
Handbuch Betriebliche Kreislaufwirtschaft

Gabi Förtsch • Heinz Meinholz

Handbuch Betriebliche Kreislaufwirtschaft

 Springer Spektrum

Gabi Förtsch
Villingen-Schwenningen, Deutschland

Heinz Meinholz
Villingen-Schwenningen, Deutschland

ISBN 978-3-658-06444-0
DOI 10.1007/978-3-658-06445-7

ISBN 978-3-658-06445-7 (eBook)

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Springer Spektrum

© Springer Fachmedien Wiesbaden 2015

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften. Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen.

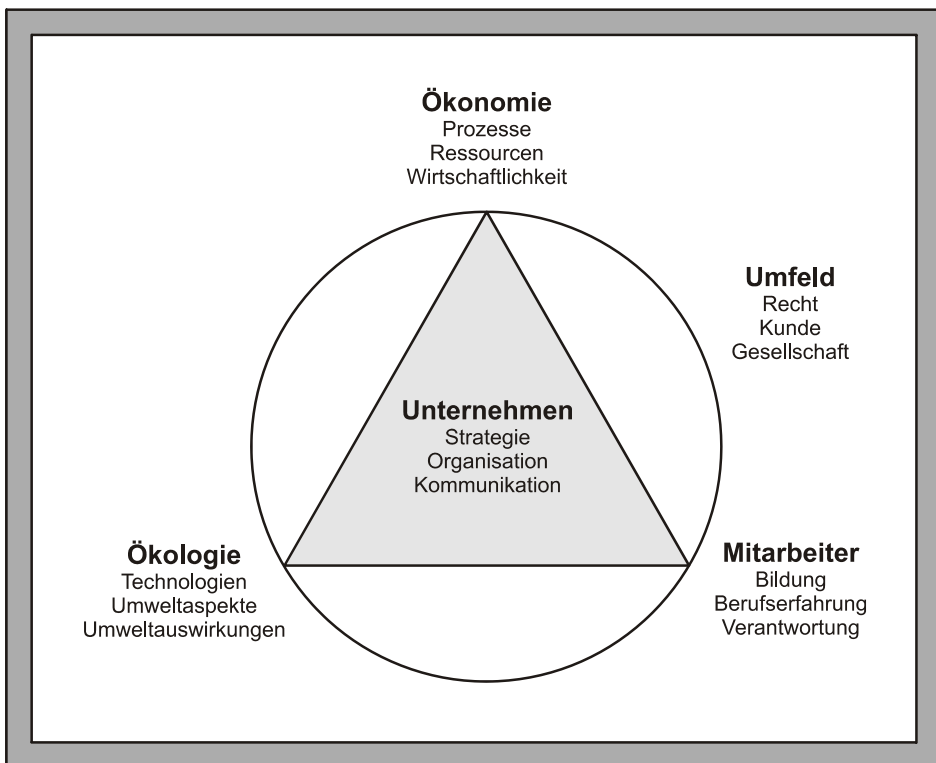
Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier

Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH ist Teil der Fachverlagsgruppe Springer Science+Business Media (www.springer.com)

Vorwort

In Zukunft wird das gesellschaftliche Umfeld verstärkt Anforderungen an eine umweltorientierte, nachhaltige Unternehmensführung stellen. Grundsätzlich muss dazu das Unternehmen jederzeit die Rechtsvorschriften zum Schutz von Mensch und Umwelt erfüllen. Verstärkt werden die Anforderungen durch spezifische Kundenvorgaben. Nur wenn sich die Unternehmen den entsprechenden Entwicklungen stellen, können sie die sich daraus ergebenden Möglichkeiten als unternehmerische Chancen nutzen.

Die Anforderungen des Umfelds müssen vom Unternehmen aufgenommen und in Strategien umgesetzt werden. Die gesamte Unternehmensorganisation muss, die sich daraus ergebenden Ziele, nach intern und extern kommunizieren. Eine nachhaltige Zielerreichung ist nur mit gut ausgebildeten Mitarbeitern möglich, die sich ihrer arbeitsplatzspezifischen Verantwortung bewusst sind und dieser nachkommen. Dazu müssen sie in ihrem Aufgabenbereich die Umweltaspekte der eingesetzten Technologien erkennen und die resultierenden Umweltauswirkungen verstehen. Durch das Engagement der Mitarbeiter lassen sich Prozesse optimieren, Ressourcen einsparen und somit die Wirtschaftlichkeit des Unternehmens erhöhen, wodurch sich gleichzeitig die Umweltauswirkungen reduzieren.



