

Kapitelübersicht

Vorworte	XXV
Liste der Abkürzungen	XXXII
Technik der Wasserversorgung	1
1. Aufgabe der Wasserversorgung	3
1.1 Bedeutung des Trinkwassers	3
1.2 Umfang der Aufgaben	4
1.3 Einordnung der Wasserversorgung in Wasserwirtschaft und Umweltschutz	4
1.4 Anforderungen an eine Wasserversorgungsanlage	5
1.5 Planung einer Wasserversorgungsanlage	9
1.6 Beteiligte Fachgebiete	9
1.7 Anlageteile einer Wasserversorgungsanlage	9
2. Wasserabgabe – Wasserverbrauch – Wasserbedarf	11
2.1 Allgemein	11
2.2 Bestimmende Faktoren	12
2.3 Wasserabgabe	12
2.4 Wasserverbrauch je Verbrauchseinheit	29
2.5 Wasserverbrauch der Industrie	33
2.6 Wassersparen	33
2.7 Wasserbedarf	35
3. Wassergewinnung	45
3.1 Hydrogeologie	45
3.2 Wasserfassung	80
3.3 Trinkwasserschutzgebiete	121
4. Wasseraufbereitung	136
4.1 Wasserbeschaffenheit	136
4.2 Trinkwasseraufbereitung	215
5. Wasserförderung	306
5.1 Maschinenkunde	306
5.2 Elektrotechnik	332
5.3 Fernwirkanlagen	346
5.4 Wasserzählung und Wassermessung	354
5.5 Pumpwerke	367
6. Wasserspeicherung	389
6.1 Aufgaben der Wasserspeicherung	389
6.2 Arten der Wasserspeicherung	390
6.3 Speicherinhalt	394
6.4 Hochbehälter	401
6.5 Wasserturm	442
6.6 Tiefbehälter	454
6.7 Löschwasserspeicher	455
6.8 Trinkwassertalsperren	458
7. Wasserverteilung	463
7.1 Rohrnetzausrüstung	463
7.2 Planung von Rohrleitungen und Rohrnetzen	508
7.3 Berechnung von Rohrleitungen und Rohrnetzen	520
7.4 Rohrleitungsbau	593
7.5 Verbrauchsleitungen	636
8. Brandschutz	642
8.1 Allgemeines	642
8.2 Löschwasserversorgung allgemein	642
8.3 Feuerlöschanlagen	643
8.4 Löschwasserleitungen	645
8.5 Ausrüstung der Feuerwehr	646

9. Trinkwasserversorgung in Notstandsfällen	650
9.1 Ursachen von Notstandsfällen	650
9.2 Vorsorgemaßnahmen	650
9.3 Maßnahmen bei Anzeigen über das Eintreten eines Notstandes	653
9.4 Maßnahmen bei eingetretenen Notständen	653
10. Eigen- und Einzelwasserversorgung	655
10.1 Wasserbeschaffenheit	655
10.2 Technische Hinweise	655
Bau und Betrieb von Wasserversorgungsanlagen	657
11. Planung und Baudurchführung	658
11.1 Aufgaben	658
11.2 Mitwirkung eines Ingenieurbüros	659
11.3 Verantwortlichkeit der am Bau Beteiligten	666
11.4 Vorplanung/Vorentwurf (VE)	667
11.5 Entwurfsplanung/Entwurf (E)	669
11.6 Bauoberleitung (BO)	674
11.7 Örtliche Bauüberwachung (BÜ)	675
11.8 Bauverwaltung	676
11.9 Üblicher Ablauf einer Wasserversorgungs-Baumaßnahme	676
12. Baukosten von Wasserversorgungsanlagen	687
12.1 Allgemein	687
12.2 Ermittlung der Angebotspreise (Kalkulation)	687
12.3 Kostenschätzung (Preisgrundlage Dez. 1990)	693
12.4 Baukosten je Einheit	706
12.5 Kostenanteil der Anlageteile an den Gesamtkosten	707
12.6 Wertberechnung bestehender Anlagen	707
12.7 Lohn- und Materialanteil an den Gesamtkosten	710
13. Betrieb, Verwaltung und Überwachung	711
13.1 Allgemein	711
13.2 Organisation	711
13.3 Betrieb	717
13.4 Verwaltung	760
13.5 Überwachung	768
Anhang	771
14. Gesetzliche Einheiten, Zahlenwerte, DVGW-Regelwerk, DIN-Normen u. ä. ..	772
14.1 Gesetzliche Einheiten	772
14.2 Umrechnung von Maßeinheiten aus dem amerikanischen („[US]“) und englischen („[E]“) ins metrische Maßsystem	776
14.3 Häufig benötigte Zahlenwerte und Gleichungen	777
14.4 Griechisches Alphabet	779
14.5 Verbände und Vereine	779
14.6 DVGW-Regelwerk	780
14.7 DIN-Normen	785
14.8 Gesetze, Verordnungen, Richtlinien	793
14.9 Zeitschriften des Wasserversorgungsfaches	798
14.10 Weitere Schriftenreihen und technische Mitteilungen	798
15. Stichwortverzeichnis	799
Bezugsquellenverzeichnis	808

Taschenbuch der Wasserversorgung

Technik der Wasserversorgung	1
1. Aufgabe der Wasserversorgung	3
1.1 <i>Bedeutung des Trinkwassers</i>	3
1.2 <i>Umfang der Aufgaben</i>	4
1.3 <i>Einordnung der Wasserversorgung in Wasserwirtschaft und Umweltschutz</i>	4
1.4 <i>Anforderungen an eine Wasserversorgungsanlage</i>	5
1.4.1 <i>Allgemeine Forderungen</i>	5
1.4.2 <i>Art der Wasserversorgung</i>	6
1.4.3 <i>Einzel- oder Doppelte Wasserversorgungsnetze</i>	7
1.4.4 <i>Fremdwasserbezug</i>	8
1.4.5 <i>Verbindung von öffentlichen Wasserversorgungsanlagen mit Eigenanlagen</i>	8
1.4.6 <i>Leistungsfähigkeit</i>	8
1.5 <i>Planung einer Wasserversorgungsanlage</i>	9
1.6 <i>Beteiligte Fachgebiete</i>	9
1.7 <i>Anlageteile einer Wasserversorgungsanlage</i>	9
<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 <i>Begriffe und bestimmende Faktoren</i>	12
2.3.2 <i>Wasserabgabe im Betrachtungszeitraum</i>	14
2.3.3 <i>Wasserabgabe/Jahr</i>	14
2.3.3.1 <i>Größe</i>	14
2.3.3.2 <i>Schwankungen Q_a</i>	15
2.3.4 <i>Wasserabgabe/Monat</i>	16
2.3.4.1 <i>Größe</i>	16
2.3.4.2 <i>Schwankung Q_{Mt} im Jahr</i>	16
2.3.5 <i>Wasserabgabe/Tag</i>	16
2.3.5.1 <i>Größe</i>	16
2.3.5.2 <i>Schwankungen Q_d im Jahr</i>	17
2.3.5.2.1 <i>Größtwert $\max Q_d$</i>	17
2.3.5.2.2 <i>Kleinstwert $\min Q_d$</i>	19
2.3.5.3 <i>Schwankungen Q_d in der Woche</i>	19
2.3.5.4 <i>Wasserabgabe – Ganglinie – Dauerlinie</i>	19
2.3.6 <i>Wasserabgabe/Stunde</i>	21
2.3.6.1 <i>Größe</i>	21
2.3.6.2 <i>Schwankungen Q_h während des Tages</i>	21
2.3.6.3 <i>Größtwert $\max Q_h$</i>	23
2.3.6.4 <i>Kleinstwert $\min Q_h$</i>	24
2.3.7 <i>Kurzzeitige Wasserabgabe Q_k</i>	24
2.3.7.1 <i>Wohngebäude und Versorgungsgebiete</i>	24
2.3.7.2 <i>Großverbraucher</i>	27
2.4 <i>Wasserverbrauch je Verbrauchseinheit</i>	29
2.4.1 <i>Berechnungsdurchflüsse von Auslauf-Armaturen</i>	29
2.4.2 <i>Wasserverbrauch je Einzelvorgang</i>	29
2.4.3 <i>Wasserverbrauch l/Ed im Haushalt für einzelne Zwecke</i>	29
2.4.4 <i>Erfahrungswerte des Wasserverbrauchs je Verbrauchereinheit</i>	30
2.4.5 <i>Eigenverbrauch der WVU</i>	32
2.4.6 <i>Wasserverlust</i>	32
2.5 <i>Wasserverbrauch der Industrie</i>	33
2.6 <i>Wassersparen</i>	33

VIII

2.6.1	Fachliche Randbedingungen	33
2.6.2	Maßnahmen	34
2.7	Wasserbedarf	35
2.7.1	Bemessungswerte 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	Siedlungsstruktur und Wohndichte	37
2.7.3.3	Entwicklung des industriellen und sonstigen Wasserbedarfs	37
2.7.3.4	Klimatische Verhältnisse	37
2.7.3.5	Einheits-Bedarfswerte	38
2.7.3.6	Spitzenfaktoren	38
2.7.3.7	Zunahme des Wasserbedarfs	39
2.7.3.7.1	Bevölkerungsentwicklung	39
2.7.3.7.2	Prognose des Anschlußgrades	39
2.7.3.7.3	Prognose des personenbezogenen Trinkwasserverbrauchs	40
2.7.4	Löschwasserbedarf	40
2.7.4.1	Allgemein	40
2.7.4.2	Grundschutz	41
2.7.4.3	Objektschutz	42
2.7.4.4	Löschwasser-Bereitstellung durch das WVU	42
2.7.5	Wasserbedarf in Notstandsfällen	42
2.7.6	Beispiel der Berechnung des Wasserbedarfs	42
	Literatur	44
3.	Wassergewinnung	45
3.1	Hydrogeologie	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	49
3.1.2.4	Oberirdischer Abfluß	50
3.1.2.5	Unterirdischer Abfluß	52
3.1.2.5.1	Verteilung des unterirdischen Abflusses im Boden	52
3.1.2.5.2	Grundwasser-Neubildung	54
3.1.3	Für die Wasserversorgung nutzbare Oberflächengewässer	54
3.1.3.1	Niederschlag	54
3.1.3.2	Flußwasser	55
3.1.3.3	Seewasser, Trinkwassertalsperren	55
3.1.4	Für die Wasserversorgung nutzbares Grundwasser	
3.1.4.1	Allgemein	55
3.1.4.2	Arten der Grundwasserleiter	55
3.1.4.3	Grundwasservorkommen in den geologischen Formationen	56
3.1.4.4	Grundwasser-Erkundung	57
3.1.4.4.0	Allgemein	57
3.1.4.4.1	Örtliche Verhältnisse	58
3.1.4.4.2	Hydrogeologisches Profil	58
3.1.4.4.3	Grundwasserspiegel	59
3.1.4.4.4	Grundwassersohle	60
3.1.4.4.5	GWhydraulische Verhältnisse	60
3.1.4.4.6	Einzugsgebiet	60
3.1.4.4.7	Wasserbeschaffenheit	60
3.1.4.4.8	Auswirkungen der GW-Entnahme	60
3.1.5	Grundwasser-Hydraulik in Poren-Grundwasserleitern	61
3.1.5.1	Aufgabe	61
3.1.5.2	Grundwasser-Fließrichtung und Grundwasser-Gefälle	61
3.1.5.2.1	Grundwasser-Höhenkurvenplan	61
3.1.5.2.2	Grundwasser-Meßdreieck	61

