

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Grundlagen der Umweltschutztechnik .....</b>	<b>1</b>
1.1	Entwicklung der Ziele und Aufgaben .....	1
1.1.1	Umweltprobleme und Umwelthandeln .....	4
1.1.2	Umsetzung des Leitbildes „Nachhaltigkeit“ .....	7
1.1.3	Strategische Handlungsfelder – Perspektiven 2020 .....	18
1.1.4	Umsetzung von globalen Klimaschutzzielen .....	22
1.2	Ökologische Grundlagen .....	32
1.2.1	Struktur von Ökosystemen .....	32
1.2.2	Stabilität von Ökosystemen und technischen Systemen .....	33
1.3	Technologische Grundlagen .....	36
1.3.1	Risikoforschung .....	38
1.3.2	Umweltinformatik .....	42
1.3.3	Prozessleittechnik .....	44
1.3.4	Verfahrenstechnik .....	46
1.3.5	Biotechnologie .....	50
1.3.6	Nanotechnologie .....	54
1.3.7	Ingenieurökologie .....	56
1.3.8	Technische Geochemie .....	57
1.3.9	Ingenieurgeologie und Geotechnik .....	58
1.3.10	Schutzmaßnahmen im Wasserbau .....	59
1.3.11	Energiesparende Bautechnik .....	60
1.3.12	Umweltschutztechnik als Querschnittsdisziplin .....	62
<b>2</b>	<b>Umwelttechnik im Unternehmen .....</b>	<b>63</b>
2.1	Rechtspolitische Aspekte des Umweltschutzes .....	63
2.1.1	Entwicklung des Umweltrechts in Deutschland .....	63
2.1.2	Maßnahmen zur Umsetzung von umweltpolitischen Zielen .....	65

2.2	Ökologische Ausrichtung der Betriebswirtschaft.....	69
2.2.1	Einsatz ökologieorientierter Managementsysteme .....	74
2.2.2	Integrierter betrieblicher Umweltschutz .....	76
2.3	Technik im betrieblichen Umweltschutz.....	79
2.3.1	Materialwirtschaft und Logistik .....	79
2.3.2	Umweltgerechtes Konstruieren .....	81
2.3.3	Produktion- und Fertigungstechnik .....	82
2.3.4	Verfahrensinterner Umweltschutz.....	84
2.4	Umweltschutzwirtschaft.....	87
2.4.1	Integrierte Produktpolitik .....	87
2.4.2	Industrielle Symbiose .....	90
2.4.3	Marktperspektiven für Umweltschutztechnologien.....	92
<b>3</b>	<b>Schadstoffe.....</b>	<b>95</b>
3.1	Gefahrstoffrecht, Schadwirkungen .....	95
3.1.1	Gefahrstoffrecht.....	98
3.1.2	Schadwirkungen .....	100
3.1.3	Umweltgefährliche Stoffeigenschaften.....	103
3.1.4	Umweltstandards .....	104
3.1.5	Zeitskalen der Schadstoffausbreitung .....	106
3.1.6	Parameter der Stoffdynamik in der Umwelt.....	107
3.2	Schwermetalle.....	109
3.2.1	Umwelttechnische Relevanz.....	109
3.2.2	Herkunft und Wirkung.....	110
3.3	Organische Schadstoffe .....	112
3.3.1	Umwelttechnische Relevanz.....	112
3.3.2	Herkunft und Wirkung.....	115
3.4	Strahlung.....	118
3.4.1	Natürliche Strahlenbelastung.....	119
3.4.2	Künstliche Strahlenbelastung .....	120
3.4.3	Elektrosmog.....	122
<b>4</b>	<b>Klima und Energie .....</b>	<b>123</b>
4.1	Grundlagen des Klimaschutzes .....	123
4.1.1	Wirkung und Herkunft der Treibhausgase.....	125
4.1.2	Übergang zu einem nachhaltigeren Energiesystem .....	126
4.2	Rationelle Energieerzeugung .....	132
4.2.1	Umwandlung von Energieformen.....	132
4.2.2	Entkarbonisierung.....	133
4.2.3	Kraft-Wärme-Kopplung .....	134
4.2.4	Einsatz von Brennstoffzellen.....	140
4.2.5	Erhöhung der Wirkungsgrade von Kraftwerken.....	142
4.2.6	CO <sub>2</sub> -Sequestrierung – Carbon Capture Storage Technologies .....	148

