

ATV-Handbuch

Industrieabwasser

Dienstleistungs-
und Veredelungsindustrie

4. Auflage

Inhaltsverzeichnis

Verzeichnis der Verfasser	V
Vorwort	VII
1 Einleitung	1
2 Anforderungen an die Abwasserreinigung	7
2.1 Recht der Abwasserbeseitigung	7
2.1.1 Rechtsquellen	7
2.1.1.1 Europarecht	7
2.1.1.2 Bundesrecht	8
2.1.1.3 Landesrecht	10
2.1.1.4 Kommunale Satzungen	10
2.1.1.5 Zwischenstaatliche Abkommen	11
2.1.2 Begriffe	11
2.1.2.1 Abwasser	11
2.1.2.2 Abwasserbeseitigung	13
2.1.3 Abwasserbeseitigungspflichten	14
2.1.3.1 Grundsatz	14
2.1.3.2 Übertragung der Abwasserbeseitigungspflicht	15
2.1.4 Rechtliche Anforderungen an das Einleiten von Abwasser	16
2.1.4.1 Neueste Anforderungen nach § 7a WHG	17
2.1.4.2 Regelungsmöglichkeiten bei bestehenden Genehmigungen	18
2.1.4.3 Umstellungen vorhandener Erlaubnisse (§ 5 WHG)	19
2.1.5 Rechtliche Anforderungen an Bau und Betrieb von Abwasseranlagen	20
2.1.5.1 Ausgangspunkt	20
2.1.5.2 Begriffe	20
2.2 Gebühren und Abgaben für die Abwasserbeseitigung	21
2.2.1 Abwasserabgabe für Direkteinleiter	21
2.2.1.1 Abgabepflicht	21
2.2.1.2 Grundlagen der Festsetzung	22
2.2.1.3 Das vorrangige Bescheidsystem	24
2.2.1.4 Ermittlung der Abwasserabgabe außerhalb der Bescheidlösung	25
2.2.1.5 Überschreitung der Überwachungswerte	26
2.2.1.6 Investitionskostenverrechnung	26
2.2.2 Abwassergebühren und -beiträge für Indirekteinleiter	28
2.2.2.1 Kommunale Abgaben	28
2.2.2.2 Beiträge	29
2.2.2.3 Gebühren	29
2.2.2.4 Grund- oder Mindestgebühren	30
2.2.2.5 Niederschlagswasser	30
2.2.2.6 Starkverschmutzerzuschläge	30

3	Betriebe der Tier- und Pflanzenproduktion	35
3.1	Betriebe der Tierproduktion	35
3.1.1	Übersicht	35
3.1.2	Produktionsverfahren	36
3.1.2.1	Rinderhaltung	36
3.1.2.2	Schweinehaltung	36
3.1.2.3	Geflügelhaltung	37
3.1.2.4	Pferdehaltung	38
3.1.2.5	Schafhaltung	38
3.1.2.6	Milchproduktion	38
3.1.3	Wirtschaftsdünger-, Abwasser- und Schmutzfrachtenfall	40
3.1.3.1	Wirtschaftsdünger aus der Tierhaltung	40
3.1.3.2	Abwasser- und Schmutzfrachtenfall aus der Tierhaltung	43
3.1.4	Produktionsintegrierter Umweltschutz	49
3.1.4.1	Wirtschaftsdünger	49
3.1.4.2	Abwasser	49
3.1.5	Verfahrenstechnik der Wirtschaftsdünger- und Abwasserbehandlung	50
3.1.5.1	Wirtschaftsdünger	50
3.1.5.2	Abwasser aus Reinigung und Desinfektion der Melkanlage	51
3.1.6	Beispiele	53
3.1.6.1	Nährstoffelimination aus anaerob vorbehandelter Gülle mittels Wurzelraumanlagen	53
3.1.6.2	Nährstoffabtrennung und -verwertung aus Flüssigmist durch aerob thermophile Behandlung	53
3.1.6.3	Güllereinigung mit Braunkohle	54
3.1.6.4	Einsatz von schwimmenden Scheibentauchkörpern in Güllebehältern	54
3.1.6.5	Entwicklung eines Verfahrens zur biologischen Güllebehandlung mittels Rindenfilterkörpern	55
3.1.6.6	Gülleteilaufbereitung (Finsterwalde)	55
3.1.6.7	Gülleteilaufbereitung (Göritz)	55
3.1.6.8	Güllevollaufbereitung (Lingen)	56
3.1.6.9	Güllevollaufbereitung (Pfaffendorf)	56
3.1.6.10	Güllevollaufbereitung (Surwold)	58
3.1.6.11	Abwasser aus Reinigung und Desinfektion der Melkanlage	58
3.2	Betriebe der Pflanzenproduktion	58
3.2.1	Übersicht	58
3.2.2	Produktionsverfahren	59
3.2.2.1	Pflanzenproduktion	59
3.2.2.2	Reinigung landwirtschaftlicher Arbeitsgeräte	59
3.2.2.3	Gärfutterbereitung	59
3.2.2.4	Reinigung von pflanzlichen Produkten	60
3.2.3	Wirtschaftsdünger-, Abwasser- und Schmutzfrachtenfall	60
3.2.3.1	Reinigung von landwirtschaftlichen Arbeitsgeräten	60
3.2.3.2	Erzeugung von Gärfutter	60
3.2.3.3	Reinigung von pflanzlichen Produkten	62
3.2.4	Produktionsintegrierter Umweltschutz	63
3.2.4.1	Reinigung von landwirtschaftlichen Arbeitsgeräten	63
3.2.4.2	Gärfutterbereitung	63
3.2.4.3	Reinigung von Pflanzenprodukten	64
3.2.5	Verfahrenstechnik der Abwasserbehandlung	64
3.2.6	Beispiel	65
	Literatur zu Kapitel 3	65

