

# Inhaltsverzeichnis

## Teil I Rechtlicher Rahmen der Kreislauf- und Rohstoffwirtschaft

<b>1 Abfallbegriff – Beginn und Ende der Abfalleigenschaft</b>	3
Thomas Lammers	
1.1 Einführung	3
1.1.1 Abfallbegriff und Anwendungsbereich des Abfallrechts	3
1.1.2 Zum abfallrechtlichen Sprachgebrauch	5
1.2 Die Abgrenzung von Abfall und Produkt	7
1.2.1 Beginn und Ende der Abfalleigenschaft	7
1.2.2 Die Entledigungstatbestände im Einzelnen	9
1.2.3 Nebenprodukte	13
1.2.4 Ende der Abfalleigenschaft	19
1.2.5 Exkurs: Nachweis der fehlenden Abfalleigenschaft bei exportierten Elektrogeräten und anderen Abfällen	24
<b>2 Einstufung von Abfällen</b>	27
Joachim Wuttke	
2.1 Einleitung	27
2.2 Europäisches Abfallverzeichnis	28
2.2.1 Entstehung des Europäischen Abfallverzeichnisses	29
2.2.2 Aufbau des Abfallverzeichnisses	30
2.2.3 Klassifizierungsgrundlagen und Anwendung des Abfallverzeichnisses	31
2.3 Abfalllisten system gemäß EU-Abfallverbringungsrecht	42
2.3.1 Neueinstufung von Kunststoffabfällen	45
2.4 Einstufung von Stoffen und Gemischen nach Wasserrecht	47
2.4.1 Regelungssystem der AwSV	48
2.4.2 Anwendung auf Abfälle	49
2.4.3 Einstufung von Stoffen und Gemischen gemäß Anlage 1 AwSV	50
Literatur	52

<b>3 Abfallnachweis- und Registerführung . . . . .</b>	53
Sandra Giern und Hagen Weishaupt	
3.1 Einführung . . . . .	53
3.2 Die Nachweisverordnung im Überblick . . . . .	54
3.2.1 Der Anwendungsbereich des Nachweisrechts . . . . .	55
3.2.2 Das Verfahren der Nachweisführung . . . . .	58
3.2.3 Die Registerführung . . . . .	61
3.3 Elektronische Nachweisführung . . . . .	65
3.3.1 Anwendungsbereich des eANV . . . . .	66
3.3.2 Eckpfeiler der elektronischen Nachweisführung . . . . .	66
3.3.3 Elektronische Registerführung . . . . .	71
Literatur . . . . .	72
<b>4 Die Überlassungspflicht als Grenze zwischen Marktwirtschaft und Daseinsvorsorge . . . . .</b>	75
Anno Oexle	
4.1 Einführung . . . . .	75
4.2 Überlassungspflicht für Abfälle aus privaten Haushaltungen . . . . .	76
4.2.1 Begriff der privaten Haushaltung . . . . .	76
4.2.2 Keine Verwertung auf privat genutzten Grundstücken . . . . .	78
4.3 Überlassungspflicht für Abfälle aus anderen Herkunftsbereichen . . . . .	78
4.3.1 Begriff der anderen Herkunftsbereiche . . . . .	78
4.3.2 Abgrenzung zwischen Abfällen zur Verwertung und Abfällen zur Beseitigung . . . . .	79
4.3.3 Keine Beseitigung in eigenen Anlagen . . . . .	79
4.4 Ausnahmen von der Überlassungspflicht . . . . .	80
4.4.1 Stoffstromspezifische Gesetze und Verordnungen . . . . .	80
4.4.2 Freiwillige Rücknahme (Nr. 2) . . . . .	81
4.4.3 Gemeinnützige Sammlung (Nr. 3) . . . . .	82
4.4.4 Gewerbliche Sammlung (Nr. 4) . . . . .	82
4.5 Vertiefender Exkurs: Gewerbliche Sammlung . . . . .	83
4.5.1 Zulässigkeitsvoraussetzungen für gewerbliche Sammlungen . . . . .	83
4.5.2 Das Anzeigerverfahren nach § 18 KrWG . . . . .	87
<b>5 Haftung und Verantwortung im Abfallrecht . . . . .</b>	91
Joachim Hagmann	
5.1 Einführung . . . . .	91
5.2 Reichweite der Erzeuger-/Besitzerhaftung . . . . .	93
5.2.1 Sachliche Reichweite . . . . .	93
5.2.2 Zeitliche Reichweite . . . . .	103

