

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	Gefährstoffrecht, Schadwirkungen.....	125
3.1.1	Gefährstoffrecht	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	CO ₂ -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	Schlamm aufkommen 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