4	Fleischmehlindustrie (Tierkörperbeseitigungsanstalten und Spezialbetriebe)	67
4.1	Zusammenfassung	67
4.2	Einleitung	67
4.3	Überblick über die rechtlichen Rahmenbedingungen und die Aufgaben der Fleischmehlindustrie	68
4.3.1	Rechtsgrundlagen der Tätigkeit der Fleischmehlindustrie	68
4.3.2	Weitere wichtige Rechtsnormen für die Branche der Fleischmehlindustrie	69
4.4	Umfang und wirtschaftliche Bedeutung der Fleischmehlindustrie	69
4.5	Produktionsverfahren	71
4.5.1	Allgemeines	71
4.5.2	Betrieb und Verfahren bei der Tierkörperbeseitigung	71
4.5.2.1	Arbeitsvorgänge auf der unreinen Seite	73
4.5.2.2	Zentrale Prozeßschritte	75
4.5.2.3	Produktaufarbeitung	78
4.5.3	Produktionsverfahren bei Spezialbetrieben	78
4.5.3.1	Knochenverarbeitende Betriebe	78
4.5.3.2	Herstellung von Borsten- und Federnmehl	78
4.5.3.3	Blutverwertung	80
4.6	Abwasserherkunft und -beschaffenheit	80
4.6.1	Allgemeines	80
4.6.2	Anfall und Beschaffenheit einzelner Prozeßwasser- und Betriebsabwasserteilströme	81
4.6.2.1	Brüdenkondensate aus TBAen	81
4.6.2.2	Prozeßwasser sowie Reinigungsabwasser der unreinen Seite (Sterilisatorabfluß)	81
4.6.2.3	Prozeßwasser und Reinigungsabwasser der reinen Seite	83
4.6.2.4	Abwasser aus der Abluftbehandlung	83
4.6.2.5	Abwasser aus der Kesselspeisewasseraufbereitung	83
4.6.2.6	Abschlämmabwasser aus Dampfkesselanlagen	83
4.6.2.7	Abwasser aus der Fahrzeugoberwäsche und durch betriebliche Einflüsse verschmutztes Niederschlagswasser	83
4.6.2.8	Brüdenkondensate bei der Knochenverarbeitung	84
4.6.2.9	Brüdenkondensate bei der Federnverwertung	84
4.6.2.10	Prozeß- und Abwasser aus der Blutverwertung	84
4.6.3	Häusliches Schmutzwasser	85
4.6.4	Kühlwasser und Abwasser aus Kühlkreisläufen	85
4.6.5	Unverschmutztes Niederschlagswasser	85
4.6.6	Anfall, Schmutzkonzentrationen und -frachten des gesamten Rohabwassers aus Betrieben der Fleischmehlindustrie	85
4.6.6.1	Abwasseranfall	85
4.6.6.2	Schmutzkonzentrationen	85
4.6.6.3	Schmutzfrachten	88
4.7	Verfahrensintegrierte Maßnahmen zur Vermeidung und Verminderung des Abwasseranfalls und der Abwasserverschmutzung	88
4.7.1	Maßnahmen am Anfallort und während des Transports	88
4.7.2	Maßnahmen im Betrieb	89
4.7.2.1	Allgemeine organisatorische und technische Maßnahmen	89
4.7.2.2	Spezielle Maßnahmen zur Minderung des Abwasseranfalls	89
4.7.2.3	Spezielle Maßnahmen zur Verringerung der Abwasserbelastung	89