---

<b>6 Erweiterte Herstellerverantwortlichkeit . . . . .</b>	107
Anno Oexle	
6.1 Einführung und Problemstellung . . . . .	107
6.2 Die Idee hinter der Produktverantwortung . . . . .	108
6.3 Das Regelungsregime der Produktverantwortung . . . . .	109
6.4 Vertiefung: Freiwillige Rücknahme in Wahrnehmung der Produktverantwortung . . . . .	111
6.4.1 Grundlagen . . . . .	111
6.4.2 Rechtliche Anforderungen an die freiwillige Rücknahme . . . . .	112
6.5 Ausblick . . . . .	116
<b>7 Besondere Anforderungen an Händler und Makler . . . . .</b>	117
Markus Figgen und Gregor Ischebeck	
7.1 Begriff des Händlers und Maklers . . . . .	117
7.1.1 Rechtslage vor Inkrafttreten des KrWG . . . . .	117
7.1.2 Rechtslage nach Inkrafttreten des KrWG . . . . .	119
7.2 Pflichten des Händlers und Maklers . . . . .	120
7.2.1 Genehmigungs- und Anzeigepflichten nach dem KrW-/AbfG . . . . .	120
7.2.2 Erlaubnis- und Anzeigepflichten nach dem KrWG . . . . .	121
7.2.3 Registerführungspflicht nach § 49 KrWG . . . . .	129
7.3 Die Rolle des Händlers und Maklers bei einer grenzüberschreitenden Abfallverbringung . . . . .	129
7.4 Haftung des Händlers und Maklers . . . . .	131
7.4.1 Haftung für eine ordnungsgemäße Entsorgung der betroffenen Abfälle . . . . .	131
7.4.2 Haftung für eine illegale Verbringung . . . . .	132
7.4.3 Straf- und ordnungswidrigkeitenrechtliche Risiken für Händler und Makler . . . . .	133
Literatur . . . . .	134
<b>8 Grenzüberschreitende Abfallverbringung . . . . .</b>	137
Anno Oexle	
8.1 Einführung . . . . .	137
8.2 Anwendungsbereich des Verbringungsrechts . . . . .	138
8.3 Kontrollregime des Verbringungsrechts . . . . .	139
8.3.1 Bestimmung des richtigen Verfahrens . . . . .	139
8.3.2 Allgemeine Informationspflichten . . . . .	143
8.3.3 Notifizierung und Zustimmung . . . . .	149
8.4 Verbringungsrechtliche Kennzeichnungspflichten . . . . .	154

<b>9 Kreislaufwirtschaft und Klimaschutz</b>	155
Anno Oexle und Thomas Lammers	
9.1 Einführung	155
9.2 Grundlagen des Klimaschutzrechts	156
9.2.1 Klimaschutz-Völkerrecht	156
9.2.2 EU-Recht	159
9.2.3 Klimaschutzrecht in Deutschland	162
9.3 Klimaschutz durch Kreislaufwirtschaft	165
9.4 Klimaschutzrecht in der Kreislaufwirtschaft	169
9.4.1 Europäischer Emissionshandel	169
9.4.2 Brennstoffemissionshandelsgesetz	170
Literatur	172
<b>10 Entsorgungsvertragsrecht</b>	173
Alexander de Diego und Dr. Anno Oexle	
10.1 Einführung	173
10.2 Inhalt, Abschluss und Form von Entsorgungsverträgen	173
10.2.1 Vertragsinhalt	173
10.2.2 Vertragsschluss	177
10.2.3 Form	178
10.3 Besondere Hinweise zur Gestaltung von Entsorgungsverträgen	178
10.3.1 Lieferrecht oder Lieferpflicht	178
10.3.2 Besonderheiten der Vertragsgestaltung bei Handelsgeschäften	179
10.4 Allgemeine Geschäftsbedingungen	180
10.4.1 Sachlicher Anwendungsbereich der §§ 305 ff. BGB	180
10.4.2 Inhaltskontrolle	182
10.4.3 Inhaltskontrolle sog. „Bring-or-Pay“-Klauseln	184
10.5 Leistungsstörungen und Störungen der Vertragsgrundlage	186
10.5.1 Leistungsstörungen	186
10.5.2 Störungen der Geschäftsgrundlage	186
10.6 Vertragslaufzeit und -beendigung	188
<b>11 Umweltmanagementsysteme</b>	189
Jens Tobias Gruber	
11.1 Einführung	189
11.2 Entsorgungsfachbetriebe	190
11.2.1 Einführung	190
11.2.2 Normative Grundlagen	190
11.2.3 Definition des Entsorgungsfachbetriebs	190
11.2.4 Zertifizierbare Entsorgungshandlungen	191
11.2.5 Voraussetzungen für die Zertifizierung	192
11.2.6 Zertifizierung durch eine technische Überwachungsorganisation	200

---

11.2.7	Zertifizierung durch eine Entsorgergemeinschaft . . . . .	203
11.2.8	Anforderungen an die Überwachung . . . . .	204
11.2.9	Elektronisches Entsorgungsfachbetrieberegister . . . . .	207
11.2.10	Privilegierungen . . . . .	207
11.3	EMAS . . . . .	208
11.4	DIN EN ISO 14001 (sowie DIN EN ISO 9001 und 9004) . . . . .	210
<b>12</b>	<b>Stoffrecht . . . . .</b>	<b>211</b>
	Andreas Zühlendorff	
12.1	Einführung . . . . .	211
12.2	Grundzüge der Pflichten nach der REACH-Verordnung . . . . .	214
12.2.1	Was ist zu registrieren (sachlicher Anwendungsbereich)? . . . . .	215
12.2.2	Wer muss registrieren (persönlicher Anwendungsbereich)? . . . . .	216
12.2.3	Bis wann ist ein Stoff zu registrieren? . . . . .	217
12.2.4	Welche Anforderungen sind an eine Registrierung zu stellen? . . . . .	218
12.2.5	Was ist entlang der Lieferkette zu kommunizieren? Wann bedarf es eines Sicherheitsdatenblattes? . . . . .	223
12.3	REACH-Verordnung und Rückgewinnungsvorgang . . . . .	225
12.3.1	Die Ausnahmemöglichkeit nach Art. 2 Abs. 7 d) REACH-Verordnung – das sog. „Recyclingprivileg“ . . . . .	226
12.3.2	Die Voraussetzungen zur Inanspruchnahme der Ausnahmemöglichkeit des Art. 2 Abs. 7 d) REACH-Verordnung im Einzelnen . . . . .	227
12.3.3	Ein bereits nach Titel II REACH-Verordnung registrierter Stoff . . . . .	228
12.3.4	Informationen nach Art. 31 und Art. 32 REACH-Verordnung . . . . .	230
12.4	Schlussbetrachtung . . . . .	232
<b>13</b>	<b>Anlagengenehmigungsrecht . . . . .</b>	<b>235</b>
	Rainer Geesmann	
13.1	Einführung . . . . .	235
13.2	Genehmigungsbedürftigkeit von Entsorgungsanlagen . . . . .	236
13.2.1	Genehmigungsbedürftigkeit nach dem BImSchG . . . . .	236
13.2.2	Genehmigungsbedürftigkeit nach sonstigem Recht . . . . .	240
13.3	Materiell-rechtliche Voraussetzungen der Errichtung und des Betriebs von Entsorgungsanlagen . . . . .	241
13.3.1	Vorgaben des BImSchG (Überblick) . . . . .	241
13.3.2	Rechtliche Vorgaben zur Begrenzung von Lärm . . . . .	246
13.3.3	Rechtliche Vorgaben zur Begrenzung von Gerüchen . . . . .	249
13.3.4	Vorgaben des Bauplanungsrechts . . . . .	251
13.4	Fragen betreffend das Genehmigungsverfahren . . . . .	254
13.4.1	Verfahrensarten . . . . .	254
13.4.2	Verfahrensfehler . . . . .	256
13.4.3	Verfahrensdauer . . . . .	257

