

Kapitelübersicht

Vorworte	XXXIII
Liste der Abkürzungen	XXXVII
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	5
1.4 Anforderungen an eine Wasserversorgungsanlage	6
1.5 Planung einer Wasserversorgungsanlage	9
1.6 Beteiligte Fachgebiete	9
1.7 Anlageteile einer Wasserversorgungsanlage	10
2. Wasserabgabe – Wasserbedarf	11
2.1 Allgemein	11
2.2 Bestimmende Faktoren	12
2.3 Wasserabgabe	12
2.4 Wasserverbrauch je Verbrauchseinheit	24
2.5 Wasserverbrauch der Industrie	29
2.6 Wasserbedarf	29
3. Wassergewinnung	41
3.1 Hydrogeologie	41
3.2 Wasserfassung	81
3.3 Trinkwasserschutzgebiete	136
4. Wasseraufbereitung	145
4.1 Wasserbeschaffenheit	145
4.2 Trinkwasseraufbereitung	188
5. Wasserförderung	259
5.1 Maschinenkunde	259
5.2 Elektrotechnik	286
5.3 Fernwirkanlagen	301
5.4 Wasserzählung und Wassermessung	309
5.5 Pumpwerke	321
6. Wasserspeicherung	343
6.1 Aufgaben der Wasserspeicherung	344
6.2 Arten der Wasserspeicherung	345
6.3 Fassungsraum	347
6.4 Hochbehälter	354
6.5 Wasserturm	394
6.6 Tiefbehälter	405
6.7 Löschwasserbehälter	406
6.8 Trinkwassertalsperren	409
7. Wasserverteilung	411
7.1 Rohrnetzausrüstung	411
7.2 Planung von Rohrleitungen und Rohrnetzen	451
7.3 Berechnung von Rohrleitungen und Rohrnetzen	464
7.4 Rohrleitungsbau	534
7.5 Verbrauchsleitungen	580
8. Brandschutz	585
8.1 Allgemeines	586
8.2 Löschwasserversorgung allgemein	586
8.3 Feuerlöschanlagen	587
8.4 Löschwasserleitungen	589
8.5 Ausrüstung der Feuerwehr	590

9. Trinkwasserversorgung in Notstandsfällen	595
9.1 Ursachen von Notstandsfällen	595
9.2 Vorsorgemaßnahmen	595
9.3 Maßnahmen bei Anzeigen über das Eintreten eines Notstandes	598
9.4 Maßnahmen bei eingetretenen Notständen	598
10. Einzelwasserversorgung	601
10.1 Wasserbeschaffenheit	601
10.2 Technische Hinweise	601
Bau und Betrieb von Wasserversorgungsanlagen	603
11. Planung und Baudurchführung	605
11.1 Aufgaben	606
11.2 Mitwirkung eines Ingenieurbüros	607
11.3 Verantwortlichkeit der am Bau Beteiligten	615
11.4 Vorentwurf (VE)	617
11.5 Bauentwurf (BE)	619
11.6 Bauoberleitung (BO)	624
11.7 Örtliche Bauüberwachung (Bauführung)	625
11.8 Bauüberwachung (BÜ)	629
11.9 Üblicher Ablauf einer Wasserversorgungs-Baumaßnahme	630
12. Baukosten von Wasserversorgungsanlagen	641
12.1 Allgemein	641
12.2 Ermittlung der Angebotspreise (Kalkulation)	642
12.3 Kostenschätzung (Preisgrundlage Aug. 1985)	648
12.4 Baukosten je Einheit	662
12.5 Kostenanteil der Anlageteile an den Gesamtkosten	662
12.6 Wertberechnung bestehender Anlagen	663
12.7 Lohn- und Materialanteil an den Gesamtkosten	666
13. Betrieb und Verwaltung	667
13.1 Allgemein	668
13.2 Organisation	668
13.3 Betrieb	674
13.4 Verwaltung	709
13.5 Betriebsüberwachung	722
Anhang	725
14. Gesetzliche Einheiten, Zahlenwerte, Verbände – Vereine, DVGW-Regelwerk, Zeitschriften	727
14.1 Gesetzliche Einheiten	727
14.2 Umrechnung von Maßeinheiten aus dem englischen ins metrische Maßsystem	732
14.3 Häufig benötigte Zahlenwerte und Gleichungen	734
14.4 Griechisches Alphabet	735
14.5 Verbände und Vereine	736
14.6 DVGW-Regelwerk Wasser	737
14.7 Zeitschriften des Wasserversorgungsfaches	743
14.8 Weitere Schriftenreihe des ZfGW-Verlages, Frankfurt	743
14.9 Technische Mitteilungen der FIGAWA	743
15. Stichwortverzeichnis	744

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>	5
1.4 <i>Anforderungen an eine Wasserversorgungsanlage</i>	6
1.4.1 <i>Allgemeine Forderungen</i>	6
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>	7
1.4.5 <i>Verbindung von öffentlichen Wasserversorgungsanlagen mit Eigenanlagen</i>	7
1.4.6 <i>Leistungsfähigkeit</i>	7
1.5 <i>Planung einer Wasserversorgungsanlage</i>	9
1.6 <i>Beteiligte Fachgebiete</i>	9
1.7 <i>Anlageteile einer Wasserversorgungsanlage</i>	10
2. Wasserabgabe – Wasserbedarf	11
2.1 <i>Allgemein</i>	11
2.2 <i>Bestimmende Faktoren</i>	12
2.3 <i>Wasserabgabe</i>	12
2.3.1 <i>Allgemein</i>	12
2.3.2 <i>Wasserabgabe im Betrachtungszeitraum</i>	13
2.3.3 <i>Wasserabgabe/Jahr</i>	13
2.3.3.1 <i>Größe</i>	13
2.3.3.2 <i>Schwankungen Q_a</i>	14
2.3.4. <i>Wasserabgabe/Monat</i>	14
2.3.4.1 <i>Größe</i>	14
2.3.4.2. <i>Schwankung Q_{Mt} im Jahr</i>	15
2.3.5 <i>Wasserabgabe/Tag</i>	15
2.3.5.1 <i>Größe</i>	15
2.3.5.2 <i>Schwankungen Q_d im Jahr</i>	16
2.3.5.2.1 <i>Größtwert $\max Q_d$</i>	16
2.3.5.2.2 <i>Kleinstwert $\min Q_d$</i>	17
2.3.5.3 <i>Schwankungen Q_d in der Woche</i>	17
2.3.5.4 <i>Wasserabgabe – Ganmlinie – Dauerlinie</i>	18
2.3.6 <i>Wasserabgabe/Stunde</i>	19
2.3.6.1 <i>Größe</i>	19
2.3.6.2 <i>Schwankungen Q_h während des Tages</i>	19
2.3.6.3 <i>Größtwert $\max Q_h$</i>	21
2.3.6.4 <i>Kleinstwert $\min Q_h$</i>	22
2.3.7 <i>Wasserabgabe/Sekunde Q_s</i>	22
2.3.7.1 <i>Allgemeine Bemessungswerte</i>	22
2.3.7.2 <i>Bemessung von Zubringerleitungen, Fernleitungen</i>	22
2.3.7.3 <i>Bemessung von Hauptleitungen, Versorgungsleitungen</i>	22
2.3.7.4 <i>Bemessung von Anschlußleitungen, Verbrauchsleitungen</i>	23
2.4 <i>Wasserverbrauch je Verbrauchseinheit</i>	24
2.4.1 <i>Volumenstrom von Auslauf-Armaturen</i>	24
2.4.2 <i>Wasserverbrauch je Einzolvorgang</i>	25
2.4.3 <i>Wasserverbrauch l/Ed im Haushalt für einzelne Zwecke</i>	25
2.4.4 <i>Erfahrungswerte des Wasserverbrauchs je Verbrauchereinheit</i>	26
2.4.5 <i>Eigenverbrauch der WVU</i>	28
2.4.6 <i>Wasserverlust</i>	28

2.5 Wasserverbrauch der Industrie	29
2.6 Wasserbedarf	29
2.6.1 Bemessungswerte des Wasserbedarfs	30
2.6.2 Bemessungszeitraum	30
2.6.3 Feststellen der Bemessungsgrundlagen	30
2.6.3.1 Derzeitige und künftige Zahl der versorgten Einwohner	30
2.6.3.2 Siedlungsstruktur und Wohndichte	31
2.6.3.3 Entwicklung des industriellen und sonstigen Wasserbedarfs	32
2.6.3.4 Klimatische Verhältnisse	32
2.6.3.5 Einheits-Bedarfswerte	33
2.6.3.6 Spitzenfaktoren	34
2.6.3.7 Zunahme des Wasserbedarfs	35
2.6.3.7.1 Bevölkerungsentwicklung	35
2.6.3.7.2 Prognose des Anschlußgrades	35
2.6.3.7.3 Prognose des personenbezogenen Trinkwasserverbrauchs	35
2.6.4 Löschwasserbedarf	36
2.6.4.1 Allgemein	37
2.6.4.2 Grundschutz	37
2.6.4.3 Objektschutz	37
2.6.4.4 Löschwasser-Bereitstellung durch das WVU	37
2.6.5 Wasserbedarf in Notstandsfällen	37
2.6.6 Beispiel der Berechnung des Wasserbedarfs	38
3. Wassergewinnung	41
3.1 Hydrogeologie	41
3.1.1 Allgemein	42
3.1.2 Wasserbilanz	42
3.1.2.1 Wasserhaushaltsgleichung	42
3.1.2.2 Niederschlag	43
3.1.2.3 Verdunstung	45
3.1.2.4 Oberirdischer Abfluß	46
3.1.2.5 Unterirdischer Abfluß	48
3.1.2.5.1 Verteilung des unterirdischen Abflusses im Boden	48
3.1.2.5.2 Grundwasser-Neubildung	50
3.1.3 Für die Wasserversorgung ausnützbare Oberflächengewässer	51
3.1.3.1 Niederschlag	51
3.1.3.2 Flußwasser	51
3.1.3.3 Seewasser, Trinkwassertalsperren	51
3.1.4 Für die Wasserversorgung ausnützbare Grundwasser	51
3.1.4.1 Allgemein	51
3.1.4.2 Arten der Grundwasserleiter	51
3.1.4.3 Grundwasservorkommen in den geologischen Formationen	52
3.1.4.4 Grundwasser-Erkundung	54
3.1.4.4.0 Allgemein	54
3.1.4.4.1 Örtliche Verhältnisse	54
3.1.4.4.2 Hydrogeologisches Profil	54
3.1.4.4.3 Grundwasserspiegel	56
3.1.4.4.4 Grundwassersohle	57
3.1.4.4.5 GWhydraulische Verhältnisse	57
3.1.4.4.6 Einzugsgebiet	57
3.1.4.4.7 Wasserbeschaffenheit	57
3.1.4.4.8 Folgen einer GWabsenkung durch GWentnahme	57
3.1.5 Grundwasser-Hydraulik in Poren-Grundwasserleitern	57
3.1.5.1 Aufgabe	57
3.1.5.2 Grundwasser-Fließrichtung und Grundwasser-Gefälle	58
3.1.5.2.1 Grundwasser-Höhenkurvenplan	58

