

Inhaltsübersicht

1	Die Atmosphäre.....	1
2	Immissionsschutzrecht	7
3	Herkunft und Senken von Luftverunreinigungen	185
4	Auswirkungen von Luftverunreinigungen.....	241
5	Nachweis von Luftverunreinigungen	295
6	Maßnahmen zur Luftreinhaltung	319
7	Lärm und Vibrationen.....	373
8	Energiemanagement und Energieaudit	415
9	Europäisches Energierecht.....	485
10	Nationales Energierecht	523
11	Der Energiebedarf der Welt.....	545
12	Der Energiebedarf für Deutschland.....	557
13	Biogene Energieträger	567
14	Umweltrelevanz von Energieträgern.....	593
15	Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz	609
	Anhang: Einheiten und Umrechnungsfaktoren	637
	Stichwortverzeichnis.....	639

Inhaltsverzeichnis

1 Die Atmosphäre	1
Literatur.....	4
2 Immissionsschutzrecht.....	7
2.1 Vorschriften des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG).....	7
2.2 Anlagengenehmigungen	10
2.2.1 Genehmigungsbedürftige Anlagen.....	10
2.2.2 Nicht genehmigungsbedürftige Anlagen.....	25
2.2.3 Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen (4. BImSchV).....	29
2.2.4 Verordnung über das Genehmigungsverfahren (9. BImSchV)	31
2.2.4.1 Antrag	32
2.2.4.2 Bekanntmachung und Erörterung	40
2.2.4.3 Genehmigung	44
2.2.5 Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA Luft).....	51
2.2.5.1 Anforderungen zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen.....	51
2.2.5.2 Emissionsbegrenzung von Stäuben.....	54
2.2.5.3 Emissionsbegrenzung gasförmiger anorganischer Stoffe.....	55
2.2.5.4 Emissionsbegrenzung organischer Stoffe	56
2.2.5.5 Krebserzeugende und andere hochtoxische Stoffe	57
2.3 Ermittlung von Emissionen und Immission, sicherheitstechnische Prüfungen nach BImSchG	60
2.4 Beschaffenheit von Anlagen, Stoffen und Erzeugnissen	63
2.4.1 Anforderungen des BImSchG.....	63
2.5 Weitere Verordnungen zum Bundes-Immissionsschutzgesetz.....	66
2.5.1 Kleine und mittlere Feuerungsanlagen (1. BImSchV).....	66
2.5.1.1 Feuerungsanlagen für feste Brennstoffe	69
2.5.1.2 Öl- und Gasfeuerungsanlagen.....	69
2.5.1.3 Überwachung	71

2.5.2	Emissionsbegrenzung von leichtflüchtigen halogenierten organischen Verbindungen (2. BImSchV)	72
2.5.2.1	Anlagenbetrieb.....	74
2.5.2.2	Eigenkontrolle und Überwachung	76
2.5.3	Auswurfbegrenzung von Holzstaub (7. BImSchV)	79
2.5.4	Störfall-Verordnung (12. BImSchV).....	80
2.5.4.1	Grundpflichten	81
2.5.4.2	Sicherheitsmanagementsystem (Anhang III).....	85
2.5.4.3	Sicherheitsbericht.....	87
2.5.4.4	Alarm- und Gefahrenabwehrpläne.....	89
2.5.4.5	Information der Öffentlichkeit	91
2.5.4.6	Behördenpflichten	93
2.5.4.7	Genehmigungsverfahren nach § 23b BImSchG.....	96
2.5.4.8	Meldeverfahren	97
2.5.5	Verbrennung und die Mitverbrennung von Abfällen (17. BImSchV).....	98
2.5.6	Anlagen zur biologischen Behandlung von Abfällen (30. BImSchV)	113
2.5.7	VOC-Verordnung (31. BImSchV)	118
2.5.8	Verordnung über Verdunstungskühlanlagen, Kühltürme und Nassabscheider (42. BImSchV).....	123
2.5.9	Verordnung über mittelgroße Feuerungs-, Gasturbinen- und Verbrennungsmotoranlagen (44. BImSchV).....	131
2.5.9.1	Allgemeine Vorschriften	131
2.5.9.2	Anforderungen an die Errichtung und den Betrieb.....	138
2.5.9.3	Messung und Überwachung.....	145
2.6	Überwachung und Verbesserung der Luftqualität.....	154
2.7	Betriebsorganisation.....	158
2.7.1	Anforderungen nach Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG).....	158
2.7.2	Immissionsschutz- und Störfallbeauftragte (5. BImSchV).....	165
2.8	Industrieemissions-Richtlinie (IED) und BVT-Merkblätter	170
2.9	Aufgaben für die Praxis	183
	Weiterführende Literatur.....	184
3	Herkunft und Senken von Luftverunreinigungen	185
3.1	Troposphäre als Fotoreaktor	185
3.2	Kohlendioxid und Kohlenmonoxid.....	187
3.2.1	Eigenschaften.....	187
3.2.2	Kohlenstoffkreislauf.....	190
3.3	Flüchtige organische Kohlenwasserstoffe (VOC's) und Methan.....	194
3.3.1	VOC-Quellen	194