13.5	Ausblick – Weitere Umsetzung von BVT-Schlussfolgerungen . . . . .	257
13.5.1	Abfallbehandlungs-VwV . . . . .	258
13.5.2	Anhang 27 AbwV . . . . .	259
<b>14</b>	<b>Vergaberecht . . . . .</b>	<b>261</b>
	Dominik R. Lück und Christine Radeloff	
14.1	Einführung . . . . .	261
14.1.1	Grundsätze . . . . .	261
14.1.2	Verfahrensablauf . . . . .	264
14.1.3	Rechtsschutz . . . . .	266
14.2	Ausgewählte Einzelprobleme aus dem Bereich des Abfallrechts . . . . .	268
14.2.1	Inhouse-Geschäfte . . . . .	268
14.2.2	Interkommunale Zusammenarbeit . . . . .	271
14.2.3	Anforderungen an die Leistungserbringung . . . . .	273
14.2.4	Eignungsnachweise . . . . .	276
14.2.5	Vertragsänderung und -verlängerung . . . . .	281
<b>15</b>	<b>Kartellrecht . . . . .</b>	<b>285</b>
	Boris Rigod und Hendrik Reffken	
15.1	Einleitung . . . . .	285
15.1.1	Bedeutung des Kartellrechts für die Entsorgungswirtschaft . . . . .	285
15.1.2	Kartellrechtliche Instrumente, Gesetze und Behörden . . . . .	286
15.2	Das Verbot wettbewerbsbeschränkender Vereinbarungen/Verhaltensweisen (Kartellverbot) . . . . .	288
15.2.1	Verbotene Vereinbarungen/Verhaltensweisen . . . . .	288
15.2.2	Ausnahmen vom Kartellverbot . . . . .	291
15.2.3	Einzelfälle aus dem Bereich der Entsorgungswirtschaft . . . . .	292
15.3	Verbot des Missbrauchs einer marktbeherrschenden/marketstarken Stellung . . . . .	298
15.4	Bojkottverbot . . . . .	300
15.5	Fusionskontrolle . . . . .	301
15.5.1	Überblick über die wesentlichen Regelungen . . . . .	301
15.5.2	Marktabgrenzung . . . . .	303
15.6	Sanktionen . . . . .	305
15.7	Sektoruntersuchungen . . . . .	305
	Literatur . . . . .	306
<b>16</b>	<b>Straf- und Bußgeldrecht . . . . .</b>	<b>309</b>
	Christoph Lepper	
16.1	Einführung . . . . .	309
16.2	Normappelle ausgewählter Tatbestände . . . . .	310
16.2.1	§ 326 StGB . . . . .	310
16.2.2	§§ 18a, 18b AbfVerbrG . . . . .	312

---

16.2.3	§ 327 StGB .....	314
16.2.4	Ordnungswidrigkeitentatbestände .....	314
16.3	Besonders relevante „allgemeine“ Rechtsfiguren und Bewertungskriterien .....	315
16.4	Rechtsfolgen einer Ahndung .....	316
16.4.1	Rechtsfolgen für den Beschuldigten/Betroffenen .....	316
16.4.2	Rechtsfolgen für das betroffene Unternehmen .....	318
16.5	Ablauf eines (Ermittlungs)Verfahrens .....	319
16.6	Durchsuchungsmaßnahmen .....	322
16.6.1	Materielle Durchsuchungsvoraussetzungen .....	322
16.6.2	Formelle Durchsuchungsvoraussetzungen .....	323
16.6.3	Durchführung der Durchsuchung .....	324
	Literatur .....	325
<b>17</b>	<b>Fördermittel</b> .....	327
	Christian Suhl	
17.1	Einführung .....	327
17.2	Rechtlicher Rahmen staatlicher Förderungen .....	329
17.2.1	Europarechtlicher Rahmen .....	329
17.2.2	Nationaler Rechtsrahmen .....	332
17.3	Zentrale Begriffe und Regelungen staatlicher Förderung .....	336
17.3.1	Finanzierungs- und Förderarten .....	336
17.3.2	Zuwendungs-/förderfähige Ausgaben oder Kosten .....	337
17.3.3	Beihilfeobergrenzen und Kumulierung von Förderungen .....	338
17.3.4	Kleine und mittlere Unternehmen sowie Unternehmen in Schwierigkeiten .....	340
17.3.5	Anreizeffekt und vorzeitiger Vorhabenbeginn .....	341
17.3.6	Bewilligungszeitraum .....	345
17.3.7	Verwendungsnachweis .....	346
17.3.8	Zweckbindungsfrist .....	347
17.4	Ablauf einer Förderung .....	347
	Literatur .....	350
	<b>Teil II Stoffströme und Ressourcenwirtschaft</b>	
<b>18</b>	<b>Mindestzyklateinsatzquoten</b> .....	353
	Jens Loschwitz und Stefan Kopp-Assenmacher	
18.1	Einführung .....	353
18.2	Regulatorik zu Mindestzyklateinsatzquoten im Überblick .....	354
18.2.1	Nationale Wege (Deutschland) .....	355
18.2.2	Wege auf EU-Ebene .....	358

