

Inhaltsverzeichnis

1	Ursachen der Umweltprobleme.....	18
1.1	Eingrenzung der Umweltproblematik.....	18
1.2	Entwicklung der Erkenntnis über die Umweltproblematik..	20
1.3	Umwelt„verbrauch“ an quantitativen Lebensgrundlagen ...	23
1.4	Umwelt„verschmutzung“ qualitativer Lebensgrundlagen.	23
2	Naturwissenschaftliche Grundbegriffe	25
2.1	Chemisches Rechnen – Stöchiometrie	25
2.1.1	Stöchiometrische Größen und Formeln	25
2.1.2	Umrechnung von Stoff- und Gehaltsgrößen.....	28
2.1.3	Allgemeine Reaktionsbegriffe	30
2.2	Einführung in die Thermodynamik.....	32
2.2.1	Systeme und Zustandsgrößen	32
2.2.2	Erster Hauptsatz	33
2.2.3	Standard-Enthalpien	35
2.2.4	Zweiter Hauptsatz	37
2.3	Chemie und Physik des Wassers.....	39
2.3.1	Physikalische Eigenschaften.....	40
2.3.2	Chemische Eigenschaften	43
2.3.3	Autoprotolyse und pH-Wert.....	45
2.3.4	Härte und Leitfähigkeit	47
2.3.5	Löslichkeit	49
2.4	Mikrobiologie	53
2.4.1	Einteilung der Mikroorganismen.....	54
2.4.2	Bakterien.....	57
2.4.3	Pilze	60
2.4.4	Protozoen.....	60
2.4.5	Algen.....	62
2.4.6	Mehrzellige tierische und pflanzliche Formen	64
2.5	Kinetik chemischer und biochemischer Reaktionen	65
2.5.1	Reaktionen 0. Ordnung	66
2.5.2	Reaktionen 1. Ordnung	66

2.5.3	Reaktionen 2. Ordnung	68
2.5.4	Temperaturabhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit	68
2.5.5	Wachstum und Vermehrung von Mikroorganismen	69
2.5.6	Wachstumsphasen	71
3	Einführung in das Umweltrecht	73
3.1	Allgemeines Umweltrecht	73
3.1.1	Rechtsquellen des Umweltrechts	73
3.1.2	Ziele und Grundprinzipien des Umweltrechts	73
3.1.3	Medialer und integrativer Umweltschutz	75
3.1.4	Allgemeine Umweltgesetze	75
3.2	Immissionsschutzrecht	77
3.2.1	Ziele und Grundbegriffe des BImSchG	77
3.2.2	Recht der genehmigungsbedürftigen Anlagen	78
3.2.3	Recht der nicht genehmigungsbedürftigen Anlagen	81
3.2.4	Sonstige Instrumente des BImSchG	81
3.3	Gewässerschutzrecht	82
3.3.1	Ziele, Grundsätze und allgemeine Pflichten des WHG	82
3.3.2	Gestattung der Gewässerbenutzung	84
3.3.3	Abwasserrecht	86
3.3.4	Sonstige Instrumente des WHG	87
3.4	Bodenschutz- und Altlastenrecht	87
3.4.1	Zweck und Grundsätze des BBodSchG	88
3.4.2	Gefahrenabwehr- und Sanierungspflichten	89
3.4.3	Vorsorgepflicht	92
3.4.4	Sonstige Instrumente des Bodenschutzes	93
3.5	Kreislaufwirtschafts- und Abfallrecht	94
3.5.1	Ziele und Grundbegriffe des KrW-/AbfG	94
3.5.2	Grundsätze und Grundpflichten der Kreislaufwirtschaft	96
3.5.3	Grundsätze und Grundpflichten der Abfallbeseitigung	98
3.5.4	Das Recht der Abfallbeseitigungsanlagen	99
4	Umweltmanagement	100
4.1	Umweltbeziehungen von Unternehmen	100
4.2	Erfassen und Bewerten von Umweltbeeinflussungen in Ökobilanzen	102