3.1.5.3	Grundwasser-Fließgeschwindigkeit	62
3.1.5.3.1	Arten der Grundwasser-Fließgeschwindigkeit	62
3.1.5.3.2	Messung der GW-Fließgeschwindigkeit	63
3.1.5.3.3	Berechnung der GW-Fließgeschwindigkeit	63
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	66
3.1.5.5.4	Wasserandrangkurve	69
3.1.5.5.5	Brunnenfassungsvermögen	70
3.1.5.5.6	Wasserspiegel am Brunnen bei ungespanntem Aquifer	70
3.1.5.5.7	Strömungsverhältnisse am Brunnen	71
3.1.5.5.8	Auswirkungen der GW-Entnahme auf den natürlichen GW-Abfluß	71
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	73
3.1.5.7	Grundwasserentnahmen aus liegender Fassung	74
3.1.5.7.1	Grundwasser-Galerie	74
3.1.5.7.2	Horizontalbrunnen	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	77
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	78
3.1.8.1	Arten	78
3.1.8.2	Quellen-Erkundung	79
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	Wasserfassung	80
3.2.1	Arten der Wasserfassung	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	Wassermenge	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	86
3.2.4.3	Schachtbrunnen	88
3.2.4.4	Bohrbrunnen	88

3.2.4.4.1	Allgemein	88
3.2.4.4.2	Bemessen	89
3.2.4.4.3	Herstellen der Bohrung	90
3.2.4.4.4	Brunnenausbau	95
3.2.4.4.5	Entsanden und Entschlammern	103
3.2.4.4.6	Pumpversuche	106
3.2.4.4.7	Leistungssteigerung bei neuen Bohrbrunnen	108
3.2.4.4.8	Überwachung der Bohrung	109
3.2.4.5	Brunnenreihen	109
3.2.4.5.1	Allgemein	109
3.2.4.5.2	Standort der Brunnen	109
3.2.4.5.3	Pumpversuche	111
3.2.4.6	Großvertikalfilterbrunnen	111
3.2.4.7	Horizontalfilterbrunnen	111
3.2.4.8	Leistungsrückgang bestehender Grundwasserfassungen	112
3.2.4.8.1	Allgemein	112
3.2.4.8.2	Änderung der hydrologischen Verhältnisse	112
3.2.4.8.3	Zunahme des Durchflußwiderstandes	113
3.2.5	Grundwasseranreicherung	114
3.2.5.1	Allgemein	114
3.2.5.2	Natürliche Grundwasseranreicherung	114
3.2.5.2.1	Grundlagen	114
3.2.5.2.2	Uferfiltrationsmenge	114
3.2.5.2.3	Wasserbeschaffenheit	115
3.2.5.3	Künstliche Grundwasseranreicherung	115
3.2.5.3.1	Allgemein	115
3.2.5.3.2	Oberirdische Versickerungsanlagen	115
3.2.5.3.3	Unterirdische Versickerungsanlagen	116
3.2.6	Oberflächenwasserentnahmen	116
3.2.6.1	Allgemein	116
3.2.6.2	Trinkwassertalsperren	117
3.2.6.2.1	Allgemein	117
3.2.6.2.2	Standort	118
3.2.6.2.3	Wassertiefe	118
3.2.6.2.4	Speicherinhalt	118
3.2.6.2.5	Speicherbecken	119
3.2.6.2.6	Sperrenbauwerk	119
3.2.6.2.7	Wasserbeschaffenheit	119
3.2.6.3	Seewasserfassung	120
3.2.6.4	Flußwasserfassungen	120
3.3	Trinkwasserschutzgebiete	121
3.3.1	Allgemein	121
3.3.2	Schutzgebiete für Grundwasser-Entnahmen im Lockergestein	121
3.3.2.1	Gefährdungen und Beeinträchtigungen	121
3.3.2.1.1	Gütemäßig	121
3.3.2.1.2	Mengenmäßig	122
3.3.2.2	Reinigungswirkung des Untergrundes	122
3.3.2.2.1	Reinigungswirkung	122
3.3.2.2.2	Beschaffenheit des Untergrundes	122
3.3.2.2.3	Verweildauer	122
3.3.2.3	Schutzgebietszonen	123
3.3.2.3.1	Einteilung	123
3.3.2.3.2	Bemessung	123
3.3.2.3.3	Beispiel der Bemessung eines Schutzgebietes	124
3.3.2.4	Schutzanordnungen	125
3.3.3	Schutzgebiet für Grundwasserentnahmen aus Festgestein	132
3.3.4	Schutzgebiet für Trinkwassertalsperren	132
3.3.4.1	Allgemein	132
3.3.4.2	Gefährdungen und Beeinträchtigungen	132

3.3.4.3	Schutzgebietszonen	132
3.3.4.3.1	Einteilung	132
3.3.4.3.2	Bemessung	133
3.3.4.4	Schutzanordnungen	133
3.3.5	Schutzgebiet für Seen	133
3.3.6	Schutzgebiet für Flußwasserentnahme	134
	<i>Literatur</i>	134
4.	Wasseraufbereitung	136
4.1	<i>Wasserbeschaffenheit</i>	136
4.1.1	Physikalisch-chemische Eigenschaften des reinen Wassers	136
4.1.1.1	Bestandteile	136
4.1.1.2	Aggregatzustand und Masse	136
4.1.1.3	Viskosität	137
4.1.1.4	Spezifische Wärme	137
4.1.1.5	Zusammendrückbarkeit	138
4.1.1.6	Chemisches Lösungsvermögen	138
4.1.1.7	Folgeerscheinungen	139
4.1.2	Natürliche Rohwässer – Beschaffenheit und Anforderungen	139
4.1.2.1	Allgemein	139
4.1.2.2	Grundwasser und Quellwasser	140
4.1.2.3	Oberflächenwasser	145
4.1.2.4	Künstlich angereichertes Grundwasser und Uferfiltrat	149
4.1.2.5	Regenwasser	151
4.1.3	Anforderungen an Trinkwasser – Allgemein	151
4.1.4	Anforderungen der DIN 2000	152
4.1.5	Anforderungen der Trinkwasserverordnung (TrinkwV)	153
4.1.5.1	Allgemein	153
4.1.5.2	Mikrobiologische Parameter	154
4.1.5.2.1	Allgemein	154
4.1.5.2.2	Escherichia coli, coliforme Keime, Koloniezahl	155
4.1.5.2.3	Fäkalstreptokokken, sulfitreduzierende sporenbildende Anaerobier	155
4.1.5.2.4	Legionella pneumophila und andere Mikroorganismen	156
4.1.5.3	Chemische Stoffe nach Anlage 2 der TrinkwV	156
4.1.5.3.1	Allgemein	156
4.1.5.3.2	Arsen	156
4.1.5.3.3	Blei	157
4.1.5.3.4	Cadmium	158
4.1.5.3.5	Chrom	159
4.1.5.3.6	Cyanid	159
4.1.5.3.7	Fluorid	159
4.1.5.3.8	Nickel	160
4.1.5.3.9	Nitrat	160
4.1.5.3.10	Nitrit	162
4.1.5.3.11	Quecksilber	162
4.1.5.3.12	Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe	163
4.1.5.3.13	Organische Chlorverbindungen	163
4.1.5.3.14	Pflanzenbehandlungs- und Schädlingsbekämpfungsmittel	164
4.1.5.3.15	Antimon	155
4.1.5.3.16	Selen	155
4.1.5.4	Kenngrößen und chemische Stoffe nach Anlage 4 der TrinkwV	166
4.1.5.4.1	Allgemein	166
4.1.5.4.2	Färbung	166
4.1.5.4.3	Trübung	168
4.1.5.4.4	Geruch	169
4.1.5.4.5	Temperatur	170
4.1.5.4.6	pH-Wert, pH-Wert nach Calciumcarbonatsättigung	172
4.1.5.4.7	Leitfähigkeit	175

4.1.5.4.8	Oxidierbarkeit (Permanganat – Index)	176
4.1.5.4.9	Aluminium	176
4.1.5.4.10	Ammonium	177
4.1.5.4.11	Barium	178
4.1.5.4.12	Bor	178
4.1.5.4.13	Calcium	178
4.1.5.4.14	Chlorid	179
4.1.5.4.15	Eisen	180
4.1.5.4.16	Kalium	181
4.1.5.4.17	Kjeldahl-Stickstoff	181
4.1.5.4.18	Magnesium	181
4.1.5.4.19	Mangan	181
4.1.5.4.20	Natrium	182
4.1.5.4.21	Phenole	182
4.1.5.4.22	Phosphor	182
4.1.5.4.23	Silber	183
4.1.5.4.24	Sulfat	183
4.1.5.4.25	Gelöste oder emulgierte Kohlenwasserstoffe; Mineralöle	184
4.1.5.4.26	Mit Chloroform extrahierbare Stoffe	184
4.1.5.4.27	Oberflächenaktive Stoffe	184
4.1.5.5	Chemische Stoffe mit Richtwerten nach Anlage 7 der TrinkwV	185
4.1.5.5.1	Allgemein	185
4.1.5.5.2	Kupfer	185
4.1.5.5.3	Zink	185
4.1.5.6	Parameter ohne Grenz- oder Richtwerte	186
4.1.5.6.1	Allgemein	186
4.1.5.6.2	Radioaktive Stoffe	186
4.1.5.6.3	Pufferung, Säure- und Basekapazität	188
4.1.5.6.4	Summe Erdalkalien (Härte)	189
4.1.5.6.5	Kohlensäure	191
4.1.5.6.6	Summen- und Gruppenparameter für organische Stoffe	194
4.1.5.6.7	Sauerstoff	195
4.1.5.6.8	Redoxspannung	195
4.1.5.6.9	Schwefelwasserstoff	196
4.1.5.6.10	Geschmack	196
4.1.6	Zusatzstoffe zur Trinkwasseraufbereitung	197
4.1.7	Durchführung der Wasseruntersuchungen	198
4.1.7.1	Allgemein	198
4.1.7.2	Umfang und Häufigkeit der Untersuchungen, Formularbeispiel	201
4.1.7.3	Probenentnahme, Untersuchungen vor Ort	201
4.1.7.4	Ergebnisangabe	207
4.1.7.5	Beurteilung	207
4.1.8	Schutz des Wassers und Sanierungsmaßnahmen	209
4.2	Trinkwasseraufbereitung	215
4.2.1	Anforderungen und Verfahren	215
4.2.2	Physikalische Verfahren	217
4.2.2.1	Vorreinigung	217
4.2.2.1.1	Rechen	217
4.2.2.1.2	Entsandung	217
4.2.2.1.3	Entölung	217
4.2.2.1.4	Sieben	217
4.2.2.2	Flockung, Sedimentation, Flotation	218
4.2.2.2.1	Allgemein	218
4.2.2.2.2	Flockung	218
4.2.2.2.3	Sedimentation	222
4.2.2.2.4	Flotation	225
4.2.2.3	Gasaustausch	225
4.2.2.3.1	Allgemein und Grundlagen	225
4.2.2.3.2	Anlagen und Leistungsdaten	226