18.3	Rechtliche Stellschrauben/Begriffe . . . . .	364
18.3.1	„Recyclingrohstoff“/„Sekundärrohstoff“ . . . . .	365
18.3.2	Was ist ein Rezyklat? . . . . .	366
18.4	Qualitäten. . . . .	371
18.4.1	Einsatz des Rezyklats entscheidet über Anforderungen . . . . .	371
18.4.2	Normierung ist Basis für Mindesteinsatzquoten . . . . .	371
18.4.3	Ausbau Recyclingkapazitäten . . . . .	372
18.4.4	Qualitätskontrolle. . . . .	373
18.4.5	Produktrecht. . . . .	373
18.4.6	Regelung zum Abfallende . . . . .	374
18.5	Markt: Wo gibt es Rezyklate? . . . . .	376
18.6	Messung Rezyklatanteil . . . . .	376
18.7	Vorteile durch Rezyklateinsatz. . . . .	377
18.7.1	Finanzielle Vorteile zu erwarten. . . . .	377
18.7.2	Neue (Recycling-) Rohstoffquellen . . . . .	377
18.8	Ausblick . . . . .	378
<b>19</b>	<b>Der Kreislaufwirtschaftsaktionsplan als wirtschaftliches Kernstück des Green Deal . . . . .</b>	<b>379</b>
Nicolas Ballester und Jurek Zaroffe		
19.1	Einführung . . . . .	379
19.2	Stoffstrombezogene Regelungen des CEAPs . . . . .	384
19.2.1	Elektronik und IKT . . . . .	385
19.2.2	Batterien. . . . .	386
19.2.3	Altfahrzeuge. . . . .	387
19.2.4	Verpackungen. . . . .	387
19.2.5	Kunststoff. . . . .	388
19.2.6	Textilien . . . . .	389
19.2.7	Bauwirtschaft und Gebäude. . . . .	389
19.2.8	Lebensmittel, Wasser und Nährstoffe . . . . .	390
19.3	Praxisaspekte der Produktpolitik im CEAP . . . . .	391
19.4	Abfallverbringung . . . . .	392
19.5	Der Aktionsplan Kreislaufwirtschaft im Zusammenhang mit weiteren Maßnahmen des Green Deal . . . . .	394
19.5.1	Nachhaltige Chemikalienstrategie und der Aktionsplan Schadstofffreiheit von Luft, Wasser und Boden . . . . .	394
19.5.2	Klima und Energie – „Fit for 55“ . . . . .	396
19.5.3	Die Strategie zur Finanzierung einer nachhaltigen Wirtschaft . . . . .	397
19.6	Fazit . . . . .	399
Literatur.	. . . . .	400

---

<b>20 Glasrecycling . . . . .</b>	401
Andreas Bruckschen und Christoph Bildstein	
20.1 Einführung . . . . .	401
20.2 Glasherstellung . . . . .	402
20.2.1 Geschichte der Glasherstellung . . . . .	402
20.2.2 Technik der Glasherstellung . . . . .	402
20.3 Einsatz von Recyclingglas . . . . .	403
20.3.1 Nutzen des Einsatzes . . . . .	403
20.3.2 Entwicklung des Glasrecyclings . . . . .	404
20.4 Glaserfassung . . . . .	406
20.4.1 Art der Sammlung und Behälter . . . . .	406
20.4.2 Sammelfahrzeuge und Durchführung des Transports . . . . .	408
20.4.3 Öffentlichkeitsarbeit . . . . .	409
20.4.4 Möglichkeiten zur Optimierung der Glaserfassung . . . . .	410
20.5 Glasaufbereitung . . . . .	410
20.5.1 Notwendigkeit der Glasaufbereitung . . . . .	410
20.5.2 Eingangskontrolle und Lagerung des Sammelglasses . . . . .	411
20.5.3 Vorsortierung . . . . .	411
20.5.4 Optische Aufbereitung . . . . .	412
20.5.5 Qualitätskontrolle . . . . .	412
20.6 Entwicklung des Scherbeneinsatzes in der Glasherstellung . . . . .	413
Literatur . . . . .	413
<b>21 Altpapier . . . . .</b>	415
Andreas Bruckschen und Rob Pattison	
21.1 Einführung . . . . .	415
21.2 Entwicklung der Altpapiermärkte . . . . .	416
21.2.1 Deutschland . . . . .	416
21.2.2 Europa . . . . .	418
21.2.3 Asien/China . . . . .	418
21.3 Rahmenbedingungen verändern den Altpapiermarkt . . . . .	420
21.4 Qualitätsnormen für Altpapier . . . . .	421
21.5 Altpapierqualität – gestern und heute . . . . .	422
21.6 Ressourcenschonung und Umweltschutz in der Wertschöpfungskette für Altpapier . . . . .	424
21.7 Preisbildung für Altpapier . . . . .	425
21.8 Ausblick . . . . .	427
Literatur . . . . .	428
<b>22 Kunststoffe . . . . .</b>	429
Dirk Mellen und Tobias Becker	
22.1 Einführung . . . . .	429
22.2 Wertschöpfungskette Kunststoffe . . . . .	430