4.2.1	Grundlagen der Stoff- und Energie-Bilanzierung	102
4.2.2	Komponenten der Ökobilanzierung.....	106
4.2.3	Prozess-Ökobilanzen und Module	107
4.2.4	Prozessverknüpfungen	108
4.2.5	Standort-, Unternehmens- und Organisations- Ökobilanzen	110
4.2.6	Produkt-Ökobilanzen.....	111
4.2.7	Bewertungsverfahren.....	112
4.3	Umweltmanagement-Elemente und -Systeme	114
4.3.1	Management.....	114
4.3.2	Betriebliche Umweltpolitik und Ist-Analyse.....	116
4.3.3	Umweltziele und Umweltprogramme.....	117
4.3.4	Organisation.....	117
4.3.5	Dokumentation.....	119
4.3.6	Audit (Umweltbetriebsprüfung).....	119
4.3.7	Zertifizierung/Validierung in Umweltmanagement- Systemen	119
5	Risikoabschätzung und Grenzwerte.....	122
5.1	Definition des Risikos	122
5.1.1	Wahrscheinlichkeit eines Ereignisses	122
5.1.2	Schadenswert als Folge eines Ereignisses.....	123
5.1.3	Begriffspaare.....	123
5.1.4	Mathematische Funktion zur Risikobewertung...	124
5.1.5	Spezielle Risikoarten.....	124
5.2	Bestimmung der Risiken	125
5.2.1	Zweck der Risikobewertungen	125
5.2.2	Praxis der Risikobewertung	126
5.2.3	Subjektive Aspekte und äußere Faktoren bei der Bewertung von Risiken	127
5.3	Merkmale einer Entscheidung unter Risiko	127
5.3.1	Folgenbewertung	127
5.3.2	Entscheidungssituation	127
5.3.3	Erstellung eines Zielsystems.....	128
5.3.4	Prognose – Ereignisverlauf.....	129
5.3.5	Beurteilung von Strategien.....	130
5.3.6	Sensitivitätsanalyse	132
5.4	Grenzwerte.....	132
6	Wasserverschmutzung	139
6.1	Wasservorkommen und Wasserverbrauch	139

6.2	Wasserkreislauf.....	141
6.3	Limnologische Grundlagen.....	143
6.3.1	Grundwasser.....	143
6.3.2	Fließgewässer.....	145
6.3.3	Stehende Gewässer	147
6.4	Gewässereutrophierung	149
6.5	Gewässerversauerung	151
6.6	Gewässergüte	151
6.6.1	Kennwerte zur Einstufung der Gewässergüte....	151
6.6.2	Gewässergütestufen	153
7	Bodenbelastungen	156
7.1	Bodenbestandteile und Bodenstruktur	156
7.2	Bodenfruchtbarkeit	163
7.3	Art und Menge von Stoffeinträgen.....	165
7.4	Verhalten und Wirkung der Bodenbelastung.....	170
8	Luftverschmutzung	176
8.1	Einteilung und Zusammensetzung der Atmosphäre.....	176
8.2	Grundbegriffe	177
8.2.1	Luftdruck	177
8.2.2	Luftfeuchtigkeit.....	178
8.2.3	Luftkeime	179
8.2.4	Emission, Transmission und Immission	179
8.3	Beschreibung der Luftschadstoffe	180
8.3.1	Kohlenstoffdioxid.....	180
8.3.2	Kohlenstoffmonoxid	181
8.3.3	Methan	181
8.3.4	Schwefeldioxid	182
8.3.5	Stickstoffoxide.....	183
8.3.6	Formaldehyd.....	184
8.3.7	Kohlenwasserstoffe.....	184
8.3.8	Halogenierte Kohlenwasserstoffe	185
8.3.9	Asbest.....	185
8.4	Treibhauseffekt	186
8.4.1	Natürlicher Treibhauseffekt.....	186
8.4.2	Anthropogener Treibhauseffekt.....	188
8.5	Ozonloch.....	189

9	Abfall	191
9.1	Abfallwirtschaftliche Grundlagen	191
9.2	Abfallaufkommen und Abfallströme	193
9.3	Sammlung und Aufbereitung des Abfalls	195
10	Lärm	200
10.1	Physikalische Größen	200
10.2	Geräusche als Lärm	203
10.3	Pegelmaße	204
11	Elektromagnetische Strahlung	206
11.1	Grundlagen zur elektromagnetischen Strahlung	206
11.2	Strahlung elektrotechnischer Einrichtungen (Elektrosmog)	208
11.3	UV-Strahlung	209
11.4	Ionisierende Strahlung	210
	11.4.1 Natürliche Strahlung	211
	11.4.2 Strahlenbelastung durch medizinische Anwendungen	212
	11.4.3 Strahlenbelastung durch die Nutzung von Kern- energie und andere technische Anwendungen ionisierender Strahlen	213
12	Trinkwasseraufbereitung	216
12.1	Anforderungen an die Trinkwasserqualität	216
12.2	Aufbereitung von Trinkwasser	218
	12.2.1 Gasaustausch	219
	12.2.2 Enteisung und Entmanganung	221
	12.2.3 Filtration	223
	12.2.4 Nitratreduktion	224
12.3	Desinfektion von Trinkwasser	227
	12.3.1 Biologische Verfahren	227
	12.3.2 Chemische Verfahren	227
	12.3.3 Physikalische Verfahren	229
12.4	Korrosion in Trinkwassersystemen	230
13	Kommunale Abwasserreinigung	233
13.1	Einführung	233
13.2	Abwasserinhaltsstoffe	234

