

Ulrich Förstner · Stephan Köster

Umweltschutztechnik

9. Auflage

Springer Vieweg

Inhaltsverzeichnis

1	Grundlagen der Umweltschutztechnik	1
1.1	Leitbilder und Strategien	1
1.1.1	Umweltprobleme und Umwelthandeln	4
1.1.2	Frühe Denkansätze zu Umwelt und Technik	6
1.1.3	Leitbild Nachhaltigkeit	8
1.1.4	Umsetzung des Leitbildes Nachhaltigkeit	9
1.1.5	Steuerungsebenen für Klimawandel und Energiewende	13
1.1.6	Strategische Handlungsfelder – Perspektiven 2020	18
1.2	Gesetze und Märkte	20
1.2.1	Entwicklung des Umweltrechts in Deutschland	20
1.2.2	Maßnahmen zur Umsetzung von umweltpolitischen Zielen	23
1.2.3	Innovationen zwischen Technik und Politik	26
1.2.4	Instrumente ökologischer Industriepolitik	28
1.2.5	Marktperspektiven für Umweltschutztechnologien	29
1.3	Ökologische Grundlagen	32
1.3.1	Struktur von Ökosystemen	32
1.3.2	Stabilität von Ökosystemen und technischen Systemen	33
1.4	Technologische Grundlagen	36
1.4.1	Risikoforschung	38
1.4.2	Umweltinformatik	42
1.4.3	Verfahrenstechnik	46
1.4.4	Biotechnologie	48
1.4.5	Green Chemistry	49
1.4.6	Nanotechnologie	50
1.4.7	Technische Geochemie	51
1.4.8	Ingenieurgeologie und Geotechnik	52
1.4.9	Materialwirtschaft und Logistik	53
1.4.10	Produktion- und Fertigungstechnik	54
1.4.11	Industrielle Symbiose – Ökopark	56
1.4.12	Umweltschutztechnik als Querschnittsdisziplin	57
1.5	Literatur	59
2	Nachhaltiges Wirtschaften – Ressourcenschutz	67
2.1	Umweltschutz im Unternehmen	67
2.1.1	Einflüsse des Umweltschutzes auf die Unternehmen	69
2.1.2	Einsatz ökologieorientierter Managementsysteme	72
2.2	Beitrag der Ökonomie zur Nachhaltigen Entwicklung	75
2.3	Ressourceneffizienz und nachhaltige Rohstoffpolitik	82
2.3.1	Umweltbelastung durch Bergbau	86
2.3.2	Ressourceneffizienz und Ressourcenproduktivität	93
2.3.3	Umgang mit kritischen Rohstoffen für Zukunftstechnologien	103
2.4	Literatur	111

3	Schadstoffe	125
3.1	Gefahrstoffrecht, Schadwirkungen	125
3.1.1	Gefahrstoffrecht	128
3.1.2	Entwicklung und Leitbilder der Chemiepolitik	130
3.1.3	Schadwirkungen	132
3.1.4	Umweltgefährliche Stoffeigenschaften	135
3.1.5	Umweltstandards	136
3.1.6	Zeitskalen der Schadstoffausbreitung	138
3.1.7	Parameter der Stoffdynamik in der Umwelt	139
3.2	Schwermetalle	141
3.2.1	Umwelttechnische Relevanz	141
3.2.2	Herkunft und Wirkung	142
3.3	Organische Schadstoffe	144
3.3.1	Umwelttechnische Relevanz	144
3.3.2	Herkunft und Wirkung	147
3.4	Strahlung	151
3.4.1	Natürliche Strahlenbelastung	152
3.4.2	Künstliche Strahlenbelastung	153
3.4.3	Elektrosmog	154
3.5	Literatur	155
4	Klima und Energie	159
4.1	Grundlagen des Klimaschutzes	159
4.1.1	Wirkung und Herkunft der Treibhausgase	161
4.1.2	Übergang zu einem nachhaltigeren Energiesystem	162
4.2	Rationelle Energieerzeugung	164
4.2.1	Umwandlung von Energieformen	164
4.2.2	Entkarbonisierung	165
4.2.3	Kraft-Wärme-Kopplung	166
4.2.4	Einsatz von Brennstoffzellen, Energiespeicher	168
4.2.5	Erhöhung der Wirkungsgrade von Kraftwerken	170
4.2.6	C02-Sequestrierung – Carbon Capture Storage Technologien	173
4.3	Einsparpotenziale bei Treibhausgasen	174
4.3.1	Industrie	176
4.3.2	Gewerbe, Handel, Dienstleistungen	176
4.3.3	Verkehr – Fahrzeugtechnik	177
4.3.4	Haushalte – Raumwärme und Geräte	178
4.3.5	Gebäude – Vermeidungskostenkurve	180
4.4	Erneuerbare Energien	182
4.4.1	Technologien: Nutzungsformen und Potenziale	185
4.4.2	Geothermie	188
4.4.3	Solarthermische Wärmebereitstellung	189
4.4.4	Photovoltaik	190
4.4.5	Windenergie	192
4.4.6	Biomasse	194