3.1.5.2.2 Grundwasser-Meßdreieck	58
3.1.5.3 Grundwasser-Fließgeschwindigkeit	59
3.1.5.3.1 Arten der Grundwasser-Fließgeschwindigkeit	59
3.1.5.3.2 Messung der GW-Fließgeschwindigkeit	59
3.1.5.3.3 Berechnung der GW-Fließgeschwindigkeit	60
3.1.5.4 Grundwasserabfluß	62
3.1.5.5 Grundwasserentnahme aus Einzelbrunnen	62
3.1.5.5.1 Allgemein	62
3.1.5.5.2 Pumpversuche	62
3.1.5.5.3 Grundwasser-Absenkungskurve	64
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	70
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	74
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	79
3.1.8.1 Arten	79
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	81
3.2.1 Arten der Wasserfassung	82
3.2.2 Wahl der Wasserfassung	83
3.2.3 Quellfassungen	83
3.2.3.1 Vorbereitende Erhebungen	83
3.2.3.1.1 Austrittsart	83
3.2.3.1.2 Wassermenge	83
3.2.3.1.3 Temperatur	84
3.2.3.1.4 Wasserbeschaffenheit	84
3.2.3.2 Aufschürfen von Quellen	84
3.2.3.3 Schichtquellenfassung	85
3.2.3.3.1 Aufschürfen einer Quelle	85
3.2.3.3.2 Sickergalerie	86
3.2.3.3.3 Sammelschacht	86
3.2.3.3.4 Sandfang	87
3.2.3.4 Stauquellenfassung	87
3.2.3.5 Überlaufquellenfassung	88
3.2.3.6 Sonderausführungen	88
3.2.4 Grundwasserfassungen	88

3.2.4.0 Allgemein	90
3.2.4.1 Schlagbrunnen	90
3.2.4.2 Spülbrunnen	90
3.2.4.3 Schachtbrunnen	91
3.2.4.4 Bohrbrunnen	92
3.2.4.4.1 Allgemein	92
3.2.4.4.2 Bemessen	93
3.2.4.4.3 Herstellen der Bohrung	93
3.2.4.4.4 Brunnenausbau	98
3.2.4.4.5 Entsandten und Entschlammen	110
3.2.4.4.6 Pumpversuche	114
3.2.4.4.7 Leistungssteigerung bei neuen Bohrbrunnen	118
3.2.4.4.8 Überwachung der Bohrung	118
3.2.4.5 Brunnenreihen	119
3.2.4.5.1 Allgemein	119
3.2.4.5.2 Standort der Brunnen	119
3.2.4.5.3 Pumpversuche	120
3.2.4.6 Grundwassergalerie	120
3.2.4.7 Horizontalbrunnen	121
3.2.4.7.1 Allgemein	121
3.2.4.7.2 Vorerhebungen	121
3.2.4.7.3 Ausführungsarten	122
3.2.4.7.4 Bauausführung	122
3.2.4.7.5 Entsandten	125
3.2.4.7.6 Pumpversuche	125
3.2.4.7.7 Beispiel	125
3.2.4.8 Leistungsrückgang bestehender Grundwasserfassungen	127
3.2.4.8.1 Allgemein	127
3.2.4.8.2 Änderung der hydrologischen Verhältnisse	127
3.2.4.8.3 Zunahme des Durchflußwiderstandes	127
3.2.5 Grundwasseranreicherung	128
3.2.5.1 Allgemein	128
3.2.5.2 Natürliche Grundwasseranreicherung	128
3.2.5.2.1 Grundlagen	128
3.2.5.2.2 Uferfiltrationsmenge	128
3.2.5.2.3 Wasserbeschaffenheit	129
3.2.5.3 Künstliche Grundwasseranreicherung	129
3.2.5.3.1 Allgemein	129
3.2.5.3.2 Oberirdische Versickerungsanlagen	129
3.2.5.3.3 Unterirdische Versickerungsanlagen	130
3.2.5.4 Grundwasserspeicher	131
3.2.5.4.1 Allgemein	131
3.2.5.4.2 Natürlicher Grundwasserspeicher	131
3.2.5.4.3 Künstlicher Grundwasserspeicher	131
3.2.6 Oberflächenwasserentnahmen	131
3.2.6.1 Allgemein	131
3.2.6.2 Trinkwassertalsperren	132
3.2.6.2.1 Allgemein	132
3.2.6.2.2 Standort	132
3.2.6.2.3 Wassertiefe	132
3.2.6.2.4 Speicherinhalt	132
3.2.6.2.5 Speicherbecken	133
3.2.6.2.6 Sperrenbauwerk	133
3.2.6.2.7 Wasserbeschaffenheit	134
3.2.6.3 Seewasserfassung	134
3.2.6.4 Flußwasserfassungen	135
3.2.6.5 Zisternen	135

3.3	Trinkwasserschutzgebiete	136
3.3.1	Allgemein	137
3.3.2	Schutzgebiete für Grundwasser-Entnahmen im Lockergestein	137
3.3.2.1	Gefährdungen und Beeinträchtigungen	137
3.3.2.1.1	Gütemäßig	137
3.3.2.1.2	Mengenmäßig	137
3.3.2.2	Reinigungswirkung des Untergrundes	137
3.3.2.2.1	Reinigungswirkung	137
3.3.2.2.2	Beschaffenheit des Untergrundes	138
3.3.2.2.3	Verweildauer	138
3.3.2.3	Schutzgebietszonen	138
3.3.2.3.1	Einteilung	138
3.3.2.3.2	Bemessung	138
3.3.2.3.3	Beispiel der Bemessung eines Schutzgebietes	139
3.3.2.3.4	Schutzanordnungen	140
3.3.3	Schutzgebiet für Grundwasserentnahmen aus Festgestein	142
3.3.4	Schutzgebiet für Trinkwassertalsperren	142
3.3.4.1	Allgemein	142
3.3.4.2	Gefährdungen und Beeinträchtigungen	142
3.3.4.3	Schutzgebietszonen	142
3.3.4.3.1	Einteilung	142
3.3.4.3.2	Bemessung	142
3.3.4.4	Schutzanordnungen	144
3.3.5	Schutzgebiet für Seen	144
3.3.6	Schutzgebiet für Flußwasserentnahme	144
4.	Wasseraufbereitung	145
4.1	Wasserbeschaffenheit	145
4.1.1	Physikalisch-chemische Eigenschaften des reinen Wassers	146
4.1.1.1	Bestandteile	146
4.1.1.2	Aggregatzustand und Masse	146
4.1.1.3	Viskosität	146
4.1.1.4	Spezifische Wärme	147
4.1.1.5	Zusammendrückbarkeit	147
4.1.1.6	Chemisches Lösungsvermögen	147
4.1.1.7	Folgeerscheinungen	148
4.1.2	Anforderungen an Trinkwasser	150
4.1.2.1	Allgemein	150
4.1.2.2	DIN 2000	151
4.1.2.2.1	Geltungsbereich und Zweck	151
4.1.2.2.2	Allgemein	151
4.1.2.2.3	Anforderungen an Trinkwasser	151
4.1.2.3	Trinkwasser-Verordnung v. 31. Jan. 1975	151
4.1.2.4	EG-Richtlinie v. 15. Juli 1980	152
4.1.2.5	Eignung von Oberflächenwasser	154
4.1.2.6	Einteilung einer Wasseranalyse	156
4.1.2.7	Schadstoffe im Wasser	158
4.1.2.8	Zusammenfassung der Anforderungen an Trinkwasser	158
4.1.2.9	Beurteilung der Eignung von Wasser zur Trinkwasserversorgung	159
4.1.3	Beschaffenheit des in der Natur vorkommenden Wassers	159
4.1.3.1	Organoleptische Faktoren	159
4.1.3.1.1	Farbe	159
4.1.3.1.2	Trübung	159
4.1.3.1.3	Geruch	160
4.1.3.1.4	Geschmack	160
4.1.3.2	Physikalisch-chemische Wasserbeschaffenheit	161
	Besondere Reaktions- und Summen-Parameter	161

4.1.3.2.1	Temperatur	161
4.1.3.2.2	pH-Wert	163
4.1.3.2.3	Sättigungsindex Si	165
4.1.3.2.4	Redoxpotential	165
4.1.3.2.5	Leitfähigkeit	165
4.1.3.2.6	Trockenrückstand	166
4.1.3.2.7	Sauerstoff	166
4.1.3.2.8	Oxidierbarkeit	167
4.1.3.2.9	Säurekapazität bei pH 4,3	167
4.1.3.2.10	Kohlensäure	167
4.1.3.2.11	Schwefelwasserstoff	170
4.1.3.2.12	Besondere Summenparameter der Verschmutzung von Oberflächenwasser	170
4.1.3.3	Physikalische, chemische Parameter, Kationen	171
4.1.3.3.1	Calcium	171
4.1.3.3.2	Magnesium	171
4.1.3.3.3	Natrium	171
4.1.3.3.4	Kalium	171
4.1.3.3.5	Eisen	171
4.1.3.3.6	Mangan	172
4.1.3.3.7	Ammonium	172
4.1.3.3.8	Barium, Strontium, Lithium	172
4.1.3.4	Physikalische, chemische Parameter, Anionen	172
4.1.3.4.1	Stickstoffverbindungen	172
4.1.3.4.2	Nitrit	172
4.1.3.4.3	Nitrat	173
4.1.3.4.4	Chlorid	173
4.1.3.4.5	Sulfat	174
4.1.3.4.6	Hydrogenkarbonat, Karbonat, Hydroxid	174
4.1.3.4.7	Fluor	174
4.1.3.4.8	Bromid, Jodid	174
4.1.3.4.9	Phosphat	174
4.1.3.4.10	Silikate	175
4.1.3.5	Härte	175
4.1.3.6	Sonstige Inhaltsstoffe mit Grenzwert-Parameter nach der TW-VO und EG-Richtlinie	176
4.1.3.6.1	Arsen, Blei, Cadmium, Chrom, Cyanide, Quecksilber	176
4.1.3.6.2	Cancerogene Stoffe	176
4.1.3.6.3	Phenol	177
4.1.3.6.4	Detergentien	177
4.1.3.7	Mikrobiologische Parameter	177
4.1.3.8	Biologische Wasserbeschaffenheit	178
4.1.3.9	Radioaktive Wasserbeschaffenheit	179
4.1.4	Wasserbeschaffenheit von Grundwasser aus verschiedenen geologischen Formationen	180
4.1.5	Wasserbeschaffenheit von Mineralwasser	180
	Wasserbeschaffenheit von natürlichen, ortsgelagerten Heilwässern	181
4.1.6	Veränderung der natürlichen Wasserbeschaffenheit von Grundwasser	181
4.1.6.1	Primäre Ursachen	181
4.1.6.2	Sekundäre Einflüsse	182
4.1.6.3	Schutz gegen Veränderung der Wasserbeschaffenheit	183
4.1.7	Durchführung der Wasseruntersuchungen	183
4.1.7.1	Allgemein	183
4.1.7.2	Chemische Untersuchung	185
4.1.7.2.1	Nach der TW-VO vorgeschriebene Untersuchungen	185
4.1.7.2.2	Chemische Untersuchung für die hygienische Beurteilung	185