---

4.3	Einsparpotenziale .....	150
4.3.1	Industrie und Gewerbe .....	150
4.3.2	Verkehr .....	151
4.3.3	Haushalte .....	154
4.3.4	Bilanz der Einsparpotenziale .....	157
4.3.5	Bedeutung von Innovationen im Energiebereich .....	158
4.4	Erneuerbare Energien .....	160
4.4.1	Nutzungsformen, Potenziale und Limitierungen .....	162
4.4.2	Geothermie .....	166
4.4.3	Solarthermische Wärmebereitstellung .....	167
4.4.4	Photovoltaik .....	168
4.4.5	Windenergie .....	170
4.4.6	Biomasse .....	172
4.4.7	Wasserstoff aus Erneuerbaren Energien .....	180
4.4.8	Forschungsförderung zu Erneuerbaren Energien .....	182
<b>5</b>	<b>Luft und Lärm .....</b>	<b>183</b>
5.1	Ursachen und Wirkungen von Luftbelastungen .....	183
5.1.1	Luftschadstoffe in der Troposphäre .....	185
5.1.2	Entstehung von Stickoxiden .....	185
5.1.3	Entstehung von Schwefeldioxid .....	186
5.1.4	Ausbreitung von Luftschadstoffen .....	187
5.1.5	Wirkungen von Luftschadstoffen .....	189
5.2	Rechtsnormen und Ausbreitungsmodelle .....	192
5.2.1	Rechtsnormen .....	193
5.2.2	Feinstaub/Schwebstaub (PM) .....	196
5.2.3	Ausbreitungsmodelle .....	198
5.3	Luftreinhalteverfahren .....	199
5.3.1	Staubemissionen .....	199
5.3.2	Verminderung gasförmiger Emissionen .....	203
5.3.3	Entschwefelung in Kraftwerken .....	206
5.3.4	Minderung von Stickoxiden .....	207
5.3.5	Kosten der Rauchgasreinigung in Kraftwerken .....	211
5.3.6	Abgasreinigung bei Kraftfahrzeugen .....	212
5.4	Verkehrslärm .....	216
<b>6</b>	<b>Abwasser .....</b>	<b>219</b>
6.1	Gewässergüte und Wasserbeschaffenheit .....	219
6.1.1	Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie .....	222
6.1.2	Klassifizierung der Gewässergüte und Wasserbeschaffenheit .....	223
6.2	Abwässer und ihre Bestandteile .....	224
6.2.1	Sammlung und Ableitung des Abwassers .....	224
6.2.2	Die kommunale Kläranlage .....	225
6.2.3	Schadstoffe im Abwasser .....	226
6.2.4	Gesetzliche Regelungen .....	228

6.3	Biologische Abwasserreinigung.....	230
6.3.1	Biologische Prinzipien und ihre technische Anwendung .....	230
6.3.2	Tropfkörperverfahren .....	233
6.3.3	Belebungsverfahren.....	234
6.3.4	Biologische Phosphor- und Stickstoff-Eliminierung .....	236
6.4	Chemisch-Physikalische Abwasserreinigung.....	238
6.4.1	Fällung von Schwermetallen .....	239
6.4.2	Flockung und fest-/flüssig-Trennung .....	242
6.4.3	Behandlung von Abwässern mit organischen Schadstoffen .....	245
6.5	Schlammbehandlung.....	247
6.5.1	Verfahrensstufen der Schlammbehandlung .....	248
6.5.2	Aerobe Schlammbehandlung – Hygienisierung .....	248
6.5.3	Anaerobe Abwasser- und Schlammbehandlung .....	249
6.5.4	Abtrennung des Schlammwassers .....	250
6.5.5	Schlamm Trocknung und Schlammverbrennung.....	251
6.5.6	Klärschlamm: Ressourcenschonung vs. Bodenschutz.....	254
6.6	Integrierte Wasserwirtschaft .....	255
6.6.1	Integration des Gesamtsystems Siedlungswasserwirtschaft.....	256
6.6.2	Integrierte dezentrale Abwasserentsorgungskonzepte .....	258
6.6.3	Flussgebietsmanagement am Beispiel von Sedimenten .....	260
<b>7</b>	<b>Trinkwasser .....</b>	<b>263</b>
7.1	Trinkwasserversorgung .....	263
7.1.1	Trinkwassernutzung und Einsparmöglichkeiten.....	266
7.1.2	Wasserbeschaffung .....	268
7.1.3	Werkstoffe in Leitungsnetzen.....	270
7.1.4	Trinkwasserverordnung .....	272
7.2	Einflüsse auf die Wasserqualität .....	275
7.2.1	Chemische Reaktionen im Untergrund.....	276
7.2.2	Biologische Vorgänge im Untergrund.....	278
7.3	Methoden der Trinkwasseraufbereitung.....	280
7.3.1	Künstliche Grundwasseranreicherung und Uferfiltration.....	282
7.3.2	Physikalisch-Chemische Behandlungsverfahren .....	284
7.3.3	Biologische Verfahren zur Trinkwasseraufbereitung .....	289
7.3.4	Verfahrenskombinationen bei der Trinkwasseraufbereitung .....	289
7.4	Nutzung der Wasserressourcen in Deutschland .....	291