4.5	Instrumente der Energiewende	200
4.5.1	Rechtliche Regelungen	200
4.5.2	Wasserstoff aus Biomasse	201
4.5.3	Stromspeicher	202
4.5.4	Lastmanagement	203
4.5.5	IKT-betriebene Energiesysteme	204
4.5.6	Sektorkopplung von Strom, Wärme und Verkehr	206
4.5.7	World Energy Scenarios: The Grand Transition	207
4.6	Literatur	208
5	Immissionsschutz	219
5.1	Ursachen und Wirkungen von Luftbelastungen	219
5.1.1	Entwicklung bei typischen Luftschadstoffen	220
5.1.2	Luftschadstoffe in der Troposphäre	220
5.1.3	Entstehung von Stickoxiden	222
5.1.4	Entstehung von Schwefeldioxid	223
5.1.5	Reaktionen bei der Ausbreitung von Luftschadstoffen	224
5.1.6	Wirkungen von Luftschadstoffen	225
5.2	Rechtsnormen und Ausbreitungsmodelle	228
5.2.1	Regelbereiche	228
5.2.2	Rechtsnormen und Technische Anleitungen	229
5.2.3	EU-Regelungen für Industrieemissionen	231
5.2.4	Feinstaub/Schwebstaub	232
5.2.5	Ausbreitungsmodelle	234
5.3	Luftreinhaltungstechniken	235
5.3.1	Staubemissionen	235
5.3.2	Verminderung gasförmiger Emissionen	239
5.3.3	Entschwefelung in Kraftwerken	242
5.3.4	Minderung von Stickoxiden	243
5.3.5	Abgasreinigung bei Kraftfahrzeugen	248
5.4	Verkehrslärm	252
5.5	Literatur	255
6	Abwasser	261
6.1	Der urbane Wasserkreislauf	262
6.1.1	Elemente des Urbanen Wasserkreislaufs	262
6.1.2	Rechtliche Rahmenbedingungen	265
6.2	Abwässer und ihre Zusammensetzung	272
6.2.1	Abwasseraufkommen und -bilanzierung	272
6.2.2	Abwasserqualitäten und -parameter	276
6.3	Grundlagen der Stadtentwässerung	279
6.3.1	Systeme der Stadtentwässerung	280
6.3.2	Rohrmaterialien, Querschnittsformen, Einbauten und Bauwerke	288
6.3.3	Auslegung von Stadtentwässerungssystemen	296
6.3.4	Betrieb und Instandhaltung von Stadtentwässerungsnetzen	297

6.4	Verfahren der Abwasserreinigung	301
6.4.1	Übersicht konventionelle Abwasserreinigung	301
6.4.2	Mechanische Reinigung	302
6.4.3	Biologische Prozesse in der Abwasserreinigung	310
6.4.4	Verfahrenstechnische Umsetzung	316
6.4.5	„Vierte“ Reinigungsstufe: Sonderverfahren zur weitergehenden Abwasseraufbereitung	328
6.4.6	Energieverbrauch von Kläranlagen	335
6.5	Behandlung und Entsorgung der Reststoffe aus der Abwasserreinigung	337
6.5.1	Reststoffe aus der mechanischen Reinigung	337
6.5.2	Schlammaufkommen und-behandlung	339
6.6	Literatur	340
7	Trinkwasser	347
7.1	Praxis der Trinkwasserversorgung	348
7.1.1	Elemente einer Trinkwasserversorgungsanlage	352
7.1.2	Auslegungsgrößen für eine Trinkwasserversorgungsanlage	352
7.1.3	Betrieb und Instandhaltung von Wasserversorgungsanlagen	357
7.2	Rohwasservorkommen und-gewinnung	359
7.2.1	Rohwasserdargebot und-schutz	359
7.2.2	Rohwassergewinnung	364
7.3	Trinkwasseraufbereitung	381
7.3.1	Rahmenbedingungen der Trinkwasseraufbereitung	381
7.3.2	Aufbereitungsverfahren und-technologien	382
7.4	Trinkwasserverteilung	400
7.5	Weitere Aspekte der Trinkwasserversorgung	406
7.5.1	Wassersparen: pro und contra	406
7.5.2	Konzept des virtuellen Wassers	409
7.5.3	Mikroschadstoffe: Handlungsbedarf im Wasserwerk?	411
7.6	Literatur	411
8	Bodenschutz	419
8.1	Grundlagen und Stand des Bodenschutzes	419
8.1.1	Georessource Boden – Themenfelder	422
8.1.2	Nachhaltige Landwirtschaft	424
8.1.3	Flächenrecycling – nachhaltiges Flächenmanagement	426
8.1.4	Art und Ausmaß von Schadstoffeinträgen in Böden	427
8.2	Sedimente	430
8.2.1	Sedimente, das Gedächtnis der Gewässer	431
8.2.2	Biologische Wirkungen	432
8.2.3	Chemische Zeitbombeneffekte	433
8.2.4	Schwerpunkte aktueller Sedimentforschung	435