3.3.2	Methankreislauf	195
3.4	Schwefelverbindungen	198
3.4.1	Eigenschaften	198
3.4.2	Schwefelkreislauf	200
3.4.3	Nachweis von SO ₂	203
3.5	Stickstoffverbindungen	204
3.5.1	Eigenschaften	204
3.5.2	Stickstoffkreislauf	206
3.5.3	Nachweis von Stickoxiden	212
3.6	Ozon	215
3.6.1	Eigenschaften	215
3.6.2	Ozonkreislauf	215
3.6.3	Nachweis von Ozon	217
3.7	Halogenierte Kohlenwasserstoffe	218
3.7.1	Eigenschaften	218
3.7.2	Fluorkohlenwasserstoffe (FKW/H-FKW)	219
3.7.3	Ozonschichtschädigende Stoffe	220
3.8	Staub und Aerosole	222
3.8.1	Eigenschaften	222
3.8.2	Mengen	223
3.9	Dioxine und Furane	225
3.9.1	Eigenschaften	225
3.9.2	Entstehung	229
3.9.3	Emissionsquellen und Minderungsmaßnahmen	231
3.10	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)	234
3.11	Aufgaben für die Praxis	235
	Literatur	236
4	Auswirkungen von Luftverunreinigungen	241
4.1	Saurer Regen	241
4.2	Stratosphärisches Ozon und Ozonzerstörung	244
4.2.1	Ozon in der Atmosphäre	244
4.2.2	Ozonabbauende Substanzen	245
4.2.3	Wiederherstellung der Ozonschicht	248
4.3	Ozon-Verordnung (EG) 1005/2009	248
4.4	Chemikalien-Ozonschichtverordnung (ChemOzonSchichtV)	258
4.5	Treibhauseffekt und Klimaveränderungen	260
4.5.1	Die Erwärmung der Erde	260
4.5.2	Der Treibhauseffekt	265
4.5.3	Pro-Kopf-Emissionen	270
4.6	Fluorierte Treibhausgase (EU) 517/2014	271
4.7	Chemikalien-Klimaschutzverordnung (ChemKlimaschutzV)	287

4.8 Aufgaben für die Praxis	290
Literatur.....	291
5 Nachweis von Luftverunreinigungen	295
5.1 Probenahme.....	295
5.2 UV/VIS-Spektroskopie	299
5.3 Infrarotspektroskopie (IR)	305
5.4 Gaschromatografie (GC).....	306
5.5 Prüfröhrchen	311
5.6 Olfaktometrie	313
5.7 Staubmessungen.....	314
5.8 Aufgaben für die Praxis	317
Literatur.....	317
6 Maßnahmen zur Luftreinhaltung	319
6.1 Entschwefelung von Brennstoffen	319
6.2 Abscheidung von Stäuben und Aerosolen	320
6.2.1 Einleitung.....	320
6.2.2 Massenkraftabscheider.....	321
6.2.3 Nassabscheider.....	324
6.2.4 Filter	326
6.2.5 Elektroabscheider.....	331
6.3 Absorptionsverfahren.....	333
6.3.1 Physisorption.....	333
6.3.2 Chemisorption.....	333
6.3.3 Absorptionsanlagen.....	335
6.4 Adsorptionsverfahren.....	338
6.4.1 Physisorption und Chemisorption.....	338
6.4.2 Adsorptionsgleichgewicht.....	340
6.4.3 Adsorptionsmittel.....	341
6.4.4 Betriebsweisen von Adsorptionsanlagen	344
6.5 Thermische Nachverbrennung.....	345
6.6 Katalytische Abgasreinigung	347
6.6.1 Grundlagen katalytischer Reaktionen	347
6.6.2 Katalytische Nachverbrennung	351
6.6.3 SCR-/SNCR-Verfahren	353
6.6.4 Der Autoabgaskatalysator	356
6.6.4.1 Dreiwegekatalysator	357
6.6.4.2 Katalysatoren bei Dieselfahrzeugen	361
6.7 Biologische Abluftreinigung.....	364
6.7.1 Biofilter und Biorieselbettreaktor	364
6.7.2 Biowäscher.....	366
6.7.3 Mikroorganismen	367