4.8	Anforderungen an die Abwasserbehandlung	90
4.8.1	Direkteinleitung	90
4.8.2	Indirekteinleitung	91
4.9	Prozeß- und Abwasservorbehandlung	92
4.9.1	Allgemeines	92
4.9.2	Vorbehandlung des Prozeßwassers und Abwassers am Anfallort	92
4.9.2.1	Brüdenkondensate	92
4.9.2.2	Prozeßwasser und Reinigungsabwasser der unreinen und reinen Seite	92
4.9.2.3	Abwasser aus der Fahrzeugoberwäsche und durch betriebliche Einflüsse verschmutztes Niederschlagswasser	92
4.9.3	Ausgleich des Abwasseranfalls	92
4.9.4	Abwasservorbehandlung im Hauptstrom	93
4.9.4.1	Mechanische Verfahren	93
4.9.4.2	Physikalisch-chemische Verfahren	94
4.9.5	Spezielle physikalisch-chemische Verfahren zur Elimination gelöster und gasförmiger Stoffe	95
4.9.5.1	Strippung	95
4.9.5.2	Ammoniakkonvertierung	97
4.9.5.3	Elimination von Schwefelwasserstoff	98
4.9.6	Biologische Abwasservorbehandlungsverfahren	99
4.9.6.1	Aerobe Teilreinigung	99
4.9.6.2	Anaerobe Abwasservorbehandlung	99
4.10	Zentrale biologische Abwasserbehandlung	103
4.10.1	Verfahrensvarianten	103
4.10.2	Hinweise zur biologischen Stickstoffelimination und zum allgemeinen Betrieb	104
4.10.3	Maßnahmen zur Phosphorentfernung	106
4.11	Schlammbehandlung und -verwertung	107
4.12	Beispiele mit biologischer Nitrifikation/Denitrifikation	107
4.12.1	Vorgeschaltete Denitrifikation	107
4.12.2	Simultane Denitrifikation im ungeteilten Belebungsbecken	111
4.12.3	Alternierende und intermittierende Nitrifikation/Denitrifikation	113
4.12.4	Kombinierte Verfahren	115
	Literatur zu Kapitel 4	116
5	Naturdarmbearbeitungsbetriebe	121
5.1	Übersicht	121
5.2	Produktionsverfahren	121
5.2.1	Allgemeine Hinweise	121
5.2.1.1	Zusammensetzung und Struktur des Rohmaterials	121
5.2.1.2	Übersicht über die Bearbeitungsbereiche	122
5.2.2	Darmschleimerei	123
5.2.3	Darmsortiererei	124
5.3	Abwasser- und Schmutzfrachtenfall	124
5.3.1	Darmschleimerei und Kuttelei	125
5.3.1.1	Darmentschleimung	125
5.3.1.2	Pansenbearbeitung	125
5.3.1.3	Entblutung	125
5.3.3	Darmsortierung	125