4.2.2.4	Filtration	230
4.2.2.4.1	Allgemein	230
4.2.2.4.2	Einteilung der Filter	230
4.2.2.4.3	Bestandteile des Filters	231
4.2.2.4.4	Filtermaterialien	232
4.2.2.4.5	Bemessung und Betrieb	232
4.2.2.4.6	Filterrückspülung	233
4.2.2.4.7	Langsamfilter	234
4.2.2.5	Membranverfahren	236
4.2.2.5.1	Allgemein	236
4.2.2.5.2	Umkehrosmose	237
4.2.2.6	Adsorption	237
4.2.2.6.1	Allgemein	237
4.2.2.6.2	Aktivkohlefilter	238
4.2.2.6.3	Pulverkohleeinsatz	239
4.2.2.7	Grundwasseranreicherung	240
4.2.3	Chemische Verfahren	240
4.2.3.1	Fällung	240
4.2.3.2	Oxidation	240
4.2.3.2.1	Allgemein	240
4.2.3.2.2	Ozon	241
4.2.3.2.3	Wasserstoffperoxid	243
4.2.3.2.4	Kaliumpermanganat	243
4.2.3.3	Neutralisation	244
4.2.3.3.1	Allgemein	244
4.2.3.3.2	Filtration über Jurakalk oder Marmor	244
4.2.3.3.3	Filtration über dolomitische Materialien	247
4.2.3.3.4	Zugabe von Alkalien	248
4.2.3.4	Ionenaustausch	250
4.2.3.4.1	Allgemein	250
4.2.3.4.2	Prinzip des Ionenaustausches	250
4.2.3.4.3	Betrieb eines Ionenaustauschers	250
4.2.3.4.4	Arten des Ionenaustausches	250
4.2.3.4.5	Carix-Verfahren	252
4.2.4	Biologische Verfahren	252
4.2.5	Anwendung der Aufbereitungsverfahren	253
4.2.5.1	Allgemein	253
4.2.5.2	Entsäuerung	253
4.2.5.2.1	Allgemein	253
4.2.5.2.2	Verfahren zur Entsäuerung	255
4.2.5.2.3	Auswahl des Verfahrens	255
4.2.5.3	Enteisenung	256
4.2.5.3.1	Allgemein	256
4.2.5.3.2	Oxidation	256
4.2.5.3.3	Sedimentation	256
4.2.5.3.4	Filtration	256
4.2.5.3.5	Unterirdische Enteisenung	258
4.2.5.4	Entmanganung	259
4.2.5.5	Aufbereitung von reduzierten Wässern	260
4.2.5.6	Entfernen von organischen Inhaltsstoffen	260
4.2.5.6.1	Algen, Plankton	260
4.2.5.6.2	Farbe, Geruch, Geschmack	261
4.2.5.6.3	Chlorierte Kohlenwasserstoffe	261
4.2.5.6.4	Pflanzenbehandlungs- und Schädlingsbekämpfungsmittel	262
4.2.5.7	Entfernen der Stickstoffverbindungen	262
4.2.5.7.1	Allgemein	262
4.2.5.7.2	Nitratentfernung	262
4.2.5.7.3	Nitritentfernung	269
4.2.5.7.4	Ammoniumentfernung	269

4.2.5.8	Enthärten	272
4.2.5.8.1	Allgemein	272
4.2.5.8.2	Übersicht zu den Enthärtungsverfahren	272
4.2.5.8.3	Langsamentcarbonisierung	273
4.2.5.8.4	Schnellentcarbonisierung	274
4.2.5.8.5	Kalk-Soda-Verfahren	275
4.2.5.9	Entsalzen	275
4.2.5.10	Aufhärten	277
4.2.5.11	Dosierung von Phosphat und Silikat	277
4.2.5.12	Entfernen von anorganischen toxischen Spurenstoffen	278
4.2.5.12.1	Allgemein	278
4.2.5.12.2	Arsen	278
4.2.5.13	Dekontaminierung	279
4.2.5.14	Desinfektion	282
4.2.5.14.1	Allgemein	282
4.2.5.14.2	Abkochen	282
4.2.5.14.3	Filtern	283
4.2.5.14.4	Chlorung	283
4.2.5.14.5	UV-Bestrahlung	288
4.2.5.14.6	Silberung	290
4.2.5.14.7	Desinfektion von Anlagenteilen der Wasserversorgung	290
4.2.5.15	Schlammbehandlung	292
4.2.6	Mischwasser	294
4.2.7	Beispielschemata von Aufbereitungsanlagen	296
4.2.8	Trinkwassernachbehandlung	298
4.2.8.1	Allgemein	298
4.2.8.2	Mechanisch wirkende Filter	299
4.2.8.3	Dosiergeräte	299
4.2.8.4	Kationenaustauscher zur Enthärtung	299
4.2.8.5	Sonstige Anlagen zur Trinkwassernachbehandlung	301
4.2.9	Bauwerke der Wasseraufbereitung	301
4.2.9.1	Wahl des Verfahrens und des Standorts der Anlage	301
4.2.9.2	Planung der Anlagenteile	301
4.2.9.3	Ausschreibung	304
4.2.9.4	Abnahme, Einweisung und Bedienungsvorschrift	304
	<i>Literatur</i>	305
5.	Wasserförderung	306
5.1	<i>Maschinenkunde</i>	306
5.1.1	Wasserhebemaschinen	306
5.1.1.1	Betriebswerte von Pumpen	306
5.1.1.1.1	Förderstrom	306
5.1.1.1.2	Förderhöhe	306
5.1.1.1.3	Arbeit	307
5.1.1.1.4	Nutzleistung der Pumpe	307
5.1.1.1.5	Leistungsbedarf an der Pumpenwelle	307
5.1.1.2	Kolbenpumpen	308
5.1.1.2.1	Anwendungsgebiet	308
5.1.1.2.2	Bauarten und Förderstrom	308
5.1.1.2.3	Drehzahl	309
5.1.1.2.4	Liefergrad	309
5.1.1.2.5	Wirkungsgrad	309
5.1.1.2.6	Leistungsbedarf	309
5.1.1.2.7	Saug- und Druckhöhe	309
5.1.1.3	Kreiselpumpen (KrP)	309
5.1.1.3.1	Anwendungsgebiet	309
5.1.1.3.2	Bauarten	310
5.1.1.3.3	Das Saugverhalten von KrP	313
5.1.1.3.4	Die Kennlinien von KrP	314

5.1.1.3.5	Zusammenhang zwischen Kennlinie einer KrP und der Rohrleitung	317
5.1.1.3.6	Bestellangaben für KrP	320
5.1.1.4	Sonstige Wasserhebevorrichtungen	321
5.1.1.4.1	Mischflurheber	321
5.1.1.4.2	Widder	321
5.1.1.4.3	Dosierpumpen	321
5.1.2	Luftverdichter und Gebläse	322
5.1.3	Nichtelektrische Antriebsmaschinen	323
5.1.3.1	Verbrennungsmotoren	323
5.1.3.1.1	Dieselmotoren	323
5.1.3.1.2	Benzinmotoren	324
5.1.3.1.3	Gasmotoren	324
5.1.3.2	Wasserkraftmaschinen	324
5.1.3.2.1	Wasserräder	324
5.1.3.2.2	Wasserturbinen	325
5.1.3.2.3	Kreiselpumpen im Turbinenbetrieb	325
5.1.3.3	Sonstige Antriebsmaschinen	325
5.1.4	Anforderungen an den Entwurf	325
5.1.5	Hinweise für Ausschreibung und Vergabe	326
5.1.5.1	Vorbemerkungen	326
5.1.5.2	Das eigentliche Leistungsverzeichnis	326
5.1.5.3	Die Vergabe	327
5.1.6	Maschinen-Abnahmeprüfung	327
5.1.6.1	Die Werkstoffprüfung	327
5.1.6.2	Die Prüfung auf Vollständigkeit und sachgemäße Aufstellung	327
5.1.6.3	Die Prüfung auf den gewährleisteten Wirkungsgrad	328
5.1.6.4	Feststellung der für die Abnahme wichtigen Größen	328
5.1.6.4.1	Manometrische Gesamtförderhöhe	328
5.1.6.4.2	Förderstrom	329
5.1.6.4.3	Leistungsbedarf (Stromverbrauch)	329
5.1.6.4.4	Drehzahl	329
5.1.6.5	Betrieb während des Abnahmeversuches	330
5.1.6.6	Toleranz	330
5.1.6.7	Folgen nicht erfüllter Gewährleistung	330
5.1.6.8	Muster für eine Gewährleistungsverpflichtung	330
5.1.6.9	Die Prüfniederschrift	331
5.2	<i>Elektrotechnik</i>	332
5.2.1	Allgemeine Zusammenhänge	332
5.2.2	Elektromotoren	333
5.2.2.1	Grundgrößen	333
5.2.2.1.1	Stromarten	333
5.2.2.1.2	Spannung	333
5.2.2.1.3	Netzfrequenz in Drehstromnetzen	333
5.2.2.1.4	Wirkungsgrad	334
5.2.2.1.5	Drehzahl	334
5.2.2.1.6	Drehrichtung	335
5.2.2.2	Der Motor als Antriebsmaschine	335
5.2.2.2.1	Kraftübertragung und Antriebsart	335
5.2.2.2.2	Anlassen	335
5.2.2.2.3	Bauformen und Schutzarten der Elektromotoren	337
5.2.2.2.4	Blindstromkompensation	337
5.2.2.2.5	Erwärmung der Motoren	338
5.2.3	Energieverteilung	338
5.2.3.1	Schaltgeräte	338
5.2.3.1.1	Schaltgeräte für Mittelspannungsanlagen	338
5.2.3.1.2	Schaltgeräte für Niederspannungsanlagen	339
5.2.3.1.3	Besondere Geräte für selbsttätige Steuerungen	339
5.2.3.2	Leitungen und Zubehör	340