<b>8</b>	<b>Boden und Altlasten .....</b>	<b>293</b>
8.1	Art und Ausmaß von Stoffeinträgen in Böden .....	293
8.1.1	Anreicherungen von Schadstoffen in Böden und Pflanzen .....	294
8.1.2	Prozesse der Schadstofffreisetzung und -bindung in Böden.....	297
8.1.3	Perspektiven für landwirtschaftlich genutzte Böden .....	300
8.2	Altlastenprobleme .....	300
8.2.1	Sanierungsziele.....	302
8.2.2	Erkundung von Ablagerungen und Altstandorten .....	303
8.3	Sicherungsmaßnahmen .....	306
8.3.1	Ausgraben und Umlagern .....	306
8.3.2	Barriersysteme .....	307
8.3.3	Verfestigung, Stabilisierung und Einbindung .....	309
8.4	Sanierung von Altlasten .....	311
8.4.1	Bodenluftabsaugung .....	311
8.4.2	Waschverfahren .....	312
8.4.3	Biologische Behandlung von Altlasten.....	314
8.4.4	Thermische Behandlung kontaminierter Böden .....	316
8.5	In-situ Methoden .....	318
8.5.1	Sickerwasserprognose.....	319
8.5.2	Natürlicher Abbau und Rückhalt .....	321
8.5.3	Reinigungswände.....	325
8.5.4	Flächenrecycling.....	326
<b>9</b>	<b>Abfall .....</b>	<b>327</b>
9.1	Abfallwirtschaftliche Grundlagen .....	327
9.1.1	Abfallwirtschaftliche Leitperspektiven.....	327
9.1.2	Grundsätze der Kreislaufwirtschaft .....	333
9.1.3	Abfallaufkommen in Deutschland .....	334
9.1.4	Eigenschaften des Restmülls .....	336
9.2	Sammlung und Aufbereitung von Abfällen .....	338
9.2.1	Sammelsysteme .....	338
9.2.2	Behandlung von Massenabfällen .....	338
9.2.3	Chemisch-physikalische Behandlung von Industrieabfällen .....	339
9.2.4	Behandlung halogenorganischer Abfälle .....	341
9.2.5	Kompostierung .....	342
9.3	Müllverbrennung.....	344
9.3.1	Müllverbrennungsanlagen .....	346
9.3.2	Rauchgasreinigung .....	348
9.3.3	Rückstandsbehandlung .....	349
9.3.4	Verwertung von Müllverbrennungsschlacken .....	352

9.4	Deponierung.....	354
9.4.1	Gesetzliche Regelungen für Deponien in Europa.....	354
9.4.2	Deponiegas und Sickerwasser .....	356
9.4.3	Barriersysteme in der Deponietechnik.....	360
9.4.4	Langzeitprognose für Deponien .....	362
<b>10</b>	<b>Recycling.....</b>	<b>365</b>
10.1	Theorie und Praxis des Recycling.....	365
10.1.1	Formen des Recycling .....	367
10.1.2	Bilanzierung von Stoff- und Energiekreisläufen .....	368
10.2	Recycling in den verschiedenen Wirtschaftssektoren .....	370
10.2.1	Verwertung im Bergbau und in der Grundstoff-Industrie .....	370
10.2.2	Urban Mining, Recycling von Baumaterialien .....	372
10.2.3	Recycling von Kunststoffen .....	376
10.2.4	Aufbereitung von Elektronikschrott .....	380
10.2.5	Altfahrzeug-Recycling .....	382
10.3	Integrierte Stoffwirtschaft .....	384
10.3.1	Entwicklung einer Integrierten Abfallbehandlung.....	386
10.3.2	Integrierter Ansatz für Recycling und Energieverbrauch.....	388
10.3.3	Vermeidung: Ansatzpunkte, Instrumente, Maßnahmen .....	392
<b>Anhang</b>	<b>.....</b>	<b>395</b>
A.1	Energetische Umrechnungsfaktoren .....	395
A.2	Aufteilung des Energieverbrauches in Deutschland.....	395
A.3	Vergütungen nach dem Erneuerbare-Energie-Gesetz (EEG).....	396
A.4	Zentrale Handlungsempfehlungen zur Fortschreibung des EEG .....	396
A.5	Bioenergiepotenziale in Deutschland.....	398
<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>.....</b>	<b>399</b>
<b>Literaturdatenbanken.....</b>	<b>.....</b>	<b>460</b>
<b>Sachverzeichnis.....</b>	<b>.....</b>	<b>461</b>