4.1.7.2.3	Untersuchung zur technischen Beurteilung	185
4.1.7.2.4	Probenentnahme	185
4.1.7.2.5	Häufigkeit der Untersuchungen	186
4.1.7.3	Mikrobiologische Untersuchung	187
4.1.7.3.1	Untersuchung nach der TW-VO	187
4.1.7.3.2	Probenentnahme	187
4.1.7.3.3	Häufigkeit der Untersuchung	187
4.1.7.4	Biologische Untersuchung	187
4.1.7.5	Hygienische Beurteilung	188
4.2	Trinkwasseraufbereitung	188
4.2.1	Anforderungen	189
4.2.1.1	Aufgabe der Trinkwasseraufbereitung	189
4.2.1.2	Ziel der Trinkwasseraufbereitung	189
4.2.1.3	Verfahrensarten der Trinkwasseraufbereitung	191
4.2.2	Physikalische Verfahren	192
4.2.2.1	Vorreinigung	192
4.2.2.1.1	Rechen	192
4.2.2.1.2	Entsandung	192
4.2.2.1.3	Entölung	193
4.2.2.1.4	Sieben	193
4.2.2.2	Koagulation, Flockung, Sedimentation	194
4.2.2.2.1	Allgemein	194
4.2.2.2.2	Koagulation	194
4.2.2.2.3	Flockung	195
4.2.2.2.4	Sedimentation	195
4.2.2.2.5	Flotation	196
4.2.2.3	Gasaustausch	196
4.2.2.3.1	Allgemein	196
4.2.2.3.2	Freier Regenfall	197
4.2.2.3.3	Rieselung	197
4.2.2.3.4	Kaskadenbelüftung	197
4.2.2.3.5	Verdüsung	197
4.2.2.3.6	Wellbahnbelüftung	198
4.2.2.3.7	Propellerbelüftung	198
4.2.2.3.8	Druckbelüftung	198
4.2.2.4	Filtration	199
4.2.2.4.1	Allgemein	199
4.2.2.4.2	Langsamfilter	199
4.2.2.4.3	Schnellfilter	200
4.2.2.5	Schlammbehandlung	203
4.2.2.5.1	Allgemein	203
4.2.2.5.2	Filtrerrückpülwasser	203
4.2.2.5.3	Schlammwasser aus Reaktions-, Flockungs-, Sedimentationsbecken	205
4.2.2.6	Adsorption	205
4.2.2.7	Grundwasseranreicherung	206
4.2.3	Chemische Verfahren	206
4.2.3.1	Fällung	206
4.2.3.2	Oxidation	207
4.2.3.2.1	Allgemein	207
4.2.3.2.2	Luftsauerstoff	207
4.2.3.2.3	Chlorungsverfahren	207
4.2.3.2.4	Kaliumpermanganat	211
4.2.3.2.5	Ozonung	212
4.2.3.3	Neutralisation	215
4.2.3.3.1	Allgemein	215
4.2.3.3.2	Neutralisation mittels Gasaustausch	215

4.2.3.3.3 Neutralisation mittels Filtration über Jurakalk	215
4.2.3.3.4 Neutralisation mittels Filtration über dolomitische Filtermaterialien ..	217
4.2.3.3.5 Neutralisation durch Kalkzugabe	218
4.2.3.4 Erhöhung der Wasserhärte	219
4.2.3.5 Ionenaustausch	219
4.2.3.5.1 Allgemein	219
4.2.3.5.2 Prinzip des Ionenaustausches	219
4.2.3.5.3 Betrieb eines Ionenaustauschers	220
4.2.3.5.4 Arten des Ionenaustausches	220
4.2.4 Biologische Verfahren	222
4.2.5 Anwendung der Aufbereitungsverfahren	222
4.2.5.1 Allgemein	222
4.2.5.2 Entsäuerung	222
4.2.5.2.1 Allgemein	222
4.2.5.2.2 Bemessungsbeispiele	223
4.2.5.2.3 Ausführungsbeispiele	225
4.2.5.3 Enteisung	228
4.2.5.3.1 Allgemein	228
4.2.5.3.2 Oxidation	228
4.2.5.3.3 Reaktionsraum	228
4.2.5.3.4 Filtration	228
4.2.5.3.5 Schlammbehandlung	229
4.2.5.3.6 Bemessungsbeispiele	229
4.2.5.3.7 Ausführungsbeispiele	229
4.2.5.4 Entmanganung	231
4.2.5.4.1 Allgemein	231
4.2.5.4.2 Oxidation + katalytische Filtration	231
4.2.5.4.3 Oxidation mittels starker Oxidationsmittel	232
4.2.5.5 Aufbereitung von reduzierten Wässern	232
4.2.5.6 Entfernen von organischen Inhaltsstoffen	232
4.2.5.6.1 Algen, Plankton	232
4.2.5.6.2 Farbe, Geruch, Geschmack	233
4.2.5.6.3 Phenole, Kohlenwasserstoffe, Detergentien, Pestizide	233
4.2.5.7 Entfernen der Stickstoffverbindungen	233
4.2.5.8 Entfernen von Phosphat	234
4.2.5.9 Entfernen von Sulfat, Natrium, Chlorid	234
× 4.2.5.10 Enthärten	234
4.2.5.10.1 Allgemein	234
4.2.5.10.2 Thermische Enthärtung	234
4.2.5.10.3 Kalk-Soda-Verfahren	234
4.2.5.10.4 Schnell-Entkarbonisierung	235
4.2.5.10.5 Ionenaustausch	236
4.2.5.11 Entsalzung	237
4.2.5.11.1 Allgemein	237
4.2.5.11.2 Kesselspeisewasser	237
4.2.5.11.3 Meerwasser, Brackwasser	237
4.2.5.12 Entfernen von toxischen Spurenstoffen	238
4.2.5.13 Stabilisierung durch Phosphat und Silikat	238
4.2.5.13.1 Zugabe beim WVU	238
4.2.5.13.2 Phosphatzugabe beim Verbraucher	239
4.2.5.14 Fluoridierung, Entfluoridierung	239
4.2.5.15 Desinfektion	240
4.2.5.15.1 Allgemein	240
4.2.5.15.2 Abkochen	240
4.2.5.15.3 Filtern	241
4.2.5.15.4 Chlorung	241

4.2.5.15.5	Chlordioxid	242
4.2.5.15.6	Brom, Jod	242
4.2.5.15.7	Ozonung	242
4.2.5.15.8	Ultraviolett-Bestrahlung	243
4.2.5.15.9	Silberungsverfahren	243
4.2.5.15.10	Desinfektion von Anlageteilen der Wasserversorgung	244
4.2.5.16	Dekontamination	245
4.2.6	Chemische Einwirkungen auf Bauteile der Wasserversorgung	246
4.2.6.1	Allgemein	246
4.2.6.2	Einwirkung von außen	247
4.2.6.3	Einwirkung von innen	247
4.2.6.4	Mischwasser	248
4.2.6.4.1	Allgemein	248
4.2.6.4.2	Zonentrennung	248
4.2.6.4.3	Mischung in einem Behälter	248
4.2.6.4.4	Gemeinsame Aufbereitung	248
4.2.6.4.5	Angleichung der Wasserbeschaffenheit	248
4.2.6.5	Beseitigung von Schäden	248
4.2.6.5.1	Bohrbrunnen	248
4.2.6.5.2	Bauwerke	248
4.2.6.5.3	Rohrleitungen	249
4.2.7	Schema von einigen Aufbereitungsanlagen	250
4.2.8	Kleinaufbereitungsanlagen für Oberflächenwasser	252
4.2.9	Nachaufbereitung von Trinkwasser	252
4.2.10	Bauwerke der Wasseraufbereitung	253
4.2.10.1	Gesichtspunkte für die Wahl des Aufbereitungsverfahrens und des Standorts der Aufbereitungsanlage	253
4.2.10.2	Standort	253
4.2.10.3	Anlageteile	253
4.2.10.4	Planung	254
4.2.10.4.1	Aufbereitungs- und maschinentechnischer Teil	254
4.2.10.4.2	Elektrotechnischer Teil	254
4.2.10.4.3	Meß- und Steuereinrichtungen	254
4.2.10.4.4	Bauliche Anlage	255
4.2.10.5	Ausschreibung	256
4.2.10.6	Abnahme	257
4.2.10.7	Einweisung und Bedienungsvorschrift	257
5.	Wasserförderung	259
5.1	Maschinenkunde	259
5.1.1	Wasserhebemaschinen	260
5.1.1.1	Betriebswerte von Pumpen	260
5.1.1.1.1	Förderstrom	260
5.1.1.1.2	Förderhöhe	260
5.1.1.1.3	Arbeit F	261
5.1.1.1.4	Nutzleistung der Pumpe P_n (kW)	261
5.1.1.1.5	Leistungsbedarf an der Pumpenwelle P_e (kW)	261
5.1.1.2	Kolbenpumpen	261
5.1.1.2.1	Anwendungsgebiet	261
5.1.1.2.2	Bauarten und Förderstrom	262
5.1.1.2.3	Drehzahl	262
5.1.1.2.4	Liefergrad	262
5.1.1.2.5	Wirkungsgrad	263
5.1.1.2.6	Leistungsbedarf	263
5.1.1.2.7	Saug- und Druckhöhe	263