5.2.3.2.1	Stromleitungen	340
5.2.3.2.2	Motoranschlüsse und Sicherungen	340
5.2.3.3	Transformatoren (Umspanner)	340
5.2.3.4	Ersatzstromerzeugungsanlagen	342
5.2.4	Schutzmaßnahmen in elektrischen Anlagen	342
5.2.4.1	Schutz gegen direktes Berühren	342
5.2.4.2	Schutz bei indirektem Berühren	343
5.2.4.2.1	Schutzisolierung	343
5.2.4.2.2	Schutztrennung	343
5.2.4.2.3	Schutzeinrichtungen im TN-Netz	343
5.2.4.2.4	Schutzeinrichtungen im TT-Netz	343
5.2.4.2.5	Schutzeinrichtungen im IT-Netz	343
5.2.4.2.6	Fehlerspannungs- und -strom-Schutzeinrichtung	343
5.2.4.3	Weitere Sicherheitsregeln	344
5.2.5	Meßprogramm und Meßwertdarstellung	345
5.2.5.1	Meßprogramm	345
5.2.5.2	Anzeigeeinstrumente	345
5.2.5.3	Schaltwarten	346
5.3	<i>Fernwirkanlagen</i>	346
5.3.1	Aufgaben und Ziele von Fernwirkanlagen	346
5.3.2	Technischer Aufbau	347
5.3.2.1	Anlagenformen und -bestandteile	347
5.3.2.1.1	Mögliche Formen	347
5.3.2.1.2	Zentrale	347
5.3.2.1.3	Unterstationen	347
5.3.2.1.4	Meßumformer	347
5.3.2.2	Die Übertragungsrichtung	347
5.3.2.2.1	Fernüberwachungseinrichtungen zur Übertragung von Meßwerten und Meldungen	347
5.3.2.2.2	Fernsteuereinrichtungen zur Übertragung von Stellwerten und Befehlen	348
5.3.2.3	Die Übertragungsverfahren	348
5.3.2.3.1	Die Raum-Multiplex-Übertragung (RM)	348
5.3.2.3.2	Die Frequenz-Multiplex-Übertragung (FM)	348
5.3.2.3.3	Die Zeit-Multiplex-Übertragung (ZM)	348
5.3.2.3.4	Die Kombination des RM-, FM- und ZM-Systems	348
5.3.2.3.5	Vergleich der Übertragungsverfahren	348
5.3.2.4	Die Übertragungswege	349
5.3.2.4.1	Betriebseigene Leitungswege	349
5.3.2.4.2	Posteigene Leitungswege	349
5.3.2.4.3	Drahtlose Verbindung (Funk)	349
5.3.2.4.4	Vergleich der Übertragungswege	349
5.3.3	Datenbehandlung	350
5.3.3.1	Datenerfassung und -verarbeitung	350
5.3.3.2	Datendarstellung und -speicherung	351
5.3.4	Betriebsweise der Wasserwerke	351
5.3.4.1	Handbetrieb	351
5.3.4.2	Halbautomatischer Betrieb	351
5.3.4.3	Vollautomatischer Betrieb	351
5.3.4.4	Allgemeines zum Eingreifen in Betriebsabläufe	352
5.3.5	Prozeßrechner	352
5.3.5.1	Allgemeines	353
5.3.5.2	Voruntersuchung vor Beschaffung eines Rechners	353
5.4	<i>Wasserzählung und Wassermessung</i>	354
5.4.1	Allgemeines	354
5.4.2	Wasserzählung	354
5.4.2.1	Bauarten der Zähler	354
5.4.2.1.1	Flügelradzähler	354
5.4.2.1.2	Ringkolbenzähler	356

5.4.2.1.3	Woltmannzähler	356
5.4.2.1.4	Woltmannverbundzähler	356
5.4.2.1.5	Sonderzähler	356
5.4.2.1.6	Naß- und Trockenläufer	357
5.4.2.1.7	Wasserzähler mit Gebereinrichtungen	357
5.4.2.2	Begriffe und Anforderungen	357
5.4.2.2.1	Maßgebende Begriffe	357
5.4.2.2.2	Anforderungen	358
5.4.2.3	Zählergrößen	358
5.4.2.3.1	Zähler mit Gewindeanschluß	358
5.4.2.3.2	Zähler mit Flanschanschluß	358
5.4.2.3.3	Größe von Flügelradzählern in Wohnanlagen	359
5.4.2.4	Sonstige Zähler	359
5.4.3	Wassermessung	360
5.4.3.1	Kübelmessung	360
5.4.3.2	Überfallmessung	360
5.4.3.3	Durchflußmessung nach dem Wirkdruckverfahren	361
5.4.3.4	Durchflußmessung mittels Wasserzähler mit Zusatzeinrichtungen	362
5.4.3.5	Durchflußmessung nach dem magnetisch-induktiven Meßverfahren	362
5.4.3.6	Durchflußmessung mittels Ultraschallgeräten	362
5.4.3.7	Weitere Verfahren	362
5.4.3.7.1	Durchflußmessung mit Schwebekörper	362
5.4.3.7.2	Neuentwicklungen	363
5.4.4	Anweisung für Einbau, Inbetriebnahme und Wartung von Zählern und Meßvorrichtungen	363
5.4.4.1	Hauswasserzähler	363
5.4.4.1.1	Einbau	363
5.4.4.1.2	Einbauort	364
5.4.4.1.3	Inbetriebnahme	364
5.4.4.1.4	Wartung	364
5.4.4.1.5	Lagerung und Beförderung	364
5.4.4.2	Woltmann-Zähler	365
5.4.4.3	Venturi-Meßanlagen	366
5.4.4.4	Magnetisch-induktive Meßeinrichtungen	366
5.4.5	Prüfung und Eichung der Zähler	367
5.4.5.1	Prüfung durch die Wasserwerke	367
5.4.5.2	Eichung der Wasserzähler	367
5.5	<i>Pumpwerke</i>	368
5.5.1	Allgemeines	367
5.5.1.1	Zweck und Umfang von PW in der Wasserversorgung	367
5.5.1.2	Arten von Pumpwerken	368
5.5.1.2.1	Grundwasserpumpwerk (GPW)	368
5.5.1.2.2	Druckerhöhungspumpwerk (DPW)	368
5.5.1.2.3	Überhebeumpwerk (ÜPW)	368
5.5.1.2.4	Druckbehälterpumpwerk (DBPW)	368
5.5.1.2.5	Weitere PW	368
5.5.1.3	Hauptdaten	368
5.5.2	Die Pumpen	368
5.5.2.1	Wahl der Pumpenbauart	368
5.5.2.1.1	U-Pumpen	368
5.5.2.1.2	Horizontale KrP	368
5.5.2.1.3	Vertikale KrP	368
5.5.2.2	Größe und Unterteilung der Pumpensätze	369
5.5.2.2.1	Größe der Pumpensätze	369
5.5.2.2.2	Unterteilung der Pumpensätze	370
5.5.3	Das PW-Gebäude	370
5.5.3.1	Der Bauplatz	370
5.5.3.2	Raumprogramm	371

5.5.3.3	Lage der Räume zueinander	371
5.5.3.4	Raumhöhen	371
5.5.3.5	Platzbedarf für die Pumpensätze	371
5.5.3.6	Anordnung der Rohrleitungen	371
5.5.3.7	Unterbringung der elektrischen Anlagen	372
5.5.3.8	Belichtung und Beheizung	373
5.5.3.9	Sicherheit gegen Einbruch und Brand	373
5.5.4	Besondere Pumpwerke	374
5.5.4.1	Druckbehälterpumpwerke (DBPW)	374
5.5.4.1.1	Größe der Pumpen	374
5.5.4.1.2	Größe der Druckbehälter	375
5.5.4.1.3	Schaltmöglichkeiten	376
5.5.4.1.4	Zubehör	377
5.5.4.1.5	Anschluß der Druckbehälter	377
5.5.4.2	Pumpwerke mit drehzahlgeregelten Antriebsmotoren	377
5.5.4.3	Hintereinandergeschaltete Pumpen	378
5.5.4.3.1	Vor- und Hauptpumpen	378
5.5.4.3.2	Drucksteigerungspumpen	378
5.5.4.4	Druckerhöhungsanlagen in Grundstücken	379
5.5.5	Druckstöße in Pumpwerks-Druckleitungen	380
5.5.5.1	Ursachen der Druckstöße	380
5.5.5.2	Größe der Druckstöße	380
5.5.5.3	Abhilfemaßnahmen	381
5.5.6	Ausführungsbeispiele	382
	<i>Literatur</i>	386
6.	Wasserspeicherung	389
6.1	<i>Aufgaben der Wasserspeicherung</i>	389
6.1.1	Ausgleich der Verbrauchsschwankungen, Abdeckung von Verbrauchsspitzen	389
6.1.2	Ausgleich zwischen Vor- und Hauptförderung	389
6.1.3	Einhalten der Druckbereiche in Zubringerleitungen und Versorgungsleitungen	390
6.1.4	Überbrücken von Betriebsstörungen	390
6.1.5	Bereithalten von Löschwasser	390
6.1.6	Druckzonenversorgung	390
6.1.7	Absetzbecken	390
6.1.8	Ausgleich der Abflüsse eines Flusses in einer Trinkwassertalsperre	390
6.2	<i>Arten der Wasserspeicherung</i>	390
6.2.1	Wasserbehälter in Hochlage	390
6.2.1.1	Hochbehälter	391
6.2.1.2	Wasserturm	
6.2.2	Wasserbehälter in Tieflage	391
6.2.3	Druckbehälter	391
6.2.4	Lösungsmöglichkeiten	392
6.2.5	Trinkwassertalsperren	392
6.2.6	Grundwasserspeicher	392
6.2.7	Löschwasserspeicher	392
6.3	<i>Speicherinhalt</i>	394
6.3.1	Ausgleich der Verbrauchsschwankungen – Fluktuierende Wassermenge	394
6.3.1.1	Allgemein	394
6.3.1.2	Rechnerische Ermittlung	395
6.3.1.3	Graphische Ermittlung	395
6.3.1.4	Beurteilung	395
6.3.1.5	Vergleich der Tages-, Monats-, Jahresausgleichsmengen	396
6.3.2	Ausgleich zwischen Vor- und Hauptförderung im Tiefbehälter	399
6.3.3	Sicherheitsvorrat	400
6.3.4	Löschwasservorrat	400
6.3.5	Speicherinhalt von Trinkwassertalsperren	400