Aspekte einer umweltorientierten, nachhaltigen Unternehmensführung

Die Handbuchreihe zum betrieblichen Umweltschutz besteht aus insgesamt 5 Bänden. Das Basiswerk zum betrieblichen **Umweltmanagement** beschreibt die zielorientierte Realisierung eines Umweltmanagementsystems im Unternehmen. Von daher ist besonderer Wert auf ein gutes Projektmanagement zur Entwicklung und Einführung eines Umweltmanagementsystems zu legen. Als Organisationsprojekt durchleuchtet es alle Prozesse und Tätigkeiten unter rechtlichen, organisatorischen, technologischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten. Um Prozesse zielgerichtet steuern zu können, müssen die Kompetenzen der Prozessverantwortlichen und ihrer Mitarbeiter näher betrachtet werden. Oberstes Ziel eines Managementsystems muss außerdem die Optimierung der Prozesse unter den genannten Gesichtspunkten sein.

Für den Aufbau und die Einführung eines Umweltmanagementsystems existieren zwei wesentliche Regelwerke. Die DIN EN ISO 14001 gilt weltweit, während die EG-Öko-Audit-Verordnung innerhalb der Europäischen Union Anwendung findet. Die EMAS-Verordnung bietet auch einen inhaltlichen Vergleich zur DIN EN ISO 14001. Besondere Bedeutung kommt den Rechtsvorschriften zu. Die Umweltprüfung zur innerbetrieblichen Bestandsaufnahme muss deren Einhaltung gewährleisten. Praxisrelevante Aspekte und Fragestellungen müssen im Vordergrund stehen. Die Dokumentation von Prozessen und Abläufen hat sich in Form eines Praxishandbuches und von Prozessanweisungen auf das notwendige Maß zu beschränken.

Unternehmerische Nachhaltigkeit ist nur mit einer hervorragenden Material- und Energieeffizienz möglich. Dazu bietet das Umweltcontrolling Möglichkeiten, um über Umweltkennzahlen einfache, aber aussagekräftige Informationen zu erhalten. Die Leistungen eines Umweltmanagementsystems müssen in einem internen Audit bzw. in einer externen Zertifizierung erhoben werden. Zur Unterstützung bieten sich praxisorientierte Checklisten an. Die Einführung eines Arbeitsschutzmanagementsystems und eines Energiemanagementsystems nach DIN EN ISO 50001 weisen den Weg zu einem prozessorientierten, integrierten Managementsystem. Die Vorgehensweise ist identisch mit der Realisierung eines Umweltmanagementsystems.

Mit den vier weiteren Bänden zum betrieblichen Gefahrstoffmanagement, Immissionsschutz, Gewässerschutz und zur betrieblichen Kreislaufwirtschaft werden die Bestandteile zur unternehmerischen Nachhaltigkeit unter rechtlichen, organisatorischen, technologischen und naturwissenschaftlichen Gesichtspunkten tiefergehend betrachtet.

Eine langfristig nachhaltige, umweltorientierte Unternehmensentwicklung ist nur über eine **Kreislaufwirtschaft** möglich. Die unternehmerische Basis sind auch hier die europäischen (Kap. 2) und nationalen (Kap. 3) Rechtsvorschriften. Die Pflichten der Erzeuger und Besitzer von Abfällen basieren auf der fünfstufigen Abfallhierarchie. In diesem Zusammenhang legen die Rechtsvorschriften Anforderungen an die Produktverantwortung und an die Entsorgung von Abfällen fest. Abfallvermeidungsprogramme helfen die innerbetrieblichen Prozesse im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung zu optimieren.

Die Produktverantwortung (Kap. 4) des Unternehmens umfasst die gesamte Prozesskette von der Entwicklung und Herstellung, über die Verwendung, bis hin zum Recycling und der endgültigen Entsorgung von Reststoffen. In der gesellschaftlichen Diskussion wird dieser Weg zukünftig einen noch höheren Stellenwert einnehmen als heute. Unternehmen und ihre Mitarbeiter müssen sich den entsprechenden Entwicklungen stellen, wobei das prozessorientierte Ökodesign von Produkten und Verfahren als unternehmerische Chance genutzt werden kann.