5.1.1.3 Kreiselpumpen (KrP)	264
5.1.1.3.1 Anwendungsgebiet	264
5.1.1.3.2 Bauarten	264
5.1.1.3.3 Das Saugverhalten von KrP	268
5.1.1.3.4 Die Kennlinien von KrP	269
5.1.1.3.5 Zusammenhang zwischen Kennlinie einer KrP und der Rohrleitung	271
5.1.1.3.6 Bestellangaben für KrP	274
5.1.1.4 Sonstige Wasserhebevorrichtungen	275
5.1.1.4.1 Mischluftheber	275
5.1.1.4.2 Widder	276
5.1.1.4.3 Dosierpumpen	276
5.1.2 Luftverdichter und Gebläse	277
5.1.3 Nichtelektrische Antriebsmaschinen	278
5.1.3.1 Verbrennungsmotoren	278
5.1.3.1.1 Dieselmotoren	278
5.1.3.1.2 Benzinmotoren	279
5.1.3.1.3 Gasmotoren	279
5.1.3.2 Wasserkraftmaschinen	279
5.1.3.2.1 Wasserräder	279
5.1.3.2.2 Wasserturbinen	280
5.1.3.3 Sonstige Antriebsmaschinen	280
5.1.4 Anforderungen an den Bauentwurf	280
5.1.5 Hinweise für Ausschreibung und Vergabe	280
5.1.5.1 Vorbemerkungen	280
5.1.5.2 Das eigentliche Leistungsverzeichnis	281
5.1.5.3 Die Vergabe	281
5.1.6 Maschinen-Abnahmeprüfung	282
5.1.6.1 Die Werkstoffprüfung	282
5.1.6.2 Die Prüfung auf Vollständigkeit und sachgemäße Aufstellung	282
5.1.6.3 Die Prüfung auf den gewährleisteten Wirkungsgrad	283
5.1.6.4 Feststellung der für die Abnahme wichtigen Größen	283
5.1.6.4.1 Manometrische Gesamtförderhöhe	283
5.1.6.4.2 Förderstrom	284
5.1.6.4.3 Leistungsbedarf (Stromverbrauch)	284
5.1.6.4.4 Drehzahl	284
5.1.6.5 Betrieb während des Abnahmeversuches	284
5.1.6.6 Toleranz	285
5.1.6.7 Folgen nicht erfüllter Gewährleistung	285
5.1.6.8 Muster für eine Gewährleistungsverpflichtung	285
5.1.6.9 Die Prüfniederschrift	285
5.2 Elektrotechnik	286
5.2.1 Allgemeine Zusammenhänge	288
5.2.2 Elektromotoren	289
5.2.2.1 Grundgrößen	289
5.2.2.1.1 Stromarten	289
5.2.2.1.2 Spannung	289
5.2.2.1.3 Netzfrequenz in Drehstromnetzen	289
5.2.2.1.4 Wirkungsgrad η_M	289
5.2.2.1.5 Drehzahl	290
5.2.2.1.6 Drehrichtung	290
5.2.2.2 Der Motor als Antriebsmaschine	290
5.2.2.2.1 Kraftübertragung und Antriebsart	290
5.2.2.2.2 Anlassen	290
5.2.2.2.3 Bauformen	292
5.2.2.2.4 Blindstromkompensation	293
5.2.2.2.5 Erwärmung der Motoren	293

5.2.3	Energieverteilung	293
5.2.3.1	Schaltgeräte	293
5.2.3.1.1	Schaltgeräte für Mittelspannungen	294
5.2.3.1.2	Schaltgeräte für Niederspannungsanlagen	294
5.2.3.1.3	Besondere Geräte für selbsttätige Steuerungen	294
5.2.3.2	Leitungen und Zubehör	295
5.2.3.2.1	Stromleitungen	295
5.2.3.2.2	Transformatoren (Umspanner)	295
5.2.3.2.3	Motoranschlüsse und Sicherungen	297
5.2.3.3	Ersatzstromerzeugungsanlagen	297
5.2.4	Schutzmaßnahmen in elektrischen Anlagen	298
5.2.4.1	Schutz gegen direktes Berühren	298
5.2.4.2	Schutz bei indirektem Berühren	298
5.2.4.2.1	Schutzisolierung	298
5.2.4.2.2	Schutztrennung	298
5.2.4.2.3	Schutzeinrichtungen im TN-Netz	298
5.2.4.2.4	Schutzeinrichtungen im TT-Netz	298
5.2.4.2.5	Schutzeinrichtungen im IT-Netz	299
5.2.4.2.6	Fehlerspannungs- und -strom-Schutzeinrichtung	299
5.2.4.3	Weitere Sicherheitsregeln	299
5.2.5	Meßprogramm und Meßwertdarstellung	299
5.2.5.1	Meßprogramm	299
5.2.5.2	Anzeigeninstrumente	300
5.2.5.3	Schaltwarten	300
5.3	<i>Fernwirkanlagen</i>	301
5.3.1	Aufgaben und Ziele von Fernwirkanlagen	302
5.3.2	Technischer Aufbau	302
5.3.2.1	Anlagenformen und -bestandteile	302
5.3.2.1.1	Mögliche Formen	302
5.3.2.1.2	Zentrale	303
5.3.2.1.3	Unterstationen	303
5.3.2.1.4	Meßumformer	303
5.3.2.2	Die Übertragungseinrichtung	303
5.3.2.2.1	Fernüberwachungseinrichtungen zur Übertragung von Meßwerten und Meldungen	303
5.3.2.2.2	Fernsteuereinrichtungen zur Übertragung von Stellwerten und Befehlen	303
5.3.2.3	Die Übertragungsverfahren	303
5.3.2.3.1	Die Raum-Multiplex-Übertragung (RM)	303
5.3.2.3.2	Die Frequenz-Multiplex-Übertragung (FM)	303
5.3.2.3.3	Die Zeit-Multiplex-Übertragung (ZM)	303
5.3.2.3.4	Die Kombination des RM-, FM- und ZM-Systems	304
5.3.2.3.5	Vergleich der Übertragungsverfahren	304
5.3.2.4	Die Übertragungswege	304
5.3.2.4.1	Betriebseigene Leitungswege	304
5.3.2.4.2	Posteigene Leitungswege	304
5.3.2.4.3	Drahtlose Verbindung (Funk)	305
5.3.2.4.4	Vergleich der Übertragungswege	305
5.3.3	Datenbehandlung	305
5.3.3.1	Datenerfassung und -verarbeitung	305
5.3.3.2	Datendarstellung und -speicherung	305
5.3.4	Betriebsweise der Wasserwerke	305
5.3.4.1	Handbetrieb	305
5.3.4.2	Halbautomatischer Betrieb	306
5.3.4.3	Vollautomatischer Betrieb	307
5.3.4.4	Allgemeines zum Eingreifen in Betriebsabläufe	308
5.3.5	Prozeßrechner	308

5.3.5.1 Aufgaben	308
5.3.5.2 Beispiele für die möglichen Aufgaben eines Rechners	309
5.3.5.3 Voruntersuchung vor Beschaffung eines Rechners	309
5.4 <i>Wasserzählung und Wassermessung</i>	309
5.4.1 Allgemeines	310
5.4.2 Wasserzählung	310
5.4.2.1 Bauarten der Zähler	310
5.4.2.1.1 Flügelradzähler	310
5.4.2.1.2 Ringkolbenzähler	311
5.4.2.1.3 Woltmannzähler	311
5.4.2.1.4 Woltmannverbundzähler	311
5.4.2.1.5 Sonderzähler	312
5.4.2.1.6 Naß- und Trockenläufer	312
5.4.2.1.7 Wasserzähler mit Gebereinrichtungen	312
5.4.2.2. Begriffe und Anforderungen	312
5.4.2.2.1 Maßgebende Begriffe	312
5.4.2.2.2 Metrologische Anforderungen	313
5.4.2.3 Zählergrößen	313
5.4.2.3.1 Zähler mit Gewindeanschluß	313
5.4.2.3.2 Zähler mit Flanschanschluß	313
5.4.2.3.3 Größe von Flügelradzählern in Wohnanlagen	314
5.4.2.4 Sonstige Zähler	314
5.4.3 Wassermessung	315
5.4.3.1 Kübelmessung	315
5.4.3.2 Überfallmessung	315
5.4.3.3 Durchflußmessung nach dem Wirkdruckverfahren	316
5.4.3.4 Durchflußmessung mittels Wasserzähler mit Zusatzeinrichtungen	317
5.4.3.5 Durchflußmessung nach dem magnetisch-induktiven Meßverfahren	317
5.4.3.6 Durchflußmessung mittels Ultraschallgeräten	317
5.4.3.7 Weitere Verfahren	317
5.4.3.7.1 Durchflußmessung mit Schwebekörper	317
5.4.3.7.2 Neuentwicklungen	318
5.4.4 Anweisung für Einbau, Inbetriebnahme und Wartung von Zählern und Meßvorrichtungen	318
5.4.4.1 Hauswasserzähler	318
5.4.4.1.1 Einbau	318
5.4.4.1.2 Einbauort	319
5.4.4.1.3 Inbetriebnahme	319
5.4.4.1.4 Wartung	319
5.4.4.1.5 Lagerung und Beförderung	319
5.4.4.2 Woltmann-Zähler	319
5.4.4.3 Venturi-Meßanlagen	321
5.4.5 Prüfung und Eichung der Zähler	321
5.4.5.1 Prüfung durch die Wasserwerke	321
5.4.5.2 Eichung der Wasserzähler	321
5.5 <i>Pumpwerke</i>	321
5.5.1 Allgemeines	322
5.5.1.1 Zweck und Umfang von PW in der Wasserversorgung	322
5.5.1.2 Arten von Pumpwerken	322
5.5.1.2.1 Grundwasserpumpwerk (GPW)	322
5.5.1.2.2 Druckerhöhungspumpwerk (DPW)	323
5.5.1.2.3 Überhebeumpwerk (ÜPW)	323
5.5.1.2.4 Druckbehälterpumpwerk (WPW)	323
5.5.1.2.5 Weitere PW	323
5.5.1.3 Hauptdaten	323
5.5.2 Die Pumpen	323