6.4	Hochbehälter	401
6.4.1	Allgemeine Forderungen	401
6.4.1.1	Versorgungstechnische Anforderungen	401
6.4.1.2	Bautechnische Anforderungen	401
6.4.1.3	Betriebliche Anforderungen	401
6.4.1.4	Sicherheitstechnische Anforderungen	402
6.4.1.5	Gestalterische Anforderungen	403
6.4.1.6	Wirtschaftliche Anforderungen	403
6.4.2	Festlegen des Speicherinhalts in der Praxis	403
6.4.2.1	Allgemein	403
6.4.2.2	Kleine und mittelgroße Anlagen	404
6.4.2.2.1	Nutzzinhalt	404
6.4.2.2.2	Löschwasservorrat	404
6.4.2.3	Große Anlagen	404
6.4.2.4	Sehr große WV-Anlagen über 50 000 m ³ /d	405
6.4.2.5	Gruppenanlagen	405
6.4.3	Lage	405
6.4.3.1	Höhenlage	405
6.4.3.2	Lage zum Versorgungsgebiet	496
6.4.3.2.1	Entfernung	496
6.4.3.2.2	Durchlaufbehälter	406
6.4.3.2.3	Gegenbehälter	407
6.4.3.3	Mehrere Hochbehälter in der gleichen Druckzone	408
6.4.3.3.1	Neuer Hochbehälter in unmittelbarer Nähe des bestehenden	408
6.4.3.3.2	Neuer Hochbehälter in größerer Entfernung des bestehenden	408
6.4.3.4	Anforderungen an den Bauplatz	409
6.4.4	Bauliche Anordnung	410
6.4.4.1	Allgemein	410
6.4.4.2	Wasserkammer	410
6.4.4.2.1	Anzahl	410
6.4.4.2.2	Grundrisfformen	410
6.4.4.2.3	Wassererneuerung	413
6.4.4.2.4	Wassertiefe	414
6.4.4.2.5	Wärmeschutz des Bauwerks	414
6.4.4.2.6	Anbau weiterer Kammern	416
6.4.4.2.7	Konstruktive Hinweise	416
6.4.4.3	Bedienungshaus	420
6.4.5	Bauausführung	421
6.4.5.1	Allgemein	421
6.4.5.2	Baustoffe	421
6.4.5.2.1	Bindemittel und Zusatzmittel	421
6.4.5.2.2	Betonzuschlag	421
6.4.5.2.3	Anmachwasser	422
6.4.5.2.4	Betonstahl	422
6.4.5.2.5	Andere Baustoffe	422
6.4.5.3	Statische Bearbeitung	422
6.4.5.4	Verarbeiten des Betons	423
6.4.5.5	Betonnachbehandlung	423
6.4.5.6	Oberflächenbehandlung	424
6.4.5.6.1	Allgemein	424
6.4.5.6.2	Bedienungshaus	424
6.4.5.6.3	Wasserkammern – Innenflächen	424
6.4.5.6.4	Wasserkammern – Außenflächen	426
6.4.6	Zugang	426
6.4.7	Belichtung	427
6.4.7.1	Allgemein	427
6.4.7.2	Wasserkammern	427
6.4.7.3	Bedienungshaus	428

6.4.8	Be- und Entlüftung	428
6.4.8.1	Allgemein	428
6.4.8.2	Wasserkammern	428
6.4.8.3	Bedienungshaus	428
6.4.9	Hydraulische Ausrüstung	429
6.4.9.1	Allgemein	429
6.4.9.2	Rohrleitungen	430
6.4.9.3	Rohrdurchführungen	433
6.4.9.4	Rohrmaterial	433
6.4.9.5	Korrosionsschutz	433
6.4.10	Entwässerungsanlage	434
6.4.11	Elektrische Einrichtung	434
6.4.11.1	Stromversorgung	434
6.4.11.2	Meß-, Steuer- und Regeltechnik	435
6.4.12	Dichtheitsprüfung	435
6.4.12.1	Forderung	435
6.4.12.2	Durchführen der Dichtheitsprüfung	435
6.4.13	Außenanlagen	438
6.4.14	Ausführungsbeispiele	439
6.5	Wasserturm	442
6.5.1	Allgemein	442
6.5.2	Nutzzinhalt	442
6.5.3	Lage	443
6.5.3.1	Höhenlage	443
6.5.3.2	Lage zum Versorgungsgebiet	443
6.5.3.3	Bauplatz	443
6.5.4	Allgemeine bauliche Anordnung	443
6.5.4.1	Allgemein	443
6.5.4.2	Behälter (Wasserkammern)	443
6.5.4.3	Schaft (Turmkonstruktion)	444
6.5.4.4	Bedienungsräume	445
6.5.5	Konstruktive Hinweise	445
6.5.5.1	Gründung	445
6.5.5.2	Wasserkammern	446
6.5.5.3	Besondere Beanspruchungen	446
6.5.6	Zugang	446
6.5.7	Hydraulische Ausrüstung	446
6.5.8	Äußere Gestaltung	447
6.5.9	Mehrzweckbauwerke	447
6.5.10	Ausführungsbeispiele	448
6.6	Tiefbehälter	454
6.6.1	Allgemein	454
6.6.2	Speicherinhalt	454
6.6.3	Lage	455
6.6.4	Bauliche Anordnung	455
6.7	Löschwasserspeicher	455
6.7.1	Allgemein	455
6.7.2	Löschwasserteich	455
6.7.2.1	Fassungsvermögen	456
6.7.2.2	Lage	456
6.7.2.3	Bauliche und betriebliche Anforderungen	456
6.7.3	Unterirdische Löschwasserbehälter	456
6.7.3.1	Fassungsvermögen	456
6.7.3.2	Lage	457
6.7.3.3	Bauliche und betriebliche Anforderungen	457
6.8	Trinkwassertalsperren	458
6.8.1	Allgemein	458
6.8.2	Speicherinhalt	458
6.8.3	Lage	458

6.8.4	Bauwerk	458
6.8.5	Stauraum	459
	<i>Literatur</i>	459
7.	Wasserverteilung	463
7.1	<i>Rohrnetzausrüstung</i>	463
7.1.1	Allgemeines	463
7.1.1.1	Hauptbestandteile der Rohrleitungen	463
7.1.1.2	Werkstoffe	463
7.1.1.2.1	Grauguß (Gußeisen, GG)	463
7.1.1.2.2	Stahlrohre	463
7.1.1.2.3	Asbestzementrohre	463
7.1.1.2.4	Spannbetondruckrohre und Stahlbetonrohre	463
7.1.1.2.5	Kunststoffrohre	463
7.1.1.2.6	GF-UP-Rohre	464
7.1.1.3	Kurzbezeichnungen der Werkstoffe	464
7.1.1.4	Die Wahl der Werkstoffe	464
7.1.1.5	Korrosionsschutz	464
7.1.1.5.1	Die Aggressivität des Bodens	464
7.1.1.5.2	Arten des Korrosionsschutzes	465
7.1.2	Einzelteile der Rohrleitungen	468
7.1.2.1	Rohre und Formstücke	468
7.1.2.1.1	Rohre aus duktilem Gußeisen (GGG)	468
7.1.2.1.2	Rohre und Formstücke aus Stahl	475
7.1.2.1.3	Rohre aus Asbestzement mit Formstücken aus Grauguß	478
7.1.2.1.4	Spannbetonrohre und Stahlbetonrohre	481
7.1.2.1.5	PVC-Hart-Rohre (Kunststoff)	482
7.1.2.1.6	Polyäthylen-Rohre	485
7.1.2.1.7	GF-UP-Rohre	486
7.1.3	Einbauteile in Rohrleitungen	487
7.1.3.1	Werkstoffe	487
7.1.3.2	Korrosionsschutz	487
7.1.3.2.1	für Erdeinbau in Bodengruppe I mit geringer Korrosionsbeanspruchung oder für den Schachteinbau	487
7.1.3.2.2	für Erdeinbau in Böden mit erhöhten Korrosionsanforderungen	489
7.1.3.3	Armaturen im Zuge des Wasserdurchflusses in Zu- und Versorgungsleitungen	489
7.1.3.3.1	Absperrrichtungen	489
7.1.3.3.2	Sonderbauarten	492
7.1.3.3.3	Rückflußverhindernde Armaturen	492
7.1.3.4	Einbau von Absperr- und Regelarmaturen	493
7.1.3.5	Bedienung von Absperrarmaturen	493
7.1.3.6	Sonstige Armaturen	493
7.1.3.6.1	Ent- und Belüftungen	493
7.1.3.6.2	Spülauslässe und Entleerungsvorrichtungen	498
7.1.3.6.3	Schwimmerausflußventile	498
7.1.3.6.4	Siebe	500
7.1.3.6.5	Hydranten PN 16	500
7.1.3.6.6	Druckminderventile	502
7.1.3.7	Armaturen für Hausanschlußleitungen	503
7.1.3.7.1	Drehscheibenverschluß	505
7.1.3.7.2	Anbohrbrücke	504
7.1.3.7.3	Verschluß durch bewegliche Steckscheibe	505
7.1.3.7.4	Weichdichtender Absperrschieber	505
7.1.3.7.5	Einfache Eckventile	505
7.1.3.8	Sonstige Einbauteile längs Rohrleitungen	505
7.1.3.8.1	Entlüftungsrohre	505
7.1.3.8.2	Schachtdeckel	505

