethen	263
5.1.4.3.24	Trihalogenmethane	263
5.1.4.3.25	Uran	263
5.1.4.3.26	Vinylchlorid	264
5.1.4.4	Indikatorparameter gemäß Anlage 3 TrinkwV 2001	264
5.1.4.4.1	Allgemeines	264
5.1.4.4.2	Aluminium	264
5.1.4.4.3	Ammonium	265
5.1.4.4.4	Chlorid	266
5.1.4.4.5	Eisen	266
5.1.4.4.6	Färbung	267
5.1.4.4.7	Geruch	267
5.1.4.4.8	Geschmack	268
5.1.4.4.9	Leitfähigkeit	268
5.1.4.4.10	Mangan	268
5.1.4.4.11	Natrium	269
5.1.4.4.12	Organisch gebundener Kohlenstoff	269
5.1.4.4.13	Oxidierbarkeit	269

5.1.4.4.14	Sulfat	269
5.1.4.4.15	Trübung	270
5.1.4.4.16	pH-Wert	271
5.1.4.4.17	Calcitlösekapazität	272
5.1.4.4.18	Tritium und Gesamtrichdosis	273
5.1.4.5	Sonstige Parameter	275
5.1.4.5.1	Allgemeines	275
5.1.4.5.2	Säure- und Basekapazität, Pufferungsintensität	275
5.1.4.5.3	Calcium	276
5.1.4.5.4	Kalium	276
5.1.4.5.5	Magnesium	277
5.1.4.5.6	Phosphor	277
5.1.4.5.7	Erdalkalien (Härte)	277
5.1.4.5.8	Kohlensäure	279
5.1.4.5.9	Summen- und Gruppenparameter für organische Wasserinhaltsstoffe	281
5.1.4.5.10	Antrophogene organische Spurenstoffe	282
5.1.4.5.11	Sonstige Parameter	284
5.1.5	Anforderungen an Aufbereitungsstoffe	286
5.1.6	Durchführung der Wasseruntersuchungen	287
5.1.6.1	Allgemeines	287
5.1.6.2	Umfang und Häufigkeit der Untersuchungen	288
5.1.6.3	Probenentnahme, Untersuchungen vor Ort	290
5.1.6.4	Ergebnisangabe	291
5.1.6.5	Beurteilung der Wasserbeschaffenheit	292
5.1.7	Sicherheit in der Trinkwasserversorgung	294
5.2	<i>Trinkwasseraufbereitung</i>	296
5.2.1	Anforderungen	296
5.2.2	Verfahren der Trinkwasseraufbereitung	297
5.2.2.1	Vorreinigungsverfahren	297
5.2.2.1.1	Rechen	297
5.2.2.1.2	Entsandung	297
5.2.2.1.3	Entölung	298
5.2.2.1.4	Sieben	298
5.2.2.2	Flockung, Sedimentation, Flotation	299
5.2.2.2.1	Allgemeines	299
5.2.2.2.2	Flockung	299
5.2.2.2.3	Sedimentation	302
5.2.2.2.4	Flotation	305
5.2.2.3	Gasaustausch	305
5.2.2.3.1	Allgemeines und Grundlagen	305
5.2.2.3.2	Anlagen und Leistungsdaten	306
5.2.2.4	Tiefenfiltration	310
5.2.2.4.1	Allgemeines	310
5.2.2.4.2	Einteilung der Filter	310
5.2.2.4.3	Bestandteile des Filters	311
5.2.2.4.4	Filtermaterialien	312
5.2.2.4.5	Bemessung und Betrieb	312
5.2.2.4.6	Filterspülung	316
5.2.2.4.7	Langsamfilter	317
5.2.2.4.8	Feinfiltersysteme	317

5.2.2.5	Membranverfahren	317
5.2.2.5.1	Allgemeines	317
5.2.2.5.2	Umkehrosmose und Nanofiltration (UO und NF)	319
5.2.2.5.3	Ultrafiltration und Mikrofiltration (UF und MF)	321
5.2.2.6	Adsorptionsverfahren	322
5.2.2.6.1	Allgemeines	322
5.2.2.6.2	Einsatz von Kornaktivkohle	323
5.2.2.6.3	Einsatz von Pulveraktivkohle	323
5.2.2.7	Grundwasseranreicherung	324
5.2.2.8	Oxidationsverfahren	325
5.2.2.8.1	Allgemeines	325
5.2.2.8.2	Ozon	325
5.2.2.8.3	Dosierung von Wasserstoffperoxid	328
5.2.2.8.4	Dosierung von Permanganat	328
5.2.2.9	Chemische Entsäuerungsverfahren	329
5.2.2.9.1	Allgemeines	329
5.2.2.9.2	Filtration über basisches Filtermaterial	329
5.2.2.9.3	Filtration über halbgebrannten Dolomit	331
5.2.2.9.4	Dosierung von Alkalien	332
5.2.2.10	Ionenaustauscherverfahren	333
5.2.2.10.1	Allgemeines	333
5.2.2.10.2	Betrieb eines Ionenaustauschers	334
5.2.2.10.3	Arten des Ionenaustausches	334
5.2.2.10.4	CARIX-Verfahren	336
5.2.2.10.5	Elimination von Schwermetallen	336
5.2.3	Anwendung der Aufbereitungsverfahren	337
5.2.3.1	Allgemeines	337
5.2.3.2	Entsäuerung	337
5.2.3.2.1	Verfahren zur Entsäuerung	337
5.2.3.2.2	Verfahrensauswahl	337
5.2.3.3	Enteisenung und Entmanganung	339
5.2.3.3.1	Allgemeines	339
5.2.3.3.2	Sauerstoffzufuhr	339
5.2.3.3.3	Sedimentation	340
5.2.3.3.4	Filtration	341
5.2.3.3.5	Unterirdische Enteisenung und Entmanganung	343
5.2.3.3.6	Aufbereitung von reduzierten Wässern	344
5.2.3.4	Entfernen von organischen Inhaltsstoffen	345
5.2.3.4.1	Gelöster organischer Kohlenstoff (DOC)	345
5.2.3.4.2	Algen, Plankton, sonstige organische Partikel	346
5.2.3.4.3	Farbe, Geruch, Geschmack	346
5.2.3.4.4	Chlorierte Kohlenwasserstoffe (CKW)	347
5.2.3.4.5	Organische Spurenstoffe	347
5.2.3.5	Entfernen der Stickstoffverbindungen	348
5.2.3.5.1	Nitratentfernung	348
5.2.3.5.2	Nitritentfernung	350
5.2.3.5.3	Ammoniumentfernung	352
5.2.3.6	Enthärtung	355
5.2.3.6.1	Allgemeines	355
5.2.3.6.2	Übersicht zu den Enthärtungsverfahren	355
5.2.3.6.3	Langsamentcarbonisierung	358

5.2.3.6.4	Schnellentcarbonisierung	358
5.2.3.6.5	Kalk-Soda-Verfahren	359
5.2.3.6.6	Membranverfahren	359
5.2.3.7	Aufhärtung	360
5.2.3.8	Entfernen von anorganischen Spurenstoffen	360
5.2.3.8.1	Allgemeines	360
5.2.3.8.2	Arsenentfernung	360
5.2.3.8.3	Aluminiumentfernung	361
5.2.3.8.4	Nickelentfernung	362
5.2.3.8.5	Uranentfernung	362
5.2.3.9	Dekontamination	362
5.2.3.10	Desinfektion	365
5.2.3.10.1	Allgemeines	365
5.2.3.10.2	Desinfektion mit Chlor und Hypochloriten	366
5.2.3.10.3	Desinfektion mit Chlordioxid	370
5.2.3.10.4	UV-Bestrahlung	371
5.2.3.10.5	Desinfektion von Anlagen der Wasserversorgung	373
5.2.3.11	Spülwasser- und Schlammbehandlung	374
5.2.4	Bauwerke der Wasseraufbereitung	378
5.2.4.1	Wahl des Verfahrens und des Standorts der Anlage	378
5.2.4.2	Planung der Anlagenteile	378
5.2.4.3	Ausschreibung	381
5.2.4.4	Abnahme, Einweisung und Bedienungsvorschrift	382
5.3	<i>Sicherung der Trinkwasserbeschaffenheit bei der Verteilung</i>	382
5.3.1	Anforderungen	382
5.3.2	Sicherung der mikrobiologischen Beschaffenheit	382
5.3.2.1	Allgemeines	382
5.3.2.2	Erhöhte Koloniezahlen (Aufkeimung)	383
5.3.2.3	Mikrobielle Kontaminationen	386
5.3.3	Verhinderung von Trübung und Braunwasser	387
5.3.4	Mischung von Wässern	390
5.4	<i>Wasserbehandlung in der Trinkwasser-Installation</i>	392
5.4.1	Allgemeines	392
5.4.2	Mechanisch wirkende Filter	393
5.4.3	Dosierung von Phosphaten und Silikaten	394
5.4.4	Kationenaustauscher zur Enthärtung	394
5.4.5	Sonstige Anlagen zur Trinkwassernachbehandlung	394
	<i>Literatur</i>	395
6.	Wasserförderung	399
6.1	<i>Maschinelle Einrichtungen</i>	399
6.1.1	Energieeinsatz in der Wasserversorgung	399
6.1.1.1	Energieverbraucher	399
6.1.1.2	Steigerung der Energieeffizienz	400
6.1.2	Betriebswerte von Fördersystemen	401
6.1.2.1	Förderstrom	401
6.1.2.2	Förderhöhe und Förderdruck	401
6.1.2.3	Nutzleistung einer Pumpe	402
6.1.2.4	Leistungsbedarf eines Pumpenaggregates	402
6.2	<i>Elektrotechnik</i>	403