5.4	Produktionsintegrierter Umweltschutz	126
5.5	Verfahrenstechnik der Abwasserbehandlung	127
5.5.1	Abwasservorbehandlung	127
5.5.2	Abwasserbehandlung	127
5.6	Beispiele	128
5.6.1	Behandlungsanlage eines Schlachtnebenbetriebes	128
5.6.2	Behandlungsanlage eines Naturdarmsortierbetriebes	128
5.6.3	Vorbehandlungsanlage eines Naturdarmsortierbetriebes	130
	Literatur zu Kapitel 5	131
6	Lederherstellung	133
6.1	Allgemeines	133
6.2	Herstellungsverfahren	135
6.2.1	Lederherstellung	135
6.2.1.1	Rohware	135
6.2.1.2	Pelzveredelung	141
6.2.1.3	Lederfaserherstellung	143
6.3	Gerbereiabwasser: Anfall und Inhaltsstoffe	144
6.3.1	Abwasser aus der Lederherstellung	145
6.3.2	Abwasser aus der Pelzveredelung	148
6.3.3	Abwasser aus der Lederfaserstoffherstellung	148
6.4	Produktionsintegrierter Umweltschutz	148
6.4.1	Lederherstellung	148
6.4.2	Pelzveredelung	150
6.4.3	Lederfaserstoffherstellung	150
6.5	Abwasserbehandlung	150
6.5.1	Allgemeines	150
6.5.2	Abwassercharakteristik	150
6.5.3	Teilstrombehandlung	151
6.5.3.1	Sulfidhaltige Teilströme aus der Wasserwerkstatt	151
6.5.3.2	Chromhaltige Teilströme aus Gerbung und Naßzurichtung	152
6.5.4	Gesamtstrombehandlung	153
6.5.4.1	Direkteinleiter	153
6.5.4.2	Indirekteinleiter	154
6.6	Beispiele	155
6.6.1	Direkteinleiter	155
6.6.1.1	Firma Heller-Leder GmbH & Co KG in Helen	155
6.6.1.2	Lederfabrik Louis Schweizer GmbH in Murrhardt	155
6.6.1.3	Firma Ludwig Perlinger GmbH in Furth i. W.	155
6.6.2	Indirekteinleiter	155
6.6.2.1	Firma Südleder GmbH in Rehau	155
6.6.2.2	Firma Bayernleder GmbH & Co KG in Neustraubling	156
6.6.2.3	Firma Möller Werke GmbH in Bielefeld	156
6.7	Abfälle aus der Abwasserbehandlung	157
6.7.1	Grobstoffe	157
6.7.2	Schlämme aus der mechanisch-chemischen Behandlung	157
6.7.3	Schlämme aus der biologischen Behandlung	157

6.8	Spezielle Ergänzungen	157
	Literatur zu Kapitel 6	158
7	Hautleim- und Gelatineindustrie	161
7.1	Allgemeines	161
7.1.1	Bedeutung der Branche	161
7.1.2	Übersicht der eingesetzten Rohstoffe	161
7.1.3	Einsatzgebiete	163
7.1.4	Begriffsbestimmungen	163
7.1.4.1	Rohstoffe	163
7.1.4.2	Fertigprodukte	163
7.1.4.3	Sonstige Fachbegriffe	163
7.2	Produktionsverfahren	164
7.2.1	Produktionstechnik	164
7.2.1.1	Vorbehandlung	164
7.2.1.2	Extraktion	164
7.2.1.3	Filtrieren, Separieren, Entsalzung	164
7.2.1.4	Sterilisierung	165
7.2.1.5	Eindampfen, Trocknung, Konditionierung	166
7.3	Abwasseranfall und Verschmutzung	166
7.3.1	Alkalische Gelatineproduktion aus Knochen	166
7.3.2	Alkalische Hautleim-Produktion	168
7.4	Produktionsintegrierter Umweltschutz	168
7.4.1	Alkalische Gelatine-Produktion	169
7.4.2	Alkalische Hautleim-Produktion	170
7.5	Verfahrenstechnik der Abwasserreinigung	170
7.5.1	Geschichtliche Entwicklung	170
7.5.2	Versuche zur Entwicklung einer geeigneten Verfahrenstechnik	171
7.5.2.1	Direkteinleitung	171
7.5.2.2	Indirekteinleitung	174
7.6	Beispiele ausgeführter Kläranlagen	174
7.6.1	Hautleimindustrie	174
7.6.2	Gelatineindustrie	184
	Literatur zu Kapitel 7	187
8	Fischmehlfabriken	189
8.1	Allgemeines	189
8.2	Produktionsverfahren	189
8.3	Abwasseranfall und Inhaltsstoffe	190
8.3.1	Blutwasser	190
8.3.2	Leimwasser (Preßwasser)	191
8.3.3	Kühl- und Kondenswasser	191
8.3.4	Reinigungswasser	191
8.3.5	Pumpwasser	191
8.3.6	Zentrifugenwasser, Steuerwasser	191
8.3.7	Sanitärabwasser	191
8.3.8	Gesamtabwasser	191

