

Taschenbuch der Wasserversorgung

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
1.4.1 Allgemeine Forderungen	6
1.4.2 Art der Wasserversorgung	6
1.4.3 Einzel- oder Doppelte Wasserversorgungsnetze	7
1.4.4 Leistungsfähigkeit	7
1.5 Planung einer Wasserversorgungsanlage	8
1.6 Beteiligte Fachgebiete	8
1.7 Anlageteile einer Wasserversorgungsanlage	8
2. Wasserabgabe – Wasserbedarf	11
2.1 Allgemein	11
2.2 Bestimmende Faktoren	12
2.3 Wasserabgabe	12
2.3.1 Allgemein	12
2.3.2 Wasserabgabe im Betrachtungszeitraum	12
2.3.3 Wasserabgabe/Jahr	13
2.3.3.1 Größe	13
2.3.3.2 Schwankungen Q_a	14
2.3.4. Wasserabgabe/Monat	14
2.3.4.1 Größe	14
2.3.4.2. Schwankung Q_{Mt} im Jahr	15
2.3.5 Wasserabgabe/Tag	15
2.3.5.1 Größe	15
2.3.5.2 Schwankungen Q_d im Jahr	17
2.3.5.2.1 GrößtWert max Q_d	17
2.3.5.2.2 KleinstWert min Q_d	17
2.3.5.3 Schwankungen Q_d in der Woche	17
2.3.4.5 Wasserabgabe – Ganglinie – Dauerlinie	18
2.3.6 Wasserabgabe/Stunde	19
2.3.6.1 Größe	19
2.3.6.2 Schwankungen Q_h während des Tages	19
2.3.6.3 GrößtWert max Q_h	20
2.3.6.4 KleinstWert min Q_h	21
2.3.7 Wasserabgabe/Sekunde Q_s	21
2.3.7.1 Allgemeine Bemessungswerte	21
2.3.7.2 Bemessung von Zubringerleitungen, Fernleitungen	22
2.3.7.3 Bemessung von Hauptleitungen, Versorgungsleitungen	22
2.3.7.4 Bemessung von Anschlußleitungen, Verbrauchsleitungen	22
2.4 Wasserverbrauch je Verbrauchseinheit	23
2.4.1 Volumenstrom von Auslauf-Armaturen	23
2.4.2 Wasserverbrauch je Einzelvorgang	24
2.4.3 Wasserverbrauch l/Ed im Haushalt für einzelne Zwecke	24
2.4.4 Erfahrungswerte des Wasserverbrauchs je Verbrauchseinheit	25
2.4.5 Eigenverbrauch der WVU	27
2.4.6 Wasserverlust	27

2.5 Wasserverbrauch der Industrie	28
2.6 Wasserbedarf	28
2.6.1 Bemessungswerte des Wasserbedarfs	29
2.6.2 Bemessungszeitraum	29
2.6.3 Feststellen der Bemessungsgrundlagen	29
2.6.3.1 Derzeitige und künftige Zahl der versorgten Einwohner	29
2.6.3.2 Siedlungsstruktur und Wohndichte	30
2.6.3.3 Entwicklung des industriellen und sonstigen Wasserbedarfs	30
2.6.3.4 Klimatische Verhältnisse	31
2.6.3.5 Einheits-Bedarfswerte	32
2.6.3.6 Spitzenfaktoren	32
2.6.3.7 Zunahme des Wasserbedarfs	33
2.6.4 Löschwasserbedarf	33
2.6.4.1 Allgemein	33
2.6.4.2 Grundschatz	33
2.6.4.3 Objektschutz	34
2.6.4.4 Löschwasser-Bereitstellung durch das WVU	34
2.6.5 Wasserbedarf in Notstandsfällen	34
2.6.6 Beispiel der Berechnung des Wasserbedarfs	35
3. Wassergewinnung	37
3.1 Hydrogeologie	37
3.1.1 Allgemein	37
3.1.2 Wasserbilanz	38
3.1.2.1 Wasserhaushaltsgleichung	38
3.1.2.2 Niederschlag	39
3.1.2.3 Verdunstung	41
3.1.2.4 Oberirdischer Abfluß	42
3.1.2.5 Unterirdischer Abfluß	44
3.1.2.5.1 Verteilung des unterirdischen Abflusses im Boden	44
3.1.2.5.2 Grundwasser-Neubildung	45
3.1.3 Für die Wasserversorgung ausnützbares Oberflächengewässer	46
3.1.3.1 Niederschlag	46
3.1.3.2 Flußwasser	46
3.1.3.3 Seewasser, Trinkwassertalsperren	46
3.1.4 Für die Wasserversorgung ausnützbare Grundwasser	46
3.1.4.1 Allgemein	46
3.1.4.2 Arten der Grundwasserleiter	46
3.1.4.3 Grundwasservorkommen in den geologischen Formationen	47
3.1.4.4 Grundwasser-Erkundung	49
3.1.4.4.1 Hydrogeologisches Profil	49
3.1.4.4.2 Grundwasserspiegel	51
3.1.4.4.3 Grundwassersohle	51
3.1.4.4.4 Einzugsgebiet	51
3.1.5 Grundwasser-Hydraulik in Poren-Grundwasserleitern	52
3.1.5.1 Aufgabe	52
3.1.5.2 Grundwasser-Fließrichtung und Grundwasser-Gefälle	52
3.1.5.2.1 Grundwasser-Höhenkurvenplan	52
3.1.5.2.2 Grundwasser-Mehdreieck	52
3.1.5.3 Grundwasser-Fließgeschwindigkeit	53
3.1.5.3.1 Arten der Grundwasser-Fließgeschwindigkeit	53
3.1.5.3.2 Messung der GW-Fließgeschwindigkeit	54
3.1.5.3.3 Berechnung der GW-Fließgeschwindigkeit	55
3.1.5.4 Grundwasserabfluß	56
3.1.5.5 Grundwasserentnahme aus Einzelbrunnen	56

3.1.5.5.1 Allgemein	56
3.1.5.5.2 Pumpversuche	56
3.1.5.5.3 Grundwasser-Absenkungskurve	58
3.1.5.5.4 Wasserandrangkurve	63
3.1.5.5.5 Brunnenfassungungsvermögen	63
3.1.5.5.6 Wasserspiegel am Brunnen bei ungespanntem Aquifer	64
3.1.5.5.7 Strömungsverhältnisse am Brunnen	64
3.1.5.5.8 Auswirkungen der GW-Entnahme auf den natürlichen GW-Abfluß	65
3.1.5.5.9 Strömungsverhältnisse bei Uferfiltration	67
3.1.5.6 Grundwasserentnahme mittels Mehrbrunnenanlage	67
3.1.5.6.1 Gegenseitige Beeinflussung von Brunnen	67
3.1.5.6.2 Mehrbrunnengleichung	67
3.1.5.6.3 Berechnung der Absenkung einer Mehrbrunnenanlage aus den Messungen der Einzel-Pumpversuche	68
3.1.5.7 Grundwasserentnahmen aus liegender Fassung	68
3.1.5.7.1 Grundwasser-Galerie	68
3.1.5.7.2 Horizontalbrunnen	68
3.1.5.8 Grundwasseranreicherung durch Versickerung	70
3.1.5.8.1 Versickerung mittels Schluckbrunnen	70
3.1.5.8.2 Versickerung oberhalb des GW mittels Sickerbecken, Sickergräben	70
3.1.5.9 Grundwassermodelle	71
3.1.6 Grundwasser-Hydraulik in Kluft-Grundwasserleitern	71
3.1.7 Grundwasser-Hydraulik in Karst-Grundwasserleitern	72
3.1.8 Quellen	72
3.1.8.1 Arten	72
3.1.8.2 Quellen-Erkundung	73
3.1.8.3 Quellen-Hydraulik	73
3.1.8.3.1 Schichtquelle	73
3.1.8.3.2 Stauquelle	74
3.1.8.3.3 Sonstige Arten der Quellen	74
3.2 Wasserfassung	74
3.2.1 Arten der Wasserfassung	75
3.2.2 Wahl der Wasserfassung	76
3.2.3 Quellfassungen	77
3.2.3.1 Vorbereitende Erhebungen	77
3.2.3.1.1 Austrittsart	77
3.2.3.1.2 Wassermenge	77
3.2.3.1.3 Temperatur	77
3.2.3.1.4 Wasserbeschaffenheit	77
3.2.3.2 Aufschürfen von Quellen	78
3.2.3.3 Schichtquellenfassung	78
3.2.3.3.1 Aufschürfen einer Quelle	78
3.2.3.3.2 Sickergalerie	79
3.2.3.3.3 Sammelschacht	80
3.2.3.3.4 Sandfang	81
3.2.3.4 Stauquellenfassung	81
3.2.3.5 Überlaufquellenfassung	82
3.2.3.6 Sonderausführungen	82
3.2.4 Grundwasserfassungen	82
3.2.4.0 Allgemein	82
3.2.4.1 Schlagbrunnen	
3.2.4.2 Spülbrunnen	84
3.2.4.3 Schachtbrunnen	85
3.2.4.4 Bohrbrunnen	86
3.2.4.4.1 Allgemein	86
3.2.4.4.2 Bemessen	87