6.2.1	Allgemeine Zusammenhänge	403
6.2.1.1	Grundgrößen	404
6.2.1.1.1	Stromarten	404
6.2.1.1.2	Spannungsebenen	404
6.2.1.1.3	Netzfrequenz in Drehstromnetzen	406
6.2.2	Elektrische Antriebe	406
6.2.2.1	Bauarten und Eigenschaften von Elektromotoren	406
6.2.2.2	Wirkungsgrade von Drehstromasynchronmotoren	408
6.2.2.3	Drehzahl und Drehrichtung von Drehstromasynchronmotoren	408
6.2.2.3.1	Feste Drehzahlen	408
6.2.2.3.2	Variable Drehzahlen – Frequenzumrichter	409
6.2.2.3.3	Drehrichtung	410
6.2.2.4	Anlassen von Asynchronmotoren	410
6.2.2.4.1	Direktanlauf	410
6.2.2.4.2	Stern-Dreieck-Anlauf	411
6.2.2.4.3	Elektronischer Sanftanlaufstarter	413
6.2.2.4.4	Frequenzumrichter	414
6.2.2.4.5	Anlasstransformator	414
6.2.2.5	Bauformen von Elektromotoren	414
6.2.2.6	Kraftübertragung	414
6.2.2.7	Motorerwärmung	415
6.2.2.8	Blindstromkompensation	415
6.2.3	Energieverteilung	416
6.2.3.1	Schaltgeräte	416
6.2.3.1.1	Schaltgeräte für Mittelspannungsanlagen	416
6.2.3.1.2	Schaltgeräte für Niederspannungsanlagen	416
6.2.3.2	Leitungen und Zubehör	417
6.2.3.2.1	Stromleitungen	417
6.2.3.2.2	Motoranschlüsse und Sicherungen	420
6.2.3.3	Transformatoren (Umspanner)	420
6.2.4	Schutzmaßnahmen in elektrischen Anlagen	421
6.2.4.1	Netzarten und Erdungen	421
6.2.4.2	Überstromschutzeinrichtungen	421
6.2.4.3	Schutzarten	422
6.2.4.4	Schutz gegen direktes Berühren	423
6.2.4.5	Schutz bei indirektem Berühren	423
6.2.4.5.1	Schutzisolierung	423
6.2.4.5.2	Schutztrennung	423
6.2.4.5.3	Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD)	424
6.2.4.5.4	Isolationsüberwachung	424
6.2.4.6	Weitere Sicherheitsregeln	424
6.2.4.7	Elektrofachkräfte	425
6.3	<i>Förderanlagen</i>	425
6.3.1	Kreiselpumpen (KrP)	425
6.3.1.1	Anwendungsgebiet	425
6.3.1.2	Bauformen von Kreiselpumpen	425
6.3.1.2.1	Grundsätzlicher Aufbau	425
6.3.1.2.2	Betriebsverhalten und Kennlinien von Kreiselpumpen	425
6.3.1.2.3	Bauarten	427
6.3.1.3	Saugverhalten von Kreiselpumpen	430
6.3.1.4	Zusammenhang zwischen Kennlinie einer Kreiselpumpe und der Anlagenkennlinie	431

6.3.1.5	Regelung von Kreiselpumpen	433
6.3.1.5.1	Drehzahlregelung von Kreiselpumpen	433
6.3.1.5.2	Parallelbetrieb von Kreiselpumpen	434
6.3.1.5.3	Hintereinanderschalten von Kreiselpumpen	435
6.3.1.5.4	Drosselregelung von Kreiselpumpen	435
6.3.1.5.5	Bypassregelung von Kreiselpumpen	436
6.3.1.6	Abnahmeprüfung von Kreiselpumpen	437
6.3.1.6.1	Hydraulische Abnahmeprüfung	437
6.3.1.6.2	Garantiewerte	437
6.3.1.6.3	Prüfergebnisse und Toleranzfaktoren	438
6.3.1.6.4	Nichterreichen vereinbarter Kennwerte	439
6.3.2	Sonstige Pumpenarten und Aggregate	440
6.3.2.1	Kolbenpumpen	440
6.3.2.1.1	Anwendungsgebiet	440
6.3.2.1.2	Bauarten und Förderstrom	440
6.3.2.1.3	Technische Eigenschaften	441
6.3.2.2	Mischluftheber	441
6.3.2.3	Widder	441
6.3.2.4	Dosierpumpen	442
6.3.3	Luftverdichter und Gebläse	442
6.3.4	Systemvarianten von Förderanlagen	443
6.3.4.1	Förderanlagen zur Gewinnung und Aufbereitung	443
6.3.4.2	Förderanlagen für Wassertransport und Wasserverteilung	443
6.3.4.2.1	Hauptpumpwerk	444
6.3.4.2.2	Zwischenpumpwerk	444
6.3.4.2.3	Druckerhöhungsanlagen (DEA)	444
6.3.5	Aspekte einzelner Förderanlagen	445
6.3.5.1	Grundwasserpumpwerk (GPW)	445
6.3.5.2	Druckerhöhungsanlagen (DEA) in Versorgungssystemen	446
6.3.5.2.1	Druckerhöhungsanlagen mit drehzahlgeregelten Antriebsmotoren	448
6.3.5.2.2	Druckerhöhungsanlagen als Druckbehälterpumpwerke (DBPW)	449
6.3.5.3	Drucksteigerungspumpwerke	451
6.3.5.4	Druckerhöhungsanlagen in Grundstücken	452
6.3.6	Planung und Ausführung von Pumpwerken	454
6.3.6.1	Hydraulische Anforderungen	454
6.3.6.1.1	Verbundenes Gang- und Summenlinienverfahren	455
6.3.6.1.2	Verbundenes Gang-Dauerlinienverfahren	455
6.3.6.2	Pumpenbauart und Größe der Pumpensätze	457
6.3.6.2.1	Horizontale Kreiselpumpen	457
6.3.6.2.2	Vertikale Kreiselpumpen	457
6.3.6.2.3	Unterteilung der Pumpensätze	457
6.3.6.3	Standort einer Förderanlage	458
6.3.6.4	Raumprogramm	459
6.3.6.4.1	Raumanforderungen	459
6.3.6.4.2	Platzbedarf für die Pumpensätze	459
6.3.6.4.3	Anordnung der Rohrleitungen	459
6.3.6.4.4	Unterbringung der elektrischen Anlagen	460
6.3.6.4.5	Sicherheit gegen Einbruch und Brand	461

