

12.3	Umwelt- oder Umgebungslärm	242
12.4	Strahlenbelastung	245
12.4.1	Elektromagnetische Felder	245
12.4.2	Nicht-ionisierende Strahlung	247
12.4.3	Ionisierende Strahlung	252
12.4.3.1	Natürliche (ionisierende) Strahlenquellen	254
12.4.3.2	Zivile Strahlenquellen	255
12.4.4	Strahlenschutz	257
12.5	Übungen	259
13	Trinkwasseraufbereitung	264
13.1	Anforderungen an die Trinkwasserqualität	264
13.2	Aufbereitung von Trinkwasser	267
13.2.1	Gasaustausch	268
13.2.2	Enteisenung und Entmanganung	269
13.2.3	Filtration	271
13.2.4	Nitratreduktion	273
13.3	Desinfektion von Trinkwasser	275
13.3.1	Biologische Verfahren	275
13.3.2	Chemische Verfahren	275
13.3.3	Physikalische Verfahren	277
13.4	Korrosion in Trinkwassersystemen	278
14	Kommunale Abwasserreinigung	280
14.1	Einführung	280
14.2	Abwasserinhaltsstoffe	281
14.2.1	Messgrößen zur Abwasserbeurteilung	282
14.2.2	Typische Abwasserparameter	284
14.3	Aufbau und Funktion einer Kläranlage	285
14.3.1	Mechanischer Anlagenteil	286
14.3.2	Biologischer Anlagenteil	287
14.3.3	Klärschlammbehandlung	289
14.3.4	Nachklärung	290
14.4	Phosphat- und Stickstoffeliminierung	290

14.4.1	Chemische Fällung	292
14.4.2	Biologische P-Eliminierung	293
14.4.3	Eliminierung von Stickstoffverbindungen	293
14.4.4	Biologische Nitrifikation	294
14.4.5	Biologische Denitrifikation	296
14.4.6	Verfahrenskonzepte	296
14.5	Alternative Verfahren	298
15	Industrielle Abwasserreinigung	301
15.1	Aerobe Verfahren	301
15.1.1	Blasensäulenreaktor	301
15.1.2	Schlaufenreaktor	303
15.1.3	Festbettreaktoren	305
15.2	Anaerobe Verfahren	306
15.2.1	Mikrobiologische Besonderheiten	306
15.2.2	Verfahrenstechnische Aspekte	308
16	Schlammbehandlung	310
16.1	Überblick und Kenngrößen von Klärschlämmen	310
16.2	Schlammmenge und Schlammbeschaffenheit	313
16.3	Verfahren zur Schlammstabilisierung	315
16.3.1	Anaerobe Schlammstabilisierung	315
16.3.2	Aerobe Schlammstabilisierung	317
16.4	Schlammmentwässerung	319
16.5	Schlammverwertung und -entsorgung	321
17	Sanierung von Altlasten	322
17.1	Einführung	322
17.2	Sicherungsmaßnahmen	324
17.3	Dekontaminationsmaßnahmen	326
17.3.1	Biologische Verfahren	326
17.3.2	Chemisch-physikalische Verfahren	329
17.3.3	Thermische Verfahren	332
17.3.4	Aktive und passive hydraulische Verfahren	336

17.3.5	Aktive pneumatische Verfahren	337
17.4	Fragen	339
18	Thermische und mechanische Abgasreinigung	342
18.1	Staubabscheidung	343
18.1.1	Filternde Abscheider	345
18.1.2	Massenkraftabscheider	348
18.1.3	Elektroabscheider	351
18.1.4	Mechanische Nassabscheider	353
18.2	Absorption	355
18.2.1	Physikalische Absorption	356
18.2.2	Chemische Absorption	357
18.2.3	Rauchgasentschwefelung	358
18.2.4	Apparaturen	362
18.3	Adsorption	363
18.3.1	Apparaturen	365
18.4	Kondensation	366
18.5	Thermische Abgasreinigung	367
18.5.1	Oxidative thermische Abgasreinigung	368
18.5.2	Reduktive thermische Abgasreinigung	372
18.5.3	Das SCR-Verfahren zur NO _x -Reduktion	373
18.6	Flammen-, thermische und katalytische Verbrennung	374
18.7	Fragen	380
19	Biologische Abgasreinigung	383
19.1	Grundlagen	383
19.2	Einteilung der Verfahren	385
19.3	Biofilter	385
19.3.1	Funktionsprinzip	386
19.3.2	Verfahrensparameter	387
19.3.3	Bauformen	389
19.3.4	Einsatzgebiete	390
19.4	Biowäscher	391
19.4.1	Funktionsprinzip	391

19.4.2	Verfahrensparameter	392
19.4.3	Bauformen	393
19.4.4	Einsatzgebiete	395
19.5	Membranbioreaktor	395
19.5.1	Funktionsprinzip	396
19.5.2	Bauform	397
19.5.3	Einsatzgebiete	398
20	Lärmschutz und Lärmvermeidung	399
20.1	Luftschallentstehung und primärer Schallschutz	399
20.2	Schallausbreitung im Freien	402
20.3	Schallausbreitung in Räumen	403
20.4	Sekundärer Schallschutz	405
20.4.1	Schallschirme	405
20.4.2	Schalldämpfer	406
20.4.3	Kapsel	408
20.5	Messung der Geräuschemission	408
20.6	Prognose der Lärmbelastung und Immissionsschutz	409
20.7	Übungen	411
21	Konzept zur Abfallvermeidung	414
21.1	Einführung	414
21.2	Siedlungsabfälle	416
21.2.1	Kunststoffe, Verpackungen	418
21.2.2	Textilabfälle	421
21.2.3	Wiederverwendung	423
21.3	Industrieabfälle	424
21.4	Metallabfälle	426
21.4.1	Eisen und Stahl	427
21.4.2	Nichteisenmetall am Beispiel Aluminium	428
21.5	Elektronikschrott	429
21.6	Bau- und Abbruchabfälle	432
21.7	Fragen	433

22	Abfallrecycling	437
22.1	Einführung	437
22.2	Glasrecycling	440
22.3	Papierrecycling	441
22.4	Metallrecycling	443
22.4.1	Eisen und Stahl	444
22.4.2	Nichteisenmetalle am Beispiel Aluminium	445
22.4.3	Elektroschrott	445
22.5	Batterierecycling	446
22.6	Textilrecycling	447
22.7	Bau- und Abbruchabfallrecycling	450
22.8	Kunststoffrecycling	452
22.9	Recycling von biogenem Abfall	456
22.10	Fragen	457
23	Deponieren von Abfällen	460
23.1	Grundlagen der Deponietechnik/Deponien für Siedlungsabfall	460
23.2	Deponiegas und Sickerwasser	466
24	Müllverbrennung	471
24.1	Anlagentechnik und Verfahrensvarianten	471
24.2	Rauchgasreinigung	476
24.2.1	Entstaubung	477
24.2.2	Abtrennung der sauren Schadgase	479
24.2.3	Entstickung	480
24.2.4	Entfernung von Dioxinen und Furanen	481
24.3	Rückstandseseitigung/Rückstandsbehandlung	482
25	Energieeinsparung	484
25.1	Überblick	484
25.2	Wirtschaftlichkeit und Finanzierung	490
25.3	Wärmepumpen	494
25.4	Kraft-Wärme-Kopplung	497