3.2.4.4.3	Herstellen der Bohrung	87
3.2.4.4.4	Brunnenausbau	91
3.2.4.4.5	Entsanden und Entschlammen	104
3.2.4.4.6	Pumpversuche	108
3.2.4.4.7	Leistungssteigerung bei neuen Bohrbrunnen	112
3.2.4.4.8	Überwachung der Bohrung	112
3.2.4.5	Brunnenreihen	113
3.2.4.6	Grundwassergalerie	114
3.2.4.7	Horizontalbrunnen	114
3.2.4.7.1	Allgemein	114
3.2.4.7.2	Vorerhebungen	115
3.2.4.7.3	Ausführungsarten	115
3.2.4.7.4	Bauausführung	116
3.2.4.7.5	Entsanden	119
3.2.4.7.6	Pumpversuche	119
3.2.4.7.7	Beispiel	120
3.2.4.8	Leistungsrückgang bestehender Grundwasserfassungen	120
3.2.4.8.1	Allgemein	120
3.2.4.8.2	Änderung der hydrologischen Verhältnisse	120
3.2.4.8.3	Zunahme des Durchflußwiderstandes	120
3.2.5	Grundwasseranreicherung	121
3.2.5.1	Allgemein	121
3.2.5.2	Natürliche Grundwasseranreicherung	122
3.2.5.2.1	Grundlagen	122
3.2.5.2.2	Uferfiltrationsmenge	122
3.2.5.2.3	Wasserbeschaffenheit	122
3.2.5.3	Künstliche Grundwasseranreicherung	122
3.2.5.3.1	Allgemein	122
3.2.5.3.2	Oberirdische Versickerungsanlagen	123
3.2.5.3.3	Unterirdische Versickerungsanlagen	123
3.2.6	Oberflächenwasserentnahmen	124
3.2.6.1	Allgemein	124
3.2.6.2	Trinkwassertalsperren	124
3.2.6.2.1	Allgemein	124
3.2.6.2.2	Standort	124
3.2.6.2.3	Wassertiefe	125
3.2.6.2.4	Speicherinhalt	125
3.2.6.2.5	Speicherbecken	126
3.2.6.2.6	Sperrenbauwerk	126
3.2.6.2.7	Wasserbeschaffenheit	126
3.2.6.3	Seewasserfassung	126
3.2.6.4	Flußwasserfassungen	127
3.2.6.5	Zisternen	128
3.3	Trinkwasserschutzgebiete	129
3.3.1	Allgemein	129
3.3.2	Schutzgebiete für Grundwasser	129
3.3.2.1	Gefährdungen und Beeinträchtigungen	129
3.3.2.1.1	Gütemäßig	129
3.3.2.1.2	Mengenmäßig	129
3.3.2.2	Reinigungswirkung des Untergrundes	130
3.3.2.2.1	Reinigungswirkung	130
3.3.2.2.2	Beschaffenheit des Untergrundes	130
3.3.2.2.3	Verweildauer	130
3.3.2.3	Schutzgebietszonen	130
3.3.2.3.1	Einteilung	130
3.3.2.3.2	Bemessung	130
3.3.2.3.3	Beispiel der Bemessung eines Schutzgebietes	131

3.3.2.4 Schutzanordnungen	132
3.3.3 Schutzgebiet für Trinkwassertalsperren	134
3.3.3.1 Allgemein	134
3.3.3.2 Gefährdungen und Beeinträchtigungen	134
3.3.3.3 Schutzgebietszonen	134
3.3.3.3.1 Einteilung	134
3.3.3.3.2 Bemessung	134
3.3.3.4 Schutzanordnungen	134
3.3.4 Schutzgebiet für Seen	136
3.3.5 Schutzgebiet für Flußwasserentnahme	136
4. Wasseraufbereitung	137
4.1 Wasserbeschaffenheit	137
4.1.1 Physikalisch-chemische Eigenschaften des reinen Wassers	138
4.1.1.1 Bestandteile	138
4.1.1.2 Aggregatzustand und Masse	138
4.1.1.3 Viskosität	138
4.1.1.4 Spezifische Wärme	139
4.1.1.5 Zusammendrückbarkeit	139
4.1.1.6 Chemisches Lösungsvermögen	139
4.1.1.7 Folgeerscheinungen	140
4.1.2 Anforderungen an Trinkwasser	141
4.1.2.1 Allgemein	141
4.1.2.2 DIN 2000	142
4.1.2.2.1 Geltungsbereich und Zweck	142
4.1.2.2.2 Allgemein	143
4.1.2.2.3 Anforderungen an Trinkwasser	143
4.1.2.3 Trinkwasser-Verordnung v. 31. Jan. 1975	143
4.1.2.4 EG-Richtlinie v. 15. Juli 1980	143
4.1.2.5 Eignung von Oberflächenwasser	146
4.1.2.6 Einteilung einer Wasseranalyse	147
4.1.2.7 Schadstoffe im Wasser	150
4.1.2.8 Zusammenfassung der Anforderungen an Trinkwasser	150
4.1.2.9 Beurteilung der Eignung von Wasser zur Trinkwasserversorgung	151
4.1.3 Beschaffenheit des in der Natur vorkommenden Wassers	151
4.1.3.1 Organoleptische Faktoren	151
4.1.3.1.1 Farbe	151
4.1.3.1.2 Trübung	151
4.1.3.1.3 Geruch	152
4.1.3.1.4 Geschmack	152
4.1.3.2 Physikalisch-chemische Wasserbeschaffenheit	
Besondere Reaktions- und Summen-Parameter	153
4.1.3.2.1 Temperatur	153
4.1.3.2.2 pH-Wert	155
4.1.3.2.3 Sättigungsindex Si	156
4.1.3.2.4 Redoxpotential	157
4.1.3.2.5 Leitfähigkeit	157
4.1.3.2.6 Trockenrückstand	157
4.1.3.2.7 Sauerstoff	158
4.1.3.2.8 Oxidierbarkeit	158
4.1.3.2.9 Säurekapazität bei pH 4,3	158
4.1.3.2.10 Kohlensäure	159
4.1.3.2.11 Schwefelwasserstoff	161
4.1.3.2.12 Besondere Summenparameter der Verschmutzung von Oberflächenwasser	161

4.1.3.3 Physikalische, chemische Parameter, Kationen	162
4.1.3.3.1 Calcium	162
4.1.3.3.2 Magnesium	162
4.1.3.3.3 Natrium	162
4.1.3.3.4 Kalium	162
4.1.3.3.5 Eisen	163
4.1.3.3.6 Mangan	163
4.1.3.3.7 Ammonium	163
4.1.3.3.8 Barium, Strontium, Lithium	163
4.1.3.4 Physikalische, chemische Parameter, Anionen	163
4.1.3.4.1 Stickstoffverbindungen	163
4.1.3.4.2 Nitrit	164
4.1.3.4.3 Nitrat	164
4.1.3.4.4 Chlorid	164
4.1.3.4.5 Sulfat	165
4.1.3.4.6 Hydrogenkarbonat, Karbonat, Hydroxid	165
4.1.3.4.7 Fluor	165
4.1.3.4.8 Bromid, Jodid	165
4.1.3.4.9 Phosphat	165
4.1.3.4.10 Silikate	166
4.1.3.5 Härte	166
4.1.3.6 Sonstige Inhaltsstoffe mit Grenzwert-Parameter nach der TW-VO- und EG-Richtlinie	167
4.1.3.6.1 Arsen, Blei, Cadmium, Chrom, Cyanide, Quecksilber	167
4.1.3.6.2 Cancerogene Stoffe	167
4.1.3.6.3 Phenol	168
4.1.3.6.4 Detergentien	168
4.1.3.7 Mikrobiologische Parameter	168
4.1.3.8 Biologische Wasserbeschaffenheit	169
4.1.3.9 Radioaktive Wasserbeschaffenheit	170
4.1.4 Wasserbeschaffenheit von Grundwasser aus verschiedenen geologischen Formationen	171
4.1.5 Wasserbeschaffenheit von Mineralwässern	171
4.1.6 Veränderung der natürlichen Wasserbeschaffenheit von Grundwasser	174
4.1.6.1 Primäre Ursachen	174
4.1.6.2 Sekundäre Einflüsse	174
4.1.6.3 Schutz gegen Veränderung der Wasserbeschaffenheit	174
4.1.7 Durchführung der Wasseruntersuchungen	174
4.1.7.1 Allgemein	174
4.1.7.2 Chemische Untersuchung	175
4.1.7.2.1 Nach der TW-VO vorgeschriebene Untersuchungen	175
4.1.7.2.2 Chemische Untersuchung für die hygienische Beurteilung	175
4.1.7.2.3 Untersuchung zur technischen Beurteilung	175
4.1.7.2.4 Probenentnahme	175
4.1.7.2.5 Häufigkeit der Untersuchungen	176
4.1.7.3 Mikrobiologische Untersuchung	177
4.1.7.3.1 Untersuchung nach der TW-VO	177
4.1.7.3.2 Probenentnahme	177
4.1.7.3.3 Häufigkeit der Untersuchung	177
4.1.7.4 Biologische Untersuchung	177
4.1.7.5 Hygienische Beurteilung	178
4.2 Trinkwasseraufbereitung	178
4.2.1 Anforderungen	159
4.2.1.1 Aufgabe der Trinkwasseraufbereitung	179
4.2.1.2 Ziel der Trinkwasseraufbereitung	179
4.2.1.3 Verfahrensarten der Trinkwasseraufbereitung	181

4.2.2 Physikalische Verfahren	182
4.2.2.1 Vorreinigung	182
4.2.2.1.1 Rechen	182
4.2.2.1.2 Entsandung	182
4.2.2.1.3 Entölung	183
4.2.2.1.4 Sieben	183
4.2.2.2 Koagulation, Flockung, Sedimentation	184
4.2.2.2.1 Allgemein	184
4.2.2.2.2 Koagulation	184
4.2.2.2.3 Flockung	184
4.2.2.2.4 Sedimentation	184
4.2.2.3 Gasaustausch	186
4.2.2.3.1 Allgemein	186
4.2.2.3.2 Freier Regenfall	186
4.2.2.3.3 Rieselung	186
4.2.2.3.4 Kaskadenbelüftung	186
4.2.2.3.5 Verdüsung	187
4.2.2.3.6 Wellbahnbelüftung	187
4.2.2.3.7 Propellerbelüftung	187
4.2.2.3.8 Druckbelüftung	188
4.2.2.4 Filtration	188
4.2.2.4.1 Allgemein	188
4.2.2.4.2 Langsamfilter	188
4.2.2.4.3 Schnellfilter	189
4.2.2.5 Schlammbehandlung	192
4.2.2.5.1 Allgemein	192
4.2.2.5.2 Filterrückspülwasser	193
4.2.2.5.3 Schlammwasser aus Reaktions-, Flockungs-, Sedimentationsbecken	194
4.2.2.6 Adsorption	194
4.2.2.7 Grundwasseranreicherung	195
4.2.3 Chemische Verfahren	195
4.2.3.1 Fällung	195
4.2.3.2 Oxidation	196
4.2.3.2.1 Allgemein	196
4.2.3.2.2 Luftsauerstoff	196
4.2.3.2.3 Chlorungsverfahren	196
4.2.3.2.4 Kaliumpermanganat	200
4.2.3.2.5 Ozonung	201
4.2.3.3 Neutralisation	204
4.2.3.3.1 Allgemein	204
4.2.3.3.2 Neutralisation mittels Gasaustausch	204
4.2.3.3.3 Neutralisation mittels Filtration über Jurakalk	204
4.2.3.3.4 Neutralisation mittels Filtration über dolomitische Filtermaterialien	206
4.2.3.3.5 Neutralisation durch Kalkzugabe	207
4.2.3.4 Erhöhung der Wasserhärte	208
4.2.3.5 Ionenaustausch	208
4.2.3.5.1 Allgemein	208
4.2.3.5.2 Prinzip des Ionenaustausches	208
4.2.3.5.3 Betrieb eines Ionenaustauschers	209
4.2.3.5.4 Arten des Ionenaustausches	209
4.2.4 Biologische Verfahren	211
4.2.5 Anwendung der Aufbereitungsverfahren	211
4.2.5.1 Allgemein	211
4.2.5.2 Entsäuerung	211