6.3.6.5	Entwurf und Ausschreibung von Förderanlagen	462
6.3.6.5.1	Anforderungen an die Entwurfsplanung	462
6.3.6.5.2	Funktionale Anforderungen an die Ausschreibung	463
6.3.6.5.3	Anfragen für Kreiselpumpen	463
6.3.7	Dokumentation und Abnahme von Förderanlagen	464
6.3.8	Überwachung von Förderanlagen	465
6.3.9	Ausführungsbeispiele	467
6.3.10	Energiegewinnung	471
6.3.10.1	Allgemeines	471
6.3.10.2	Wasserturbinen	472
6.3.10.3	Pumpen als Turbinen (PAT)	472
6.3.10.4	Ersatzstromerzeugungsanlagen	474
6.3.11	Antriebsmaschinen	474
6.3.11.1	Dieselmotoren	474
6.3.11.2	Benzinmotoren	475
6.3.11.3	Gasmotoren	475
6.4	<i>Wasserzählung und Wassermessung</i>	476
6.4.1	Allgemeines	476
6.4.1.1	Volumenmessungen (Wasserzähler)	476
6.4.1.2	Durchflussmessungen	476
6.4.2	Wasserzählung	477
6.4.2.1	Bauarten der Zähler	477
6.4.2.1.1	Flügelradzähler	477
6.4.2.1.2	Ringkolbenzähler	478
6.4.2.1.3	Woltmannzähler	478
6.4.2.1.4	Woltmannverbundzähler	479
6.4.2.1.5	Sonderzähler	479
6.4.2.1.6	Nass- und Trockenläufer	479
6.4.2.1.7	Zählwerke und Datenauslesung	479
6.4.2.2	Begriffe und Anforderungen	480
6.4.2.2.1	Maßgebende Begriffe	480
6.4.2.2.2	Anforderungen	481
6.4.2.3	Zählergrößen und Dimensionierung	482
6.4.2.3.1	Zählergrößen und Hauptmaße	482
6.4.2.3.2	Dimensionierung von Wasserzählern	483
6.4.3	Wassermessung	483
6.4.3.1	Durchflussmessung mittels Wasserzähler mit Zusatzeinrichtungen	483
6.4.3.2	Durchflussmessung nach dem magnetisch-induktiven Messverfahren	483
6.4.3.3	Durchflussmessung mittels Ultraschallgeräten	484
6.4.3.4	Weitere Verfahren	485
6.4.3.4.1	Durchflussmessung nach dem Wirkdruckverfahren	485
6.4.3.4.2	Durchflussmessung mit Schwebekörper	485
6.4.3.4.3	Überfallmessung	486
6.4.3.4.4	Kübelmessung	486
6.4.4	Hinweise für Einbau, Inbetriebnahme und Wartung von Zählern und Messvorrichtungen	486
6.4.4.1	Hauswasserzähler	487
6.4.4.1.1	Einbau	487
6.4.4.1.2	Einbauort	487
6.4.4.1.3	Inbetriebnahme	487
6.4.4.1.4	Wartung	488
6.4.4.1.5	Lagerung und Beförderung	488

6.4.4.2	Woltmannzähler	488
6.4.4.3	Ultraschall- und Venturi-Messanlagen	489
6.4.4.4	Magnetisch-induktive Messeinrichtungen	489
6.4.5	Zulassung, Eichung und Prüfung der Zähler	490
6.4.5.1	Technische und rechtliche Grundlagen	490
6.4.5.2	Prüfung und Überwachung durch das Wasserversorgungs-unternehmen	491
<i>Literatur</i>	491
7.	Wasserspeicherung	493
7.1	<i>Aufgaben der Wasserspeicherung</i>	494
7.1.1	Ausgleich zwischen Wasserzufluss und Wasserentnahme, Abdeckung von Verbrauchsspitzen	494
7.1.2	Ausgleich zwischen Vor- und Hauptförderung	494
7.1.3	Einhalten der Druckbereiche in Zubringerleitungen und Versorgungsleitungen	494
7.1.4	Überbrücken von Betriebsstörungen	495
7.1.5	Bereithalten von Löschwasser	495
7.1.6	Druckzonenversorgung	495
7.1.7	Misch- und Absetzbecken	495
7.1.8	Ausgleich der Abflüsse eines oberirdischen Gewässers in einer Trinkwassertalsperre .	495
7.2	<i>Arten der Wasserspeicherung</i>	495
7.2.1	Wasserbehälter in Hochlage	495
7.2.1.1	Hochbehälter	496
7.2.1.2	Wasserturm	496
7.2.2	Wasserbehälter in Tieflage	496
7.2.3	Druckbehälter	496
7.2.4	Lösungsmöglichkeiten	497
7.2.5	Trinkwassertalsperren	498
7.2.6	Grundwasserspeicher	498
7.2.7	Löschwasserspeicher	498
7.3	<i>Speicherinhalt</i>	498
7.3.1	Ausgleich der Verbrauchsschwankungen – Fluktuierendes Wasservolumen	499
7.3.1.1	Allgemeines	499
7.3.1.2	Rechnerische Ermittlung	499
7.3.1.3	Grafische Ermittlung	500
7.3.1.4	Beurteilung	503
7.3.2	Ausgleich zwischen Vor- und Hauptförderung im Tiefbehälter	504
7.3.3	Sicherheitsvorrat	505
7.3.4	Löschwasservorrat	506
7.3.5	Festlegen des Speicherinhalts in der Praxis	506
7.3.5.1	Allgemeines	506
7.3.5.2	Kleine und mittelgroße Anlagen	507
7.3.5.2.1	Nutzzinhalt	507
7.3.5.2.2	Löschwasservorrat	507
7.3.5.3	Große Anlagen	507
7.3.5.4	Sehr große Anlagen über 50 000 m ³ /d	508
7.3.5.5	Gruppenanlagen	508
7.3.6	Speicherinhalt von Trinkwassertalsperren	508
7.4	<i>Hochbehälter</i>	508
7.4.1	Allgemeine Anforderungen	508
7.4.1.1	Versorgungstechnische Anforderungen	509
7.4.1.2	Bautechnische Anforderungen	509
7.4.1.3	Betriebliche Anforderungen	509

7.4.1.4	Sicherheitstechnische Anforderungen (Objektschutz)	510
7.4.1.5	Gestalterische Anforderungen	511
7.4.1.6	Wirtschaftliche Anforderungen	511
7.4.2	Lage	511
7.4.2.1	Höhenlage	511
7.4.2.2	Lage zum Versorgungsgebiet	513
7.4.2.2.1	Entfernung	513
7.4.2.2.2	Durchlaufbehälter	513
7.4.2.2.3	Gegenbehälter	513
7.4.2.3	Mehrere Hochbehälter in der gleichen Druckzone	514
7.4.2.3.1	Neuer Hochbehälter in unmittelbarer Nähe des bestehenden	514
7.4.2.3.2	Neuer Hochbehälter in größerer Entfernung zum bestehenden	515
7.4.2.4	Anforderungen an den Bauplatz	516
7.4.3	Bauliche Anordnung	516
7.4.3.1	Allgemein	516
7.4.3.2	Wasserkammer	517
7.4.3.2.1	Anzahl	517
7.4.3.2.2	Grundrissformen	517
7.4.3.2.3	Wassererneuerung	519
7.4.3.2.4	Wassertiefe	521
7.4.3.2.5	Wärmeschutz des Bauwerks	521
7.4.3.2.6	Anbau weiterer Kammern	523
7.4.3.2.7	Konstruktive Hinweise	523
7.4.3.3	Bedienungshaus	527
7.4.4	Bauausführung – Ort betonbauweise	528
7.4.4.1	Allgemeines	528
7.4.4.2	Baustoffe	529
7.4.4.2.1	Zement	529
7.4.4.2.2	Betonzuschlag	529
7.4.4.2.3	Betonzusatzmittel	529
7.4.4.2.4	Betonzusatzstoffe	529
7.4.4.2.5	Zugabewasser	529
7.4.4.2.6	Betonrezeptur	530
7.4.4.2.7	Betonstahl	530
7.4.4.2.8	Andere Baustoffe	530
7.4.4.3	Statische Bearbeitung	530
7.4.4.4	Verarbeiten des Betons	531
7.4.4.5	Betonnachbehandlung	532
7.4.4.6	Oberflächenbehandlung	533
7.4.4.6.1	Allgemeines	533
7.4.4.6.2	Bedienungshaus	533
7.4.4.6.3	Wasserkammern – Innenflächen	533
7.4.4.6.4	Wasserkammern – Außenflächen	536
7.4.5	Bauausführung – Fertigteilbauweise	537
7.4.5.1	Allgemeines	537
7.4.5.2	Fertigteil-Rundbehälter in Stahlbetonbauweise	537
7.4.5.3	Fertigteil-Rundbehälter in Spannbetonbauweise	538
7.4.5.4	Fertigteil-Rechteckbehälter in Stahlbetonbauweise	539
7.4.5.5	Fertigteil-Rechteckbehälter in Spannbetonbauweise	541
7.4.5.6	Fertigteil-Großrohrbehälter	541