5.5.2.1 Wahl der Pumpenbauart	323
5.5.2.1.1 U-Pumpen	323
5.5.2.1.2 Horizontale KrP	323
5.5.2.1.3 Vertikale KrP	323
5.5.2.2 Größe und Unterteilung der Pumpensätze	324
5.5.2.2.1 Größe der Pumpensätze	324
5.5.2.2.2 Unterteilung der Pumpensätze	325
5.5.3 Das PW-Gebäude	325
5.5.3.1 Der Bauplatz	325
5.5.3.2 Raumprogramm	326
5.5.3.3 Lage der Räume zueinander	326
5.5.3.4 Raumhöhen	326
5.5.3.5 Platzbedarf für die Pumpensätze	326
5.5.3.6 Anordnung der Rohrleitungen	326
5.5.3.7 Unterbringung der elektrischen Anlagen	327
5.5.3.8 Belichtung und Beheizung	328
5.5.3.9 Sicherheit gegen Einbruch und Brand	328
5.5.4 Besondere Pumpwerke	329
5.5.4.1 Druckbehälterpumpwerke (WPW)	329
5.5.4.1.1 Größe der Pumpen	329
5.5.4.1.2 Größe der Druckbehälter	329
5.5.4.1.3 Schaltmöglichkeiten	331
5.5.4.1.4 Zubehör	331
5.5.4.1.5 Anschluß der Druckbehälter	332
5.5.4.2 Pumpwerke mit drehzahlgeregelten Antriebsmotoren	332
5.5.4.3 Hintereinandergeschaltete Pumpen	333
5.5.4.3.1 Vor- und Hauptpumpen	333
5.5.4.3.2 Drucksteigerungspumpen	333
5.5.4.4 Heberleitungen	333
5.5.4.5 Druckerhöhungsanlagen in Grundstücken	334
5.5.5 Druckstöße in Pumpwerks-Druckleitungen	335
5.5.5.1 Ursachen der Druckstöße	335
5.5.5.2 Größe der Druckstöße	335
5.5.5.3 Abhilfemaßnahmen	335
5.5.6 Ausführungsbeispiele	336
6. Wasserspeicherung	343
6.1 Aufgaben der Wasserspeicherung	344
6.1.1 Ausgleich der Verbrauchsschwankungen	344
6.1.2 Ausgleich zwischen Vor- und Hauptförderung	344
6.1.3 Einhalten der Druckbereiche in Zubringerleitungen und Versorgungsleitungen	344
6.1.4 Sicherstellung einer Notversorgung bei Betriebsstörungen	345
6.1.5 Bereithalten von Löschwasser	345
6.1.6 Druckzonenversorgung	345
6.1.7 Absetzbecken	345
6.1.8 Ausgleich der Abflüsse eines Flusses in einer Trinkwassertalsperre	345
6.2 Arten der Wasserspeicherung	345
6.2.1 Wasserbehälter in Hochlage	345
6.2.1.1 Hochbehälter	346
6.2.1.2 Wasserturm	346
6.2.2 Wasserbehälter in Tieflage	346
6.2.3 Druckbehälter	346
6.2.4 Trinkwassertalsperren	346
6.2.5 Grundwasserspeicher	347
6.2.6 Löschwasserspeicher	347
6.3 Fassungsraum	347

6.3.1 Ausgleich der Verbrauchsschwankungen – Fluktuierende Wassermenge	347
6.3.1.1 Allgemein	347
6.3.1.2 Rechnerische Ermittlung	348
6.3.1.3 Grafische Ermittlung	348
6.3.1.4 Beurteilung	349
6.3.1.5 Vergleich der Tages-, Monats-, Jahresausgleichsmengen	350
6.3.2 Ausgleich zwischen Vor- und Hauptförderung	352
6.3.3 Fassungsraum für Notversorgung	353
6.3.4 Fassungsraum für Löschwasser	353
6.3.5 Fassungsraum von Trinkwassertalsperren	353
6.4 Hochbehälter	354
6.4.1 Allgemeine Forderungen	354
6.4.1.1 Versorgungstechnische Anforderungen	354
6.4.1.2 Bautechnische Anforderungen	354
6.4.1.3 Betriebliche Anforderungen	354
6.4.1.4 Sicherheitstechnische Anforderungen	355
6.4.1.5 Gestalterische Anforderungen	355
6.4.1.6 Wirtschaftliche Anforderungen	356
6.4.2 Festlegen des Fassungsraumes in der Praxis	356
6.4.2.1 Allgemein	356
6.4.2.2 Kleine und mittelgroße Anlagen	356
6.4.2.2.1 Fassungsraum für die Verbrauchsmenge	356
6.4.2.2.2 Fassungsraum für Löschwasser	356
6.4.2.3 Große Anlagen	357
6.4.2.4 Sehr große WV-Anlagen über 50000 m ³ /d	357
6.4.2.5 Gruppenanlagen	357
6.4.3 Lage	357
6.4.3.1 Höhenlage	357
6.4.3.2 Lage zum Versorgungsgebiet	358
6.4.3.2.1 Entfernung	358
6.4.3.2.2 Durchlaufbehälter	358
6.4.3.2.3 Gegenbehälter	359
6.4.3.3 Mehrere Hochbehälter in der gleichen Druckzone	359
6.4.3.3.1 Neuer Hochbehälter in unmittelbarer Höhe des bestehenden	359
6.4.3.3.2 Neuer Hochbehälter in großer Entfernung des bestehenden	360
6.4.3.4 Anforderungen an den Bauplatz	361
6.4.4 Bauliche Anordnung	361
6.4.4.1 Allgemein	361
6.4.4.2 Wasserkammer	361
6.4.4.2.1 Anzahl	361
6.4.4.2.2 Grundrißformen	362
6.4.4.2.3 Wassererneuerung	364
6.4.4.2.4 Wassertiefe	365
6.4.4.2.5 Wärmeschutz des Bauwerks	366
6.4.4.2.6 Anbau weiterer Kammern	366
6.4.4.2.7 Konstruktive Hinweise	366
6.4.4.3 Bedienungshaus	370
6.4.5 Bauausführung	372
6.4.5.1 Allgemein	372
6.4.5.2 Baustoffe	372
6.4.5.2.1 Bindemittel	372
6.4.5.2.2 Betonzuschlag	373
6.4.5.2.3 Zugabewasser	373
6.4.5.2.4 Betonstahl	373
6.4.5.3 Statische Bearbeitung	374
6.4.5.4 Verarbeiten des Betons	375

6.4.5.5	Betonnachbehandlung	375
6.4.5.6	Oberflächenbehandlung	376
6.4.5.6.1	Allgemein	376
6.4.5.6.2	Bedienungshaus	376
6.4.5.6.3	Wasserkammern – Innenflächen	376
6.4.5.6.4	Wasserkammern – Außenflächen	378
6.4.6	Zugang	378
6.4.7	Belichtung	379
6.4.7.1	Allgemein	379
6.4.7.2	Wasserkammern	380
6.4.7.3	Bedienungshaus	380
6.4.8	Be- und Entlüftung	380
6.4.8.1	Allgemein	380
6.4.8.2	Wasserkammern	380
6.4.8.3	Bedienungshaus	381
6.4.9	Hydraulische Ausrüstung	381
6.4.9.1	Allgemein	381
6.4.9.2	Rohrleitungen	382
6.4.9.3	Rohrdurchführungen	383
6.4.9.4	Selbsttätiges Abschalten des Zulaufs	384
6.4.9.5	Rohrbruchsicherung	384
6.4.9.6	Löschwasserleitung	384
6.4.9.7	Entnahmestellen	385
6.4.9.8	Schutzanstriche	385
6.4.10	Entwässerung	385
6.4.11	Elektrische Installation	386
6.4.11.1	Starkstromanlage	386
6.4.11.2	Schwachstromanlage	386
6.4.12	Meßvorrichtungen	386
6.4.13	Dichtheitsprüfung	387
6.4.13.1	Forderung	387
6.4.13.2	Durchführen der Dichtheitsprüfung	387
6.4.14	Außenanlagen	389
6.4.15	Ausführungsbeispiele	390
6.5	Wasserturm	394
6.5.1	Allgemein	394
6.5.2	Fassungsraum	394
6.5.3	Lage	395
6.5.3.1	Höhenlage	395
6.5.3.2	Lage zum Versorgungsgebiet	395
6.5.3.3	Bauplatz	395
6.5.4	Allgemeine bauliche Anordnung	395
6.5.4.1	Allgemein	395
6.5.4.2	Behälter (Wasserkammern)	395
6.5.4.3	Schaft (Turmkonstruktion)	396
6.5.4.4	Bedienungsräume	397
6.5.5	Konstruktive Hinweise	397
6.5.5.1	Gründung	397
6.5.5.2	Wasserkammern	397
6.5.5.3	Besondere Beanspruchungen	398
6.5.6	Zugang	398
6.5.7	Hydraulische Ausrüstung	398
6.5.8	Äußere Gestaltung	398
6.5.9	Mehrzweckbauwerke	398
6.5.10	Ausführungsbeispiele	399
6.6	Tiefbehälter	405
6.6.1	Allgemein	405

6.6.2 Fassungsraum	405
6.6.3 Lage	406
6.6.4 Bauliche Anordnung	406
6.7 Löschwasserbehälter	406
6.7.1 Allgemein	406
6.7.2 Löschteich	406
6.7.2.1 Fassungsraum	406
6.7.2.2 Lage	407
6.7.2.3 Betriebstechnische Forderungen	407
6.7.2.4 Bauliche Anordnung	407
6.7.3 Unterirdische Löschwasserbehälter	408
6.7.3.1 Fassungsraum	408
6.7.3.2 Lage	408
6.7.3.3 Bauliche Anordnung	409
6.7.3.4 Betriebseinrichtung	409
6.8 Trinkwassersperrungen	409
6.8.1 Allgemein	409
6.8.2 Fassungsraum	410
6.8.3 Lage	410
6.8.4 Bauwerk	410
6.8.5 Stauraum	410
7. Wasserverteilung	411
7.1 Rohrnetzausrüstung	411
7.1.1 Allgemeines	413
7.1.1.1 Hauptbestandteile der Rohrleitungen	413
7.1.1.2 Werkstoffe	413
7.1.1.2.1 Grauguß (Gußeisen, GG)	413
7.1.1.2.2 Stahlrohre	413
7.1.1.2.3 Asbestzementrohre	413
7.1.1.2.4 Spannbetondruckrohre und Stahlbetonrohre	413
7.1.1.2.5 Kunststoffrohre	413
7.1.1.3 Kurzbezeichnungen der Werkstoffe	414
7.1.1.4 Die Wahl der Werkstoffe	414
7.1.1.5 Korrosionsschutz	414
7.1.1.5.1 Die Aggressivität des Bodens	414
7.1.1.5.2 Arten des Korrosionsschutzes	415
7.1.2 Einzelteile der Rohrleitungen	417
7.1.2.1 Rohre und Formstücke	417
7.1.2.1.1 Rohre aus duktilem Gußeisen (GGG)	417
7.1.2.1.2 Rohre und Formstücke aus Stahl	424
7.1.2.1.3 Rohre aus Asbestzement mit Formstücken aus Grauguß	427
7.1.2.1.4 Spannbetonrohre und Stahlbetonrohre	430
7.1.2.1.5 PVC-Hart-Rohre (Kunststoff)	431
7.1.2.1.6 Polyäthylen-Rohre	433
7.1.2.3 Einbauteile in Rohrleitungen	434
7.1.2.3.1 Werkstoffe	434
7.1.2.3.2 Korrosionsschutz	435
7.1.2.3.2.1 für Erdeinbau in Bodengruppe I oder für Schachteinbau	435
7.1.2.3.2.2 für Erdeinbau in Bodengruppe II und III	435
7.1.2.3.3 Armaturen im Zuge des Wasserdurchflusses in Zu- und Versorgungsleitungen	435
7.1.2.3.3.1 Absperrrichtungen	435
7.1.2.3.3.2 Sonderbauarten	438
7.1.2.3.3.3 Rückflußverhindernde Armaturen	438
7.1.2.3.4 Einbau von Absperr- und Regelarmaturen	440