8.4	Schmutzfrachten	192
8.5	Produktionsintegrierter Umweltschutz	192
8.6	Abwasservorbehandlung	193
8.7	Abwasserbehandlung	194
8.8	Beispiele für Abwasserbehandlungs- und Vorbehandlungsanlagen	194
	Literatur zu Kapitel 8.	194
9	Papier- und Zellstoffindustrie	197
9.1	Allgemeines	197
9.2	Produktionsverfahren	198
9.2.1	Zellstoffproduktion	198
9.2.1.1	Sulfatverfahren	200
9.2.1.2	Sulfitverfahren	200
9.2.1.3	Halbzellstoffe	202
9.2.2	Zellstoffbleiche	203
9.2.3	Erzeugung von Holzstoff	204
9.2.3.1	Holzschliff	204
9.2.3.2	Refinerstoff	204
9.2.4	Bleiche von Holzstoff	205
9.2.5	Aufbereitung von Altpapier	205
9.2.6	Papier- und Pappeerzeugung	205
9.3	Abwasser- und Schmutzfrachtenanfall	206
9.3.1	Abwässer der Zellstoffherzeugung	206
9.3.2	Abwasser aus der Zellstoffbleiche	207
9.3.3	Abwasser aus der Papierproduktion	207
9.4	Produktintegrierter Umweltschutz	210
9.5	Verfahrenstechnik der Abwasserbehandlung	211
9.5.1	Mechanische Reinigungsverfahren	211
9.5.2	Biologische Abwasserbehandlung	211
9.5.2.1	Anaerobe Abwasserreinigungsverfahren	212
9.5.2.2	Belebungsverfahren	216
9.5.2.3	Tropfkörperverfahren	220
9.5.2.4	Wirbelbett- und Schwebbettverfahren	220
9.5.2.5	Biofilterverfahren	220
9.6	Beispiele	220
9.6.1	Beispiel A	220
9.6.2	Beispiel B	221
9.6.3	Beispiel C	223
	Literatur zu Kapitel 9.	225
10	Textilindustrie	227
10.1	Allgemeines	227
10.2	Produktion und Abwasseranfall	227
10.2.1	Produkte der Textilindustrie	227
10.2.1.1	Fasern und Garne	228
10.2.1.2	Flächengebilde	228

10.2.1.3	Linienförmige Gebilde	228
10.2.1.4	Textilveredelung	228
10.2.2	Textile Rohstoffe	229
10.2.3	Trockenprozesse	229
10.2.4	Naßprozesse	229
10.2.5	Beispiele für eine Folge von Verfahrensstufen	233
10.3	Abwasserbeschaffenheit, Art und Herkunft der Stoffe	234
10.3.1	Allgemeine Beschaffenheit des Abwassers	234
10.3.2	Säuren	235
10.3.3	Laugen	236
10.3.4	Neutralsalze	236
10.3.5	Reduzierende Stoffe	236
10.3.6	Refraktäre Stoffe	236
10.3.7	Farbmittel	236
10.3.8	Analytik der Färbung des Abwassers	238
10.3.9	Schwermetallionen	238
10.3.10	Halogenorganische Verbindungen	238
10.3.11	Harnstoff und andere Stickstoffverbindungen	239
10.4	Innerbetriebliche Vermeidungs- und Verminderungsmaßnahmen	239
10.4.1	Maßnahmen zur Vermeidung und Verminderung	240
10.4.2	Maßnahmen zum Wassereinsparen und Recycling	241
10.5	Abwasserbehandlung	242
10.5.1	Abtrennung und Behandlung von Teilströmen	242
10.5.2	Verfahren zur Reinigung des Abwassers	242
10.5.2.1	Abtrennung von Flusen, Homogenisierung und Neutralisation	243
10.5.2.2	Behandlung in einer aerob biologischen Kläranlage	243
10.5.2.3	Anaerobe Behandlung in der Versäuerungsphase	246
10.5.2.4	Anaerobe Behandlung in der Methanphase	247
10.5.2.5	Chemische Flockung mit Metallsalzen	247
10.5.2.6	Flockung mit organischen Polymeren	248
10.5.2.7	Chemische Reduktion	249
10.5.2.8	Chemische Oxidation	249
10.5.2.9	Adsorption	250
10.5.2.10	Membrantrennverfahren	252
10.5.2.11	Eindampfen	253
10.5.2.12	Elektrolyseverfahren	253
10.5.2.13	Reinigung durch makrozyklische Verbindungen	253
10.5.2.14	Ionenpaarextraktion	253
10.6	Beispiele	254
10.6.1	Kläranlage der Firma Windel in Bielefeld	254
10.6.2	Kläranlage der Schiesser Sachsen AG in Limbach	254
10.6.3	Mitbehandlung von Textilabwasser in Aalen	255
10.6.4	Mitbehandlung von Textilabwasser in Neuenkirchen	255
10.6.5	Mitbehandlung von Textilabwasser in Ochtrup	255
	Literatur zu Kapitel 10	256
11	Kfz-Werkstätten, Eisenbahn, Kfz-Wäsche, Militär, Entkonservierung	261
11.1	Allgemeines	261
11.1.1	Wirtschaftliche Bedeutung	261
11.1.2	Relevante rechtliche Bestimmungen	261