22.2.1	Kunststoffentwicklung, Kunststoffarten und Kunststoffproduktion . . . . .	430
22.2.2	Compoundierung und Additivierung . . . . .	432
22.2.3	Kunststoffverarbeitung und Kunststoffanwendungen . . . . .	433
22.2.4	Kunststoffverbrauch . . . . .	434
22.2.5	Kunststoffsammlung und Kunststoffverwertung . . . . .	435
22.3	Kunststoffe in der Kreislaufwirtschaft . . . . .	435
22.3.1	Relevante Stoffströme . . . . .	436
22.3.2	Entwicklung und Stand des Recyclings von Kunststoffen . . . . .	439
22.3.3	Verfahren und Technologien . . . . .	440
22.4	Weitere Entwicklungen und Ausblick . . . . .	442
22.4.1	Marine Litter . . . . .	443
22.4.2	Ziele der EU27 in Kreislaufwirtschaft und Ressourceneffizienz . . . . .	445
22.4.3	Verpackungsgesetz . . . . .	446
22.5	Zusammenfassung und Fazit . . . . .	446
	Literatur . . . . .	447
<b>23</b>	<b>Verpackungsabfälle . . . . .</b>	<b>449</b>
	Jan Hendrik Kempkes und Andreas Bruckschen	
23.1	Einleitung . . . . .	449
23.2	Entwicklung der Verpackungsverordnung . . . . .	450
23.2.1	Eine Verordnung und ihre Novellierungen . . . . .	450
23.2.2	Vom Wertstoffgesetz zum Verpackungsgesetz . . . . .	452
23.3	Das Systemgeschäft im VerpackG . . . . .	454
23.3.1	Systembeteiligungspflichtige Verpackungen . . . . .	455
23.3.2	Adressat der Systembeteiligungspflicht . . . . .	456
23.3.3	Inverkehrbringungs-, Verkaufs- und Dienstleistungsverbote . . . . .	458
23.3.4	Branchenlösungen und andere Ausnahmen . . . . .	459
23.3.5	Korrespondierende Herstellerpflichten (Registrierung, Datenmeldungen und Vollständigkeitserklärung) . . . . .	460
23.3.6	Meldepflichten der dualen Systeme . . . . .	463
23.3.7	Ökologische Gestaltung von Beteiligungsentgelten . . . . .	464
23.3.8	Wiederverwendungs- bzw. Recyclingquoten . . . . .	465
23.3.9	Abstimmung mit den öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträgern . . . . .	466
23.3.10	Vergabe von Sammelleistungen . . . . .	468
23.3.11	Zentrale Stelle . . . . .	469
23.4	Fazit und Ausblick . . . . .	470
	Literatur . . . . .	470

---

<b>24 Bioabfälle . . . . .</b>	471
Annette Ochs und Aloys Oechtering	
24.1 Einführung . . . . .	471
24.2 Wesentliche gesetzliche Vorgaben . . . . .	472
24.2.1 Abfallrecht: Kreislaufwirtschaftsgesetz und Bioabfallverordnung . . . . .	472
24.2.2 Düngerecht: Düngemittelverordnung und Düngerverordnung . . .	473
24.2.3 Europäisches Kreislaufwirtschaftspaket und die Vorgaben aus dem Green Deal . . . . .	475
24.3 Technik der Kompostierung und Vergärung . . . . .	476
24.4 Umsetzung der Getrenntsammelpflicht . . . . .	477
24.4.1 Sachstand . . . . .	477
24.4.2 Rolle und Aufgabe der öffentlichen Hand . . . . .	479
24.4.3 Handlungsmöglichkeiten für den privaten Dienstleister . . . . .	480
24.5 Notwendigkeit zur sortenreinen Erfassung . . . . .	481
24.5.1 Problemlage . . . . .	481
24.5.2 Biologisch abbaubare Kunststoffe . . . . .	482
24.5.3 Handlungsempfehlungen . . . . .	483
24.6 Produkteinsatz . . . . .	485
Literatur . . . . .	488
<b>25 Klärschlamm . . . . .</b>	489
Matthias Staub und Christel Pfefferkorn	
25.1 Einführung . . . . .	489
25.2 Überblick der rechtlichen Rahmenbedingungen zur Klärschlammensorgung . . . . .	489
25.2.1 Bodenbezogene Verwertung . . . . .	490
25.2.2 Thermische Entsorgung . . . . .	495
25.3 Aktueller Stand der Klärschlammensorgung in der Bundesrepublik Deutschland . . . . .	496
25.3.1 Klärschlammabfall in Deutschland . . . . .	496
25.3.2 Kapazitäten der Klärschlammensorgung . . . . .	498
25.3.3 Ausblick auf die Marktentwicklung . . . . .	499
25.4 Praktische Aspekte zur Umsetzung der gesetzlichen Pflichten . . . . .	500
25.4.1 Möglichkeiten der Mengenreduzierung auf Kläranlagen . . . . .	500
25.4.2 Langfristige Kooperationsmodelle und Strategien . . . . .	502
25.4.3 Aufbau von regionalem Phosphorrecycling . . . . .	503
25.5 Empfehlungen für eine nachhaltige und wirtschaftlich vertretbare Klärschlammensorgung in Deutschland . . . . .	505
Literatur . . . . .	506