4.2.5.2.1 Allgemein	211
4.2.5.2.2 Bemessungsbeispiele	212
4.2.5.2.3 Ausführungsbeispiele	214
4.2.5.3 Enteisung	217
4.2.5.3.1 Allgemein	217
4.2.5.3.2 Oxidation	217
4.2.5.3.3 Reaktionsraum	217
4.2.5.3.4 Filtration	217
4.2.5.3.5 Schlammbehandlung	218
4.2.5.3.6 Bemessungsbeispiele	218
4.2.5.3.7 Ausführungsbeispiele	213
4.2.5.4 Entmanganung	220
4.2.5.4.1 Allgemein	220
4.2.5.4.2 Oxidation + katalytische Filtration	220
4.2.5.4.3 Oxidation mittels starker Oxidationsmittel	221
4.2.5.5 Aufbereitung von reduzierten Wässern	221
4.2.5.6 Entfernen von organischen Inhaltsstoffen	221
4.2.5.6.1 Algen, Plankton	221
4.2.5.6.2 Farbe, Geruch, Geschmack	221
4.2.5.6.3 Phenole, Kohlenwasserstoffe, Detergentien, Pestizide	221
4.2.5.7 Entfernen der Stickstoffverbindungen	222
4.2.5.8 Entfernen von Phosphat	222
4.2.5.9 Entfernen von Sulfat, Natrium, Chlorid	222
4.2.5.10 Enthärten	222
4.2.5.10.1 Allgemein	222
4.2.5.10.2 Thermische Enthärtung	223
4.2.5.10.3 Kalk-Soda-Verfahren	223
4.2.5.10.4 Schnell-Entkarbonisierung	223
4.2.5.10.5 Ionenaustausch	224
4.2.5.11 Entsalzung	225
4.2.5.11.1 Allgemein	225
4.2.5.11.2 Kesselspeisewasser	225
4.2.5.11.3 Meerwasser, Brackwasser	225
4.2.5.12 Entfernen von toxischen Spurenstoffen	226
4.2.5.13 Stabilisierung durch Phosphat und Silikat	226
4.2.5.13.1 Zugabe beim WVU	226
4.2.5.13.2 Phosphatzugabe beim Verbraucher	227
4.2.5.14 Fluoridierung, Entfluoridierung	228
4.2.5.15 Desinfektion	228
4.2.5.15.1 Allgemein	228
4.2.5.15.2 Abkochen	229
4.2.5.15.3 Filtern	229
4.2.5.15.4 Chlorung	229
4.2.5.15.5 Brom, Jod	231
4.2.5.15.6 Ozonung	231
4.2.5.15.7 Ultraviolett-Bestrahlung	231
4.2.5.15.8 Silberungsverfahren	232
4.2.5.15.9 Desinfektion von Anlageteilen der Wasserversorgung	232
4.2.5.16 Dekontamination	234
4.2.6 Chemische Einwirkungen auf Bauteile der Wasserversorgung	234
4.2.6.1 Allgemein	234
4.2.6.2 Einwirkung von außen	234
4.2.6.3 Einwirkung von innen	235
4.2.6.4 Mischwasser	235
4.2.6.4.1 Allgemein	235
4.2.6.4.2 Zonentrennung	235

4.2.6.4.3 Mischung in einem Behälter	235
4.2.6.4.4 Gemeinsame Aufbereitung	236
4.2.6.4.5 Angleichung der Wasserbeschaffenheit	236
4.2.6.5 Beseitigung von Schäden	236
4.2.6.5.1 Bohrb Brunnen	236
4.2.6.5.2 Bauwerke	236
4.2.6.5.3 Rohrleitungen	236
4.2.7 Schema von einigen Aufbereitungsanlagen	237
4.2.8 Kleinaufbereitungsanlagen für Oberflächenwasser	239
4.2.9 Nachaufbereitung von Trinkwasser	240
4.2.10 Bauwerke der Wasseraufbereitung	240
4.2.10.1 Standort	240
4.2.10.2 Anlageteile	240
4.2.10.3 Planung	241
4.2.10.3.1 Aufbereitungs- und maschinentechnischer Teil	241
4.2.10.3.2 Elektrotechnischer Teil	241
4.2.10.3.3 Meß- und Steuereinrichtungen	241
4.2.10.3.4 Bauliche Anlage	242
4.2.10.4 Ausschreibung	243
4.2.10.5 Abnahme	243
4.2.10.6 Einweisung und Bedienungsvorschrift	243
5. Wasserförderung	245
5.1 <i>Maschinenkunde</i>	245
5.1.1 Wasserhebemaschinen	247
5.1.1.1 Betriebswerte von Pumpen	247
5.1.1.1.1 Der Förderstrom	247
5.1.1.1.2 Die Förderhöhe	247
5.1.1.1.3 Die Arbeit F	248
5.1.1.1.4 Die Nutzleistung der Pumpe P_n (kW)	248
5.1.1.1.5 Der Kraftbedarf an der Pumpenwelle P_e (kW)	248
5.1.1.2 Das Saugverhalten von KrP	248
5.1.1.2.1 Die Haltedruckhöhe der Anlage $NPSH_A$	249
5.1.1.2.2 Die Haltedruckhöhe der Pumpe $NPSH_p$	250
5.1.1.2.3 Die beiden Kurven für $NPSH_A$ und $NPSH_p$	250
5.1.1.3 Kolben- und Plungerpumpen	250
5.1.1.3.1 Anwendungsgebiet	250
5.1.1.3.2 Bauarten und Förderstrom	250
5.1.1.3.3 Drehzahl n (U/min)	251
5.1.1.3.4 Liefergrad λ	251
5.1.1.3.5 Wirkungsgrad η	251
5.1.1.3.6 Kraftbedarf P_n	251
5.1.1.3.7 Saughöhe	251
5.1.1.3.8 Druckbehälter (Windkessel) zum Abschwächen der Druckschwankungen von Kolbenpumpen	252
5.1.1.4 Kreiselumpen (KrP)	252
5.1.1.4.1 Anwendungsgebiet	252
5.1.1.4.2 Bauarten	253
5.1.1.4.3 Die Kennlinien von KrP	255
5.1.1.4.4 Zusammenhang zwischen Kennlinie einer KrP und der Rohrleitung	258
5.1.1.4.5 Bestellangaben für KrP	261
5.1.1.5 Sonstige Wasserhebevorrichtungen	262
5.1.1.5.1 Die Lambachpumpe	262
5.1.1.5.2 Die Tiefsaugereinrichtung (Wasserstrahlpumpe)	262
5.1.1.5.3 Druckluftwasserheber oder Luftmischheber	262
5.1.1.5.4 Widder	262
5.1.1.5.5 Dosierpumpen	263

5.1.2 Luftverdichter und Gebläse	264
5.1.3 Antriebsmaschinen	264
5.1.3.1 Elektromotoren	264
5.1.3.1.1 Stromart	264
5.1.3.1.2 Spannung	264
5.1.3.1.3 Netzfrequenz in Drehstromnetzen	265
5.1.3.1.4 Wirkungsgrad η_M	265
5.1.3.1.5 Kraftübertragung und Antriebsart	265
5.1.3.1.6 Drehzahl	265
5.1.3.1.7 Drehrichtung	266
5.1.3.1.8 Anlassen	266
5.1.3.1.9 Bauformen und Schutzarten der Elektromotoren	267
5.1.3.1.10 Blindstromkompensation	267
5.1.3.2 Schaltgeräte und Zubehör	268
5.1.3.2.1 Motorzuleitungen	268
5.1.3.2.2 Schaltgeräte	268
5.1.3.2.3 Besondere Geräte für automatische Steuerungen	269
5.1.3.2.4 Stromzuleitungen	270
5.1.3.3 Wärmemotoren	270
5.1.3.3.1 Benzinmotoren	270
5.1.3.3.2 Dieselmotoren	270
5.1.3.3.3 Dampfmaschinen, Dampfturbinen	272
5.1.3.4 Wasserkraftmaschinen	272
5.1.3.4.1 Wasserräder	272
5.1.3.4.2 Wasserturbinen	272
5.1.4 Schutzmaßnahmen in elektrischen Anlagen	273
5.1.4.1 Schutzerdung	273
5.1.4.2 Nullung	273
5.1.4.3 Schutzschaltung	273
5.1.5 Meßprogramm und Meßwertdarstellung	273
5.1.5.1 Meßprogramm	273
5.1.5.1.1 In Wasserwerken mit Quellzulauf	273
5.1.5.1.2 In Wasserwerken mit Pumpbetrieb	273
5.1.5.2 Anzeigeninstrumente	274
5.1.5.3 Schaltwarten	274
5.1.6 Maschinen-Abnahmeprüfung	274
5.1.6.1 Allgemeines	274
5.1.6.2 Arten der Gewährleistung	275
5.1.6.3 Abnahmeprüfung	275
5.1.6.3.1 Die Werkstoffprüfung	275
5.1.6.3.2 Die Prüfung auf Vollständigkeit und sachgemäße Aufstellung	275
5.1.6.3.3 Die Prüfung auf den gewährleisteten Wirkungsgrad	275
5.1.6.3.4 Feststellung der für die Abnahme wichtigen Größen	276
5.1.6.3.5 Betrieb während des Abnahmeversuches	277
5.1.6.3.6 Toleranz	277
5.1.6.3.7 Prüfniederschrift	277
5.1.6.3.8 Folgen nicht erfüllter Gewährleistung	277
5.1.6.3.9 Muster für eine Gewährleistungsverpflichtung	277
5.1.6.4 Die Prüfniederschrift	278
5.1.7 Hinweise für die Gestaltung der Ausschreibung einer Maschinenanlage in Pumpwerken	279
5.1.7.1 Vorbemerkungen	279
5.1.7.2 Das eigentliche Leistungsverzeichnis	279
5.2 <i>Wasserzählung und Wassermessung</i>	280
5.2.1 Allgemeines	280
5.2.2 Wasserzählung	281