Anhand ausgewählter Produktbeispiele werden die rechtlichen Anforderungen mit den technisch-naturwissenschaftlichen Aspekten verknüpft. So werden z.B. für Batterien (Kap. 5), Bioabfälle (Kap. 6), Altfahrzeuge (Kap. 7), Altöle (Kap. 9), Elektro- und Elektronikgeräte (Kap. 14), Kunststoffe (Kap. 15) und Metalle (Kap. 16) Wege, Möglichkeiten und Grenzen des Produktrecyclings aufgezeigt.

Stofflich nicht recycelbare Produktanteile sind - soweit wie möglich - thermisch zu verwerten. Die thermische Abfallbehandlung (Kap. 17) bietet heute sichere Möglichkeiten, (gefährliche) Abfälle zu inertisieren und Energie (Strom, Dampf) zu gewinnen. Die letzte Ausfahrt über den gesamten Lebenszyklus ist die langfristige, sichere Deponierung (Kap. 18) der anfallenden Reststoffe.

Eine der größten Herausforderungen besteht im Schutz von Mensch und Umwelt beim sicheren Umgang mit gefährlichen Stoffen. **Gefahrstoffe** finden sich im Unternehmen an den verschiedensten Stellen. So kommen sie in vielen Prozessen zur Herstellung von Produkten zum Einsatz, finden sich selbst in Produkten wieder, fallen als gefährliche Abfälle an, werden als wassergefährdende Stoffe in allen Unternehmensbereichen eingesetzt oder als Schadstoffe in die Luft emittiert. Die potenziellen medienübergreifenden Auswirkungen (Luft, Klima, Wasser, Boden, Tiere, Pflanzen und Mikroorganismen) von Gefahrstoffen erfordern ein fundiertes Wissen bzgl. ihrer Verwendungen und Auswirkungen. Mensch und Umwelt sind unbedingt vor stoffbedingten Schädigungen zu schützen.

Die sich abzeichnenden Klimaveränderungen fordern verstärkte unternehmerische Anstrengungen im Energiebereich. Das Handbuch zum betrieblichen **Immissionsschutz** legt den Schwerpunkt auf das Umweltmedium Luft und beschreibt u.a. die Einführung eines Energiemanagementsystems im Unternehmen. Oberstes Ziel solch eines Managementsystems ist die Verbesserung der energiebezogenen Leistung eines Unternehmens, das so seinen spezifischen Beitrag zum Klimaschutz leisten kann. Ergänzend wird ein Überblick zu verschiedenen fossilen und regenerativen Energieträgern gegeben. Ausführlich beschreibt dieses Handbuch die Herkunft, die Auswirkungen, den Nachweis und die Senken der wichtigsten Luftverunreinigungen. Es werden Technologien zur Luftreinhaltung erläutert und die Auswirkungen von Lärm und Vibrationen auf den Menschen behandelt.

Im Bereich des betrieblichen **Gewässerschutzes** muss das Unternehmen die europäischen und nationalen Anforderungen des Wasserrechts jederzeit erfüllen. Auf europäischer Ebene ist besonders die Wasser-Rahmen-Richtlinie zu beachten. Wesentlich umfangreicher sind die Rechtsanforderungen auf nationaler Ebene. Neben dem Wasserhaushaltsgesetz (WHG) sind grundsätzlich die Abwasserverordnung (AbwV), Indirekteinleiterverordnung (IndVO), Eigenkontrollverordnung (EKVO) und die Anlagenverordnung zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (VAwS) vom Unternehmen zu beachten. Bei wassergefährdenden Stoffen handelt es sich letztlich um gefährliche Stoffe, womit eine Verknüpfung zum Handbuch Gefahrstoffe gegeben ist. Aufgrund der zahlreichen rechtlichen Anforderungen ist seitens des Unternehmens eine aktive Kommunikation mit Genehmigungsbehörden und Kläranlagenbetreibern zu pflegen.

Mitarbeiter, die prozess- und abwasserrelevante Anlagen entwickeln und betreiben, müssen über naturwissenschaftliche und technologische Kenntnisse verfügen. Das Handbuch zum betrieblichen Gewässerschutz beschreibt daher einige naturwissenschaftliche Grundlagen und summarische Belastungsgrößen. Zur Planung, Steuerung und Optimierung entsprechender Prozesse müssen Kenntnisse über analytische Nachweisverfahren vorhanden sein. Dann sind in der Praxis z.B. Mengenreduzierungen bei Spülwasserkreisläufen und Standzeiterhöhungen bei Prozessbädern möglich.