6.8 Aufgaben für die Praxis	369
Literatur.....	369
7 Lärm und Vibrationen	373
7.1 Schutz der Arbeitnehmer.....	373
7.2 Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung	377
7.3 Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm).....	384
7.3.1 Genehmigungsbedürftige Anlagen.....	385
7.3.2 Nicht genehmigungsbedürftige Anlagen.....	386
7.3.3 Anforderungen an bestehende Anlagen	387
7.3.4 Immissionsrichtwerte	388
7.4 Geräte- und Maschinenlärmschutzverordnung (32. BImSchV)	390
7.5 Lärm und Vibrationen – naturwissenschaftliche Grundlagen.....	394
7.5.1 Einleitung.....	394
7.5.2 Das menschliche Ohr	394
7.5.3 Der Schall und seine Kenngrößen.....	397
7.5.4 Vom dB zum dB(A)	399
7.5.5 Gehörschädigungen durch Lärm.....	402
7.5.6 Schalldämmung und Lärminderung.....	403
7.5.7 Vibrationen.....	406
7.6 Aufgaben für die Praxis	410
Literatur.....	412
8 Energiemanagement und Energieaudit	415
8.1 Einführung	415
8.2 Energiemanagementsysteme nach DIN EN ISO 50001	417
8.2.1 Einführung	417
8.2.2 Ziele und Nutzen eines Energiemanagementsystems	418
8.2.3 Grundsätze und wesentliche Elemente	420
8.2.4 Kontext der Organisation	422
8.2.4.1 Die Organisation und ihre Kontexte	423
8.2.4.2 Erfordernisse und Erwartungen interessierter Parteien.....	424
8.2.4.3 Anwendungsbereich des Energiemanagementsystems.....	424
8.2.4.4 Energiemanagementsystem.....	425
8.2.5 Führung.....	425
8.2.5.1 Führung und Verpflichtung	426
8.2.5.2 Energiepolitik.....	426
8.2.5.3 Rollen, Verantwortlichkeiten und Befugnisse.....	427
8.2.6 Planung	430
8.2.6.1 Maßnahmen zum Umgang mit Risiken und Chancen	430
8.2.6.2 Ziele, Energieziele und Planung zu deren Erreichung.....	430

8.2.6.3	Energetische Bewertung, energetische Ausgangsbasis (EnB) und Energieleistungskennzahlen (EnPI)	431
8.2.6.4	Planung der Energiedatensammlung	433
8.2.7	Unterstützung	434
8.2.7.1	Ressourcen	434
8.2.7.2	Kompetenz	434
8.2.7.3	Bewusstsein	435
8.2.7.4	Kommunikation	436
8.2.7.5	Dokumentierte Information	437
8.2.8	Betrieb	438
8.2.8.1	Betriebliche Planung und Steuerung	439
8.2.8.2	Auslegung	439
8.2.8.3	Beschaffung	440
8.2.9	Bewertung der Leistung	441
8.2.9.1	Überwachung, Messung, Analyse und Bewertung der energiebezogenen Leistung und des EnMS	441
8.2.9.2	Internes Audit	443
8.2.9.3	Managementbewertung	444
8.2.10	Verbesserung	446
8.2.10.1	Nichtkonformität und Korrekturmaßnahmen	446
8.2.10.2	Fortlaufende Verbesserung	446
8.2.11	Zertifizierungen nach DIN EN ISO 50001	447
8.3	Energieaudit gemäß DIN EN 16247	447
8.3.1	Einführung	447
8.3.2	Spitzenausgleich-Effizienzsystemverordnung (SpaEfV)	449
8.3.3	Kompetenz von Energieauditoren	451
8.3.4	Energieaudits von Gebäuden	452
8.3.5	Energieaudits von Prozessen	455
8.4	Checkliste für ein Energieaudit	459
8.5	Aufgaben für die Praxis	483
	Literatur	483
9	Europäisches Energierecht	485
9.1	Einführung	485
9.2	Energieeffizienz-Richtlinie 2012/27/EU	486
9.3	Förderung der Nutzung erneuerbarer Energien (RL 2009/28/EG)	490
9.4	Ökodesign-Richtlinie 2009/125/EG	498
9.4.1	Einführung	498
9.4.2	Methode zur Festlegung allgemeiner Ökodesign-Anforderungen (Anhang I)	501