11.2	Betriebliche Vorgänge, Abwasseranfall und -beschaffenheit, Maßnahmen zur Abwasserbehandlung und -vermeidung	262
11.2.1	Manuelle Fahrzeugreinigung	263
11.2.2	Werkstattbereich	263
11.2.2.1	Manuelle Reinigung mit HD-Geräten	263
11.2.2.2	Teilereinigung	265
11.2.2.3	Werkstattbodenreinigung	265
11.2.2.4	Bremsen- und Leistungsprüfstände	266
11.2.3	Wascheinrichtungen für Pkw	266
11.2.3.1	SB-Waschplätze	266
11.2.3.2	Maschinelle Fahrzeugreinigung in Waschanlagen	266
11.2.4	Reinigung von Straßennutzfahrzeugen	269
11.2.4.1	Waschanlagen	270
11.2.4.2	Manuelle Reinigung mit Hochdruckgeräten	271
11.2.5	Entkonservierung von Personenkraftwagen	271
11.2.6	Wäsche von landwirtschaftlichen Nutzfahrzeugen	272
11.2.7	Waschanlagen für Schienenfahrzeuge	273
11.2.7.1	DB AG-Anlagen	273
11.2.7.2	Innerstädtische Schienenfahrzeuge	279
11.2.8	Anlagen zur Teilereinigung, sowie Waschanlagen für militärische Rad- und Kettenfahrzeuge	279
11.2.8.1	Aufbau der Anlage	280
11.2.8.2	Funktion	280
11.2.8.3	Wasserbeschaffenheit	281
11.2.8.4	Schlammbeschaffenheit	281
11.2.9	Waschanlagen für Flugzeuge	282
11.2.10	Abwasseranfall	284
11.2.11	Niederschlagswasser von Betankungsflächen sowie von Abstellflächen für Unfallfahrzeuge	284
11.3	Reinigungsmittel zur Fahrzeugreinigung (inklusive Motor- und Teilereinigung) – Chemie, Zusammensetzung und Wirkungsweise	285
11.3.1	Allgemeines	285
11.3.2	Anforderungen an Reinigungsmittel bei der Fahrzeugreinigung	285
11.3.2.1	Anforderungen an den Gebrauch von Reinigungsmitteln	285
11.3.2.2	Gesetzliche Anforderungen	285
11.3.3	Inhaltsstoffe von Reinigungsmitteln inklusive Kaltreiniger	285
11.3.3.1	Oberflächenaktive Substanzen	285
11.3.3.2	Gerüststoffe	288
11.3.3.3	Hilfsstoffe	288
11.3.4	Reinigungsmitteltypen, Beispiele, Wirkungsweise	288
11.3.4.1	Einteilung nach dem pH-Wert	288
11.3.4.2	Einteilung nach dem Anwendungsbereich	288
11.3.4.3	Wirkungsweise bestimmter Reinigungsmitteltypen	289
11.4	Umweltverträglichkeit von Reinigungsmitteln bei der Fahrzeuginstandhaltung und -pflege	290
11.4.1	Allgemeines	290
11.4.2	Tensidische Inhaltsstoffe	291
11.4.3	Nichttensidische Inhaltsstoffe	291
11.4.3.1	Phosphate	291
11.4.3.2	Silikate	292
11.4.3.3	Polycarboxylate	292
11.4.3.4	Citronensäure	292