5.2.2.1 Bauarten der Zähler	281
5.2.2.1.1 Flügelradzähler	281
5.2.2.1.2 Ringkolbenzähler	281
5.2.2.1.3 Woltmannzähler	281
5.2.2.1.4 Woltmannverbundzähler	282
5.2.2.1.5 Sonderzähler	282
5.2.2.1.6 Naß- und Trockenläufer	282
5.2.2.1.7 Wasserzähler mit Gebereinrichtungen	282
5.2.2.2 Für die Wahl der Zähler maßgebende Begriffe	283
5.2.2.3 Metrologische Anforderungen an die Zähler	283
5.2.2.3.1 Fehlergrenzen	283
5.2.2.3.2 Metrologische Klassen	283
5.2.2.4 Zählergrößen	283
5.2.2.4.1 Zähler mit Gewindeanschluß	283
5.2.2.4.2 Zähler mit Flanschanschluß	284
5.2.2.5 Wahl der Größe von Flügelradzählern in Wohnanlagen (Empfehlung des DVGW)	285
5.2.3 Wassermessung	285
5.2.3.1 Kübelmessung	285
5.2.3.2 Überfallmessung	286
5.2.3.3 Durchflußmessung nach dem Wirkdruckverfahren	286
5.2.3.3.1 Wirkdruckerzeuger	287
5.2.3.3.2 Wirkdruckmesser oder Differenzmanometer	287
5.2.3.4 Durchflußmessung mittels Wasserzähler mit Zusatzeinrichtungen	287
5.2.3.5 Durchflußmessung nach dem induktiven Meßverfahren	287
5.2.3.6 Durchflußmessung mittels Ultraschallgeräten	287
5.2.4 Anweisung für Einbau, Inbetriebnahme und Wartung von Zählern und Meßvorrichtungen	287
5.2.4.1 Hauswasserzähler	287
5.2.4.1.1 Einbau	287
5.2.4.1.2 Einbauort	288
5.2.4.1.3 Inbetriebnahme	289
5.2.4.1.4 Wartung	289
5.2.4.1.5 Lagerung	289
5.2.4.2 Woltmann-Zähler	289
5.2.4.3 Venturi-Meßanlagen	291
5.2.5 Prüfung der Wasserzähler durch die Wasserwerke	291
5.2.6 Eichpflicht für Wasserzähler	291
5.3 Fernwirkanlagen zur Messung und Steuerung	291
5.3.1 Einteilung	292
5.3.1.1 Fernüberwachungseinrichtungen zur Übertragung von Meßwerten und Meldungen	292
5.3.1.2 Fernsteuereinrichtungen zur Übertragung von Stellwerten und Befehlen	292
5.3.2 Meßumformer	292
5.3.3 Die Übertragungswerte	292
5.3.3.1 Erdkabel	292
5.3.3.2 Posteigene Leitungswege	292
5.3.3.3 Drahtlose Verbindung (Funk)	293
5.3.4 Die Übertragungsarten	293
5.3.4.1 Die Raum-Multiplex-Übertragung (RM)	293
5.3.4.2 Die Frequenz-Multiplex-Übertragung (FM)	293
5.3.4.3 Die Zeit-Multiplex-Übertragung (ZM)	293
5.3.4.4 Die Kombination des RM-, FM- und ZM-Systems	293
5.3.5 Vergleich der Übertragungsarten	293
5.3.6 Fernwirkanlagen und Betriebsweise der Wasserwerke	294

5.3.6.1 Handbetrieb	294
5.3.6.2 Halbautomatischer Betrieb	294
5.3.6.3 Vollautomatischer Betrieb	294
5.3.7 Die Protokollierung	295
5.3.8 Prozeßrechner	295
5.3.8.1 Aufgaben	295
5.3.8.2 Beispiele für die möglichen Aufgaben eines Rechners	296
5.3.8.2.1 Für alle Teile einer WV-Anlage	296
5.3.8.2.2 Für einzelne Teile	296
5.3.8.3 Voruntersuchung vor Beschaffung eines Rechners	296
5.4 Pumpwerksanlagen	298
5.4.1 Zweck von PW in der Wasserversorgung	298
5.4.2 Arten von Pumpwerken in der Wasserversorgung	298
5.4.2.1 Grundwasserpumpwerk (GPW)	298
5.4.2.2 Druckerhöhungspumpwerk (DPW)	298
5.4.2.3 Überhebepumpwerk (ÜPW)	298
5.4.2.4 Druckbehälterpumpwerk (WPW)	299
5.4.2.5 Vorpumpwerk	299
5.4.2.6 Hauptpumpwerk	299
5.4.3 Hauptdaten	299
5.4.4 Wahl der Pumpenbauart	299
5.4.4.1 U-Pumpen	299
5.4.4.2 Horizontale KrP	299
5.4.4.3 Vertikale KrP, sog. Wellenpumpen	299
5.4.5 Größe der Pumpensätze	300
5.4.6 Unterteilung der Pumpensätze	301
5.4.7 Bauplatz für PW	301
5.4.8 Gestaltung von PW-Gebäuden	301
5.4.8.1 Raumprogramm	301
5.4.8.2 Lage der Räume zueinander	301
5.4.8.3 Raumhöhen	302
5.4.8.4 Aufstellung der Pumpensätze	302
5.4.8.5 Rohrleitungen in Pumpwerken	302
5.4.8.6 Rohrkeller	303
5.4.8.7 Schalt- und Steueranlagen, Stromerzeugung	303
5.4.8.8 Belichtung und Beheizung	303
5.4.8.9 Sicherheit gegen Einbruch und Brand	303
5.4.9 Besondere Pumpwerke	304
5.4.9.1 Druckbehälterpumpwerke (früher als Windkesselanlagen bezeichnet), im folgenden bedeutet DB = Druckbehälter, WPW = Druckbehälterwerk	304
5.4.9.1.1 Größe der Pumpen	304
5.4.9.1.2 Größe der Druckbehälter	304
5.4.9.1.3 Schaltmöglichkeiten	306
5.4.9.1.4 Zubehör	306
5.4.9.1.5 Anschluß der Druckbehälter	307
5.4.9.2 Pumpwerke mit drehzahlregelten Antriebsmotoren	307
5.4.9.3 Hintereinandergeschaltete Pumpen	308
5.4.9.3.1 Vor- und Hauptpumpen	308
5.4.9.3.2 Drucksteigerungspumpen	308
5.4.9.4 Heberleitungen	309
5.4.9.5 Druckerhöhungsanlagen in Grundstücken	309
5.4.10 Druckstöße in Pumpwerks-Druckleitungen	310
5.4.10.1 Ursachen der Druckstöße	310
5.4.10.2 Größe der Druckstöße	310
5.4.10.3 Abhilfemaßnahmen	311
5.4.11 Ausführungsbeispiele	312

6. Wasserspeicherung	323
6.1 Aufgaben der Wasserspeicherung	323
6.1.1 Ausgleich der Verbrauchsschwankungen	324
6.1.2 Ausgleich zwischen Vor- und Hauptförderung	324
6.1.3 Einhalten der Druckbereiche in Zubringerleitungen und Versorgungsleitungen	324
6.1.4 Sicherstellung einer Notversorgung bei Betriebsstörungen	324
6.1.5 Bereithalten von Löschwasser	325
6.1.6 Druckzonenversorgung	325
6.1.7 Absetzbecken	325
6.1.8 Ausgleich der Abflüsse eines Flusses in einer Trinkwassertalsperre	325
6.2 Arten der Wasserspeicherung	325
6.2.1 Hochbehälter	325
6.2.1.1 Erdhochbehälter	325
6.2.1.2 Wasserturm	326
6.2.2 Tiefbehälter	326
6.2.3 Druckbehälter	326
6.2.4 Trinkwassertalsperren	326
6.2.5 Grundwasserspeicher	326
6.2.6 Löschwasserspeicher	327
6.3 Fassungsraum	327
6.3.1 Ausgleich der Verbrauchsschwankungen – Fluktuierende Wassermenge	327
6.3.1.1 Allgemein	327
6.3.1.2 Rechnerische Ermittlung	327
6.3.1.3 Grafische Ermittlung	329
6.3.1.4 Beurteilung	331
6.3.1.5 Vergleich der Tages-, Monats-, Jahresausgleichsmengen	331
6.3.2 Ausgleich zwischen Vor- und Hauptförderung	331
6.3.3 Fassungsraum für Notversorgung	332
6.3.4 Fassungsraum für Löschwasser	332
6.3.5 Fassungsraum von Trinkwassertalsperren	333
6.4 Erdhochbehälter	333
6.4.1 Allgemeine Forderungen	333
6.4.1.1 In hygienischer Hinsicht	333
6.4.1.2 In technischer Hinsicht	333
6.4.1.3 In betrieblicher Hinsicht	334
6.4.2 Festlegen des Fassungsraumes in der Praxis	334
6.4.2.1 Allgemein	334
6.4.2.2 kleine WV-Anlagen bis etwa 2 000 E, bzw. max Q_d 2 000 m ³	334
6.4.2.2.1 Fassungsraum für die Verbrauchsmenge	334
6.4.2.2.2 Fassungsraum für Löschwasser	334
6.4.2.2.3 Gesamter Fassungsraum	335
6.4.2.3 mittlere WV-Anlagen bis etwa 20 000 E, bzw. max Q_d 10 000 m ³	335
6.4.2.4 große WV-Anlagen bis etwa 100 000 E, bzw. max Q_d 50 000 m ³	335
6.4.2.5 sehr große WV-Anlagen über 100 000 E, bzw. 50 000 m ³	335
6.4.2.6 Gruppenanlagen	335
6.4.3 Lage	336
6.4.3.1 Höhenlage	336
6.4.3.2 Lage zum Versorgungsgebiet	336
6.4.3.2.1 Entfernung	336
6.4.3.2.2 Durchlaufbehälter	337
6.4.3.2.3 Gegenbehälter	337
6.4.3.3 Mehrere Hochbehälter in der gleichen Druckzone	338
6.4.3.3.1 Neuer Hochbehälter in unmittelbarer Höhe des Bestehenden	338
6.4.3.3.2 Neuer Hochbehälter in größerer Entfernung vom Bestehenden	338
6.4.3.4 Anforderungen an den Bauplatz	339
6.4.4 Bauliche Anordnung	340