13.2.1	Messgrößen zur Abwasserbeurteilung.....	235
13.2.2	Typische Abwasserparameter.....	237
13.3	Aufbau und Funktion einer Kläranlage	238
13.3.1	Mechanischer Anlagenteil	238
13.3.2	Biologischer Anlagenteil.....	241
13.3.3	Klärschlammbehandlung.....	243
13.3.4	Nachklärung.....	243
13.4	Phosphat- und Stickstoffeliminierung	244
13.4.1	Chemische Fällung	245
13.4.2	Biologische P-Eliminierung	246
13.4.3	Eliminierung von Stickstoffverbindungen	247
13.4.4	Biologische Nitrifikation.....	248
13.4.5	Biologische Denitrifikation	249
13.4.6	Verfahrenskonzepte	250
13.5	Alternative Verfahren.....	251
14	Industrielle Abwasserreinigung	254
14.1	Aerobe Verfahren	254
14.1.1	Blasensäulenreaktor	254
14.1.2	Schlaufenreaktor.....	256
14.1.3	Festbettreaktoren.....	258
14.2	Anaerobe Verfahren	258
14.2.1	Mikrobiologische Besonderheiten	259
14.2.2	Verfahrenstechnische Aspekte	261
15	Schlammbehandlung	264
15.1	Überblick und Kenngrößen von Klärschlämmen	264
15.2	Schlammmenge und Schlammbeschaffenheit	267
15.3	Verfahren zur Schlammstabilisierung.....	269
15.3.1	Anaerobe Stabilisierung	270
15.3.2	Aerobe Schlammstabilisierung.....	272
15.4	Schlamm entwässerung.....	274
15.5	Schlammverwertung und -entsorgung.....	275
16	Altlastenprobleme und Bodenschutz	276
16.1	Einführung.....	276
16.2	Sanierungsziele.....	277
16.3	Gefährdungsabschätzung	278

16.4	Erkundung und Bewertung.....	280
16.5	Sanierungsstrategien	283
17	Sanierung von Altlasten	285
17.1	Überblick über Verfahren	285
17.2	Bodenluftabsaugung	287
17.3	Wasch- und Extraktionsverfahren	289
17.4	Thermische Verfahren.....	292
17.5	Biologische Verfahren	296
18	Staubabscheidung	298
18.1	Einführung.....	298
18.2	Massenkraftabscheider	300
18.3	Filternde Abscheider	303
18.4	Elektroabscheider.....	307
18.5	Mechanische Nassabscheider	309
19	Primärmaßnahmen bei der Verbrennung.....	312
19.1	Schadstoffbildung.....	312
19.2	Brennkammer und schadstoffarme Brenner.....	315
19.3	Trockenadditivverfahren.....	316
19.4	Wirbelschichtfeuerung.....	317
20	Thermische Abgasreinigung durch Oxidation und Reduktion.....	322
20.1	Oxidative Schadstoffumsetzung in Verbrennungsanlagen	322
20.2	Flammen-, thermische und katalytische Verbrennung	327
20.3	Grundlagen der reduktiven Abgasreinigung	334
20.4	Das SCR-Verfahren zur NO _x -Reduktion	335
21	Abgasreinigung durch Kondensation, Ab- und Adsorption	337
21.1	Theoretische Grundlagen.....	337
21.2	Absorber- und Adsorberbauarten	341
21.3	Verfahren zur Rauchgasentschwefelung.....	345