7.4.5.7	Geschweißte Edelstahl-Rundbehälter	541
7.4.5.8	Vergleichende Betrachtung Trinkwasserbehälter aus Beton oder Edelstahl	542
7.4.6	Zugang	542
7.4.7	Belichtung	543
7.4.7.1	Allgemeines	543
7.4.7.2	Wasserkammern	543
7.4.7.3	Bedienungshaus	543
7.4.8	Be- und Entlüftung	544
7.4.8.1	Allgemeines	544
7.4.8.2	Wasserkammern	544
7.4.8.3	Bedienungshaus	544
7.4.9	Hydraulische Ausrüstung	544
7.4.9.1	Allgemeines	544
7.4.9.2	Rohrleitungen	546
7.4.9.2.1	Zulaufleitung	546
7.4.9.2.2	Entnahmeleitung	547
7.4.9.2.3	Überlaufleitung	548
7.4.9.2.4	Entleerungsleitung	548
7.4.9.2.5	Rohrbruchsicherung	548
7.4.9.2.6	Umführungsleitung	548
7.4.9.2.7	Löschwasserleitung	549
7.4.9.3	Rohrdurchführungen	549
7.4.9.4	Rohrmaterial	549
7.4.9.5	Korrosionsschutz	549
7.4.10	Entwässerungsanlage	550
7.4.11	Elektrische Einrichtung	550
7.4.11.1	Stromversorgung	551
7.4.11.2	Mess-, Steuer- und Regeltechnik	551
7.4.12	Dichtheitsprüfung	551
7.4.12.1	Forderung	551
7.4.12.2	Durchführen der Dichtheitsprüfung	552
7.4.13	Außenanlagen	552
7.4.14	Ausführungsbeispiele Hochbehälter	555
7.5	Wasserturm	560
7.5.1	Allgemeines	560
7.5.2	Nutzzinhalt	560
7.5.3	Lage	560
7.5.3.1	Höhenlage	560
7.5.3.2	Lage zum Versorgungsgebiet	561
7.5.4	Allgemeine bauliche Anordnung	561
7.5.4.1	Allgemeines	561
7.5.4.2	Behälter (Wasserkammern)	561
7.5.4.3	Schaft (Turmkonstruktion)	561
7.5.4.4	Bedienungsräume	562
7.5.5	Konstruktive Hinweise	563
7.5.5.1	Gründung	563
7.5.5.2	Wasserkammern	563
7.5.5.3	Besondere Beanspruchungen	563
7.5.5.4	Fertigteilbauweise	564
7.5.6	Zugang	564
7.5.7	Hydraulische Ausrüstung	564
7.5.8	Äußere Gestaltung	564

7.5.9	Mehrzweckbauwerke	564
7.5.10	Ausführungsbeispiele Wassertürme	565
7.6	Tiefbehälter	572
7.6.1	Allgemeines	572
7.6.2	Speicherinhalt	572
7.6.3	Lage	572
7.6.4	Bauliche Anordnung	572
7.7	Löschwasserbehälter	573
7.7.1	Allgemeines	573
7.7.2	Löschwasserteich	573
7.7.2.1	Fassungsvermögen	573
7.7.2.2	Lage	573
7.7.2.3	Bauliche und betriebliche Anforderungen	573
7.7.3	Unterirdische Löschwasserbehälter	574
7.7.3.1	Fassungsvermögen	574
7.7.3.2	Lage	575
7.7.3.3	Bauliche und betriebliche Anforderungen	575
7.8	Maßnahmen zur Instandhaltung von Wasserbehältern	576
7.8.1	Instandhaltung, Sanierung, Mangel, Schaden	576
7.8.2	Betriebshandbuch	578
7.8.3	Kontrolle, Reinigung und Desinfektion	578
7.8.4	Mängel und Schäden bei Wasserbehältern	580
7.8.5	Instandsetzungsplan/Instandsetzung, Sanierung oder Neubau	583
	<i>Literatur</i>	586
8.	Wasserverteilung	589
8.1	<i>Allgemeines</i>	589
8.2	<i>Werkstoffe</i>	590
8.2.1	Gusseisen (Grauguss, GG; Duktiguss, GGG)	590
8.2.2	Stahl (St)	590
8.2.3	Asbestzement (AZ)	590
8.2.4	Spannbeton (SpB) und Stahlbeton (StB)	591
8.2.5	Kunststoffe (PVC, PE, UP-GF)	591
8.2.6	Wahl der Werkstoffe	592
8.2.7	Korrosionsschutz	592
8.2.7.1	Außen- und Innenkorrosion	592
8.2.7.2	Arten des Korrosionsschutzes	593
8.2.7.2.1	Allgemeines	593
8.2.7.2.2	Passiver Schutz	594
8.2.7.2.3	Aktiver Schutz	595
8.3	<i>Bestandteile der Rohrleitungen</i>	596
8.3.1	Rohre und Formstücke	596
8.3.1.1	Rohre und Formstücke aus duktilem Gusseisen (GGG)	596
8.3.1.1.1	Herstellung der Rohre	596
8.3.1.1.2	Druckstufen	597
8.3.1.1.3	Abmessungen	598
8.3.1.1.4	Verbindungen	599
8.3.1.1.5	Formstücke aus duktilem Gusseisen	601
8.3.1.2	Rohre und Formstücke aus Stahl	605
8.3.1.2.1	Herstellung der Rohre	605
8.3.1.2.2	Druckstufen	606
8.3.1.2.3	Abmessungen	607

	8.3.1.2.4	Verbindungen	608
	8.3.1.2.5	Formstücke aus Stahl	609
8.3.1.3		Rohre aus Asbestzement (Faserzement) mit Formstücken aus Grauguss	609
	8.3.1.3.1	Allgemeines	609
	8.3.1.3.2	Druckstufen	609
	8.3.1.3.3	Abmessungen (Tab. 8-10)	609
	8.3.1.3.4	Verbindungen	610
	8.3.1.3.5	Formstücke	610
8.3.1.4		Spannbetonrohre und Stahlbetonrohre	610
	8.3.1.4.1	Allgemeines	610
	8.3.1.4.2	Druckstufen	611
	8.3.1.4.3	Verbindungen	611
8.3.1.5		PVC-U-Rohre (Kunststoff)	611
	8.3.1.5.1	Herstellung der Rohre	611
	8.3.1.5.2	Druckstufen	611
	8.3.1.5.3	Abmessungen der Rohre für MDP 10 und MDP 16	611
	8.3.1.5.4	Verbindungen	612
	8.3.1.5.5	Formstücke	613
8.3.1.6		Polyethylen-Rohre (Kunststoff)	613
	8.3.1.6.1	Herstellung der Rohre	613
	8.3.1.6.2	Druckstufen	613
	8.3.1.6.3	Abmessungen und Kennzeichnung	613
	8.3.1.6.4	Verbindungen	614
8.3.1.7		UP-GF-Rohre (Rohre aus glasfaserverstärkten Kunststoffen)	615
	8.3.1.7.1	Herstellung der Rohre	615
	8.3.1.7.2	Abmessungen und Verbindungen	616
8.3.2		Armaturen	616
	8.3.2.1	Allgemeines	616
	8.3.2.2	Werkstoffe	617
	8.3.2.3	Korrosionsschutz	617
	8.3.2.3.1	Allgemeines	617
	8.3.2.3.2	Korrosionsschutz der Außenseite	617
	8.3.2.3.3	Korrosionsschutz der Innenseite	617
8.3.2.4		Absperr- und Regelarmaturen	618
	8.3.2.4.1	Allgemeines	618
	8.3.2.4.2	Fast immer geöffnete Absperrarmaturen	619
	8.3.2.4.3	Fast immer geschlossene Absperrarmaturen	620
	8.3.2.4.4	Regelarmaturen (DIN EN 1074-5)	621
	8.3.2.4.5	Einbau von Absperr- und Regelarmaturen	622
	8.3.2.4.6	Bedienung von Absperrarmaturen	623
8.3.2.5		Sonderbauarten	624
	8.3.2.5.1	Membranventile	624
	8.3.2.5.2	Ringförmige Gummimembranen	624
8.3.2.6		Rückflussverhindernde Armaturen	624
8.3.2.7		Sonstige Armaturen	625
	8.3.2.7.1	Ent- und Belüftungen	625
	8.3.2.7.2	Spülauslässe und Entleerungsvorrichtungen	629
	8.3.2.7.3	Behältereinlaufarmaturen	633
	8.3.2.7.4	Siebe	636
	8.3.2.7.5	Hydranten	636
	8.3.2.7.6	Druckminderventile	638