7.1.3.5 Bedienung von Absperrarmaturen	440
7.1.3.6 Sonstige Armaturen	441
7.1.3.6.1 Ent- und Belüftungen	441
7.1.3.6.2 Spülauslässe und Entleerungsvorrichtungen	441
7.1.3.6.3 Schwimmerausflußventile	442
7.1.3.6.4 Siebe	443
7.1.3.6.5 Hydranten PN 16	443
7.1.3.6.6 Druckminderventile	445
7.1.3.7 Armaturen für Hausanschlußleitungen	446
7.1.3.7.1 Drehscheibenverschluß	447
7.1.3.7.2 Anbohrbrücke	447
7.1.3.7.3 Verschluß durch bewegliche Steckscheibe	448
7.1.3.7.4 Weichdichtender Absperrschieber	448
7.1.3.7.5 Einfache Eckventile	448
7.1.3.8 Sonstige Einbauteile längs Rohrleitungen	448
7.1.3.8.1 Entlüftungsrohre	448
7.1.3.8.2 Schachtdeckel	448
7.1.3.8.3 Leitern	449
7.1.3.8.4 Hinweisschilder (DIN 4066 und 4067)	450
7.2 Planung von Rohrleitungen und Rohrnetzen	450
7.2.1 Allgemeines	450
7.2.2 Grundsätzliches	450
7.2.3 Das Trassieren	451
7.2.3.1 Geländeaufnahmen zu den Lageplänen	451
7.2.3.1.1 für Fernwasserleitungen und Zubringerleitungen	451
7.2.3.1.2 für Ortsnetze	452
7.2.3.2 Höhenaufnahmen für die Längsschnitte	453
7.2.3.2.1 Zweck der Längsschnitte	453
7.2.3.2.2 In den Längsschnitten festzuhaltende Punkte	454
7.2.3.2.3 Arten der Längsschnitte	454
7.2.4 Die zeichnerische Darstellung	454
7.2.4.1 Lagepläne	454
7.2.4.1.1 Berechnungslagepläne, auch Rohrnetzpläne genannt	454
7.2.4.1.2 Übersichtslagepläne – meist 1 : 25 000	454
7.2.4.1.3 Entwurfs-Lagepläne	458
7.2.4.1.4 Bestands-Lagepläne – M. 1 : 500	458
7.2.4.1.5 Ausführungs- und Verlegeskizzen	459
7.2.4.2 Längsschnitte	462
7.2.4.2.1 Übersichts-Längsschnitte – M. 1 : 12 000/500	463
7.2.4.2.2 Entwurfs-Längsschnitte	464
7.3 Berechnung von Rohrleitungen und Rohrnetzen	464
7.3.1 Allgemein	464
7.3.2 Hydrostatische Berechnungen	464
7.3.2.1 Hydrostatischer Druck	464
7.3.2.2 Hydrostatische Druckkraft	465
7.3.2.3 Auftrieb	465
7.3.3 Hydrodynamische Berechnungen	466
7.3.3.1 Grundlagen	466
7.3.3.1.1 Bewegungsarten des Wassers	466
7.3.3.1.2 Geschwindigkeitsverteilung	467
7.3.3.1.3 Reynolds'sche Zahl	467
7.3.3.1.4 Kontinuitätsgleichung	467
7.3.3.1.5 Gleichung der Erhaltung der Energie	467
7.3.3.1.6 Allgemein gültige Geschwindigkeitsformel	468
7.3.3.2 Druckhöhenverlust im Freispiegelgerinnen	468
7.3.3.3 Druckhöhenverlust in geraden Druckrohrleitungen	469

7.3.3.3.1	Formel Darcy-Weisbach	469
7.3.3.3.2	Potenzformeln	486
7.3.3.3.3	Rechenprogramme HP 67	488
7.3.3.4	Druckhöhenverlust in Rohrleitungseinbauten	489
7.3.3.4.1	Allgemein	489
7.3.3.4.2	ξ -Wert für Einlauf in eine Rohrleitung	490
7.3.3.4.3	ξ -Wert für Erweiterungen	490
7.3.3.4.4	ξ -Wert für Verengungen	490
7.3.3.4.5	ξ -Wert für Krümmen	491
7.3.3.4.6	ξ -Wert für Kniestücke	491
7.3.3.4.7	ξ -Wert für Abzweige	491
7.3.3.4.8	ξ -Werte für Armaturen	492
7.3.3.4.9	ξ -Werte für Kleinformstücke und -armaturen	493
7.3.3.4.10	ξ -Werte für Wasserzähler	493
7.3.3.5	Freier Ausfluß aus einer Wasserkammer, bzw. Rohrleitung	493
7.3.3.6	Verschiedene hydraulische Hilfsrechnungen	493
7.3.3.6.1	Umrechnung von Rohrlängen mit verschiedenem DN	493
7.3.3.6.2	Leitungsverzweigungen	494
7.3.3.6.3	Einteilung einer Rohrleitung in verschiedene DN	495
7.3.4	Bemessung und Berechnung von Rohrleitungen	496
7.3.4.1	Allgemein	496
7.3.4.2	Bemessen von Zubringer- und Fernleitungen	496
7.3.4.2.1	Allgemein	496
7.3.4.2.2	Durchfluß Q	496
7.3.4.2.3	Fließgeschwindigkeit	496
7.3.4.2.4	Rauhigkeit	497
7.3.4.2.5	Druckhöhe	497
7.3.4.2.6	Beispiel	497
7.3.4.3	Berechnen von Zubringer- und Fernleitungen	497
7.3.5	Bemessen von Rohrnetzen	497
7.3.5.1	Allgemein	497
7.3.5.2	Geforderte Leistung des Rohrnetzes	498
7.3.5.2.1	Bemessungsdurchfluß	498
7.3.5.2.2	Löschwasserbedarf	498
7.3.5.2.3	Druckhöhe	498
7.3.5.3	Bemessungsunterlagen	498
7.3.5.3.1	Rohrnetzplan	498
7.3.5.3.2	Belastungsplan	499
7.3.5.3.3	Bemessungsplan und Bemessungstabelle	499
7.3.5.3.4	Nachteile des Verästlungssystems	499
7.3.6	Berechnen von Rohrnetzen	501
7.3.6.1	Grundlage	501
7.3.6.2	Analog-Modelle	501
7.3.6.3	Rechenverfahren, Digital-Modelle	502
7.3.6.3.1	Allgemein	502
7.3.6.3.2	Verfahren mit Druckhöhenausgleich	502
7.3.6.3.3	Verfahren mit Durchflüssausgleich	502
7.3.6.3.4	Berechnungsunterlagen	502
7.3.7	Bemessen und Berechnen von Anschlußleitungen und Verbrauchsleitungen	509
7.3.7.1	Allgemein	509
7.3.7.1.1	Bisheriges Verfahren mit Belastungswerten	509
7.3.7.1.2	Neues Verfahren – E DIN 1988 Teil 3	510
7.3.7.2	Anschlußleitungen	511
7.3.7.3	Verbrauchsleitungen	513
7.3.8	Statische Beanspruchung von Rohren	517
7.3.8.1	Allgemein	517

7.3.8.2 Beanspruchung durch Innendruck	517
7.3.8.2.1 Größe der Belastung	517
7.3.8.2.2 Spannungen durch die Radialkräfte	519
7.3.8.2.3 Bemessung der Wanddicken von Druckrohren	519
7.3.8.2.4 Beanspruchung durch Axialkräfte	521
7.3.8.3 Beanspruchung erdverlegter Rohre durch äußere Kräfte	521
7.3.8.3.1 Allgemein	521
7.3.8.3.2 Grundformen der Belastung des erdverlegten Rohres	522
7.3.8.3.3 Kennwerte der Belastungen	523
7.3.8.3.4 Kennwerte der Rohrwerkstoffe	524
7.3.8.3.5 Kennwerte des Beispiels einer Berechnung	524
7.3.8.3.6 Berechnung der Beanspruchung durch die Erdlast	525
7.3.8.3.7 Berechnung der Beanspruchung durch eine Flächenlast	529
7.3.8.3.8 Berechnung der Beanspruchung aus Verkehrslast	530
7.3.8.3.9 Vertikale Gesamtbelastung des Rohres	530
7.3.8.3.10 Horizontale Gesamtbelastung des Rohres	530
7.3.8.3.11 Sicherheiten gegen Verformung, Beulen und Beanspruchung durch äußeren Wasserdruck	531
7.3.8.3.12 Schnittkräfte und Spannungen des radial belasteten Rohres	531
7.3.8.3.13 Schnittkräfte und Spannungen des axial belasteten Rohres	533
7.3.8.4 Beanspruchung des Rohres beim Vortrieb	533
7.4 Rohrleitungsbau	534
7.4.1 Hauptleitungen, Versorgungsleitungen (V.L.)	535
7.4.1.1 Herstellen des Rohrgrabens (RG)	535
7.4.1.1.1 Vorarbeiten	535
7.4.1.1.2 Bauplatzbreite	536
7.4.1.1.3 Tiefe	537
7.4.1.1.4 Rohrgrabenbreite	539
7.4.1.1.5 Arbeitsvorgang beim RG-Aushub	540
7.4.1.1.6 Die Bodenarten	541
7.4.1.1.7 Der Grabenverbau	541
7.4.1.1.8 Wasserhaltung	544
7.4.1.1.9 Sohlenbefestigung	545
7.4.1.1.10 Das Wiedereinflüllen des RG nach dem Einlegen der Rohre	546
7.4.1.2 Herstellen der Rohrleitungen	546
7.4.1.2.1 Abnahme der Rohre und Rohrnetzteile	546
7.4.1.2.2 Beim Transport	547
7.4.1.2.3 Ausbessern von Schäden und Anbringen eines zusätzlichen Außenschutzes	547
7.4.1.2.4 Das Verlegen der Rohre	548
7.4.1.2.5 Das Verbinden der Rohre	548
7.4.1.2.6 Vervollständigen des Außenschutzes nach dem Verbinden der Rohre ..	555
7.4.1.2.7 Sicherung der Krümmer und Abzweige gegen Ausweichen	555
7.4.1.2.8 Abnahme der Verlegearbeit	558
7.4.1.3 Druckprüfung	558
7.4.1.3.1 Prüfstrecken	558
7.4.1.3.2 Das Verspannen	559
7.4.1.3.3 Das Füllen	559
7.4.1.3.4 Schutz gegen Temperatureinflüsse	559
7.4.1.3.5 Anordnung der Preßpumpe	559
7.4.1.3.6 Die Arten der Druckprüfung	560
7.4.1.3.7 Die Rohrwerkstoffe in der Druckprüfung	562
7.4.1.3.8 Der Ablaßtest	562
7.4.1.3.9 Die Gesamtprüfung größerer Leitungsabschnitte	562
7.4.1.4 Die Abnahme	562
7.4.1.5 Nacharbeiten	564