<b>26 Altholz . . . . .</b>	507
Simon Obert	
26.1 Einführung . . . . .	507
26.2 Altholz . . . . .	507
26.2.1 Altholzaufkommen . . . . .	507
26.2.2 Altholzverordnung . . . . .	508
26.2.3 Altholzkategorien . . . . .	509
26.2.4 Sortimente . . . . .	511
26.2.5 Abfallschlüssel . . . . .	511
26.3 Altholzpreise . . . . .	513
26.4 Altholznutzung . . . . .	513
26.5 Stoffliche Verwertung . . . . .	514
26.6 Energetische Verwertung . . . . .	515
26.7 Ausblick . . . . .	517
Literatur . . . . .	517
<b>27 Elektroaltgeräte . . . . .</b>	519
Andreas Bruckschen und Gerhard Jokic	
27.1 Einführung . . . . .	519
27.2 Rechtsgrundlagen . . . . .	520
27.2.1 Elektro- und Elektronikgerätegesetz (ElektroG) und die EAG-Behandlungsverordnung (BehandV) . . . . .	520
27.2.2 LAGA-Mitteilung 31A und B . . . . .	522
27.2.3 Entwicklung einer Behandlungsverordnung . . . . .	523
27.2.4 CEN-Normen . . . . .	523
27.3 Sammlung und Transport von Elektroaltgeräten . . . . .	524
27.4 Verfahrensziele der Behandlung . . . . .	526
27.5 Stand der Technik bei der Erstbehandlung . . . . .	528
27.5.1 Leiterplatten . . . . .	529
27.5.2 Bildschirmgeräte . . . . .	530
27.5.3 Photovoltaikmodule . . . . .	532
27.5.4 Kunststoffe . . . . .	534
27.5.5 Batterien und Akkumulatoren . . . . .	536
27.5.6 Ausgewählte Schadstoffe . . . . .	537
27.6 Wie kann das Recycling von Elektrogeräten verbessert werden? . . . . .	539
27.7 Fazit und Ausblick . . . . .	540
Literatur . . . . .	540
<b>28 Lithiumbatterien – brandgefährliche Energiespeicher . . . . .</b>	543
Sandra Giern	
28.1 Die Lithiumbatterie – Baustein des digitalen Zeitalters oder Gefahrenquelle? . . . . .	543

---

28.2	Umgang mit gebrauchten Lithiumbatterien rechtssicher gestalten – Regelungslücken schließen . . . . .	545
28.3	Anforderungen an Sammlung, Verpackung und Transport gebrauchter Lithiumbatterien und -zellen gemäß ADR . . . . .	546
28.3.1	Abfallrechtliche Kennzeichnungspflicht beim Transport von Altbatterien . . . . .	548
28.3.2	Gefahrgutrechtliche Kennzeichnungspflicht beim Transport von Altbatterien . . . . .	548
28.4	Kategorisierung gebrauchter Lithiumzellen und -batterien gemäß ADR . . . . .	548
28.5	Umgang mit Batterien und Verpackungsarten . . . . .	550
28.5.1	Umgang mit unbeschädigten Batterien ≤ 500 g . . . . .	550
28.5.2	Umgang mit unbeschädigten Batterien > 500 g . . . . .	551
28.5.3	Umgang mit beschädigten Batterien ≤ 500 g . . . . .	552
28.5.4	Umgang mit beschädigten Batterien > 500 g . . . . .	553
28.5.5	Ablaufschema zur Einordnung von Zellen oder Batterien . . . . .	554
28.5.6	Batterien in Elektroaltgeräten (EAG) . . . . .	554
28.5.7	E-Bike Akkus . . . . .	557
28.5.8	Starterbatterien für Fahrzeuge . . . . .	558
29	<b>Multimetallrecycling: Basis für einen nachhaltigen Kreislauf von Lithium-Ionen-Batterien</b> . . . . .	559
	Marcus Eschen	
29.1	Zukunft braucht Metalle . . . . .	559
29.1.1	Eine runde Sache: Kreislaufwirtschaft in der Metallindustrie . . . . .	560
29.1.2	Multimetallrecycling . . . . .	562
29.2	Herausforderung Elektronikschrottrecycling . . . . .	563
29.2.1	Das Kayser-Recycling-System: Stand der Technik und bereit für die Zukunft . . . . .	564
29.3	Herausforderung Batterierecycling . . . . .	566
29.3.1	Gesetzliche Regulierungen zum Recycling von Lithium-Ionen-Batterien . . . . .	567
29.3.2	Batterierecyclingprozesse . . . . .	569
29.3.3	Hydrometallurgie: die Zukunft des Batterierecyclings . . . . .	571
29.4	„Tomorrow Metals by Aurubis“: Nachhaltige Metallproduktion mit Zukunft . . . . .	572
	Literatur . . . . .	573
30	<b>Nichteisenmetalle</b> . . . . .	575
	Ralf Schmitz	
30.1	Einführung . . . . .	575
30.2	Struktur des Metallhandels . . . . .	576
30.2.1	Neelmetallhandel . . . . .	576