22	Biologische Abgasreinigung	350
22.1	Grundlagen	350
22.2	Einteilung der Verfahren	352
22.3	Biofilter	352
	22.3.1 Funktionsprinzip	353
	22.3.2 Allgemeine Parameter	354
	22.3.3 Bauformen	355
	22.3.4 Einsatzgebiete	356
22.4	Biowäscher	357
	22.4.1 Funktionsprinzip	357
	22.4.2 Wichtige Parameter	359
	22.4.3 Bauformen	359
	22.4.4 Einsatzgebiete	362
22.5	Membranbioreaktor	362
	22.5.1 Funktionsprinzip	362
	22.5.2 Bauform	363
	22.5.3 Einsatzgebiete	365
23	Emissionsminderung bei Kraftfahrzeugen	366
23.1	Einleitung	366
23.2	Entstehung der Schadstoffe	366
	23.2.1 Ottomotor	368
	23.2.2 Dieselmotor	369
23.3	Gesetzliche Vorschriften	369
23.4	Maßnahmen zur Minderung des Schadstoffausstoßes	371
	23.4.1 Ottomotor	371
	23.4.2 Dieselmotor	372
23.5	Abgasnachbehandlung	373
	23.5.1 Ottomotor	373
	23.5.2 Dieselmotor	377
23.6	Kraftstoffe	380
23.7	Alternative Antriebe	380
23.8	Geräuschemissionen	381
24	Konzepte zur Abfallreduzierung	382
24.1	Primäre Maßnahmen	382
	24.1.1 Haushalt	382
	24.1.2 Industrie	384

24.2	Sekundäre Maßnahmen.....	388
24.2.1	Gewinnung von Wertstoffen (werkstoffliche Verwertung)	388
24.2.2	Gewinnung von Rohstoffen.....	396
24.2.3	Energetische Verwertung.....	396
25	Müllverbrennung	398
25.1	Anlagentechnik und Verfahrensvarianten.....	398
25.2	Rauchgasreinigung	403
25.2.1	Entstaubung.....	404
25.2.2	Abtrennung der sauren Schadgase	406
25.2.3	Entstickung	407
25.2.4	Entfernung von Dioxinen und Furanen.....	408
25.3	Rückstandseseitigung/Rückstandsbehandlung.....	409
26	Deponieren von Abfällen	411
26.1	Grundlagen der Deponietechnik/Deponien für Siedlungsabfall.....	411
26.2	Verschiedene Möglichkeiten der Klassifizierung von oberirdischen Deponien	416
26.3	Deponiegas und Sickerwasser.....	417
26.4	Deponien für Sonderabfall.....	420
27	Lärmschutz und Lärmvermeidung.....	422
27.1	Luftschallentstehung und primärer Schallschutz	422
27.2	Schallausbreitung im Freien.....	425
27.3	Schallausbreitung in Räumen	426
27.4	Sekundärer Schallschutz.....	428
27.4.1	Schallschirme.....	428
27.4.2	Schalldämpfer	429
27.4.3	Kapsel.....	432
27.5	Messung der Geräuschemission.....	432
27.6	Prognose der Lärmbelastung und Immissionsschutz....	433
28	Energieeinsparung.....	436
28.1	Überblick	436
28.2	Wirtschaftlichkeit und Finanzierung.....	442

28.3	Wärmepumpen.....	447
28.4	Kraft-Wärme-Kopplung.....	450
29	Regenerative Energien	454
29.1	Überblick	454
29.2	Angebot an Solarenergie.....	458
29.3	Solarthermie.....	460
	29.3.1 Energieumwandlung im Solarkollektor.....	461
	29.3.2 Solaranlagen zur Brauchwassererwärmung und Raumheizung.....	463
	29.3.3 Dimensionierung, Energieertrag und Wirtschaftlichkeit.....	465
29.4	Photovoltaik.....	468
	29.4.1 Energieumwandlung in der Solarzelle und Anlagentechnik	468
	29.4.2 Dimensionierung, Energieertrag und Wirtschaftlichkeit.....	471
29.5	Wasserkraft.....	472
	29.5.1 Energieumwandlung mit Turbinen und Wasserrädern	473
	29.5.2 Dimensionierung, Energieertrag und Wirtschaftlichkeit.....	474
29.6	Windkraft.....	475
	29.6.1 Energieumwandlung an Rotorblättern.....	476
	29.6.2 Dimensionierung, Energieertrag und Wirtschaftlichkeit.....	477
29.7	Biomasse	478
29.8	Geothermie	481
29.9	Beiträge zu einer künftigen Energieversorgung	482
	LITERATUR.....	485
	SACHWORTVERZEICHNIS	501