6.4.4.1 Allgemein	340
6.4.4.2 Wasserkammer	340
6.4.4.2.1 Anzahl	340
6.4.4.2.2 Grundrißformen	340
6.4.4.2.3 Wassererneuerung	342
6.4.4.2.4 Wassertiefe	343
6.4.4.2.5 Erdüberdeckung	344
6.4.4.2.6 Lage des Wasserspiegels zur Geländeoberfläche	344
6.4.4.2.7 Anbau weiterer Kammern	344
6.4.4.2.8 Konstruktive Hinweise	344
6.4.4.3 Bedienungshaus	348
6.4.5 Bauausführung	349
6.4.5.1 Allgemein	349
6.4.5.2 Baustoffe	350
6.4.5.2.1 Bindemittel	350
6.4.5.2.2 Betonzuschlag	350
6.4.5.2.3 Zugabewasser	351
6.4.5.2.4 Betonstahl	351
6.4.5.3 Beton- und Stahlspannungen	352
6.4.5.4 Verarbeiten des Betons	352
6.4.5.5 Betonnachbehandlung	353
6.4.5.6 Oberflächenbehandlung	353
6.4.5.6.1 Allgemein	353
6.4.5.6.2 Bedienungshaus	353
6.4.5.6.3 Wasserkammern – Innenflächen	353
6.4.5.6.4 Wasserkammern – Außenflächen	355
6.4.6 Zugang	356
6.4.7 Belichtung	357
6.4.7.1 Allgemein	357
6.4.7.2 Wasserkammern	357
6.4.7.3 Bedienungshaus	357
6.4.8 Be- und Entlüftung	358
6.4.8.1 Allgemein	358
6.4.8.2 Wasserkammern	358
6.4.8.3 Bedienungshaus	358
6.4.9 Hydraulische Ausrüstung	359
6.4.9.1 Allgemein	359
6.4.9.2 Rohrleitungen	359
6.4.9.3 Rohrdurchführungen	360
6.4.9.4 Selbsttätiges Abschalten des Zulaufs	361
6.4.9.5 Rohrbruchsicherung	361
6.4.9.6 Löschwasserleitung	361
6.4.9.7 Entnahmestellen	362
6.4.9.8 Schutzanstriche	362
6.4.10 Entwässerung	362
6.4.11 Elektrische Installation	363
6.4.11.1 Starkstromanlage	363
6.4.11.2 Schwachstromanlage	363
6.4.12 Meßvorrichtungen	363
6.4.13 Dichtheitsprüfung	364
6.4.13.1 Forderung	364
6.4.13.2 Durchführen der Dichtheitsprüfung	364
6.4.14 Objektschutz gegen unbefugtes Betreten und Beschädigung	366
6.4.15 Äußere Gestaltung	366
6.4.16 Ausführungsbeispiele	367

6.5 Wasserturm	370
6.5.1 Allgemein	370
6.5.2 Fassungsraum	370
6.5.3 Lage	371
6.5.3.1 Höhenlage	371
6.5.3.2 Lage zum Versorgungsgebiet	371
6.5.3.3 Bauplatz	371
6.5.4 Allgemeine bauliche Anordnung	371
6.5.4.1 Allgemein	371
6.5.4.2 Turmkonstruktion	371
6.5.4.2.1 Turmschaft = Tragkonstruktion	371
6.5.4.2.2 Aufgelöste Stützenkonstruktion	372
6.5.4.2.3 Kelch- oder Pilzform	372
6.5.4.2.4 Kugelform	372
6.5.4.2.5 Standrohrturm	372
6.5.4.3 Wasserkammern	372
6.5.4.3.1 Anzahl	372
6.5.4.3.2 Form	372
6.5.4.3.3 Wassertiefe	373
6.5.4.4 Bedienungsräume	373
6.5.5 Konstruktive Hinweise	373
6.5.5.1 Gründung	373
6.5.5.2 Wasserkammern	373
6.5.5.3 Besondere Beanspruchungen	374
6.5.6 Zugang	374
6.5.7 Hydraulische Ausrüstung	374
6.5.8 Äußere Gestaltung	375
6.5.9 Ausführungsbeispiele	375
6.6 Tiefbehälter	379
6.6.1 Allgemein	379
6.6.2 Fassungsraum	379
6.6.3 Lage	380
6.6.4 Bauliche Anordnung	380
6.7 Löschwasserbehälter	380
6.7.1 Allgemein	380
6.7.2 Löschteich	380
6.7.2.1 Fassungsraum	380
6.7.2.2 Lage	381
6.7.2.3 Betriebstechnische Forderungen	381
6.7.2.4 Bauliche Anordnung	381
6.7.3 Unterirdische Löschwasserbehälter	382
6.7.3.1 Fassungsraum	382
6.7.3.2 Lage	382
6.7.3.3 Bauliche Anordnung	383
6.7.3.4 Betriebseinrichtung	383
6.8 Trinkwassertalsperren	383
6.8.1 Allgemein	383
6.8.2 Fassungsraum	384
6.8.3 Lage	384
6.8.4 Bauwerk	384
6.8.5 Stauraum	384
7. Wasserverteilung	385
7.1 Rohrnetzausrüstung	385
7.1.1 Allgemeines	386

7.1.1.1. Hauptbestandteile der Rohrleitungen	386
7.1.1.2 Werkstoffe	386
7.1.1.2.1 Grauguß (Gußeisen, GG)	386
7.1.1.2.2 Stahlrohre	387
7.1.1.2.3 Asbestzementrohre	387
7.1.1.2.4 Spannbetondruckrohre und Stahlbetonrohre	387
7.1.1.2.5 Kunststoffrohre	387
7.1.1.3 Kurzbezeichnungen der Werkstoffe	387
7.1.1.4 Die Wahl der Werkstoffe	387
7.1.1.5 Korrosionsschutz	388
7.1.1.5.1 Die Aggressivität des Bodens	388
7.1.1.5.2 Arten des Korrosionsschutzes	388
7.1.2 Einzelteile der Rohrleitungen	391
7.1.2.1 Rohre und Formstücke	391
7.1.2.1.1 Rohre aus duktilem Gußeisen (GGG)	391
7.1.2.1.2 Rohre und Formstücke aus Stahl	398
7.1.2.1.3 Rohre aus Asbestzement mit Formstücken aus Grauguß	401
7.1.2.1.4 Spannbetonrohre und Stahlbetonrohre	404
7.1.2.1.5 PVC-Hart-Rohre	405
7.1.2.1.6 Polyäthylen-Rohre	406
7.1.3 Einbauteile in Rohrleitungen	408
7.1.3.1 Werkstoffe	408
7.1.3.2 Korrosionsschutz	408
7.1.3.2.1 für Erdeinbau in Bodengruppe I oder für Schachteinbau	408
7.1.3.2.2 für Erdeinbau in Bodengruppe II und III	408
7.1.3.3 Armaturen im Zuge des Wasserdurchflusses in Zu- und Versorgungsleitungen	408
7.1.3.3.1 Absperreinrichtungen	408
7.1.3.3.2 Sonderbauarten	411
7.1.3.3.3 Rückflußverhindernde Armaturen	412
7.1.3.4 Einbau von Absperr- und Regelarmaturen	413
7.1.3.5 Bedienung von Absperrarmaturen	414
7.1.3.6 Sonstige Armaturen	414
7.1.3.6.1 Ent- und Belüftungen	414
7.1.3.6.2 Spülauslässe und Entleerungsvorrichtungen	415
7.1.3.6.3 Schwimmerausflußventile	416
7.1.3.6.4 Siebe	417
7.1.3.6.5 Hydranten	417
7.1.3.6.6 Druckminderventile	419
7.1.3.7 Armaturen für Hausanschlußleitungen	420
7.1.3.7.1 Drehscheibenverschluß	420
7.1.3.7.2 Anbohrbrücke	421
7.1.3.7.3 Verschluß durch bewegliche Steckscheibe	421
7.1.3.7.4 Weichdichtender Absperrschieber	421
7.1.3.7.5 Einfache Eckventile	421
7.1.3.8 Sonstige Einbauteile längs Rohrleitungen	421
7.1.3.8.1 Entlüftungsröhre	421
7.1.3.8.2 Schachtdeckel	422
7.1.3.8.3 Leitern	422
7.1.3.8.4 Hinweisschilder (DIN 4066 und 4067)	422
7.2 Planung von Rohrleitungen und Rohrnetzen	423
7.2.1 Allgemeines	424
7.2.2 Grundsätzliches	424
7.2.3 Das Trassieren	424
7.2.3.1 Geländeausnahmen zu den Lageplänen	424
7.2.3.1.1 für Fernwasserleitungen und Zubringerleitungen	424
7.2.3.1.2 für Ortsnetze	426