Bevor Abwässer in die Vorfluter oder öffentliche Kanalisationen eingeleitet werden dürfen, sind sie unternehmensintern einer Abwasserbehandlung zu unterziehen. Notwendige Kenntnisse über den Umgang mit Gefahrstoffen müssen unbedingt vorhanden sein. Die Abwasserbehandlung muss jederzeit die Einhaltung der rechtlichen Grenzwerte seitens des Unternehmens gewährleisten. So bieten sich hier auch Optimierungsmaßnahmen zur Rückgewinnung eingesetzter Chemikalien (z.B. Edelmetalle) an.

Wichtige und hilfreiche Informationen finden sich z.B. unter folgenden Internetadressen:

- Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie (BG RCI)
www.bgrci.de
- Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA)
www.baua.de
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU)
www.bmu.de
- Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU)
www.dbu.de
- Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV)
www.dguv.de
- Deutsches Institut für Normung e.V.
www.din.de
- Europäische Umweltagentur - European Environment Agency (EEA)
www.eea.europa.eu
- European Chemicals Agency (ECHA)
www.echa.europa.eu
- International Organization for Standardization (ISO)
www.iso.org
- Organization for Economic Co-operation and Development (OECD)
www.oecd.org
- Bundesministerium der Justiz
www.gesetze-im-internet.de
- Umweltbundesamt (UBA)
www.umweltbundesamt.de
- United Nations Environment Programme (UNEP)
www.unep.org
- Verband der chemischen Industrie (VCI)
www.vci.de
- Verein Deutscher Ingenieure e.V.
www.vdi.de
- Weiterbildung Umweltakademie
www.foertsch-meinholz.de
www.nordschwarzwald.ihk24.de

Ergänzend zu diesem Handbuch sind weitere Werke zum betrieblichen Umweltschutz erschienen:

- Meinholz, H.; Förtsch, G.; *Handbuch für Gefahrstoffbeauftragte*, Vieweg + Teubner, **2010**, 978-3-8348-0916-2
- Förtsch, G.; Meinholz, H.; *Handbuch Betrieblicher Gewässerschutz*, Springer-Spektrum **2014**, 978-3-658-03323-1
- Förtsch, G.; Meinholz, H.; *Handbuch Betrieblicher Immissionsschutz*, Springer-Spektrum, **2013**, 978-3-658-00005-9
- Förtsch, G.; Meinholz, H.; *Handbuch Betriebliches Umweltmanagement*, Springer-Spektrum, **2014**, 978-3-658-00387-6

Inhalt

1	Materialeffizienz und Abfallaufkommen	1
1.1	Einführung	1
1.2	Wissensfragen	4
1.3	Weiterführende Literatur	4
2	Europäisches Abfallrecht	6
2.1	Abfallrichtlinie der Europäischen Gemeinschaft	6
2.2	Abfallverbringung	20
2.3	Wissensfragen	29
2.4	Weiterführende Literatur	29
3	Nationales Kreislaufwirtschaftsrecht	30
3.1	Allgemeine Vorschriften des Kreislaufwirtschaftsgesetzes (KrWG)	30
3.2	Grundsätze und Pflichten der Erzeuger und Besitzer von Abfällen	34
3.3	Abfallbeseitigung	39
3.4	Produktverantwortung	40
3.5	Ordnung und Durchführung der Abfallbeseitigung	43
3.6	Abfallwirtschaftspläne und Abfallvermeidungsprogramme	43
3.7	Überwachung	47
3.8	Anzeige- und Erlaubnisverordnung (AbfAEV)	52
3.8.1	Allgemeine Vorschriften	52
3.8.2	Anforderungen an Sammler, Beförderer, Händler und Makler von Abfällen	53
3.8.3	Anzeige durch Sammler, Beförderer, Händler und Makler von Abfällen	56
3.8.4	Erlaubnis für Sammler, Beförderer, Händler und Makler von gefährlichen Abfällen	57
3.8.5	Gemeinsame Vorschriften	59
3.9	Entsorgungsfachbetriebe	59
3.10	Betriebsorganisation, Betriebsbeauftragter für Abfall und Erleichterungen für auditierte Unternehmensstandorte	61
3.11	Abfallverzeichnisverordnung (AVV)	64
3.12	Nachweisverordnung (NachwV)	67
3.12.1	Nachweisführung über die Entsorgung von Abfällen	67
3.12.2	Nachweisführung über die durchgeführte Entsorgung	72
3.12.3	Elektronische Nachweisführung	76
3.12.4	Registerführung über die Entsorgung von Abfällen	77
3.12.5	Gemeinsame Bestimmungen	80
3.13	Einstufung und Kennzeichnung von Abfällen nach der TRGS 501	82
3.13.1	Einführung	82
3.13.2	Einstufung und Kennzeichnung bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen	83
3.13.3	Abfälle	84
3.14	Entsorgungsfachbetriebeverordnung (EfbV)	86
3.15	Wissensfragen	92
3.16	Weiterführende Literatur	93