7.1.3.8.3	Leitern	507
7.1.3.8.4	Hinweisschilder (DIN 4066 und 4067)	507
7.2	<i>Planung von Rohrleitungen und Rohrnetzen</i>	508
7.2.1	Allgemeines	508
7.2.2	Grundsätzliches	508
7.2.3	Das Trassieren	508
7.2.3.1	Geländeaufnahmen zu den Lageplänen	508
7.2.3.1.1	für Fernwasserleitungen und Zubringerleitungen	508
7.2.3.1.2	für Ortsnetze	510
7.2.3.2	Höhenaufnahmen für die Längsschnitte	511
7.2.3.2.1	Zweck der Längsschnitte	511
7.2.3.2.2	In den Längsschnitten festzuhaltende Punkte	511
7.2.3.2.3	Arten der Längsschnitte	511
7.2.4	Die zeichnerische Darstellung	511
7.2.4.1	Lagepläne	511
7.2.4.1.1	Berechnungslagepläne, auch Rohrnetzpläne genannt	511
7.2.4.1.2	Übersichtslagepläne – meist 1:25 000	514
7.2.4.1.3	Entwurfs-Lagepläne	514
7.2.4.1.4	Bestands-Lagepläne – M. 1:500	514
7.2.4.1.5	Ausführungs- und Verlegeskizzen	516
7.2.4.2	Längsschnitte	516
7.2.4.2.1	Übersichts-Längsschnitte – M. 1:25 000/500	516
7.2.4.2.2	Entwurfs-Längsschnitte	516
7.3	<i>Berechnung von Rohrleitungen und Rohrnetzen</i>	520
7.3.1	Allgemein	520
7.3.2	Hydrostatische Berechnungen	521
7.3.2.1	Hydrostatischer Druck	521
7.3.2.2	Hydrostatische Druckkraft	521
7.3.2.3	Auftrieb	522
7.3.3	Hydrodynamische Berechnungen	522
7.3.3.1	Grundlagen	522
7.3.3.1.1	Bewegungsarten des Wassers	522
7.3.3.1.2	Geschwindigkeitsverteilung	523
7.3.3.1.3	Reynolds'sche Zahl	523
7.3.3.1.4	Kontinuitätsgleichung	523
7.3.3.1.5	Gleichung der Erhaltung der Energie	524
7.3.3.1.6	Allgemein gültige Geschwindigkeitsformel	524
7.3.3.2	Druckhöhenverlust in Freispiegelgerinnen	524
7.3.3.3	Druckhöhenverlust in geraden Druckrohrleitungen	525
7.3.3.3.1	Formel Darcy-Weisbach	525
7.3.3.3.2	Potenzformeln	541
7.3.3.3.3	Rechenprogramme HP 67	542
7.3.3.4	Druckhöhenverlust in Rohrleitungseinbauten	544
7.3.3.4.1	Allgemein	544
7.3.3.4.2	ζ -Wert für Einlauf in eine Rohrleitung	544
7.3.3.4.3	ζ -Wert für Erweiterungen	544
7.3.3.4.4	ζ -Wert für Verengungen	544
7.3.3.4.5	ζ -Wert für Krümmer	545
7.3.3.4.6	ζ -Wert für Kniestücke	545
7.3.3.4.7	ζ -Wert für Abzweige	546
7.3.3.4.8	ζ -Werte für Armaturen	546
7.3.3.4.9	ζ -Werte für Kleinformstücke und -armaturen	547
7.3.3.4.10	ζ -Werte für Wasserzähler	547
7.3.3.5	Freier Ausfluß aus einer Wasserkammer, bzw. Rohrleitung	547
7.3.3.6	Verschiedene hydraulische Hilfsrechnungen	547
7.3.3.6.1	Umrechnung von Rohrlängen mit verschiedenem DN	547
7.3.3.6.2	Leitungsverzweigungen	548
7.3.3.6.3	Einteilung einer Rohrleitung in verschiedene DN	549
7.3.4	Bemessung und Berechnung von Rohrleitungen	549

7.3.4.1	Allgemein	549
7.3.4.2	Bemessen von Zubringer- und Fernleitungen	550
7.3.4.2.1	Allgemein	550
7.3.4.2.2	Durchfluß Q	550
7.3.4.3	Fließgeschwindigkeit	550
7.3.4.2.4	Rauhigkeit	550
7.3.4.2.5	Druckhöhe	551
7.3.4.2.6	Beispiel	551
7.3.4.3	Berechnen von Zubringer- und Fernleitungen	551
7.3.5	Bemessen von Rohrnetzen	551
7.3.5.1	Allgemein	551
7.3.5.2	Geforderte Leistung des Rohrnetzes	551
7.3.5.2.1	Bemessungsdurchfluß	551
7.3.5.2.2	Löschwasserbedarf	552
7.3.5.2.3	Druckhöhe	552
7.3.5.3	Bemessungsunterlagen	552
7.3.5.3.1	Rohrnetzplan	552
7.3.5.3.2	Belastungsplan	552
7.3.5.3.3	Bemessungsplan und Bemessungstabelle	553
7.3.5.3.4	Nachteile des Verästelungssystems	553
7.3.6	Berechnen von Rohrnetzen	555
7.3.6.1	Grundlage	555
7.3.6.2	Analog-Modelle	555
7.3.6.3	Rechenverfahren, Digital-Modelle	555
7.3.6.3.1	Allgemein	555
7.3.6.3.2	Verfahren mit Druckhöhenausgleich	555
7.3.6.3.3	Verfahren mit Durchflußausgleich	556
7.3.6.3.4	Berechnungsunterlagen	556
7.3.7	(Trinkwasser-Installation – TRWI) Bemessen und Berechnen von Anschlußleitungen und Verbrauchsleitungen	563
7.3.7.1	Allgemein	563
7.3.7.2	Verfahren nach DIN 1988 Teil 3 – Dez. 1988 – (TR des DVGW)	563
7.3.7.3	Anschlußleitungen	565
7.3.7.4	Verbrauchsleitungen	570
7.3.8	Statische Beanspruchung von Rohren	576
7.3.8.1	Allgemein	576
7.3.8.2	Beanspruchung durch Innendruck	576
7.3.8.2.1	Größe der Belastung	576
7.3.8.2.2	Spannungen durch die Radialkräfte	578
7.3.8.2.3	Bemessung der Wanddicken von Druckrohren	578
7.3.8.2.4	Beanspruchung durch Axialkräfte	580
7.3.8.3	Beanspruchung erdverlegter Rohre durch äußere Kräfte	580
7.3.8.3.1	Allgemein	580
7.3.8.3.2	Grundformen der Belastung des erdverlegten Rohres	581
7.3.8.3.3	Kennwerte der Belastungen	582
7.3.8.3.4	Kennwerte der Rohrwerkstoffe	583
7.3.8.3.5	Kennwerte des Beispiels einer Berechnung	583
7.3.8.3.6	Berechnung der Beanspruchung durch die Erdlast	584
7.3.8.3.7	Berechnung der Beanspruchung durch eine Flächenlast	587
7.3.8.3.8	Berechnung der Beanspruchung aus Verkehrslast	588
7.3.8.3.9	Vertikale Gesamtbelastung des Rohres	589
7.3.8.3.10	Horizontale Gesamtbelastung des Rohres	589
7.3.8.3.11	Sicherheiten gegen Verformung, Beulen und Beanspruchung durch äußeren Wasserdruck	590
7.3.8.3.12	Schnittkräfte und Spannungen des radial belasteten Rohres	590
7.3.8.3.13	Schnittkräfte und Spannungen des axial belasteten Rohres	591
7.3.8.4	Beanspruchung des Rohres beim Vortrieb	592
7.4	Rohrleitungsbau	593
7.4.1	Hauptleitungen, Versorgungsleitungen (VL)	593

7.4.1.1	Herstellen des Rohrgrabens (RG)	593
7.4.1.1.1	Vorarbeiten	593
7.4.1.1.2	Bauplatzbreite	593
7.4.1.1.3	Tiefe	594
7.4.1.1.4	Rohrgrabenbreite	597
7.4.1.1.5	Arbeitsvorgang beim RG-Aushub	598
7.4.1.1.6	Die Bodenarten	599
7.4.1.1.7	Der Grabenverbau	599
7.4.1.1.8	Wasserhaltung	602
7.4.1.1.9	Sohlenbefestigung	603
7.4.1.1.10	Das Wiedereinfüllen des RG nach dem Einlegen der Rohre	604
7.4.1.2	Herstellen der Rohrleitungen	605
7.4.1.2.1	Abnahme der Rohre und Rohrnetzteile	605
7.4.1.2.2	Beim Transport	605
7.4.1.2.3	Ausbessern von Schäden und Anbringen eines zusätzlichen Außenschutzes	605
7.4.1.2.4	Das Verlegen der Rohre	606
7.4.1.2.5	Das Verbinden der Rohre	607
7.4.1.2.6	Vervollständigen des Außenschutzes nach dem Verbinden der Rohre	613
7.4.1.2.7	Sicherung der Krümmer und Abzweige gegen Ausweichen	613
7.4.1.2.8	Abnahme der Verlegearbeit	616
7.4.1.3	Druckprüfung	616
7.4.1.3.1	Prüfstrecken	616
7.4.1.3.2	Das Verspannen	616
7.4.1.3.3	Das Füllen	616
7.4.1.3.4	Schutz gegen Temperatureinflüsse	617
7.4.1.3.5	Anordnung der Preßpumpe	617
7.4.1.3.6	Die Arten der Druckprüfung	617
7.4.1.3.7	Die Rohrwerkstoffe in der Druckprüfung	617
7.4.1.3.8	Der Ablaßtest	619
7.4.1.3.9	Die Gesamtprüfung größerer Leitungsabschnitte	619
7.4.1.4	Die Abnahme	619
7.4.1.5	Nacharbeiten	621
7.4.1.5.1	Endgültiges Überfüllen der Leitungen	621
7.4.1.5.2	Reinigung der Leitungsteile, Anstrich	622
7.4.1.5.3	Hinweise zum Auffinden der Einbauten und Leitungen	622
7.4.1.5.4	Spülung und Entkeimung der fertigen Rohrleitung	622
7.4.1.5.5	Durchflußprüfung	625
7.4.2	Anschlußleitungen AL (auch Grundstückszuleitungen genannt)	626
7.4.2.1	Zubehörteile	626
7.4.2.2	Verlegungstiefe und Lage	626
7.4.2.3	Nennweite	626
7.4.2.4	Verlegen	627
7.4.2.4.1	Kunststoffrohre aus Polyäthylen	627
7.4.2.4.2	Stahlrohre mit bituminösem Außenschutz (Gewindeverbindung nach DIN 2999)	627
7.4.2.4.3	Stahlrohre mit extrudiertem Kunststoff-Außenschutz	627
7.4.2.4.4	GGG-Rohre DN 50 und 65	627
7.4.2.5	Hauseinführung	627
7.4.2.6	Druckprobe	628
7.4.2.7	Anbohren	628
7.4.2.8	Wasserzählereinstbau	629
7.4.3	Besondere Bauwerke	630
7.4.3.1	Straßenkreuzungen	630
7.4.3.2	Kreuzungen mit Wasserläufen	631
7.4.3.3	Rohrüberführungen über Flüsse (Brückenleitungen)	633
7.4.3.4	Bahnkreuzungen	634
7.4.3.4.1	Grundregeln	634