9.4.3	Methode zur Festlegung spezifischer Ökodesign-Anforderungen (Anhang II)	504
9.4.4	Interne Entwurfskontrolle (Anhang IV).....	505
9.4.5	Managementsystem für die Konformitätsbewertung (Anhang V)	506
9.4.6	Inhalt der Durchführungsmaßnahmen (Anhang VII).....	508
9.4.7	Produktgruppen.....	509
9.5	Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (RL 2010/31/EU)	509
9.6	Aufgaben für die Praxis	521
	Weiterführende Literatur.....	521
10	Nationales Energierecht	523
10.1	Einführung	523
10.2	Gesetz über Energiedienstleistungen und andere Energieeffizienzmaßnahmen (EDL-G)	524
10.3	Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG 2017).....	528
10.4	Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG).....	528
10.5	Energieeinsparungsgesetz (EnEG).....	530
10.6	Energieeinsparverordnung (EnEV).....	534
10.7	Aufgaben für die Praxis	542
	Weiterführende Literatur.....	543
11	Der Energiebedarf der Welt.....	545
11.1	Einführung	545
11.2	Reserven, Ressourcen und Reichweiten	548
11.3	Erdöl.....	550
11.4	Erdgas	551
11.5	Kohle.....	552
11.6	Kernenergie.....	553
11.7	Regenerative Energien	553
11.8	Aufgaben für die Praxis	554
	Literatur.....	555
12	Der Energiebedarf für Deutschland.....	557
12.1	Einführung	557
12.2	Primärenergieverbrauch	558
12.3	Endenergieverbrauch.....	559
12.4	Erneuerbare Energien.....	562
12.5	Aufgaben für die Praxis	565
	Literatur.....	565
13	Biogene Energieträger	567
13.1	Einführung	567
13.2	Biomasseverordnung (BiomasseV).....	570
13.3	Mengenentwicklung biogener Energieträger	572
13.4	Herstellung von Biodiesel.....	574

13.5	Herstellung von Bioethanol	576
13.5.1	Auswahl der Rohstoffe.....	576
13.5.2	Herstellung des zuckerhaltigen Substrates.....	577
13.5.3	Gewinnung von Ethanol.....	579
13.5.4	Bioethanolproduktion und -verwendung	580
13.6	Gewinnung von Biogas.....	580
13.6.1	Biochemische Grundlagen der Biogaserzeugung	580
13.6.2	Betriebsparameter bei der anaeroben Abfallbehandlung	583
13.6.3	Verfahrenstechnik der anaeroben Substratbehandlung	587
13.6.4	Vergärungsverfahren	588
13.6.5	Vergärungsprodukte	590
13.7	Aufgaben für die Praxis	590
	Literatur.....	591
14	Umweltrelevanz von Energieträgern.....	593
14.1	Ökologischer Fußabdruck.....	594
14.2	Carbon Footprint	596
14.3	Umweltrelevanz von fossilen und regenerativen Energieträgern.....	601
14.4	Umweltrelevanz biogener Energieträger.....	605
14.5	Aufgaben für die Praxis	607
	Literatur.....	607
15	Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz	609
15.1	Einführung	609
15.2	Prozesswärme und Wärmerückgewinnung	614
15.3	Prozesskälte.....	617
15.4	Gebäude, Heizung, Warmwasser	618
15.5	Elektrische Antriebe.....	621
15.6	Pumpen	621
15.7	Druckluft.....	623
15.8	Beleuchtung	625
15.9	Informations- und Kommunikationstechnologie	626
15.10	Raumlufttechnische Anlagen (RLT)	628
15.11	Personen- und Güterverkehr	629
15.12	Aufgaben für die Praxis	633
	Literatur.....	633
	Anhang: Einheiten und Umrechnungsfaktoren	637
	Stichwortverzeichnis.....	639