

Ulrich Förstner

Umweltschutztechnik

7. vollständig bearbeitete und aktualisierte Auflage

Inhaltsverzeichnis

1	Grundlagen der Umweltschutztechnik.....	1
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
2	Umwelttechnik im Unternehmen	63
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
3	Schadstoffe	95
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
4	Klima und Energie	123
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 ₂ -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
5	Luft und Lärm	183
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
6	Abwasser	219
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
7	Trinkwasser	263
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

8	Boden und Altlasten	293
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 Altablagerungen 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
9	Abfall	327
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	Barrierensysteme in der Deponietechnik.....	360
9.4.4	Langzeitprognose für Deponien	362
10	Recycling.....	365
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
Anhang	395	
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
Literaturverzeichnis.....	399	
Literaturdatenbanken.....	460	
Sachverzeichnis.....	461	