7.4.1.5.1	Endgültiges Überfüllen der Leitungen	564
7.4.1.5.2	Reinigung der Leitungsteile, Anstrich	565
7.4.1.5.3	Hinweise zum Auffinden der Einbauten und Leitungen	565
7.4.1.5.4	Spülung und Entkeimung der fertigen Rohrleitung	565
7.4.1.5.5	Durchflußprüfung	567
7.4.2	Anschlußleitungen AL (auch Grundstückszuleitungen genannt)	568
7.4.2.1	Zubehörteile	568
7.4.2.2	Verlegungstiefe und Lage	568
7.4.2.3	Nennweite	568
7.4.2.4	Verlegen	568
7.4.2.4.1	Kunststoffrohre aus Polyäthylen	569
7.4.2.4.2	Stahlrohre mit bituminösem Außenschutz (Gewindeverbindung nach DIN 2999)	569
7.4.2.4.3	Stahlrohre mit extrudiertem Kunststoff-Außenschutz	569
7.4.2.4.4	GGG-Rohre DN 50 und 65	569
7.4.2.5	Hauseinführung	570
7.4.2.6	Druckprobe	570
7.4.2.7	Anbohren	570
7.4.2.8	Wasserzählereinbau	571
7.4.3	Besondere Bauwerke	572
7.4.3.1	Straßenkreuzungen	572
7.4.3.2	Kreuzungen mit Wasserläufen	573
7.4.3.3	Rohrüberführungen über Flüsse (Brückenleitungen)	576
7.4.3.4	Bahnkreuzungen	577
7.4.3.4.1	Grundregeln	577
7.4.3.4.2	Einlegen der Wasserleitungen in Bahnunterführungen	577
7.4.3.4.3	Einlegen der RL unter dem Gleiskörper	578
7.4.3.4.4	Überführen von Wasserleitungen über Bahngeleise	579
7.4.3.4.5	Verlegung von Wasserleitungen an Eisenbahnbrücken	579
7.5	Verbrauchsleitungen	580
7.5.1	Bemessung	580
7.5.2	Anordnung der Absperrvorrichtungen und Armaturen	581
7.5.3	Baustoffe	581
7.5.4	Verlegen	584
7.5.5	Prüfung	584
7.5.6	Frostschutz	584
7.5.7	Schwitzwasserbildung	584
7.5.8	Druckerhöhungsanlagen in Grundstücken	584
8.	Brandschutz	585
8.1	<i>Allgemeines</i>	586
8.2	<i>Löschwasserversorgung allgemein</i>	586
8.3	<i>Feuerlöschanlagen</i>	587
8.3.1	Anlagen mit offenen Düsen	587
8.3.2	Anlagen mit geschlossenen Düsen	588
8.3.3	Schaumlöschanlagen	589
8.3.4	Sonstige stationäre Löschanlagen	589
8.4	<i>Löschwasserleitungen</i>	589
8.4.1	Löschwasserleitungen „naß“ (DIN 14 461 Teil 1)	589
8.4.2	Löschwasserleitungen „naß/trocken“ (DIN 14 461 Teil 1)	590
8.4.3	Löschwasserleitungen „trocken“ (DIN 14 461 Teil 2)	590
8.5	<i>Ausrüstung der Feuerwehr</i>	590
8.5.1	Feuerwehrfahrzeuge	590
8.5.2	Feuerwehrpumpen	592
8.5.3	Schläuche	592
8.5.4	Strahlrohre	592

9. Trinkwasserversorgung in Notstandsfällen	595
9.1 Ursachen von Notstandsfällen	595
9.2 Vorsorgemaßnahmen	595
9.2.1 Allgemein	595
9.2.2 Rechtsgrundlagen	595
9.2.3 Wasserbedarf in Notstandsfällen	596
9.2.4 Deckung des Wasserbedarfs in Notstandsfällen	596
9.2.4.1 Notversorgung aus der öffentlichen Wasserversorgung	596
9.2.4.1.1 Allgemein	596
9.2.4.1.2 Maßnahmen zur Verbesserung der Betriebsbereitschaft in Notstandsfällen	596
9.2.4.2 Notversorgung aus Einzel-Versorgungen	597
9.2.4.2.1 Gebiete ohne zentrale Wasserversorgung	597
9.2.4.2.2 Gebiete mit zentraler Wasserversorgungsanlage	597
9.3 Maßnahmen bei Anzeigen über das Eintreten eines Notstandes	598
9.4 Maßnahmen bei eingetretenen Notständen	598
10. Einzelwasserversorgung	601
10.1 Wasserbeschaffenheit	601
10.2 Technische Hinweise	601
Bau und Betrieb von Wasserversorgungsanlagen	603
11. Planung und Baudurchführung	605
11.1 Aufgaben	606
11.1.1 Allgemein	606
11.1.2 Technischer Bereich	606
11.1.3 Verwaltungs-Bereich	607
11.1.4 Weitergabe von Teilaufgaben	607
11.2 Mitwirkung eines Ingenieurbüros	607
11.2.1 Allgemein	607
11.2.2 Bauanweisung	608
11.2.3 Ingenieur-Auftrag	608
11.2.4 Honorare für Leistungen der Ingenieure	612
11.2.4.1 Allgemein	612
11.2.4.2 Ermittlung des Honorars für die Grundleistungen	612
11.2.4.2.1 Anrechenbare Kosten des Objekts	612
11.2.4.2.2 Honorarzonen	612
11.2.4.2.3 Mindest- und Höchstsätze des Honorars	614
11.2.4.3 Ermittlung des Honorars für Besondere Leistungen	614
11.2.4.4 Ermittlung des Honorars nach Zeitaufwand	614
11.2.4.5 Nebenkosten	614
11.2.4.6 Teilleistungssätze des Honorars	615
11.2.4.7 Honorar für örtliche Bauüberwachung	615
11.2.4.8 Erhöhung des Honorars	615
11.2.4.9 Baukünstlerische Beratung	615
11.2.4.10 Sonstige Leistungen	615
11.3 Verantwortlichkeit der am Bau Beteiligten	615
11.3.1 Allgemein	616
11.3.2 Verantwortlichkeit des Auftraggebers	616
11.3.3 Verantwortlichkeit des Entwurfsfertigers	616
11.3.4 Verantwortlichkeit der Bauoberleitung	616
11.3.5 Verantwortlichkeit der örtlichen Bauführung	616
11.3.6 Verantwortlichkeit des Auftragnehmers	616

11.4 Vorentwurf (VE)	617
11.4.1 Zweck	617
11.4.2 Vorerhebungen	617
11.4.3 Bestandteile des Vorentwurfs	618
11.4.4 Weiterbehandlung	619
11.5 Bauentwurf (BE)	619
11.5.1 Zweck	619
11.5.2 Vorerhebungen	619
11.5.3 Bestandteile des Bauentwurfs	619
11.5.4 Weiterbehandlung des Bauentwurfs	624
11.6 Bauoberleitung (BO)	624
11.6.1 Allgemein	624
11.6.2 Dauer der Bauoberleitung	625
11.7 Örtliche Bauüberwachung (Bauführung)	625
11.7.1 Personal	625
11.7.2 Aufgaben	626
11.7.2.1 Allgemein	626
11.7.2.2 Öffentlich-rechtliche Aufgaben	626
11.7.2.3 Privatrechtliche Aufgaben	626
11.7.2.3.1 Vorbereitende und zeichnerische Arbeiten	626
11.7.2.3.2 Bauaufsicht über die Bauarbeiten	627
11.7.2.3.3 Besondere Prüfungen und Kontrollen	627
11.7.2.3.4 Abrechnung	627
11.7.2.3.5 Berichterstattung	628
11.7.2.3.6 Abnahme und Abschluß des Vorhabens	628
11.7.3 Anwesenheit auf der Baustelle	628
11.7.4 Hilfsbauführer	628
11.7.5 Vertrag	628
11.8 Bauüberwachung (BÜ)	629
11.8.1 Allgemein	629
11.8.2 Aufgaben	629
11.8.3 Auftrag	629
11.9 Üblicher Ablauf einer Wasserversorgungs-Baumaßnahme	630
11.9.1 Vorbereiten der Bauausführung	630
11.9.1.1 Allgemein	630
11.9.1.2 Privatrechtliche Regelungen	630
11.9.1.2.1 Inanspruchnahme privater Grundstücke	630
11.9.1.2.2 Inanspruchnahme öffentlicher Grundstücke	630
11.9.1.2.3 Sicherung der Energieversorgung	631
11.9.1.3 Wasserrechtliche Verfahren	631
11.9.1.3.1 Genehmigung der Ableitung von Wasser	631
11.9.1.3.2 Genehmigung der Einleitung von Wasser	631
11.9.1.3.3 Ausnahmegenehmigungen	631
11.9.1.3.4 Wasserwirtschaftliche Rahmenplanung	632
11.9.1.3.5 Festlegen eines Schutzgebiets	632
11.9.1.4 Baurechtliche Verfahren	632
11.9.1.5 Finanzierung	632
11.9.2 Verdingung	633
11.9.2.1 Allgemeines	633
11.9.2.2 Ausschreibung	633
11.9.2.3 Angebote	633
11.9.2.4 Zuschlag	633
11.9.3 Bauausführung einer Wasserfassung	634
11.9.3.1 Allgemein	634
11.9.3.2 Ablauf der Arbeiten	634
11.9.3.3 Schlußgutachten	634