8.3.2.8	Armaturen für Hausanschlussleitungen	639
8.3.2.8.1	Allgemeines	639
8.3.2.8.2	Ventilanbohrschellen	640
8.3.2.8.3	Drehscheiben- und Steckscheibenverschlüsse	640
8.3.2.8.4	Anbohrbrücken	641
8.3.2.8.5	Weichdichtende Absperrschieber	641
8.3.2.8.6	Einfache Eckventile	641
8.3.3	Rohrleitungszubehör	641
8.3.3.1	Entlüftungsrohre	641
8.3.3.2	Schachtdeckel	642
8.3.3.3	Hinweisschilder	643
8.3.3.4	Leitern	643
8.4	<i>Planung von Rohrleitungen</i>	644
8.4.1	Allgemeines	644
8.4.2	Trassieren	644
8.4.2.1	Allgemeines	644
8.4.2.2	Geländeaufnahmen zu den Lageplänen	644
8.4.2.2.1	Zubringer- und Fernleitungen	644
8.4.2.2.2	Ortsnetze	646
8.4.2.3	Höhenaufnahmen für die Längsschnitte	648
8.4.2.3.1	Zweck der Längsschnitte	648
8.4.2.3.2	In den Längsschnitten festzuhaltende Punkte	648
8.4.2.3.3	Arten der Längsschnitte	648
8.4.3	Zeichnerische Darstellung	648
8.4.3.1	Allgemeines	648
8.4.3.2	Lagepläne	651
8.4.3.2.1	Berechnungslagepläne	651
8.4.3.2.2	Übersichtslagepläne	652
8.4.3.2.3	Entwurfslagepläne	652
8.4.3.2.4	Bestandslagepläne	654
8.4.3.2.5	Ausführungs- und Verlegesketzen	655
8.4.3.3	Längsschnitte	655
8.4.3.3.1	Allgemeines	655
8.4.3.3.2	Übersichtslängsschnitte	655
8.4.3.3.3	Entwurfslängsschnitte	656
8.4.4	Bemessung von Rohrleitungen	657
8.4.4.1	Allgemeines	657
8.4.4.2	Bemessen von Zubringer- und Fernleitungen	658
8.4.4.2.1	Allgemeines	658
8.4.4.2.2	Durchfluss	658
8.4.4.2.3	Fließgeschwindigkeit	658
8.4.4.2.4	Rauheit	659
8.4.4.2.5	Druckhöhe	659
8.4.4.2.6	Beispiel	659
8.4.4.3	Überprüfung bestehender Zubringer- und Fernleitungen	659
8.4.4.4	Bemessen von Rohrnetzen	659
8.4.4.4.1	Allgemeines	659
8.4.4.4.2	Durchfluss	659
8.4.4.4.3	Druckhöhe	660
8.4.5	Statische Beanspruchung von Rohren	661
8.4.5.1	Allgemeines	661
8.4.5.2	Beanspruchung durch Innendruck	661

	8.4.5.2.1	Größe der Belastung	661
	8.4.5.2.2	Kesselformel	662
	8.4.5.2.3	Bemessung der Waddicken von Druckrohren	662
	8.4.5.2.4	Beanspruchung durch Axialkräfte	664
8.4.5.3		Beanspruchung erdverlegter Rohre durch äußere Kräfte	664
	8.4.5.3.1	Allgemeines	664
	8.4.5.3.2	Grundformen der Belastung des erdverlegten Rohres	664
	8.4.5.3.3	Kennwerte der Belastungen	665
	8.4.5.3.4	Kennwerte der Rohrwerkstoffe	667
	8.4.5.3.5	Kennwerte des Beispiels einer Berechnung	667
	8.4.5.3.6	Berechnung der Beanspruchung durch die Erdlast	669
	8.4.5.3.7	Berechnung der Beanspruchung durch eine Flächenlast	672
	8.4.5.3.8	Berechnung der Beanspruchung aus Verkehrslast	674
	8.4.5.3.9	Vertikale Gesamtbelastung des Rohres	675
	8.4.5.3.10	Horizontale Gesamtbelastung des Rohres	675
	8.4.5.3.11	Sicherheiten gegen Verformung, Beulen und Beanspruchung durch äußeren Wasserdruck	676
	8.4.5.3.12	Schnittkräfte und Spannungen des radial belasteten Rohres ...	676
	8.4.5.3.13	Schnittkräfte und Spannungen des axial belasteten Rohres	678
8.4.5.4		Beanspruchung des Rohres beim Vortrieb	679
	8.4.5.4.1	Vorpresskraft	679
	8.4.5.4.2	Einrichtung für das Vorpressen	679
	8.4.5.4.3	Statische Berechnung von Stahlrohren	679
8.5		<i>Rohrleitungsbau</i>	680
8.5.1		Allgemeines	680
8.5.2		Zubringer-, Haupt- und Versorgungsleitungen	680
	8.5.2.1	Herstellen des Rohrgrabens (RG)	680
	8.5.2.1.1	Vorarbeiten	680
	8.5.2.1.2	Arbeitsstreifenbreite	681
	8.5.2.1.3	Rohrgrabentiefe	682
	8.5.2.1.4	Rohrgrabenbreite	685
	8.5.2.1.5	Arbeitsvorgang beim RG-Aushub	687
	8.5.2.1.6	Bodenarten	687
	8.5.2.1.7	Grabenverbau	688
	8.5.2.1.8	Wasserhaltung	692
	8.5.2.1.9	Sohlenbefestigung	692
	8.5.2.1.10	Wiedereinfüllen des RG nach dem Einlegen der Rohre	693
8.5.2.2		Einbauen der Rohrleitung	695
	8.5.2.2.1	Abnahme der Rohre und Formstücke	695
	8.5.2.2.2	Transport	695
	8.5.2.2.3	Ausbessern von Schäden	695
	8.5.2.2.4	Anbringen eines zusätzlichen Außenschutzes	695
	8.5.2.2.5	Verlegen der Rohre	696
	8.5.2.2.6	Verbinden der Rohre	697
	8.5.2.2.7	Vervollständigen des Außenschutzes nach dem Verbinden der Rohre	703
	8.5.2.2.8	Sicherung der Krümmer und Abzweige gegen Ausweichen ...	703
	8.5.2.2.9	Überprüfung der Verlegearbeit	706
8.5.2.3		Druckprüfung	706
	8.5.2.3.1	Allgemeines	706
	8.5.2.3.2	Prüfstrecken	707
	8.5.2.3.3	Sichern der Rohrleitung	707