8.3	Altlastenprobleme	436
8.3.1	Sanierungsziele	438
8.3.2	Erkundung von Altablagerungen und Altstandorten	439
8.4	Altlastensanierung	442
8.4.1	Sicherungsmaßnahmen	442
8.4.2	Sanierung von Altlasten	447
8.4.3	In-situ Methoden	454
8.4.4	Flussgebietsmanagement mit kontaminierten Sedimenten	461
8.4.5	Böden und Sedimente im Flusseinzugsgebiet – Synthese	464
8.5	Literatur	465
9	Abfall	475
9.1	Abfallbeseitigung – vom Abraum bis zum Hausmüll	475
9.1.1	Abfälle aus Gewinnung und Behandlung von Bodenschätzen	476
9.1.2	Behandlung von Massenabfällen	478
9.1.3	Chemisch-physikalische Behandlung von Industrieabfällen	480
9.1.4	Hausmüll	482
9.1.5	Abfallaufkommen in Deutschland	484
9.2	Müllverbrennung	486
9.2.1	Müllverbrennungsanlagen	488
9.2.2	Rauchgasreinigung	490
9.2.3	Rückstandsbehandlung	492
9.2.4	Verwertung von Müllverbrennungsschlacken	494
9.2.5	Thermische Abfallbehandlungsanlagen in Deutschland	495
9.3	Deponierung	496
9.3.1	Deponiegas und Sickerwasser	498
9.3.2	Mechanisch-Biologische Vorbehandlung von Abfällen	501
9.3.3	Langzeitprognose für Reaktordeponien	502
9.3.4	Leitperspektive Endlagerqualität	504
9.4	Literatur	509
10	Kreislaufwirtschaft	517
10.1	Integrierte Stoffwirtschaft	517
10.1.1	Entwicklung einer integrierten Abfallwirtschaft in Europa	517
10.1.2	Märkte und Gesetze in der Kreislaufwirtschaft	518
10.1.3	EU-Aktionsplan für eine umfassende Kreislaufwirtschaft	520
10.1.4	Recycling innerhalb der Wertschöpfungskette	523
10.1.5	Theorie und Praxis des Recyclings	524
10.1.6	Formen des Recyclings – Dimensionen der Praxis	526
10.1.7	Prioritäten im System „Kreislaufwirtschaft“	528
10.2	Stoffstrommanagement	529
10.2.1	Stoffflussanalysen für ein nachhaltiges Materialmanagement	530
10.2.2	Anthropogener Stoffwechsel in Urbanen Systemen	532
10.2.3	Energetische Bilanzierung von Stoffkreisläufen	534

10.2.4	Material- und Energie-Intensität über einen Gebrauchszyklus	536
10.2.5	Vermeidung von Abfällen und Schadstoffen	537
10.3	Recycling in den einzelnen Wirtschaftszweigen	538
10.3.1	BGR-Regelkreis und wirtschaftsstrategische Rohstoffe	539
10.3.2	Verwertung gefährlicher Abfälle – Beispiel: Säurerecycling	540
10.3.3	Aufbereitung von Organikresten – Kompostierung	542
10.3.4	Urban Mining, Recycling von Baumaterialien	544
10.3.5	Werkstoffrecycling – Beispiel Kunststoffe	547
10.3.6	Verwertung von Verpackungsabfällen	552
10.3.7	Aufbereitung von Elektro- und Elektronikaltgeräten	554
10.3.8	Altfahrzeug-Verwertung	555
10.3.9	Batterien-Recycling	556
10.4	Weiterentwicklung der Kreislaufwirtschaft	558
10.4.1	Produktverantwortung-§ 23 im Kreislaufwirtschaftsgesetz	558
10.4.2	Wiederaufarbeitung von Produkten	560
10.4.3	Ersatzbaustoffe zwischen Recycling und Bodenschutz	562
10.4.4	Kreislaufwirtschaft im Zeichen des Klimaschutzes	564
10.5	Literatur	565
Index		577