7.4.3.4.2	Einlegen der Wasserleitungen in Bahnunterführungen	635
7.4.3.4.3	Einlegen der RL unter dem Gleiskörper	636
7.4.3.4.4	Überführen von Wasserleitungen über Bahngleise	637
7.4.3.4.5	Verlegung von Wasserleitungen an Eisenbahnbrücken	637
7.5	<i>Verbrauchsleitungen (Anschlußleitung und Trinkwasser-Installation)</i>	637
7.5.1	Bemessung	637
7.5.2	Anordnung der Absperrvorrichtungen und Armaturen	637
7.5.3	Baustoffe	638
7.5.4	Verlegen	638
7.5.5	Prüfung	639
7.5.6	Frostschutz	639
7.5.7	Tauwasserbildung	639
7.5.8	Druckerhöhungsanlagen in Grundstücken	639
	<i>Literatur</i>	639
8.	Brandschutz	642
8.1	<i>Allgemeines</i>	643
8.2	<i>Löschwasserversorgung allgemein</i>	643
8.3	<i>Feuerlöschanlagen</i>	643
8.3.1	Anlagen mit offenen Düsen	643
8.3.2	Anlagen mit geschlossenen Düsen	644
8.3.3	Schaumlöschanlagen	644
8.3.4	Sonstige stationäre Löschanlagen	645
8.4	<i>Löschwasserleitungen</i>	645
8.4.1	Löschwasserleitungen „naß“ (DIN 14 461 Teil 1)	645
8.4.2	Löschwasserleitungen „naß/trocken“ (DIN 14 461 Teil 1)	646
8.4.3	Löschwasserleitungen „trocken“ (DIN 14 461 Teil 2)	646
8.5	<i>Ausrüstung der Feuerwehr</i>	646
8.5.1	Feuerwehrfahrzeuge	646
8.5.2	Feuerwehrpumpen	648
8.5.3	Schläuche	648
8.5.4	Strahlrohre	649
	<i>Literatur</i>	649
9.	Trinkwasserversorgung in Notstandsfällen	650
9.1	<i>Ursachen von Notstandsfällen</i>	650
9.2	<i>Vorsorgemaßnahmen</i>	650
9.2.1	Allgemein	650
9.2.2	Rechtsgrundlagen	650
9.2.3	Wasserbedarf in Notstandsfällen	651
9.2.4	Deckung des Wasserbedarfs in Notstandsfällen	651
9.2.4.1	Notversorgung aus der öffentlichen Wasserversorgung	651
9.2.4.1.1	Allgemein	651
9.2.4.1.2	Maßnahmen zur Verbesserung der Betriebsbereitschaft in Notstandsfällen	651
9.2.4.2	Notversorgung aus Einzel-Versorgungen	652
9.2.4.2.1	Gebiete ohne zentrale Wasserversorgung	652
9.2.4.2.2	Gebiete mit zentraler Wasserversorgungsanlage	652
9.3	<i>Maßnahmen bei Anzeigen über das Eintreten eines Notstandes</i>	653
9.4	<i>Maßnahmen bei eingetretenen Notständen</i>	653
10.	Eigen- und Einzeltrinkwasserversorgung	655
10.1	<i>Wasserbeschaffenheit</i>	655
10.2	<i>Technische Hinweise</i>	655
	Bau und Betrieb von Wasserversorgungsanlagen	657
11.	Planung und Baudurchführung	658
11.1	<i>Aufgaben</i>	658

11.1.1 Allgemein	658
11.1.2 Technischer Bereich	658
11.1.3 Verwaltungs-Bereich	658
11.1.4 Weitergabe von Teilaufgaben	659
11.2 <i>Mitwirkung eines Ingenieurbüros</i>	659
11.2.1 Allgemein	659
11.2.2 Ingenieur-Auftrag	660
11.2.3 Honorare für Leistungen der Ingenieure	662
11.2.3.1 Allgemein	662
11.2.3.2 Ermittlung des Honorars für die Grundleistungen	663
11.2.3.2.1 Anrechenbare Kosten des Objekts	663
11.2.3.2.2 Honorarzonen	663
11.2.3.2.3 Mindest- und Höchstsätze des Honorars	663
11.2.3.3 Ermittlung des Honorars für Besondere Leistungen	664
11.2.3.4 Ermittlung des Honorars nach Zeitaufwand	664
11.2.3.5 Nebenkosten	665
11.2.3.6 Teilleistungssätze des Honorars	665
11.2.3.7 Honorar für örtliche Bauüberwachung	665
11.2.3.8 Erhöhung des Honorars	665
11.2.3.9 Baukünstlerische Beratung	665
11.2.3.10 Sonstige Leistungen	665
11.3 <i>Verantwortlichkeit der am Bau Beteiligten</i>	666
11.3.1 Allgemein	666
11.3.2 Verantwortlichkeit des Auftraggebers	666
11.3.3 Verantwortlichkeit des Entwurfserfertigens	666
11.3.4 Verantwortlichkeit der Bauoberleitung	666
11.3.5 Verantwortlichkeit der örtlichen Bauüberwachung	666
11.3.6 Verantwortlichkeit des Auftragnehmers	667
11.4 <i>Vorplanung/Vorentwurf (VE)</i>	667
11.4.1 Zweck	667
11.4.2 Vorerhebungen	667
11.4.3 Bestandteile des Vorentwurfs	668
11.4.4 Weiterbehandlung	668
11.5 <i>Entwurfsplanung/Entwurf (E)</i>	669
11.5.1 Zweck	669
11.5.2 Vorerhebungen	669
11.5.3 Bestandteile des Entwurfs	669
11.5.4 Weiterbehandlung des Entwurfs	673
11.6 <i>Bauoberleitung (BO)</i>	674
11.6.1 Allgemein	674
11.6.2 Aufgaben	674
11.6.3 Dauer der Bauoberleitung	675
11.7 <i>Örtliche Bauüberwachung (BÜ)</i>	675
11.7.1 Personal	675
11.7.2 Aufgaben	675
11.7.3 Anwesenheit auf der Baustelle	676
11.8 <i>Bauverwaltung</i>	676
11.8.1 Allgemein	676
11.8.2 Aufgaben	676
11.8.3 Auftrag	677
11.9 <i>Üblicher Ablauf einer Wasserversorgungs-Baumaßnahme</i>	677
11.9.1 Vorbereiten der Bauausführung	677
11.9.1.1 Allgemein	677
11.9.1.2 Privatrechtliche Regelungen	677
11.9.1.2.1 Inanspruchnahme privater Grundstücke	677
11.9.1.2.2 Inanspruchnahme öffentlicher Grundstücke	677
11.9.1.2.3 Sicherung der Energieversorgung	678
11.9.1.3 Wasserrechtliche Verfahren	678
11.9.1.3.1 Genehmigung der Entnahme von Wasser	678

11.9.1.3.2	Genehmigung der Einleitung von Wasser	678
11.9.1.3.3	Ausnahmegenehmigungen	678
11.9.1.3.4	Wasserwirtschaftliche Rahmenplanung	679
11.9.1.3.5	Festsetzen eines Schutzgebiets	679
11.9.1.4	Baurechtliche Verfahren	679
11.9.1.5	Finanzierung	679
11.9.2	Verdingung	680
11.9.2.1	Allgemein	680
11.9.2.2	Ausschreibung	680
11.9.2.3	Angebote	680
11.9.2.4	Zuschlag	680
11.9.3	Bauausführung einer Wasserfassung	681
11.9.3.1	Allgemein	681
11.9.3.2	Ablauf der Arbeiten	681
11.9.3.3	Schlußbericht	681
11.9.4	Ausführung der Bauarbeiten	681
11.9.4.1	Baueinweisung	681
11.9.4.2	Vorbereitende Arbeiten der Firmen	682
11.9.4.3	Bauarbeiten	682
11.9.4.4	Kontrolle der Bauausführung	682
11.9.4.5	Abrechnung	682
11.9.4.6	Abnahme	683
11.9.4.7	Schlußvorlagen	683
11.9.5	Inbetriebnahme	685
11.9.6	Übergabe	685
12.	Baukosten von Wasserversorgungsanlagen	687
12.1	Allgemein	687
12.2	Ermittlung der Angebotspreise (Kalkulation)	687
12.2.1	Vertragsarten	687
12.2.2	Vorbereiten der Kalkulation	688
12.2.2.1	Bedingungen und Richtlinien für die Angebotsabgabe	688
12.2.2.2	Erhebungen	688
12.2.2.3	Berechnungsgrundlagen	688
12.2.3	Preisermittlung der Angebotssumme	689
12.2.3.1	Gliederung der Preisermittlung	689
12.2.3.2	Unmittelbare Selbstkosten der Bauarbeiten	689
12.2.3.2.1	Allgemein	689
12.2.3.2.2	Einzelkosten	689
12.2.3.3	Zuschläge zu den unmittelbaren Selbstkosten	690
12.2.3.3.1	Soziale Abgaben	690
12.2.3.3.2	Gemeinkosten der Baustelle	690
12.2.3.4	Betriebskostenzuschläge	690
12.2.3.5	Umsatzsteuer	692
12.2.4	Zusammenstellung des Angebots	692
12.2.5	Aufgliederung der Angebotssumme	693
12.3	Kostenschätzung (Preisgrundlage Dez. 1990)	693
12.3.1	Allgemein	693
12.3.2	Rohbaukosten	694
12.3.2.1	Wasserfassung	694
12.3.2.1.1	Quellfassungen	694
12.3.2.1.2	Bohrbrunnen	694
12.3.2.1.3	Horizontalfilterbrunnen	695
12.3.2.1.4	Oberflächenwasserfassung	696
12.3.2.2	Wasseraufbereitung	697
12.3.2.3	Wasserförderung	697
12.3.2.4	Wasserspeicherung	698
12.3.2.4.1	Erdbehälter	698
12.3.2.4.2	Turmbehälter	699