11.4.3.5	EDTA	292
11.4.3.6	NTA	292
11.4.3.7	Phosphonsäuren	292
11.4.3.8	Carbonate	292
11.4.4	Weitere Wirkstoffgruppen	292
11.4.4.1	Salze, Füllstoffe	293
11.4.4.2	Schaumregulatoren	293
11.4.4.3	Abrasivstoffe	293
11.4.4.4	Korrosionsinhibitoren	293
11.4.4.5	Konservierungsmittel	293
11.4.4.6	Lösungsvermittler	293
11.4.4.7	Säuren und Laugen	293
11.4.4.8	Oxidationsmittel	293
11.4.4.9	Lösemittel	294
11.5	Abwasserbehandlungsanlagen	294
11.5.1	Genormte Standardeinrichtungen	294
11.5.2	Emulsionstrennanlagen	294
11.5.3	Membranverfahren	294
11.5.4	Biologische Abwasserbehandlungsanlagen	294
11.5.5	Bedarfsgerechte Entsorgung	295
11.6	Kreislaufführung	295
11.7	Musterlösungen	297
	Literatur zu Kapitel 11	300
12	Transportbehälterinnenreinigung	303
12.1	Allgemeines	303
12.2	Behälterinnenreinigung	305
12.3	Abwasserwerte	307
12.4	Produktionsintegrierter Umweltschutz	310
12.5	Beispiele der Abwasserbehandlung	311
12.5.1	Allgemeines	311
12.5.2	Abwasser mit eingegrenzten Stoffgruppen	311
12.5.3	Abwasser mit nicht eingegrenzten Stoffgruppen	313
	Literatur zu Kapitel 12	316
13	Gewerbliche Wäscherei und Textilreinigung	317
13.1	Allgemeines	317
13.2	Abwasserbehandlung und Prozeßwasserwiederverwendung in gewerblichen Wäschereibetrieben	318
13.2.1	Beschaffenheit des Wäschereiabwassers	318
13.2.2	Abwasserbehandlungssysteme und gesetzliche Bestimmungen	319
13.2.2.1	Membranfiltration	321
13.2.2.2	Chemische Fällung/Flockung/Flotation	322
13.2.2.3	Kombination Biologie/Ultrafiltration	323
13.2.3	Prozeßwasserwiederverwendung in Wäschereibetrieben	324
13.2.3.1	Qualitätskriterien für Recyclingwasser im Wasch- und Spülprozeß	324
13.2.3.2	Darstellung der unterschiedlichen Recyclingsysteme	326
13.2.4	Ausblick	330

13.3	Abwasserbehandlung in der Textilreinigung	331
13.3.1	Allgemeines	331
13.3.2	Kontaktwasser	331
13.3.3	Sicherheitsabscheider	332
13.3.3.1	Definition	332
13.3.3.2	Anforderungen an Sicherheitsabscheider	332
13.3.3.3	Praktische Lösungen	333
13.3.3.4	Bemessung	333
13.3.4	Kontaktwasser-Behandlungsanlagen	336
13.3.4.1	Grundsätzliches	336
13.3.4.2	Installation	339
13.3.4.3	Kontaktwasserbehandlung nach dem Adsorptionsprinzip (gültig für CKW und KWL)	340
13.3.4.4	Kontaktwasserbehandlung durch Ausblasen	343
13.3.5	Meßtechniken in der Praxis für Lösemittel in Kontaktwasser	344
13.3.5.1	Stand der Meßtechnik	344
13.3.5.2	Meßprinzip	344
13.3.5.3	Meßgeräte der Praxis	345
	Literatur zu Kapitel 13	346
14	Sickerwasser aus Abfallablagerungen	347
14.1	Übersicht	347
14.2	Abwasser- und Schmutzfrachtenfall	348
14.2.1	Sickerwassermenge	348
14.2.2	Sickerwasserzusammensetzung	349
14.3	Langzeitverhalten und Maßnahmen zur Reduzierung der Sickerwasserbelastungen und -frachten	355
14.4	Sickerwasserbehandlung	356
14.4.1	Anforderungen an die Behandlung	356
14.4.2	Speicherung	356
14.4.3	Verfahren und Verfahrenskombinationen	356
14.4.3.1	Übersicht	356
14.4.3.2	Biologische Behandlung	358
14.4.3.3	Chemische Oxidation	363
14.4.3.4	Aktivkohleadsorption	367
14.4.3.5	Membrantrennverfahren	368
14.4.3.6	Eindampfung und Trocknung	369
14.4.3.7	Gasaustausch bzw. Strippung	370
14.4.4	Betrieb von Sickerwasserbehandlungsanlagen	371
14.4.5	Reststoffanfall und Energieverbrauch bei der Sickerwasserbehandlung	371
14.5	Anlagenbeispiele	374
14.5.1	Übersicht	374
14.5.2	Biologie + Aktivkohleadsorption	375
14.5.3	Biologie + Chemische Oxidation + (Biologie)	375
14.5.4	Biologie + Chemische Oxidation + Biologie + Aktivkohleadsorption	376
14.5.5	Biologie + Umkehrosmose	376
14.5.6	Biologie + 2-stufige Umkehrosmose + Eindampfung + Trocknung	377
14.5.7	2-stufige Umkehrosmose + Eindampfung + Trocknung	377
	Literatur zu Kapitel 14	379