11.9.4 Ausführung der Bauarbeiten	634
11.9.4.1 Baueinweisung	634
11.9.4.2 Vorbereitende Arbeiten der Firmen	635
11.9.4.3 Bauarbeiten	635
11.9.4.4 Kontrolle der Bauausführung	635
11.9.4.5 Abrechnung	635
11.9.4.6 Abnahme	636
11.9.4.7 Schlußvorlagen	636
11.9.5 Inbetriebnahme	638
11.9.6 Übergabe	639
12. Baukosten von Wasserversorgungsanlagen	641
<i>12.1 Allgemein</i>	<i>641</i>
<i>12.2 Ermittlung der Angebotspreise (Kalkulation)</i>	<i>642</i>
12.2.1 Vergabearten	642
12.2.2 Vorbereiten der Kalkulation	642
12.2.2.1 Bedingungen und Richtlinien für die Angebotsabgabe	642
12.2.2.2 Erhebungen	642
12.2.2.3 Berechnungsgrundlagen	643
12.2.3 Preisentwicklung der Angebotssumme	643
12.2.3.1 Gliederung der Preisentwicklung	643
12.2.3.2 Unmittelbare Selbstkosten der Bauarbeiten	643
12.2.3.2.1 Allgemein	644
12.2.3.2.2 Einzelkosten	644
12.2.3.3 Zuschläge zu den unmittelbaren Selbstkosten	644
12.2.3.3.1 Soziale Abgaben	644
12.2.3.3.2 Gemeinkosten der Baustelle	646
12.2.3.4 Betriebskostenzuschläge	646
12.2.3.5 Umsatzsteuer	646
12.2.4 Zusammenstellung des Angebots	647
12.2.5 Aufgliederung der Angebotssumme	648
<i>12.3 Kostenschätzung (Preisgrundlage Aug. 1985)</i>	<i>648</i>
12.3.1 Allgemein	648
12.3.2 Rohbaukosten	648
12.3.2.1 Wasserfassung	648
12.3.2.1.1 Quelfassungen	648
12.3.2.1.2 Bohrburunen	651
12.3.2.1.3 Horizontalbrunnen	652
12.3.2.1.4 Oberflächenwasserfassung	652
12.3.2.2 Wasseraufbereitung	652
12.3.2.3 Wasserförderung	654
12.3.2.4 Wasserspeicherung	654
12.3.2.4.1 Erdbehälter	654
12.3.2.4.2 Turmbehälter	654
12.3.2.5 Wasserverteilung	654
12.3.2.5.1 Rohrgraben	655
12.3.2.5.2 Rohrleitung	657
12.3.2.5.3 Armaturen	658
12.3.2.5.4 Sonder-Bauwerke	660
12.3.2.5.5 Spülen und Entkeimen	660
12.3.2.5.6 Druckprüfung	660
12.3.2.5.7 Gesamtkosten je m Zubringer- bzw. Versorgungsleitung	660
12.3.2.5.8 Anschlußleitung	661
12.3.2.6 Außenanlagen	661
12.3.2.7 Objektschutz	661
12.3.2.8 Baustelleneinrichtung, mit Auf- und Abbau, sowie Vorhalten	661

12.3.2.9 Sonstige Kosten	661
12.3.2.9.1 Allgemein	661
12.3.2.9.2 Baureserve	661
12.3.2.9.3 BE, BO, öBf	661
12.3.2.9.4 Nebenkosten	661
12.3.3 Umsatzsteuer	662
12.3.4 Verbrauchsleitungen	662
12.4 Baukosten je Einheit	662
12.5 Kostenanteil der Anlageteile an den Gesamtkosten	662
12.6 Wertberechnung bestehender Anlagen	663
12.6.1 Allgemein	663
12.6.2 Kostenindex	663
12.6.3 Beispiel einer Wertberechnung	666
12.7 Lohn- und Materialanteil an den Gesamtkosten	666
13. Betrieb und Verwaltung	667
13.1 Allgemein	668
13.2 Organisation	668
13.2.1 Versorgungsart	668
13.2.2 Wirkungsbereich der WVU	668
13.2.3 Unternehmensformen der WVU	669
13.2.3.1 Allgemein	669
13.2.3.2 Gemeindlicher Regiebetrieb	670
13.2.3.3 Eigenbetrieb	670
13.2.3.4 Unternehmen privaten Rechts	670
13.2.3.5 Wasserbeschaffungsverband	670
13.2.3.6 Zweckverband	670
13.2.3.7 Anteile der verschiedenen Unternehmensformen	670
13.2.4 Gliederung der Unternehmensleitung	671
13.2.5 Innere Gliederung eines WVU	673
13.2.5.1 Allgemein	673
13.2.5.2 Gliederung des Betriebes	673
13.2.5.2.1 Kleine WVU	673
13.2.5.2.2 Mittelgroße – große WVU	673
13.2.5.2.3 Mittelgroße Zweckverbände mit flächenhaft großer Ausdehnung	673
13.2.5.2.4 Sehr große Zweckverbände	673
13.2.5.3 Gliederung der Verwaltung	674
13.3 Betrieb	674
13.3.1 Anforderungen an den Betrieb	674
13.3.1.1 Leitsätze nach DIN 2000	674
13.3.1.2 Ergänzende allgemeine Forderungen	674
13.3.2 Gefährdung der Wasserversorgung	675
13.3.2.1 Abnutzung	675
13.3.2.2 Mängel im Betrieb und in der Verwaltung	675
13.3.2.3 Fahrlässige Beschädigung durch Dritte	675
13.3.2.4 Umwelteinflüsse	676
13.3.3 Betriebsordnung	676
13.3.4 Betriebspersonal	676
13.3.4.1 Allgemeine Forderungen	676
13.3.4.2 Gesundheitliche Überwachung	676
13.3.4.3 Dienstordnung und Dienstanweisung	677
13.3.4.4 Ausbildung des Personals	678
13.3.4.5 Personalbedarf	679
13.3.5 Betriebsaufgaben	680
13.3.5.1 Allgemein	681
13.3.5.2 Betriebsführung	681

13.3.5.2.1 Allgemein	681
13.3.5.2.2 Niederschriften über Betriebsmessungen	682
13.3.5.2.3 Auswertung der Messungen	684
13.3.5.2.4 Labor	685
13.3.5.3 Wartung	686
13.3.5.3.1 Aufgabe	686
13.3.5.3.2 Wasserfassungen	687
13.3.5.3.3 Gebäude	688
13.3.5.3.4 Maschinen- und Elektroanlagen	688
13.3.5.3.5 Wehranlagen und Triebwerke	689
13.3.5.3.6 Aufbereitungsanlagen	690
13.3.5.3.7 Wasserspeicherung	691
13.3.5.3.8 Rohrleitungen	692
13.3.5.3.9 Anschlußleitungen	692
13.3.5.4 Instandsetzung	692
13.3.5.4.1 Allgemein	692
13.3.5.4.2 Wassermangel	692
13.3.5.4.3 Brunnenregenerierung	693
13.3.5.4.4 Fördervermögen der Leitung	694
13.3.5.4.5 Spülung	695
13.3.5.4.6 Rohrreinigung	695
13.3.5.4.7 Orten von Rohrleitungen und Straßenkappen	695
13.3.5.4.8 Wasserverluste	696
13.3.5.4.9 Schutz der Wasserversorgungsanlagen gegen Frostschäden	702
13.3.5.5 Anschlußleitungen	707
13.3.5.6 Besondere Schutzmaßnahmen	707
13.3.5.6.1 Allgemein	707
13.3.5.6.2 Schutzgebiet	707
13.3.5.6.3 Schutzmaßnahmen bei Unfällen mit wassergefährdenden Flüssigkeiten ..	707
13.3.5.6.4 Objektschutz	708
13.3.5.7 Baumaßnahmen	708
13.3.5.7.1 Mitwirkung des Betriebes bei Baumaßnahmen	708
13.3.5.7.2 Planung und Bauoberleitung durch Angehörige des WVU	708
13.3.5.7.3 Bauausführung durch das WVU	709
13.3.5.8 Betreuung kleinerer Wasserwerke	709
<i>13.4 Verwaltung</i>	709
13.4.1 Anforderungen an die Verwaltung	709
13.4.2 Geschäftsordnung	709
13.4.3 Verwaltungspersonal	710
13.4.4 Aufgaben der Verwaltung	710
13.4.4.1 Allgemein	710
13.4.4.2 Allgemeine Verwaltungsaufgaben	710
13.4.4.3 Rechtswesen	710
13.4.4.3.1 Allgemein	710
13.4.4.3.2 Wasserrecht	710
13.4.4.3.3 Landesplanung und Bauordnung	712
13.4.4.3.4 Waldgesetz	712
13.4.4.3.5 Gewerbeordnung	712
13.4.4.3.6 Berufsgenossenschaft der Gas- und Wasserwerke	712
13.4.4.3.7 Gesetze über Meß- und Eichwesen	712
13.4.4.3.8 Gesetze zur Sicherung der Wassergüte	712
13.4.4.3.9 Strafgesetzbuch	713
13.4.4.4 Personalwesen	713
13.4.4.5 Grundstückswesen	713
13.4.4.6 Vergabewesen	713
13.4.4.7 Wasserverkauf	713

13.4.4.7.1 Allgemein	713
13.4.4.7.2 Vertragliche Regelungen	713
13.4.4.7.3 Beitrags- und Gebührenordnung	715
13.4.4.7.4 Baukostenzuschüsse	716
13.4.4.7.5 Erstattung der Herstellungskosten des Hausanschlusses	716
13.4.4.7.6 Vertrag zwischen WVU und Anschlußnehmer	716
13.4.4.7.7 Öffentlichkeitsarbeit und Kundendienst	716
13.4.4.8 Finanzwesen	716
13.4.4.8.1 Allgemein	716
13.4.4.8.2 Gemeindlicher Regiebetrieb	716
13.4.4.8.3 Eigenbetrieb	717
13.4.4.9 Buchhaltung	722
13.4.4.10 Kasse	722
13.4.4.11 Überwachung des Kassen- und Rechnungswesens	722
13.5 Überwachung	722
13.5.1 Allgemein	722
13.5.2 Notwendigkeit der Überwachung	723
13.5.3 Aufgaben der Überwachung	723
13.5.3.1 Behördliche Überwachung	723
13.5.3.1.1 Hygienischer Bereich	723
13.5.3.1.2 Verwaltungsbereich	723
13.5.3.1.3 Technischer Bereich	723
13.5.3.2 Eigene Überwachung	723
Anhang	725
14. Gesetzliche Einheiten, Zahlenwerte, Verbände – Vereine, DVGW-Regelwerk, Zeitschriften	727
14.1 <i>Gesetzliche Einheiten</i>	727
14.1.1 Allgemein	727
14.1.2 Basiseinheiten	727
14.1.3 Atomphysikalische Einheiten	727
14.1.4 Dezimale Vielfache und dezimale Teile von Einheiten	727
14.1.5 Gesetzlich abgeleitete Einheiten (kohärente Einheiten des SI)	728
14.1.6 Anwendungshinweise für das SI	729
14.1.7 Umrechnungstabellen	730
14.2 <i>Umrechnung von Maßeinheiten aus dem englischen ins metrische Maßsystem</i>	732
14.3 <i>Häufig benötigte Zahlenwerte und Gleichungen</i>	734
14.4 <i>Griechisches Alphabet</i>	735
14.5 <i>Verbände und Vereine</i>	736
14.6 <i>DVGW-Regelwerk Wasser</i>	737
14.6.1 Wasserversorgung – allgemein	737
14.6.2 Wassergewinnung	737
14.6.3 Wassergüte und -aufbereitung	738
14.6.4 Wasserverteilung	738
14.6.5 Wasserverwendung	740
14.6.6 Maschinelle und elektrische Anlagen in Wasserwerken	741
14.6.7 Korrosionsschutz	741
14.6.8 Berufsbildung	742
14.6.9 Prüf- und Registrierwesen, Verfahrensregeln	742
14.7 <i>Zeitschriften des Wasserversorgungsfaches</i>	743
14.8 <i>Weitere Schriftenreihe des ZfGW-Verlages, Frankfurt</i>	743
14.9 <i>Technische Mitteilungen der FIGAWA</i>	743
15. Stichwortverzeichnis	745
Bezugsquellenverzeichnis	751