30.2.2	Altmetallhandel . . . . .	576
30.2.3	Handel mit Sondermetallen . . . . .	578
30.2.4	Handel mit Ferrolegierungen . . . . .	579
30.2.5	Handel mit NE-Metall-Halbzeugen . . . . .	579
30.3	Die NE-Metall-Recycling-Wirtschaft . . . . .	579
30.3.1	Schrottdefinition . . . . .	580
30.3.2	Usancen und Klassifizierungen des Metallhandels . . . . .	581
30.3.3	Qualitätsmanagement und Entsorgungsfachbetrieb . . . . .	581
30.3.4	Überprüfung von Schrott auf radioaktive Belastungen . . . . .	582
30.3.5	Abfall oder Produkt? . . . . .	582
30.3.6	Metallrecycling ist Klimaschutz . . . . .	584
30.4	Markt . . . . .	585
30.4.1	Die Londoner Metallbörsen (LME) . . . . .	585
30.4.2	Schrottmärkte . . . . .	587
30.4.3	Sondermetalle . . . . .	588
	Literatur . . . . .	589
<b>31</b>	<b>Gewerbeabfall . . . . .</b>	<b>591</b>
	Jens Loschwitz	
31.1	Einführung . . . . .	591
31.2	Anwendungsbereich und Rechtsgrundlage . . . . .	592
31.2.1	Sachlicher Anwendungsbereich . . . . .	592
31.2.2	„Gewerbliche Siedlungsabfälle“ . . . . .	593
31.2.3	Persönlicher Anwendungsbereich . . . . .	595
31.2.4	Rechtsgrundlage . . . . .	596
31.3	Getrennthalaltung von Abfällen . . . . .	596
31.3.1	Klare Forderung der Getrennthalaltung . . . . .	596
31.3.2	Umgang mit Fehlwürfen . . . . .	597
31.3.3	Ausnahmen von der Getrennthalzungspflicht . . . . .	597
31.4	Vorbehandlungspflicht für Gemische . . . . .	599
31.4.1	Gemische sind einer Vorbehandlungsanlage zuzuführen . . . . .	599
31.4.2	Befreiung von der Vorbehandlungspflicht . . . . .	600
31.4.3	Sonderfall: Erreichen der Getrenntsammlungsquote . . . . .	600
31.4.4	Rechtsfolge der Befreiung von der Vorbehandlungspflicht . . . . .	601
31.5	Dokumentationspflichten . . . . .	602
31.5.1	Dokumentation Getrennthalaltung . . . . .	602
31.5.2	Bestätigung durch Vorbehandlungsanlage . . . . .	603
31.5.3	Dokumentation der Befreiung von der Vorbehandlungspflicht . . . . .	603
31.5.4	Sonderfall: Dokumentation der Getrennthalzungsquote . . . . .	604
31.6	Gemeinsame Erfassung und Entsorgung von Kleinmengen . . . . .	604
31.7	Pflichtrestmülltonne . . . . .	605
31.8	Ordnungswidrigkeiten . . . . .	606
	Literatur . . . . .	607

---

<b>32 Mineralische Bauabfälle . . . . .</b>	609
Sandra Giern und Berthold Heuser	
32.1 Einführung . . . . .	609
32.2 Herkunft, Aufkommen, Arten . . . . .	610
32.3 Rechtliche Grundlagen. . . . .	611
32.3.1 Basis: das (heutige) Kreislaufwirtschaftsgesetz. . . . .	612
32.3.2 Die Gewerbeabfallverordnung. . . . .	613
32.4 Recycling – Verwertung – Beseitigung . . . . .	613
32.4.1 Vorrang der stofflichen und hochwertigen Verwertung . . . . .	613
32.4.2 Förderung des Recyclings und der stofflichen Verwertung . . . . .	614
32.5 Recycling Baustoffe. . . . .	614
32.5.1 Qualitätsgrundstein: selektiver Rückbau . . . . .	615
32.5.2 Aufbereitungstechnik. . . . .	616
32.5.3 Hauptanwendungsbereich: Straßen- und Erdbau. . . . .	617
32.6 Herausforderungen und Perspektiven bei der stofflichen Verwertung von mineralischen Bauabfällen. . . . .	623
Literatur. . . . .	625

### Teil III Technik, Logistik, Anlagen

<b>33 Anforderungen an den Aufbau von Abfallwirtschaftssystemen . . . . .</b>	629
Wolfgang Pfaff-Simoneit	
33.1 Vorbemerkung . . . . .	629
33.2 Elemente des Abfallwirtschaftssystems. . . . .	630
33.3 Abfallwirtschaftliche Planung . . . . .	631
33.3.1 Nationale Abfallpolitik. . . . .	632
33.3.2 Sektorstrategie und Umsetzungsplan. . . . .	634
33.3.3 Nationale und regionale Abfallwirtschaftsplanung . . . . .	636
33.4 Rahmensexzung und Regulierung . . . . .	638
33.4.1 Rechtsgrundlagen. . . . .	639
33.4.2 Vollzug der rechtlichen Regelungen . . . . .	640
33.4.3 Wechselwirkungen zwischen Rahmensexzung, Vollzug und Monitoring . . . . .	645
33.5 Finanzierung und Kostendeckung . . . . .	645
33.6 Institutionelles System. . . . .	648
33.6.1 Nationale Umwelt-/Abfallbehörde. . . . .	650
33.6.2 Entsorgungsträger . . . . .	651
33.6.3 Genehmigungs-, Überwachungs- und Vollzugsorgane . . . . .	652
33.7 Berufliche Bildung, Forschung und Entwicklung . . . . .	654
33.7.1 Forschung, Entwicklung und wissenschaftliche Ausbildung . . . . .	655
33.7.2 Berufliche Aus- und Fortbildung . . . . .	656
33.8 Partizipation, Kommunikation, Konsultation. . . . .	657