7.2.3.2 Höhenaufnahmen für die Längsschnitte	427
7.2.3.2.1 Zweck der Längsschnitte	427
7.2.3.2.2 In den Längsschnitten festzuhaltende Punkte	427
7.2.3.2.3 Arten der Längsschnitte	427
7.2.4 Die zeichnerische Darstellung	427
7.2.4.1 Lagepläne	429
7.2.4.1.1 Berechnungslagepläne, auch Rohrnetzpläne genannt	429
7.2.4.1.2 Übersichtslagepläne – meist 1 : 25 000	429
7.2.4.1.3 Entwurfs-Lagepläne	429
7.2.4.1.4 Bestands-Lagepläne – M. 1 : 500	433
7.2.4.1.5 Ausführungs- und Verlegeskizzen	433
7.2.4.2 Längsschnitte	433
7.2.4.2.1 Übersichts-Längsschnitte – M. 1 : 12 000/500	433
7.2.4.2.2 Entwurfs-Längsschnitte	433
7.3 <i>Berechnung von Rohrleitungen und Rohrnetzen</i>	435
7.3.1 Allgemein	435
7.3.2 Hydrostatische Berechnungen	436
7.3.2.1 Hydrostatischer Druck	436
7.3.2.2 Hydrostatische Druckkraft	437
7.3.2.3 Auftrieb	437
7.3.3 Hydrodynamische Berechnungen	438
7.3.3.1 Grundlagen	438
7.3.3.1.1 Bewegungsarten des Wassers	438
7.3.3.1.2 Geschwindigkeitsverteilung	438
7.3.3.1.3 Reynolds'sche Zahl	439
7.3.3.1.4 Kontinuitätsgleichung	439
7.3.3.1.5 Gleichung der Erhaltung der Energie	439
7.3.3.1.6 Allgemein gültige Geschwindigkeitsformel	440
7.3.3.2 Druckhöhenverlust im Freispiegelgerinnen	440
7.3.3.3 Druckhöhenverlust in geraden Druckrohrleitungen	440
7.3.3.3.1 Formel Darcy-Weisbach	440
7.3.3.3.2 Potenzformeln	457
7.3.3.3.3 Rechenprogramme HP 67	459
7.3.3.4 Druckhöhenverlust in Rohrleitungseinbauten	460
7.3.3.4.1 Allgemein	460
7.3.3.4.2 ξ -Wert für Einlauf in eine Rohrleitung	461
7.3.3.4.3 ξ -Wert für Erweiterungen	461
7.3.3.4.4 ξ -Wert für Verengungen	461
7.3.3.4.5 ξ -Wert für Krümmer	462
7.3.3.4.6 ξ -Wert für Kniestücke	462
7.3.3.4.7 ξ -Wert für Abzweige	462
7.3.3.4.8 ξ -Werte für Armaturen	463
7.3.3.4.9 ξ -Werte für Kleinformstücke und -armaturen	464
7.3.3.4.10 ξ -Werte für Wasserzähler	464
7.3.3.5 Freier Ausfluß aus einer Wasserkammer, bzw. Rohrleitung	464
7.3.3.6 Verschiedene hydraulische Hilfsrechnungen	464
7.3.3.6.1 Umrechnung von Rohrlängen mit verschiedenem DN	464
7.3.3.6.2 Leitungsverzweigungen	465
7.3.3.6.3 Einteilung einer Rohrleitung in verschiedene DN	466
7.3.4 Bemessung und Berechnung von Rohrleitungen	467
7.3.4.1 Allgemein	467
7.3.4.2 Bemessen von Zubringer- und Fernleitungen	467
7.3.4.2.1 Allgemein	467
7.3.4.2.2 Durchfluß Q	467
7.3.4.2.3 Fließgeschwindigkeit	467
7.3.4.2.4 Rauigkeit	468

7.3.4.2.5 Druckhöhe	468
7.3.4.2.6 Beispiel	468
7.3.4.3 Berechnen von Zubringer- und Fernleitungen	468
7.3.5 Bemessen von Rohrnetzen	468
7.3.5.1 Allgemein	468
7.3.5.2 Geforderte Leistung des Rohrnetzes	469
7.3.5.2.1 Bemessungsdurchfluß	469
7.3.5.2.2 Löschwasserbedarf	469
7.3.5.2.3 Druckhöhe	469
7.3.5.3 Bemessungsunterlagen	469
7.3.5.3.1 Rohrnetzplan	469
7.3.5.3.2 Belastungsplan	470
7.3.5.3.3 Bemessungsplan und Bemessungstabelle	470
7.3.5.3.4 Nachteile des Verästelungssystems	470
7.3.6 Berechnen von Rohrnetzen	472
7.3.6.1 Grundlage	472
7.3.6.2 Analog-Modelle	472
7.3.6.3 Rechenverfahren	473
7.3.6.3.1 Allgemein	473
7.3.6.3.2 Verfahren mit Druckhöhenausgleich	473
7.3.6.3.3 Verfahren mit Durchflußausgleich	473
7.3.6.3.4 Berechnungsunterlagen	473
7.3.7 Bemessen und Berechnen von Anschlußleitungen und Verbrauchsleitungen	481
7.3.7.1 Allgemein	481
7.3.7.1.1 Bisheriges Verfahren mit Belastungswerten	481
7.3.7.1.2 Neues Verfahren – Berechnung des Druckverlustes	481
7.3.7.2 Anschlußleitungen	481
7.3.7.3 Verbrauchsleitungen	483
7.3.8 Statische Beanspruchung von Rohren	484
7.3.8.1 Allgemein	484
7.3.8.2 Beanspruchung durch Innendruck	484
7.3.8.2.1 Größe der Belastung	484
7.3.8.2.2 Spannungen durch die Radialkräfte	484
7.3.8.2.3 Bemessung der Wanddicken von Druckrohren	485
7.3.8.2.4 Beanspruchung durch Axialkräfte	486
7.3.8.3 Beanspruchung erdverlegter Rohre durch äußere Kräfte	486
7.3.8.3.1 Allgemein	486
7.3.8.3.2 Grundformen der Belastung des erdverlegten Rohres	487
7.3.8.3.3 Kennwerte der Belastungen	489
7.3.8.3.4 Kennwerte der Rohrwerkstoffe	490
7.3.8.3.5 Kennwerte des Beispiels einer Berechnung	490
7.3.8.3.6 Berechnung der Beanspruchung durch die Erdlast	491
7.3.8.3.7 Berechnung der Beanspruchung durch eine Flächenlast	495
7.3.8.3.8 Berechnung der Beanspruchung aus Verkehrslast	496
7.3.8.3.9 Vertikale Gesamtbelastung des Rohres	496
7.3.8.3.10 Horizontale Gesamtbelastung des Rohres	496
7.3.8.3.11 Sicherheiten gegen Verformung, Beulen und Beanspruchung durch äußeren Wasserdruck	497
7.3.8.3.12 Schnittkräfte und Spannungen des radial belasteten Rohres	497
7.3.8.3.13 Schnittkräfte und Spannungen des axial belasteten Rohres	499
7.3.8.4 Beanspruchung des Rohres beim Vortrieb	499
7.4 Rohrleitungsbau	500
7.4.1 Hauptleitungen, Versorgungsleitungen (V.L.)	501
7.4.1.1 Herstellen des Rohrgrabens (RG)	501
7.4.1.1.1 Vorarbeiten	501
7.4.1.1.2 Bauplatzbreite	502

7.4.1.1.3 Tiefe	503
7.4.1.1.4 Rohrgrabenbreite	504
7.4.1.1.5 Arbeitsvorgang beim RG-Aushub	506
7.4.1.1.6 Die Bodenarten	506
7.4.1.1.7 Der Grabenverbau	507
7.4.1.1.8 Wasserhaltung	509
7.4.1.1.9 Sohlenbefestigung	510
7.4.1.1.10 Das Wiedereinflüllen des RG nach dem Einlegen der Rohre	512
7.4.1.2 Herstellen der Rohrleitungen	512
7.4.1.2.1 Abnahme der Rohre und Rohrnetzteile	512
7.4.1.2.2 Beim Transport	513
7.4.1.2.3 Ausbessern von Schäden und Anbringen eines zusätzlichen Außenschutzes	513
7.4.1.2.4 Das Verlegen der Rohre	514
7.4.1.2.5 Das Verbinden der Rohre	514
7.4.1.2.6 Vervollständigen des Außenschutzes nach dem Verbinden der Rohre ..	521
7.4.1.2.7 Sicherung der Krümmer und Abzweige gegen Auseichen	521
7.4.1.2.8 Abnahme der Verlegearbeit	524
7.4.1.3 Druckprüfung	524
7.4.1.3.1 Prüfrecken	524
7.4.1.3.2 Das Verspannen	524
7.4.1.3.3 Das Füllen	525
7.4.1.3.4 Schutz gegen Temperatureinflüsse	525
7.4.1.3.5 Anordnung der Preßpumpe	525
7.4.1.3.6 Die Arten der Druckprüfung	525
7.4.1.3.7 Die Rohrwerkstoffe in der Druckprüfung	526
7.4.1.3.8 Der Ablaßtest	528
7.4.1.3.9 Die Gesamtprüfung größerer Leitungsabschnitte	528
7.4.1.4 Die Abnahme	528
7.4.1.5 Nacharbeiten	530
7.4.1.5.1 Endgültiges Überfüllen der Leitungen	530
7.4.1.5.2 Reinigung der Leitungsteile, Anstrich	531
7.4.1.5.3 Hinweise zum Auffinden der Einbauten und Leitungen	531
7.4.1.5.4 Spülung und Entkeimung der fertigen Rohrleitung	531
7.4.1.5.5 Durchflußprüfung	533
7.4.2 Anschlußleitungen AL (auch Grundstückszuleitungen genannt)	534
7.4.2.1 Zubehörteile	534
7.4.2.1 Verlegungstiefe und Lage	534
7.4.2.2 Nennweite	534
7.4.2.4 Verlegen	535
7.4.2.4.1 Kunststoffrohre aus Polyäthylen	535
7.4.2.4.2 Stahlrohre mit bituminösem Außenschutz (Gewindeverbindung nach DIN 2999)	535
7.4.2.4.3 Stahlrohre mit extrudiertem Kunststoff-Außenschutz	535
7.4.2.4.4 GGG-Rohre DN 50 und 65	535
7.4.2.5 Hauseinführung	536
7.4.2.6 Druckprobe	536
7.4.2.7 Anbohren	536
7.4.2.8 Wasserzählereinbau	537
7.4.3 Besondere Bauwerke	538
7.4.3.1 Straßenkreuzungen	538
7.4.3.2 Kreuzungen mit Wasserläufen	539
7.4.3.3 Rohrübergführungen über Flüsse (Brückenleitungen)	542
7.4.3.4 Bahnkreuzungen	543
7.4.3.4.1 Grundregeln	543
7.4.3.4.2 Einlegen der Wasserleitungen in Bahnunterführungen	543