15	Krankenhausabwasser	381
15.1	Einleitung	381
15.2	Wasserverbrauch/Abwassermenge	382
15.3	Funktionsbereiche und Abwasseranfallstellen im Krankenhaus	382
15.3.1	Allgemeines	382
15.3.2	Zentralküche	382
15.3.2.1	Allgemeines	382
15.3.2.2	Problemparameter im Teilstrom „Küchenabwasser“	383
15.3.2.3	Fett	383
15.3.2.4	CSB/BSB ₅	384
15.3.2.5	AOX	384
15.3.2.6	Einsatz von biologischen Hilfsstoffen in Fettabseidern	385
15.3.3	Röntgenabteilung	386
15.3.3.1	Allgemeines	386
15.3.3.2	Einleitungsgenehmigung	386
15.3.3.3	Abwasseranfall und Abwasserbeschaffenheit	387
15.3.3.4	Vermeidungsmaßnahmen	388
15.3.3.5	Bestimmung der Silberfracht bei Röntgenanlagen	388
15.3.4	Physiotherapie	390
15.3.4.1	Allgemeines	390
15.3.4.2	Abwasseranfall und -menge	391
15.3.4.3	Abwasserbelastung	392
15.3.4.4	Abwasservorbehandlung	393
15.3.4.5	Kreislaufführung und Wiederverwendung des Schlammwassers	394
15.3.4.6	Wasserrechtliche Genehmigungspflicht	395
15.3.5	Labor	395
15.3.5.1	Allgemeines	395
15.3.5.2	Wasserverbrauch, Abwasseranfall	396
15.3.5.3	Klinische Chemie	396
15.3.5.4	Hämatologie/Blutspende	398
15.3.5.5	Färbelösungen	399
15.3.5.6	Ökotoxizität	399
15.3.6	Pathologie	400
15.3.6.1	Allgemeines	400
15.3.6.2	Formaldehyd aus der Pathologie	400
15.3.6.3	Derzeitige Entsorgungspraxis	400
15.3.6.4	Formaldehyd im Abwasser	400
15.3.6.5	Empfehlung	401
15.3.7	Wäscherei	401
15.3.7.1	Allgemeines	401
15.3.7.2	Wäschereitechnik	401
15.3.7.3	Eingesetzte Wasch- und Desinfektionsmittel	402
15.3.7.4	Abwasseranfall und -beschaffenheit	403
15.3.7.5	Abwasserbehandlung	405
15.3.8	Dialyse	405
15.3.8.1	Allgemeines	405
15.3.8.2	Abwasseranfall und -beschaffenheit	405
15.3.8.3	Abwasserbehandlung/Empfehlungen	407
15.3.9	Nuklearmedizin	407
15.3.9.1	Allgemeines	407
15.3.9.2	Abwasseranfall und -beschaffenheit	408

15.3.9.3	Abwasserbehandlung	408
15.3.10	Zentralsterilisation	409
15.3.10.1	Allgemeines	409
15.3.10.2	Abwasseranfall und -beschaffenheit	409
15.3.11	Pflegebereich	409
15.4	Abwasserhygiene	410
15.4.1	Historie	410
15.4.2	Krankheitserreger im Abwasser	411
15.4.3	Einleitung von Blut und anderen Körperflüssigkeiten	411
15.4.3.1	Derzeitige Situation	411
15.4.3.2	Anfall von Körperflüssigkeiten im Krankenhaus	412
15.4.3.3	Hygienische Aspekte der Einleitung von Körperflüssigkeiten	412
15.4.4	Empfehlung	412
15.5	Krankenhaustypische Abwasserinhaltsstoffe	413
15.5.1	Arzneimittel	413
15.5.1.1	Allgemeines	413
15.5.1.2	Röntgenkontrastmittel	413
15.5.1.3	Zytostatika	415
15.5.1.4	Antibiotika	416
15.5.1.5	Sonstige Arzneimittel	417
15.5.1.6	Schlußfolgerungen	417
15.5.2	Desinfektionswirkstoffe	418
15.5.2.1	Allgemeines	418
15.5.2.2	Verbrauchsmengen und Bilanzierung	418
15.5.2.3	Auswirkungen auf die Abwasserreinigung	419
15.5.2.4	Endokrin wirksame Substanzen	422
15.6	Zusammenfassung	422
15.6.1	Wichtigste Belastungsquellen	422
15.6.2	Einleiterüberwachung	423
	Literatur zu Kapitel 15	423
	Sachverzeichnis	431