12.3.2.5	Wasserverteilung	699
12.3.2.5.1	Rohrgraben	699
12.3.2.5.2	Rohrleitung	700
12.3.2.5.3	Armaturen	700
12.3.2.5.4	Sonder-Bauwerke	702
12.3.2.5.5	Spülen und Entkeimen	704
12.3.2.5.6	Druckprüfung	704
12.3.2.5.7	Gesamtkosten je m Zubringer- bzw. Versorgungsleitung ...	704
12.3.2.5.8	Anschlußleitung	704
12.3.2.6	Außenanlagen	704
12.3.2.7	Objektschutz	705
12.3.2.8	Baustelleneinrichtung, mit Auf- und Abbau, sowie Vorhalten ...	705
12.3.2.9	Sonstige Kosten	705
12.3.2.9.1	Allgemein	705
12.3.2.9.2	Unvorhergesehenes	705
12.3.2.9.3	Ingenieurleistungen	705
12.3.2.9.4	Nebenkosten	705
12.3.3	Umsatzsteuer	705
12.3.4	Verbrauchsleitungen (Hausinstallation)	706
12.4	<i>Baukosten je Einheit</i>	706
12.5	<i>Kostenanteil der Anlageteile an den Gesamtkosten</i>	707
12.6	<i>Wertberechnung bestehender Anlagen</i>	707
12.6.1	Allgemein	707
12.6.2	Kostenindex	707
12.6.3	Beispiel einer Wertberechnung	710
12.7	<i>Lohn- und Materialanteil an den Gesamtkosten</i>	710
	<i>Literatur</i>	710
13.	Betrieb, Verwaltung und Überwachung	711
13.1	<i>Allgemein</i>	711
13.2	<i>Organisation</i>	711
13.2.1	Arten der Wasserversorgung	711
13.2.2	Pflichtaufgabe Wasserversorgung	713
13.2.3	Unternehmensformen der öffentlichen Wasserversorgung	713
13.2.3.1	Allgemein	713
13.2.3.2	Regiebetrieb	713
13.2.3.3	Eigenbetrieb	713
13.2.3.4	Zweckverband	714
13.2.3.5	Wasser- und Bodenverband	714
13.2.3.6	Kapitalgesellschaft	714
13.2.3.7	Sonstige Unternehmensformen des privaten Rechts	714
13.2.3.8	Anteile der verschiedenen Unternehmensformen	715
13.2.4	Unternehmensaufbau	715
13.2.4.1	Unternehmensleitung	715
13.2.4.2	Innerer Aufbau eines Unternehmens	716
13.2.4.2.1	Allgemein	716
13.2.4.2.2	Gliederung des technischen Betriebes	716
13.2.4.2.3	Gliederung der Verwaltung	717
13.3	<i>Betrieb</i>	717
13.3.1	Anforderungen	717
13.3.1.1	an das Trinkwasser	717
13.3.1.2	an den Unternehmer	718
13.3.1.3	an das technische Personal	719
13.3.1.4	an die Anlagenteile, Arbeitsgeräte und Materialien	719
13.3.2	Technisches Personal	720
13.3.2.1	Qualifikation und Personalbedarf	720
13.3.2.1.1	Kleine WVU	720
13.3.2.1.2	Kleinere und mittlere WVU	721
13.3.2.1.3	Mittlere und größere WVU	721

13.3.2.2	Aus- und Fortbildung in der Ver- und Entsorgung	722
13.3.2.2.1	Wasserwart	722
13.3.2.2.2	Ver- und Entsorger, Anlagenmechaniker	722
13.3.2.2.3	Wassermeister, Rohrnetzmeister	723
13.3.2.3	Laufende Fortbildung	723
13.3.2.3.1	Angebote allgemein	723
13.3.2.3.2	Ortsnahe Fortbildung des techn. Personals (Nachbarschaften)	723
13.3.2.4	Dienstanweisung	724
13.3.2.4.1	Allgemein	724
13.3.2.4.2	Muster einer Dienstanweisung (Auszug)	724
13.3.3	Rechtsvorschriften, Technische Regelwerke	725
13.3.3.1	Allgemein	725
13.3.3.2	Wasserrecht	726
13.3.3.2.1	Allgemein	726
13.3.3.2.2	Wasserrechtliches Verfahren	727
13.3.3.2.3	Die Entnahme, der wasserrechtliche Bescheid	727
13.3.3.2.4	Die Festsetzung von Schutzgebieten, die Schutzgebietsverordnung	729
13.3.3.3	Gesundheitsrecht	730
13.3.3.3.1	Allgemein	730
13.3.3.3.2	Die Trinkwasserverordnung (TrinkwV)	730
13.3.3.4	Rechtsformen für die Wasserabgabe an den Kunden	731
13.3.3.4.1	Allg. Versorgungsbedingungen – AVBWasserV	731
13.3.3.4.2	Öffentlich-rechtliche Regelung durch Satzung	731
13.3.3.4.3	Privatrechtlicher Vertrag	732
13.3.3.5	Baurecht	732
13.3.3.5.1	Bauplanungsrecht	732
13.3.3.5.2	Bauordnungsrecht	732
13.3.3.6	Grundstücks- und Straßenbenutzungsrecht	733
13.3.3.6.1	Allgemein	733
13.3.3.6.2	Grundstücksrecht	733
13.3.3.6.2.1	Allgemein	733
13.3.3.6.2.2	Grundbuch	733
13.3.3.6.2.3	Liegenschaftskataster	733
13.3.3.6.2.4	Grunderwerb	734
13.3.3.6.2.5	Dienstbarkeit	734
13.3.3.6.3	Straßenbenutzungsrecht	734
13.3.3.7	Arbeitssicherheit	735
13.3.4	Betriebsaufgaben	735
13.3.4.1	Allgemein	735
13.3.4.2	Betriebsführung, Betriebsaufzeichnungen	735
13.3.4.2.1	Allgemein	735
13.3.4.2.2	Niederschriften über Betriebsmessungen	736
13.3.4.2.3	Auswertung der Messungen	738
13.3.4.2.4	Labor	740
13.3.4.3	Instandhaltung	740
13.3.4.3.1	Allgemein	740
13.3.4.3.2	Kontrolle und Wartung der Anlagenteile	742
13.3.4.3.2.1	Wasserfassungen	742
13.3.4.3.2.2	Gebäude	744
13.3.4.3.2.3	Maschinen- und Elektroanlagen	744
13.3.4.3.2.4	Wehranlagen und Triebwerke	745
13.3.4.3.2.5	Aufbereitungsanlagen	745
13.3.4.3.2.6	Wasserspeicher	746
13.3.4.3.2.7	Wasserverteilungsanlagen	747
13.3.4.3.3	Instandsetzung	747
13.3.4.3.3.1	Allgemein	747
13.3.4.3.3.2	Wassermangel	748

13.3.4.3.3.3	Brunnenregenerierung	749
13.3.4.3.3.4	Fördervermögen der Leitung	749
13.3.4.3.3.5	Spülung	749
13.3.4.3.3.6	Rohrreinigung	750
13.3.4.3.3.7	Orten von Rohrleitungen und Straßenkappen	750
13.3.4.3.3.8	Wasserverluste	751
13.3.4.3.3.9	Schutz der Wasserversorgungsanlagen gegen Frostschäden	755
13.3.4.4	Anschlußleitungen	758
13.3.4.5	Besondere Schutzmaßnahmen	759
13.3.4.5.1	Allgemein	759
13.3.4.5.2	Schutzmaßnahmen bei Unfällen mit wassergefährdenden Stoffen	759
13.3.4.5.3	Objektschutz	759
13.3.4.6	Baumaßnahmen	760
13.3.4.6.1	Mitwirkung des Betriebes bei Baumaßnahmen	760
13.3.4.6.2	Planung und Bauoberleitung durch Angehörige des WVU	760
13.3.4.6.3	Bauausführung durch das WVU	760
13.4	Verwaltung	760
13.4.1	Anforderungen	760
13.4.2	Verwaltungspersonal	760
13.4.3	Verwaltungsaufgaben	761
13.4.3.1	Allgemeine Verwaltungsaufgaben	761
13.4.3.1.1	Allgemein	761
13.4.3.1.2	Rechtswesen	761
13.4.3.1.3	Vergabewesen	761
13.4.3.2	Grundstückswesen	761
13.4.3.3	Personalwesen	762
13.4.3.4	Finanzwesen	762
13.4.3.4.1	Allgemein	762
13.4.3.4.1.1	Regiebetrieb	762
13.4.3.4.1.2	Eigenbetrieb	763
13.4.3.4.2	Buchhaltung	776
13.4.3.4.3	Kasse	767
13.4.3.4.4	Überwachung des Kassen- und Rechnungswesens	767
13.4.3.5	Wasserverkauf, Kundenbetreuung	767
13.4.3.5.1	Wasserverkauf	767
13.4.3.5.2	Kundenbetreuung	768
13.5	Überwachung	768
13.5.1	Allgemein	768
13.5.2	Eigenüberwachung	769
13.5.3	Staatliche Überwachung	769
	Literatur	770
Anhang		771
14. Gesetzliche Einheiten, Zahlenwerte, DVGW-Regelwerk, DIN-Normen u. ä.		772
14.1	Gesetzliche Einheiten	772
14.1.1	Allgemein	772
14.1.2	Basiseinheiten	772
14.1.3	Dezimale Vielfache und dezimale Teile von Einheiten	772
14.1.4	Gesetzlich abgeleitete Einheiten (kohärente Einheiten des SI)	772
14.1.5	Anwendungshinweise für das SI	774
14.1.6	Umrechnungstabellen	774
14.2	Umrechnung von Maßeinheiten aus dem amerikanischen („[US]“) und englischen („[E]“) ins metrische Maßsystem	776
14.3	Häufig benötigte Zahlenwerte und Gleichungen	777
14.4	Griechisches Alphabet	779
14.5	Verbände und Vereine	779

14.6	<i>DVGW-Regelwerk</i>	780
14.6.1	Wasserversorgung – allgemein	780
14.6.2	Wassergewinnung	780
14.6.3	Wasseraufbereitung	781
14.6.4	Wasserförderung	782
14.6.5	Wasserspeicherung	783
14.6.6	Wasserverteilung	783
14.6.7	Brandschutz und Trinkwasser-Notversorgung	784
14.6.8	Bau und Betrieb	784
14.7	<i>DIN-Normen</i>	785
14.7.1	Wasserversorgung – allgemein	785
14.7.2	Wassergewinnung	785
14.7.3	Wasseraufbereitung	786
14.7.4	Wasserförderung	787
14.7.5	Wasserspeicherung	789
14.7.6	Wasserverteilung	790
14.7.7	Brandschutz	792
14.7.8	Bau und Betrieb	793
14.8	<i>Gesetze, Verordnungen, Richtlinien</i>	793
14.8.1	Wasserversorgung – allgemein	793
14.8.2	Wassergewinnung	794
14.8.3	Wasseraufbereitung	794
14.8.4	Wasserförderung	794
14.8.5	Wasserspeicherung	795
14.8.6	Wasserverteilung	795
14.8.7	Brandschutz und Trinkwasser-Notversorgung	795
14.8.8	Bau und Betrieb	796
14.9	<i>Zeitschriften des Wasserversorgungsfaches</i>	798
14.10	<i>Weitere Schriftenreihen und technische Mitteilungen</i>	798
15.	Stichwortverzeichnis	799
	Bezugsquellenverzeichnis	808