7.4.3.4.3 Einlegen der RL unter dem Geleiskörper	543
7.4.3.4.4 Überführen von Wasserleitungen über Bahngeleise	545
7.5 Verbrauchsleitungen	546
7.5.1 Bemessung	546
7.5.2 Anordnung der Absperrvorrichtungen und Armaturen	547
7.5.3 Baustoffe	547
7.5.4 Verlegen	550
7.5.5 Prüfung	550
7.5.6 Frostschutz	550
7.5.7 Schwitzwasserbildung	550
7.5.8 Druckerhöhungsanlagen in Grundstücken	550
8. Brandschutz	551
8.1 Allgemeines	552
8.2 Anforderungen an die Wasserversorgungsanlage vom Standpunkt des Brandschutzes aus	552
8.2.1 Drücke und Wasserfluß	552
8.2.2 Wassermengen	552
8.2.3 Hydrantenabstand	553
8.3 Feuerlöschrichtungen	553
8.3.1 Hydranten	553
8.3.1.1 Unterflurhydranten DIN 3221	553
8.3.1.2 Überflurhydranten DIN 3222	553
8.3.2 Feuerlösch-Kreiselpumpen	553
8.3.3 Schläuche	554
8.3.4 Wasserdurchfluß durch Strahlrohrmundstücke	555
8.3.5 Löschwasserbehälter	556
8.3.6 Löschwasserbrunnen	556
9. Trinkwasserversorgung in Notstandsfällen	557
9.1 Ursachen von Notstandsfällen	557
9.2 Vorsorgemaßnahmen	557
9.2.1 Allgemein	557
9.2.2 Rechtsgrundlagen	557
9.2.3 Wasserbedarf in Notstandsfällen	558
9.2.4 Deckung des Wasserbedarfs in Notstandsfällen	558
9.2.4.1 Notversorgung aus der öffentlichen Wasserversorgung	558
9.2.4.1.1 Allgemein	558
9.2.4.1.2 Maßnahmen zur Verbesserung der Betriebsbereitschaft in Notstandsfällen	558
9.2.4.2 Notversorgung aus Einzel-Versorgungen	559
9.2.4.2.1 Gebiete ohne zentrale Wasserversorgung	559
9.2.4.2.2 Gebiete mit zentraler Wasserversorgungsanlage	559
9.3 Maßnahmen bei Anzeigen über das Eintreten eines Notstandes	560
9.4 Maßnahmen bei eingetretenen Notständen	560
10. Einzelwasserversorgung	563
10.1 Wasserbeschaffenheit	563
10.2 Technische Hinweise	564

Bau und Betrieb von Wasserversorgungsanlagen	565
11. Planung und Baudurchführung	567
<i>11.1 Aufgaben</i>	568
11.1.1 Allgemein	568
11.1.2 Technischer Betrieb	568
11.1.3 Verwaltungs-Bereich	569
11.1.4 Weitergabe von Teilaufgaben	569
<i>11.2 Mitwirkung eines Ingenieurbüros</i>	569
11.2.1 Allgemein	569
11.2.2 Bauanweisung	570
11.2.3 Ingenieur-Auftrag	570
11.2.4 Ingenieurvergütung	574
11.2.4.1 Allgemein	574
11.2.4.2 Vergütung als Festbetrag	574
11.2.4.3 Vergütung als Prozentsatz der Herstellungssumme	575
11.2.4.4 Teilleistungssätze	576
11.2.4.5 Vergütung nach Zeitaufwand	576
11.2.4.6 Vergütung für Sonderleistungen	577
11.2.4.7 Vergütung von Nebenkosten	577
<i>11.3 Verantwortlichkeit der am Bau Beteiligten</i>	577
11.3.1 Allgemein	577
11.3.2 Verantwortlichkeit des Auftraggebers	578
11.3.3 Verantwortlichkeit des Entwurfsfertigers	578
11.3.4 Verantwortlichkeit der Bauoberleitung	578
11.3.5 Verantwortlichkeit der örtlichen Bauführung	578
11.3.6 Verantwortlichkeit des Auftragnehmers	578
<i>11.4 Vorentwurf (VE)</i>	579
11.4.1 Zweck	579
11.4.2 Vorerhebungen	579
11.4.3 Bestandteile des Vorentwurfs	580
11.4.4 Weiterbehandlung	581
<i>11.5 Bauentwurf (BE)</i>	581
11.5.1 Zweck	581
11.5.2 Vorerhebungen	581
11.5.3 Bestandteile des Bauentwurfs	581
11.5.4 Weiterbehandlung des Bauentwurfs	586
<i>11.6 Bauoberleitung (BO)</i>	586
11.6.1 Allgemein	586
11.6.2 Dauer der Bauoberleitung	587
<i>11.7 Örtliche Bauführung</i>	587
11.7.1 Personal	587
11.7.2 Aufgaben	588
11.7.2.1 Allgemein	588
11.7.2.2 Öffentlich-rechtliche Aufgaben	588
11.7.2.3 Privat-rechtliche Aufgaben	588
11.7.2.3.1 Vorbereitende und zeichnerische Arbeiten	588
11.7.2.3.2 Bauaufsicht über die Bauarbeiten	589
11.7.2.3.3 Besondere Prüfungen und Kontrollen	589
11.7.2.3.4 Abrechnung	589
11.7.2.3.5 Berichterstattung	590
11.7.2.3.6 Abnahme und Abschluß des Vorhabens	590
11.7.3 Anwesenheit auf der Baustelle	590
11.7.4 Hilfsbauführer	590
11.7.5 Vertrag	590

11.8 Bauüberwachung (BÜ)	591
11.8.1 Allgemein	591
11.8.2 Aufgaben	591
11.8.3 Auftrag	591
11.9 Üblicher Ablauf einer Wasserversorgungs-Baumaßnahme	592
11.9.1 Vorbereiten der Bauausführung	592
11.9.1.1 Allgemein	592
11.9.1.2 Privatrechtliche Regelungen	592
11.9.1.2.1 Inanspruchnahme privater Grundstücke	592
11.9.1.2.2 Inanspruchnahme öffentlicher Grundstücke	592
11.9.1.2.3 Sicherung der Energieversorgung	593
11.9.1.3 Wasserrechtliche Verfahren	593
11.9.1.3.1 Genehmigung der Ableitung von Wasser	593
11.9.1.3.2 Genehmigung der Einleitung von Wasser	593
11.9.1.3.3 Ausnahmegenehmigungen	593
11.9.1.3.4 Wasserwirtschaftliche Rahmenplanung	594
11.9.1.4 Baurechtliche Verfahren	594
11.9.1.5 Finanzierung	594
11.9.2 Verdingung	595
11.9.2.1 Allgemeines	595
11.9.2.2 Ausschreibung	595
11.9.2.3 Angebote	595
11.9.2.4 Zuschlag	595
11.9.3 Bauausführung einer Wasserfassung	596
11.9.3.1 Allgemein	596
11.9.3.2 Ablauf der Arbeiten	596
11.9.3.3 Schlußgutachten	596
11.9.4 Ausführung der Bauarbeiten	596
11.9.4.1 Baueinweisung	596
11.9.4.2 Vorbereitende Arbeiten der Firmen	597
11.9.4.3 Bauarbeiten	597
11.9.4.4 Kontrolle der Bauausführung	597
11.9.4.5 Abrechnung	597
11.9.4.6 Abnahme	598
11.9.4.7 Schlußvorlagen	598
11.9.5 Inbetriebnahme	600
11.9.6 Übergabe	601
12. Baukosten von Wasserversorgungsanlagen	603
12.1 Allgemein	603
12.2 Ermittlung der Angebotspreise (Kalkulation)	604
12.2.1 Vergabearten	604
12.2.2 Vorbereiten der Kalkulation	604
12.2.2.1 Bedingungen und Richtlinien für die Angebotsabgabe	604
12.2.2.2 Erhebungen	604
12.2.2.3 Berechnungsgrundlagen	605
12.2.3 Preisentwicklung der Angebotssumme	605
12.2.3.1 Gliederung der Preisentwicklung	605
12.2.3.2 Unmittelbare Selbstkosten der Bauarbeiten	605
12.2.3.2.1 Allgemein	605
12.2.3.2.2 Einzelkosten	606
12.2.3.2.3 Maschinen	606
12.2.3.3 Zuschläge zu den unmittelbaren Selbstkosten	606
12.2.3.3.1 Soziale Abgaben	606
12.2.3.3.2 Gemeinkosten der Baustelle	606