	8.5.2.3.4	Füllen der Rohrleitung	707
	8.5.2.3.5	Schutz gegen Temperatureinflüsse	708
	8.5.2.3.6	Ermittlung des Prüfdruckes (DVGW (A) W 400-2, Abschn. 16.4)	708
	8.5.2.3.7	Grundsätzliche Schritte der Druckprüfung	708
	8.6.2.3.8	Gerätetechnik (DVGW W (A) 400-2, Abschn. 16.6)	708
	8.6.2.3.9	Durchführung der Prüfung	709
	8.5.2.3.10	Abnahme	711
8.5.2.4		Nacharbeiten	713
	8.5.2.4.1	Endgültiges Überfüllen der Leitungen	713
	8.5.2.4.2	Reinigung der Leitungsteile, Anstrich	713
	8.5.2.4.3	Hinweise zum Auffinden der Einbauten und Leitungen	713
	8.5.2.4.4	Spülung und Desinfektion der fertigen Rohrleitung	713
	8.5.2.4.5	Durchflussprüfung	716
8.5.3		Anschlussleitungen (Hausanschlüsse)	717
	8.5.3.1	Bestandteile der Anschlussleitung	717
	8.5.3.2	Einbautiefe und Lage	717
	8.5.3.3	Nennweite	717
	8.5.3.4	Einbau der Anschlussleitung	718
	8.5.3.4.1	Allgemeines	718
	8.5.3.4.2	Kunststoffrohre aus Polyethylen	718
	8.5.3.4.3	Hauseinführung	718
	8.5.3.4.4	Druckprobe	719
	8.5.3.4.5	Anbohren	719
	8.5.3.5	Wasserzählereinbau	720
8.5.4		Besondere Bauwerke	722
	8.5.4.1	Straßenkreuzungen	722
	8.5.4.2	Kreuzungen mit Wasserläufen	724
	8.5.4.3	Rohrüberführungen über Flüsse (Brückenleitungen)	727
	8.5.4.4	Bahnkreuzungen	728
	8.5.4.4.1	Grundregeln	728
	8.5.4.4.2	Einlegen der Wasserleitung in Bahnunterführungen	729
	8.5.4.4.3	Einlegen der Wasserleitung unter den Gleiskörper	729
	8.5.4.4.4	Überführen von Wasserleitungen über Bahngleise	731
	8.5.4.4.5	Verlegung von Wasserleitungen an Eisenbahnbrücken	731
8.5.5		Grabenlose Verlegung, Erneuerung und Sanierung..... von Druckrohrleitungen	731
	8.5.5.1	Allgemeines	731
	8.5.5.2	Reinigung	732
	8.5.5.3	Sanierung	732
	8.5.5.4	Erneuerung/Neubau	733
8.6		<i>Hausinstallation (Trinkwasser-Installation)</i>	735
8.6.1		Allgemeines	735
8.6.2		Planung und Berechnung	736
	8.6.2.1	Planung	736
	8.6.2.2	Berechnung	737
	8.6.2.2.1	Vereinfachte Methode	737
	8.6.2.2.2	Differenzierte Methode	738
	8.6.2.2.3	Bemessung der Zirkulationsleitung	738
8.6.3		Werkstoffe	738

8.6.4	Einbau der Trinkwasser Installation	739
8.6.4.1	Druckprüfung	739
8.6.4.1.1	Allgemeines	739
8.6.4.1.2	Stahlrohre, Edelstahlrohre und Kupferrohre	740
8.6.4.1.3	Kunststoffrohre	740
8.6.5	Betrieb und Wartung der Trinkwasser Installation	740
8.7	<i>Brandschutz</i>	741
8.7.1	Allgemeines	741
8.7.2	Löschwasserversorgung	741
8.7.3	Feuerlöschanlagen	743
8.7.3.1	Anlagen mit offenen Düsen	743
8.7.3.2	Anlagen mit geschlossenen Düsen	743
8.7.3.3	Schaumlöschanlagen	744
8.7.3.4	Sonstige stationäre Löschanlagen	745
8.7.4	Löschwasserleitungen	745
8.7.4.1	Allgemeines	745
8.7.4.2	Löschwasserleitungen „nass“ (DIN 14461 Teil 1)	745
8.7.4.3	Löschwasserleitungen „nass/trocken“ (DIN 14 461 Teil 1)	745
8.7.4.4	Löschwasserleitungen „trocken“ (DIN 14 461 Teil 2)	746
8.7.5	Ausrüstung der Feuerwehr	746
8.7.5.1	Allgemeines	746
8.7.5.2	Feuerwehrfahrzeuge	746
8.7.5.3	Feuerwehrpumpen	748
8.7.5.4	Schläuche	748
8.7.5.5	Strahlrohre	749
	<i>Literatur</i>	749
9.	Prozessüberwachung und -steuerung	751
9.1	<i>Aufgaben</i>	751
9.1.1	Allgemeines	751
9.1.2	Messwerte und Meldungen	752
9.1.3	Besondere Sensoren und Geräte für selbsttätige Steuerungen und zur Fernüberwachung	753
9.2	<i>Technischer Aufbau</i>	755
9.2.1	Anlagenformen und -bestandteile	755
9.2.1.1	Anlagenformen	755
9.2.1.2	Zentrale	755
9.2.1.3	Unterstationen	755
9.2.2	Kommunikationseinrichtungen und Übertragungsverfahren	756
9.2.2.1	Kommunikation	756
9.2.2.2	Übertragungsverfahren	758
9.2.3	Übertragungswege	759
9.3	<i>Datenbehandlung</i>	760
9.3.1	Datenerfassung und -verarbeitung	760
9.3.2	Datendarstellung und -speicherung	760
9.4	<i>Betriebsweise der Anlagen</i>	762
9.4.1	Handbetrieb	762
9.4.2	Halbautomatischer Betrieb	762
9.4.3	Vollautomatischer Betrieb	762
9.4.4	Allgemeines zum Eingreifen in Betriebsabläufe	764

9.5	<i>Leittechnische Einrichtungen</i>	765
9.5.1	<i>Zentrales Prozessleitsystem</i>	765
9.5.2	<i>Vor-Ort-Bedienung</i>	766
<i>Literatur</i>	767
10.	Trinkwasserversorgung aus Kleinanlagen und nicht ortsfesten Anlagen	769
10.1	<i>Allgemeines</i>	769
10.2	<i>Kleinanlagen</i>	769
10.2.1	<i>Auswahl und Schutz des Wasservorkommens</i>	769
10.2.2	<i>Technische Hinweise für Planung und Bau</i>	770
10.2.3	<i>Betrieb und Überwachung</i>	771
10.3	<i>Nicht ortsfeste Anlagen</i>	772
10.3.1	<i>Versorgungsabschnitte und Verantwortungsbereiche</i>	772
10.3.2	<i>Technische Hinweise</i>	772
	10.3.2.1 <i>Versorgungsabschnitt I</i>	772
	10.3.2.2 <i>Versorgungsabschnitt II</i>	772
	10.3.2.3 <i>Versorgungsabschnitt III</i>	773
10.3.3	<i>Betrieb und Überwachung</i>	773
	Planung, Bau, Betrieb, Instandhaltung und Management	775
11.	Planung und Bau	777
11.1	<i>Aufgaben und Verantwortlichkeit</i>	777
11.1.1	<i>Allgemeines</i>	777
11.1.2	<i>Technischer Bereich</i>	777
11.1.3	<i>Verwaltungsbereich</i>	778
11.1.4	<i>Weitergabe von Teilaufgaben</i>	778
11.1.5	<i>Mitwirkung eines Ingenieurbüros</i>	778
	11.1.5.1 <i>Allgemeines</i>	778
	11.1.5.2 <i>Ingenieurauftrag</i>	779
	11.1.5.3 <i>Honorare für Leistungen der Objektplanung für Ingenieurbauwerke</i>	783
	11.1.5.3.1 <i>Allgemeines</i>	783
	11.1.5.3.2 <i>Ermittlung des Honorars für die Grundleistungen</i>	783
	11.1.5.3.3 <i>Ermittlung des Honorars für Besondere Leistungen</i>	785
	11.1.5.3.4 <i>Ermittlung des Honorars nach Zeitaufwand</i>	785
	11.1.5.3.5 <i>Nebenkosten</i>	785
	11.1.5.3.6 <i>Teilleistungssätze des Honorars</i>	785
	11.1.5.3.7 <i>Honorar für örtliche Bauüberwachung</i>	786
	11.1.5.3.8 <i>Erhöhung des Honorars</i>	786
	11.1.5.3.9 <i>Honorare für Landschaftsplanung, Tragwerksplanung und</i> <i>Technische Ausrüstung</i>	786
	11.1.5.3.10 <i>Sonstige Leistungen</i>	786
11.1.6	<i>Verantwortlichkeit der am Bau Beteiligten</i>	786
	11.1.6.1 <i>Allgemeines</i>	786
	11.1.6.2 <i>Verantwortlichkeit des Auftraggebers</i>	787
	11.1.6.3 <i>Verantwortlichkeit des Entwurfsfertigers</i>	787
	11.1.6.4 <i>Verantwortlichkeit der Bauoberleitung</i>	787
	11.1.6.5 <i>Verantwortlichkeit der örtlichen Bauüberwachung</i>	787
	11.1.6.6 <i>Verantwortlichkeit des Auftragnehmers</i>	787
11.2	<i>Vorplanung/Vorentwurf (VE)</i>	788
11.2.1	<i>Zweck</i>	788