4	Produktverantwortung und Ökodesign	94
4.1	Ökodesign-Richtlinie 2009/125/EG	94
4.1.1	Einführung	94
4.1.2	Methode zur Festlegung allgemeiner Ökodesign-Anforderungen (Anhang I)	96
4.1.3	Methode zur Festlegung spezifischer Ökodesign-Anforderungen (Anhang II)	99
4.1.4	Interne Entwurfskontrolle (Anhang IV)	100
4.1.5	Managementsystem für die Konformitätsbewertung (Anhang V)	100
4.1.6	Inhalt der Durchführungsmaßnahmen (Anhang VII)	102
4.1.7	Produktgruppen	103
4.2	Umweltaspekte bei der Produktentwicklung	104
4.2.1	Einführung	104
4.2.2	Produktplanung und -entwicklung	105
4.2.2.1	Kunde und Markt	106
4.2.2.2	Entwicklung	107
4.2.2.3	Herstellung	108
4.2.2.4	Transport	108
4.2.2.5	Nutzung	109
4.2.2.6	Recycling	110
4.2.2.7	Entsorgung	112
4.3	Instrumente	112
4.4	Ökobilanz	113
4.4.1	Ziel und Untersuchungsrahmen	114
4.4.2	Sachbilanz	116
4.4.3	Wirkungsabschätzung	117
4.4.4	Wirkungskategorien	118
4.4.5	Auswertung und Bewertung der Umweltrelevanz	128
4.5	Entwicklungsrichtlinien und Checklisten	128
4.6	Life-Cycle-Screening	131
4.7	Wissensfragen	136
4.8	Weiterführende Literatur	136
5	Batterien	139
5.1	Batteriegelgesetz (BattG)	139
5.2	Recycling von Batterien	145
5.2.1	Einleitung	145
5.2.2	Sammlung und Sortierung	148
5.2.3	Verwertung von Batteriegemischen mit dem Oxyreducer-Prozess	150
5.2.4	Verwertung von zinkhaltigen Primärbatterien	152
5.2.5	Verwertung von nickelhaltigen Sekundärbatterien	156
5.2.6	Verwertung von quecksilberhaltigen Batterien	160
5.2.7	Verwertung von bleihaltigen Sekundärbatterien	161
5.3	Recycling von Lithiumbatterien	164
5.4	Wissensfragen	170
5.5	Weiterführende Literatur	170

6	Bioabfälle	173
6.1	Anlagen zur biologischen Behandlung von Abfällen (30. BImSchV)	173
6.2	Bioabfallverordnung (BioAbfV)	177
6.3	Aerobe Abfallbehandlung/Kompostierung	183
6.3.1	Biochemische Grundlagen der Kompostierung	183
6.3.2	Ausgangsstoffe und Betriebsparameter	185
6.3.3	Allgemeiner Verfahrensablauf	187
6.3.4	Massenbilanz einer Kompostierung	189
6.3.5	Kompostierverfahren	189
6.4	Anaerobe Abfallbehandlung/Vergärung	193
6.4.1	Biochemische Grundlagen der Vergärung	193
6.4.2	Betriebsparameter bei der anaeroben Abfallbehandlung	195
6.4.3	Verfahrenstechnik der anaeroben Abfallbehandlung	200
6.4.4	Vergärungsverfahren	201
6.4.5	Vergärungsprodukte	204
6.5	Mechanisch-biologische Abfallbehandlung	206
6.6	Wissensfragen	209
6.7	Weiterführende Literatur	209
7	Altfahrzeuge	212
7.1	Altfahrzeugverordnung (AltfahrzeugV)	212
7.2	Recycling von Altfahrzeugen	214
7.3	Autoabgaskatalysatoren	223
7.4	Wissensfragen	224
7.5	Weiterführende Literatur	224
8	Verpackungen	227
8.1	Verpackungsverordnung (VerpackV)	227
8.2	Verpackungsmaterialien	232
8.3	Wissensfragen	238
8.4	Weiterführende Literatur	239
9	Altöle	240
9.1	Altölverordnung (AltöIV)	240
9.2	Aufbereitung von Altöl	242
9.3	Wissensfragen	247
9.4	Weiterführende Literatur	247