12.2.3.4 Betriebskostenzuschläge	608
12.2.3.5 Umsatzsteuer	608
12.2.4 Zusammenstellung des Angebots	608
12.3 <i>Kostenschätzung (Preisgrundlage Aug. 1981)</i>	609
12.3.1 Allgemein	609
12.3.2 Rohbaukosten	609
12.3.2.1 Wasserfassung	609
12.3.2.1.1 Quelfassungen	609
12.3.2.1.2 Bohrburinnen	610
12.3.2.1.3 Horizontalburinnen	612
12.3.2.2 Wasseraufbereitung	613
12.3.2.3 Wasserförderung	614
12.3.2.4 Wasserspeicherung	615
12.3.2.4.1 Erdbehälter	615
12.3.2.4.2 Turmbehälter	615
12.3.2.5 Wasserverteilung	616
12.3.2.5.1 Rohrgraben	616
12.3.2.5.2 Rohrleitung	617
12.3.2.5.3 Armaturen	618
12.3.2.5.4 Sonder-Bauwerke	619
12.3.2.5.5 Spülen und Entkeimen	621
12.3.2.5.6 Druckprüfung	621
12.3.2.5.7 Gesamtkosten je m Zubringer bzw. Versorgungsleitung	621
12.3.2.5.8 Anschlußleitung	622
12.3.2.5.9 Baustelleneinrichtung	622
12.3.2.6 Sonstige Kosten	622
12.3.2.6.1 Allgemein	622
12.3.2.6.2 Baureserve	622
12.3.2.6.3 BE, BO, öBf	623
12.3.2.6.4 Nebenkosten	623
12.3.3 Umsatzsteuer	623
12.3.4 Verbrauchsleitungen	623
12.4 <i>Baukosten je Einheit</i>	623
12.5 <i>Kostenanteil der Anlagenteile an den Gesamtkosten</i>	624
12.6 <i>Wertberechnung bestehender Anlagen</i>	624
12.6.1 Allgemein	624
12.6.2 Kostenindex	624
12.6.3 Beispiel einer Wertberechnung	627
12.7 <i>Lohn- und Materialanteil an den Gesamtkosten</i>	627
13. Betrieb und Verwaltung	629
13.1 <i>Allgemein</i>	630
13.2 <i>Organisation</i>	630
13.2.1 Versorgungsart	630
13.2.2 Wirkungsbereich der WVU	630
13.2.3 Unternehmensformen der WVU	631
13.2.3.1 Allgemein	631
13.2.3.2 Gemeindlicher Regiebetrieb	632
13.2.3.3 Eigenbetrieb	632
13.2.3.4 Unternehmen privaten Rechts	632
13.2.3.5 Wasserbeschaffungsverband	632
13.2.3.6 Zweckverband	632
13.2.3.7 Anteile der verschiedenen Unternehmensformen	632
13.2.4 Gliederung der Unternehmensleitung	633
13.2.5 Innere Gliederung eines WVU	635
13.2.5.1 Allgemein	635
13.2.5.2 Gliederung des Betriebes	635

13.2.5.2.1 Kleine WVU	635
13.2.5.2.2 Mittelgroße – große WVU	635
13.2.5.2.3 Mittelgroße Zweckverbände mit flächenhaft großer Ausdehnung	635
13.2.5.2.4 Sehr große Zweckverbände	635
13.2.5.3 Gliederung der Verwaltung	636
13.3 Betrieb	636
13.3.1 Anforderungen an den Betrieb	636
13.3.1.1 Leitsätze nach DIN 2000	636
13.3.1.2 Ergänzende allgemeine Forderungen	636
13.3.2 Gefährdung der Wasserversorgung	637
13.3.2.1 Abnutzung	637
13.3.2.2 Mängel im Betrieb und in der Verwaltung	637
13.3.2.3 Fahrlässige Beschädigung durch Dritte	638
13.3.2.4 Umwelteinflüsse	638
13.3.3 Betriebsordnung	638
13.3.4 Betriebspersonal	638
13.3.4.1 Allgemeine Forderungen	638
13.3.4.2 Gesundheitliche Überwachung	638
13.3.4.3 Dienstordnung und Dienstanweisung	639
13.3.4.4 Ausbildung des Personals	640
13.3.4.5 Personalbedarf	640
13.3.5 Betriebsaufgaben	640
13.3.5.1 Allgemein	640
13.3.5.2 Betriebsführung	641
13.3.5.2.1 Allgemein	641
13.3.5.2.2 Niederschriften über Betriebsmessungen	642
13.3.5.2.3 Auswertung der Messungen	644
13.3.5.2.4 Labor	646
13.3.5.3 Wartung	647
13.3.5.3.1 Aufgabe	647
13.3.5.3.2 Wasserfassungen	648
13.3.5.3.3 Gebäude	649
13.3.5.3.4 Maschinen- und Elektroanlagen	649
13.3.5.3.5 Wehranlagen und Triebwerke	650
13.3.5.3.6 Aufbereitungsanlagen	651
13.3.5.3.7 Wasserspeicherung	652
13.3.5.3.8 Rohrleitungen	653
13.3.5.3.9 Anschlußleitungen	653
13.3.5.4 Instandsetzung	653
13.3.5.4.1 Allgemein	653
13.3.5.4.2 Wassermangel	654
13.3.5.4.3 Brunnenregenerierung	654
13.3.5.4.4 Fördervermögen der Leitung	655
13.3.5.4.5 Spülung	656
13.3.5.4.6 Rohrreinigung	656
13.3.5.4.7 Orten von Rohrleitungen und Straßenkappen	656
13.3.5.4.8 Rohrnetzverluste	657
13.3.5.4.9 Schutz der Wasserversorgungsanlagen gegen Frostsäden	663
13.3.5.5 Anschlußleitungen	668
13.3.5.6 Besondere Schutzmaßnahmen	668
13.3.5.6.1 Allgemein	668
13.3.5.6.2 Schutzgebiet	668
13.3.5.6.3 Schutzmaßnahmen bei Unfällen mit wassergefährdenden Flüssigkeiten	668
13.3.5.6.4 Objektschutz	669

13.3.5.7 Baumaßnahmen	669
13.3.5.7.1 Mitwirkung des Betriebes bei Baumaßnahmen	669
13.3.5.7.2 Planung und Bauoberleitung durch Angehörige des WVU	669
13.3.5.7.3 Bauausführung durch das WVU	670
13.3.5.8. Betreuung kleinerer Wasserwerke	670
13.4 Verwaltung	670
13.4.1 Anforderungen an die Verwaltung	670
13.4.2 Geschäftsordnung	670
13.4.3 Verwaltungspersonal	671
13.4.4 Aufgaben der Verwaltung	671
13.4.4.1 Allgemein	671
13.4.4.2 Allgemeine Verwaltungsaufgaben	671
13.4.4.3 Rechtswesen	671
13.4.4.3.1 Allgemein	671
13.4.4.3.2 Wasserrecht	671
13.4.4.3.3 Landesplanung und Bauordnung	673
13.4.4.3.4 Waldgesetz	673
13.4.4.3.5 Gewerbeordnung	673
13.4.4.3.6 Berufsgenossenschaft der Gas- und Wasserwerke	673
13.4.4.3.7 Gesetze über Meß- und Eichwesen	673
13.4.4.3.8 Gesetze zur Sicherung der Wassergüte	673
13.4.4.3.9 Strafgesetzbuch	674
13.4.4.4 Personalwesen	674
13.4.4.5 Grundstückswesen	674
13.4.4.6 Vergabewesen	674
13.4.4.7 Wasserverkauf	674
13.4.4.7.1 Allgemein	674
13.4.4.7.2 Vertragliche Regelungen	674
13.4.4.7.3 Beitrags- und Gebührenordnung	676
13.4.4.7.4 Baukostenzuschüsse	677
13.4.4.7.5 Erstattung der Herstellungskosten des Hausanschlusses	677
13.4.4.7.6 Vertrag zwischen WVU und Anschlußnehmer	677
13.4.4.7.7 Öffentlichkeitsarbeit und Kundendienst	677
13.4.4.8 Finanzwesen	677
13.4.4.8.1 Allgemein	677
13.4.4.8.2 Gemeindlicher Regiebetrieb	677
13.4.4.8.3 Eigenbetrieb	678
13.4.4.9 Buchhaltung	683
13.4.4.10 Kasse	683
13.4.4.11 Überwachung des Kassen- und Rechnungswesens	683
13.5 Überwachung	683
13.5.1 Allgemein	683
13.5.2 Notwendigkeit der Überwachung	684
13.5.3 Aufgaben der Überwachung	684
13.5.3.1 Behördliche Überwachung	684
13.5.3.1.1 Hygienischer Bereich	684
13.5.3.1.2 Verwaltungsbereich	684
13.5.3.1.3 Technischer Bereich	684
13.5.3.2 Eigene Überwachung	684

Anhang	687
--------------	-----

14. Gesetzliche Einheiten, Zahlenwerte, Verbände – Vereine, DVGW-Regelwerk, Zeitschriften	689
--	-----

14.1 Gesetzliche Einheiten	689
14.1.1 Allgemein	689
14.1.2 Basiseinheiten	689
14.1.3 Atomphysikalische Einheiten	689
14.1.4 Dezimale Vielfache und dezimale Teile von Einheiten	689
14.1.5 Gesetzlich abgeleitete Einheiten (kohärente Einheiten des SI)	690
14.1.6 Anwendungshinweise für das SI	691
14.1.7 Umrechnungstabellen	692
14.2 Umrechnung von Maßeinheiten aus dem englischen ins metrische Maßsystem	694
14.3 Häufig benötigte Zahlenwerte und Gleichungen	696
14.4 Griechisches Alphabet	697
14.5 Verbände und Vereine	698
14.6 DVGW-Regelwerk Wasser	699
14.6.1 Wasserversorgung – allgemein	699
14.6.2 Wassergewinnung	699
14.6.3 Wassergüte und -aufbereitung	700
14.6.4 Wasserverteilung	700
14.6.5 Wasserverwendung	702
14.6.6 Maschinelle und elektrische Anlagen in Wasserwerken	703
14.6.7 Korrosionsschutz	703
14.6.8 Berufsbildung	704
14.6.9 Prüf- und Registrierwesen, Verfahrensregeln	704
14.7 Zeitschriften des Wasserversorgungsfaches	704
15. Stichwortverzeichnis	705
Bezugsquellenverzeichnis	712