11.2.2	Vorerhebungen	788
11.2.3	Bestandteile des Vorentwurfs	788
11.2.4	Weiterbehandlung des Vorentwurfs	789
11.3	<i>Entwurfsplanung/Entwurf (E)</i>	789
11.3.1	Zweck	789
11.3.2	Erhebungen	790
11.3.3	Bestandteile des Entwurfs	790
11.3.4	Weiterbehandlung des Entwurfs	795
11.4	<i>Bauoberleitung (BO)</i>	795
11.4.1	Allgemeines	795
11.4.2	Aufgaben	795
11.4.3	Dauer der Bauoberleitung	796
11.5	<i>Örtliche Bauüberwachung (BU)</i>	796
11.5.1	Personal	796
11.5.2	Aufgaben	796
11.5.3	Anwesenheit auf der Baustelle	797
11.6	<i>Bauverwaltung (fachlich zuständige technische staatliche Verwaltung)</i>	797
11.6.1	Allgemeines	797
11.6.2	Aufgaben	797
11.7	<i>Üblicher Ablauf einer Wasserversorgungs-Baumaßnahme</i>	798
11.7.1	Vorbereiten der Bauausführung	798
11.7.1.1	Allgemeines	798
11.7.1.2	Privatrechtliche Regelungen	798
11.7.1.2.1	Inanspruchnahme privater Grundstücke	798
11.7.1.2.2	Inanspruchnahme öffentlicher Grundstücke	799
11.7.1.2.3	Kreuzungen und Parallelführungen mit anderen Leitungen	799
11.7.1.2.4	Sicherung der Energieversorgung	799
11.7.1.3	Wasserrechtliche Verfahren	799
11.7.1.3.1	Genehmigung der Entnahme von Wasser	799
11.7.1.3.2	Genehmigung der Einleitung von Wasser	800
11.7.1.3.3	Ausnahmegenehmigungen	800
11.7.1.3.4	Wasserwirtschaftliche Rahmenplanung	800
11.7.1.3.5	Festsetzen eines Schutzgebiets	800
11.7.1.4	Baurechtliche Verfahren	801
11.7.1.5	Finanzierung	801
11.7.2	Verdingung	801
11.7.2.1	Allgemeines	801
11.7.2.2	Ausschreibung	802
11.7.2.3	Angebote	802
11.7.2.4	Zuschlag	802
11.7.3	Bauausführung von Wassergewinnungsanlagen (Brunnenbohrungen)	803
11.7.3.1	Allgemeines	803
11.7.3.2	Ablauf der Arbeiten	803
11.7.3.3	Schlussbericht	803
11.7.4	Ausführung anderer Bauarbeiten	804
11.7.4.1	Baueinweisung	804
11.7.4.2	Vorbereitende Arbeiten der Firmen	804
11.7.4.3	Ablauf der Bauarbeiten	804
11.7.4.4	Kontrolle der Bauausführung	804
11.7.4.5	Abrechnung	804
11.7.4.6	Abnahme	805
11.7.4.7	Schlussvorlagen	805

11.7.5	Inbetriebnahme	808
11.7.6	Übergabe	808
11.8	<i>Baukosten von Wasserversorgungsanlagen</i>	808
11.8.1	Allgemeines	808
11.8.2	Ermittlung der Angebotspreise (Kalkulation)	809
11.8.2.1	Vertragsarten	809
11.8.2.1.1	Allgemeines	809
11.8.2.1.2	Leistungsvertrag	809
11.8.2.1.3	Stundenlohnvertrag	809
11.8.2.1.4	Selbstkostenerstattungsvertrag	809
11.8.2.2	Vorbereiten der Kalkulation	810
11.8.2.2.1	Bedingungen und Richtlinien für die Angebotsabgabe	810
11.8.2.2.2	Erhebungen	810
11.8.2.2.3	Berechnungsgrundlagen	810
11.8.2.3	Preisermittlung für das Angebot	810
11.8.2.3.1	Gliederung der Preisermittlung	810
11.8.2.3.2	Unmittelbare Selbstkosten der Bauarbeiten	811
11.8.2.3.3	Zuschläge zu den unmittelbaren Selbstkosten	812
11.8.2.3.4	Betriebskostenzuschläge	813
11.8.2.3.5	Mehrwertsteuer	814
11.8.2.4	Zusammenstellung des Angebots	814
11.8.2.5	Aufgliederung der Angebotssumme	814
11.8.3	Kostenschätzung	815
11.8.3.1	Allgemeines	815
11.8.3.2	Rohbaukosten	816
11.8.3.2.1	Wasserfassung	816
11.8.3.2.2	Wasseraufbereitung	820
11.8.3.2.3	Wasserförderung	821
11.8.3.2.4	Wasserspeicherung	822
11.8.3.2.5	Wasserverteilung	823
11.8.3.2.6	Außenanlagen	829
11.8.3.2.7	Objektschutz	829
11.8.3.2.8	Baustelleneinrichtung, mit Auf- und Abbau, sowie Vorhalten	829
11.8.3.2.9	Sonstige Kosten	830
11.8.3.3	Mehrwertsteuer	830
11.8.3.4	Trinkwasserinstallation (Hausinstallation)	830
11.8.4	Baukosten je Einheit	831
11.8.5	Kostenanteil der Anlageteile an den Gesamtkosten	831
11.8.6	Wertberechnung bestehender Anlagen	831
11.8.6.1	Allgemeines	831
11.8.6.1.1	Index-Verfahren	831
11.8.6.1.2	Preisspiegel-Verfahren	832
11.8.6.2	Kostenindex	832
11.8.6.3	Beispiel einer Wertberechnung	834
11.8.7	Lohn- und Materialanteil an den Gesamtkosten	835
	<i>Literatur</i>	835
12.	Management, Betrieb und Instandhaltung	837
12.1	<i>Management</i>	837
12.1.1	Allgemeines	837
12.1.2	Organisation	838
12.1.2.1	Arten der Wasserversorgung	838

12.1.2.2	Pflichtaufgabe Wasserversorgung – betriebliche Kooperation	839
12.1.2.3	Unternehmensformen der öffentlichen Wasserversorgung	839
12.1.2.3.1	Allgemeines	839
12.1.2.3.2	Organisationsformen des öffentlichen Rechts	840
12.1.2.3.3	Organisationsformen des Privatrechts	842
12.1.2.3.4	Beispiel für die Anteile der verschiedenen Unternehmensformen	842
12.1.2.4	Unternehmensaufbau	843
12.1.2.4.1	Unternehmensleitung	843
12.1.2.4.2	Innerer Aufbau eines Unternehmens	844
12.1.3	Verwaltung	846
12.1.3.1	Anforderungen	846
12.1.3.2	Verwaltungspersonal	846
12.1.3.3	Verwaltungsaufgaben	846
12.1.3.3.1	Allgemeine Verwaltungsaufgaben	846
12.1.3.3.2	Grundstückswesen	847
12.1.3.3.3	Personalwesen	847
12.1.3.3.4	Finanzwesen	847
12.1.3.3.5	Benchmarking	854
12.1.3.4	Wasserverkauf, Kundenbetreuung	856
12.1.3.4.1	Wasserverkauf	856
12.1.3.4.2	Kostenstruktur, Kostentransparenz und Preiskontrolle	857
12.1.3.4.3	Kundenbetreuung	858
12.2	<i>Betrieb</i>	858
12.2.1	Anforderungen	858
12.2.1.1	Anforderungen an das Trinkwasser	858
12.2.1.2	Anforderungen an den Unternehmer	858
12.2.1.3	Anforderungen an das technische Personal	861
12.2.1.4	Anforderungen an die Anlagenteile, Arbeitsgeräte und Materialien	861
12.2.1.5	Technisches Sicherheitsmanagement (TSM)	862
12.2.2	Technisches Personal	862
12.2.2.1	Qualifikation und Personalbedarf	863
12.2.2.1.1	Kleinere WVU	864
12.2.2.1.2	Mittlere und größere WVU	864
12.2.2.2	Aus- und Fortbildung in der Ver- und Entsorgung	865
12.2.2.2.1	Wasserwart	865
12.2.2.2.2	Fachkraft für Wasserversorgungstechnik, Anlagenmechaniker	865
12.2.2.2.3	Wassermeister, Netzmeister	865
12.2.2.3	Berufliche Weiterbildung	866
12.2.2.3.1	Angebote allgemein (Auszug)	866
12.2.2.3.2	Ortsnahe Fortbildung des technischen Personals (Nachbarschaften)	866
12.2.2.4	Dienstanweisung	867
12.2.2.4.1	Allgemeines	867
12.2.2.4.2	Muster einer Dienstanweisung (Auszug)	868
12.2.3	Rechtsvorschriften, Technische Regelwerke	869
12.2.3.1	Allgemeines	869
12.2.3.2	Wasserrecht	870
12.2.3.2.1	Allgemeines	870
12.2.3.2.2	Wasserrechtliches Verfahren	871