10	Halogenierte Lösemittel	249
10.1	Emissionsbegrenzung von leichtflüchtigen halogenierten organischen Verbindungen (2. BImSchV)	249
10.1.1	Anlagenbetrieb	249
10.1.2	Eigenkontrolle und Überwachung	251
10.2	Entsorgung gebrauchter halogenerter Lösemittel (HKWAbfV)	254
10.3	Wissensfragen	256
10.4	Weiterführende Literatur	256
11	Gewerbeabfallverordnung (GewAbfV)	257
11.1	Wissensfragen	262
11.2	Weiterführende Literatur	262
12	Altholz	263
12.1	Altholzverordnung (AltholzV)	263
12.2	Holzaufkommen und -verwendung	272
12.3	Aufbereitung von Altholz	274
12.4	Wissensfragen	275
12.5	Weiterführende Literatur	275
13	Polychlorierte Biphenyle (PCBs)	276
13.1	PCB/PCT-Abfallverordnung (PCBAbfallV)	276
13.2	Struktur, Eigenschaften, Verwendung	277
13.3	Wissensfragen	282
13.4	Weiterführende Literatur	282
14	Elektro- und Elektronikgeräte	284
14.1	EU-Richtlinie 2011/65/EU	284
14.2	Elektro- und Elektronikgerätegesetz (ElektroG)	290
14.3	Elektro- und Elektronikgeräte-Stoff-Verordnung (ElektroStoffV)	300
14.4	Recycling von Elektro(nik)-Altgeräten	303
14.5	Wissensfragen	314
14.6	Weiterführende Literatur	314
15	Kunststoffe	317
15.1	Einführung	317
15.2	Polyreaktionen	319
15.3	Herstellungsverfahren	322
15.4	Zusätze bei der Verarbeitung von Kunststoffen	324
15.5	Recycling von Kunststoffen	326
15.5.1	Aufbereitungstechnologien	327

15.5.2	Verwertung von Kunststoffen	334
15.5.3	Polymerspezifisches Recycling	337
15.6	Wissensfragen	344
15.7	Weiterführende Literatur	344
16	Metalle	347
16.1	Kritische Rohstoffe	347
16.2	End-of-Life-Recyclingrate	351
16.3	Recycling von Kupfer	354
16.4	Aufbereitung von Anodenschlämmen	358
16.5	Platingruppenmetalle (PGM)	363
16.6	Herstellung und Recycling von Aluminium	367
16.6.1	Primäraluminium	367
16.6.2	Sekundäraluminium	370
16.6.3	Vergleich Primär- und Sekundäraluminium	375
16.7	Wissensfragen	375
16.8	Weiterführende Literatur	376
17	Thermische Abfallbehandlung	380
17.1	Verbrennung und Mitverbrennung von Abfällen (17. BImSchV)	380
17.2	Prozessschema der thermischen Abfallbehandlung	388
17.3	Abfälle	389
17.4	Abfallannahme und -lagerung	391
17.5	Verbrennungstechnologien	391
17.6	Abgasreinigung	396
17.6.1	Abscheidung von Stäuben	396
17.6.2	Abscheidung von Schadgasen	406
17.6.3	SCR-/SNCR-Verfahren	407
17.6.4	Dioxine und Furane	409
17.7	Verwertung	414
17.8	Verfahrensschema der thermischen Abfallbehandlung	417
17.9	Wissensfragen	419
17.10	Weiterführende Literatur	419
18	Deponierung von Abfällen	422
18.1	Deponieverordnung (DepV)	422
18.2	Anforderungen an Deponien der Klasse 0, I, II und III	429
18.2.1	Standort und geologische Barriere	429
18.2.2	Besondere Anforderungen an die geologische Barriere und das Basisabdichtungssystem	431
18.2.3	Besondere Anforderungen an das Oberflächenabdichtungssystem	432
18.3	Anforderungen an Deponien der Klasse IV im Salzgestein	436
18.4	Zuordnungskriterien für Deponien der Klasse 0, I, II oder III	436

18.5	Information, Dokumentation, Kontrolle, Betrieb	439
18.6	Technische Regeln für Biologische Arbeitsstoffe (TRBA)	443
18.6.1	Einführung	443
18.6.2	Abfallbehandlungsanlagen einschließlich Sortieranlagen in der Abfallwirtschaft	444
18.7	Wissensfragen	450
18.8	Weiterführende Literatur	450
	 Sachverzeichnis	 452