	12.2.3.2.3	Die Entnahme – der wasserrechtliche Bescheid	872
	12.2.3.2.4	Die Festsetzung von Schutzgebieten – die Schutzgebiets- verordnung	873
12.2.3.3		Gesundheitsrecht	875
	12.2.3.3.1	Allgemeines	875
	12.2.3.3.2	Die Trinkwasserverordnung (TrinkwV 2001)	875
12.2.3.4		Rechtsformen für die Wasserabgabe an den Kunden	876
	12.2.3.4.1	Allgemeine Versorgungsbedingungen – AVBWasserV	876
	12.2.3.4.2	Öffentlich-rechtliche Regelung durch Satzung	876
	12.2.3.4.3	Privatrechtlicher Vertrag	877
12.2.3.5		Baurecht	877
	12.2.3.5.1	Bauplanungsrecht	877
	12.2.3.5.2	Bauordnungsrecht	877
12.2.3.6		Grundstücks- und Straßenbenutzungsrechte	878
	12.2.3.6.1	Allgemeines	878
	12.2.3.6.2	Grundstücksrecht	878
	12.2.3.6.3	Straßenbenutzungsrecht	880
	12.2.3.7	Arbeitssicherheit	880
12.2.4		Betriebsaufgaben	880
	12.2.4.1	Allgemeines	880
	12.2.4.2	Betriebsführung, Betriebsaufzeichnungen	881
	12.2.4.2.1	Allgemeines	881
	12.2.4.2.2	Betriebsaufzeichnungen	882
	12.2.4.2.3	Auswertung der Messungen	885
	12.2.4.2.4	Labor	887
12.2.5		Anschlussleitungen	887
12.2.6		Besondere Schutzmaßnahmen	888
	12.2.6.1	Allgemeines	888
	12.2.6.2	Sicherheit der Wasserversorgung im Normalbetrieb und Krisenfall	888
	12.2.6.3	Schutzmaßnahmen bei Unfällen mit wassergefährdenden Stoffen	889
12.2.7		Baumaßnahmen	890
	12.2.7.1	Mitwirkung des Betriebes bei Baumaßnahmen	890
	12.2.7.2	Planung und Bauüberleitung durch Angehörige des WVU	890
	12.2.7.3	Bauausführung durch das WVU	890
12.3		<i>Instandhaltung</i>	890
12.3.1		Allgemeines	890
12.3.2		Inspektion und Wartung der Anlagenteile	892
	12.3.2.1	Wasserfassungen	892
	12.3.2.2	Schutzgebiet	893
	12.3.2.3	Gebäude	894
	12.3.2.4	Maschinen- und Elektroanlagen	894
	12.3.2.5	Wehranlagen und Triebwerk	895
	12.3.2.6	Aufbereitungsanlagen	895
	12.3.2.7	Wasserspeicherung	897
	12.3.2.8	Wasserverteilungsanlagen	898
	12.3.2.9	Anschlussleitungen	898
12.3.3		Instandsetzung/Verbesserung	899
	12.3.3.1	Allgemeines	899
	12.3.3.2	Wassermangel	899
	12.3.3.3	Brunnenregenerierung	900
	12.3.3.4	Fördervermögen der Rohrleitung	900
	12.3.3.5	Spülung	901

12.3.3.6	Rohrreinigung	901
12.3.3.7	Ortung von Rohrleitungen und Straßenkappen	901
12.3.3.8	Wasserverluste	902
12.3.3.8.1	Die Wasserabgabe an das Rohrnetz	902
12.3.3.8.2	Ursachen der tatsächlichen Wasserverluste	903
12.3.3.8.3	Ursachen der scheinbaren Verluste	905
12.3.3.8.4	Maßnahmen zur Verminderung der Verluste	905
12.3.3.8.5	Schutz der Wasserversorgungsanlagen gegen Frostschäden ...	909
12.4	Überwachung	913
12.4.1	Allgemeines	913
12.4.2	Eigenüberwachung	913
12.4.3	Staatliche Überwachung	914
12.5	Trinkwasserversorgung im Krisenfall	915
12.5.1	Allgemeines	915
12.5.2	Begriffsbestimmungen	916
12.5.3	Vorsorgemaßnahmen	916
12.5.3.1	Allgemeines	916
12.5.3.2	Risikomanagement des WVU	917
12.5.3.3	Krisenplan	918
12.5.3.3.1	Aufbauorganisation des Krisenmanagements	918
12.5.3.3.2	Ablauforganisation des Krisenmanagements	918
12.5.3.4	Gesetzliche Vorgaben	920
12.5.4	Maßnahmen bei drohender Gefahr	921
12.5.5	Maßnahmen im Krisenfall	921
12.5.5.1	Innerbetriebliche Maßnahmen	921
12.5.5.2	Behördliche Maßnahmen	922
Literatur	922
Anhang	923
13.	Gesetzliche Einheiten, Zahlenwerte, DVGW-Regelwerk, DIN-Normen u. Ä.	925
13.1	Gesetzliche Einheiten	925
13.1.1	Allgemeines	925
13.1.2	Basiseinheiten	925
13.1.3	Dezimale Vielfache und dezimale Teile von Einheiten	925
13.1.4	Gesetzlich abgeleitete Einheiten (kohärente Einheiten des SI)	926
13.1.5	Anwendungshinweise für das SI	927
13.1.6	Umrechnungstabellen	928
13.2	Umrechnung von Maßeinheiten aus dem amerikanischen („[US]“) und englischen („[E]“) ins metrische Maßsystem	929
13.3	Häufig benötigte Zahlenwerte und Gleichungen	930
13.4	Griechisches Alphabet	932
13.5	Verbände und Vereine	933
13.6	DVGW-Regelwerk	934
13.6.1	Vorbemerkungen	934
13.6.2	Wasserversorgung – allgemein	934
13.6.3	Wassergewinnung	935
13.6.4	Wasseraufbereitung	936
13.6.5	Wasserförderung, Wasserwerke	938
13.6.6	Wasserspeicherung	938
13.6.7	Wasserverteilung, Wasserverwendung	939

13.6.8 Trinkwasserversorgung aus Kleinanlagen und nicht ortsfesten Anlagen 942

13.6.9 Planung, Bau, Betrieb, Instandhaltung und Management 942

13.7 DIN-Normen 943

13.7.1 Vorbemerkungen 943

13.7.2 Wasserversorgung – allgemein 943

13.7.3 Wassergewinnung 944

13.7.4 Wasseraufbereitung 945

13.7.5 Wasserförderung 947

13.7.6 Wasserspeicherung 951

13.7.7 Wasserverteilung, Wasserverwendung 953

13.7.8 Trinkwasserversorgung aus Kleinanlagen und nicht ortsfesten Anlagen 957

13.7.9 Planung, Bau, Betrieb, Instandhaltung und Management 958

13.8 Gesetze, Verordnungen, Richtlinien 958

13.8.1 Vorbemerkungen 958

13.8.2 Wasserversorgung – allgemein 958

13.8.3 Wassergewinnung 959

13.8.4 Wasseraufbereitung 960

13.8.5 Wasserförderung 960

13.8.6 Wasserspeicherung 961

13.8.7 Wasserverteilung 961

13.8.8 Planung, Bau, Betrieb, Instandhaltung und Management 961

13.9 Zeitschriften des Wasserversorgungsfaches 962

13.10 Weitere Schriftenreihen und technische Mitteilungen 963

Sachwortverzeichnis 965