33.9	Ausblick . . . . .	659
	Literatur . . . . .	659
<b>34</b>	<b>Informationstechnologie in der Abfallwirtschaft . . . . .</b>	<b>663</b>
	Ralf Gruner	
34.1	Einleitung . . . . .	663
34.2	IT-Unterstützung in der Entsorgungswirtschaft . . . . .	664
34.2.1	Vertriebsunterstützung . . . . .	664
34.2.2	Operativer Betrieb . . . . .	665
34.2.3	Spezialanforderungen kommunaler Entsorger . . . . .	671
34.2.4	IT-Unterstützung für Entsorgungsanlagen . . . . .	672
34.2.5	Unterstützung Controlling . . . . .	674
34.3	Anbieter . . . . .	675
34.4	Beschaffungsverfahren . . . . .	675
34.4.1	Systemstrategie . . . . .	676
34.4.2	Beschaffungsvorgehen bei privaten Entsorgern . . . . .	676
34.4.3	Beschaffungsvorgehen bei kommunalen Entsorgern . . . . .	677
34.5	Ausblick und Entwicklungen . . . . .	677
<b>35</b>	<b>Planung von Abfallbehandlungsanlagen . . . . .</b>	<b>679</b>
	Hans-Dieter Huber und Ewa Harlacz	
35.1	Einführung in die Abfallbehandlungsplanung . . . . .	679
35.2	Planung . . . . .	680
35.3	Spezifische Vorgehensweisen bei der Planung von Abfallbehandlungsanlagen . . . . .	681
35.4	Konzeptionelle Planung . . . . .	683
35.4.1	Allgemeines . . . . .	683
35.4.2	Vorplanung . . . . .	684
35.4.3	Entwurfsplanung . . . . .	684
35.5	Genehmigungsplanung und Genehmigungsverfahren . . . . .	685
35.5.1	Grundlagen des Genehmigungsverfahrens . . . . .	685
35.5.2	Genehmigungsunterlagen . . . . .	687
35.5.3	Ablauf des Genehmigungsverfahrens . . . . .	688
35.6	Ausschreibung und Vergabe . . . . .	689
35.6.1	Ausschreibungsverfahren . . . . .	689
35.6.2	Aufbau und Inhalt der Verdingungsunterlagen . . . . .	691
35.6.3	Angebotsauswertung . . . . .	691
35.7	Ausführungsplanung . . . . .	692
35.8	Überwachung der Realisierung . . . . .	693
35.8.1	Allgemeines . . . . .	693
35.8.2	Bau- und Montageabwicklung . . . . .	693
35.8.3	Inbetriebnahme und Probefbetrieb . . . . .	694
35.8.4	Abnahme und Übergabe des Objekts . . . . .	695

---

35.8.5	Begleitung des Anlagenbetriebs. . . . .	696
Literatur. . . . .		696
<b>36 Demontage von Elektroaltgeräten und Altfahrzeugen . . . . .</b>		<b>697</b>
Jan Henning Seelig und Martin Faulstich		
36.1	Demontage – ein Werkzeug für die Kreislaufwirtschaft . . . . .	697
36.2	Demontage in der Behandlung von Elektro(nik)altgeräten . . . . .	699
36.2.1	Beste Verfügbare Technik? . . . . .	699
36.2.2	Entfrachtung von Schadstoffen . . . . .	701
36.2.3	Wiederverwendung . . . . .	702
36.3	Demontage von Altfahrzeugen. . . . .	704
36.4	Der Best-of-two-Worlds-Ansatz . . . . .	707
36.5	Erweiterung der Demontageaktivitäten . . . . .	709
36.5.1	Informationsverarbeitung. . . . .	710
36.5.2	Automatisierte Demontage . . . . .	712
Literatur. . . . .		713
<b>37 Intelligente Konzepte für Sammelfahrzeuge . . . . .</b>		<b>717</b>
Johannes F. Kirchhoff		
37.1	Einleitung . . . . .	717
37.2	Ladesysteme. . . . .	720
37.3	Verdichtungssysteme . . . . .	725
37.4	Liftersysteme . . . . .	729
37.5	Innovative Antriebslösungen . . . . .	733
37.6	Leichtbau & smarte Technik bleiben weiter im Trend. . . . .	737
<b>38 Thermische Abfallbehandlung. . . . .</b>		<b>739</b>
Markus Gleis		
38.1	Einführung . . . . .	739
38.2	Aufbau einer Abfallverbrennungsanlage . . . . .	741
38.2.1	Abfallannahme. . . . .	742
38.2.2	Abfalllagerung . . . . .	743
38.2.3	Aufbereitungs- und Vorschaltanlagen . . . . .	743
38.2.4	Beschickungseinrichtungen . . . . .	744
38.2.5	Feuerung und Verbrennungssysteme . . . . .	744
38.2.6	Entasche/Entschlacker . . . . .	749
38.2.7	Wärmenutzung und Abgaskühlung . . . . .	750
38.2.8	Emissionsminderung und Abgasreinigung . . . . .	751
38.2.9	Ableitung der Abgase. . . . .	757
38.2.10	Feste prozessspezifische Abfälle aus der thermischen Abfallbehandlung. . . . .	757
Literatur. . . . .		759

<b>39 Stand und Perspektiven der Mitverbrennung von Sekundärbrennstoffen</b>	761
Sabine Flamme und Sigrid Hams	
39.1 Einleitung	761
39.2 Rechtliche Rahmenbedingungen der Mitverbrennung	762
39.3 Ersatzbrennstoffe für die Mitverbrennung	763
39.3.1 Einteilung der Ersatzbrennstoffe	763
39.3.2 Herstellung von Sekundärbrennstoffen	765
39.3.3 Entwicklung der Sekundärbrennstoffmengen in der Mitverbrennung	767
39.4 Qualitätssicherung für Sekundärbrennstoffe	769
39.5 Klima- und Ressourcenschutz durch Mitverbrennung von Sekundärbrennstoffen	772
39.6 Perspektiven der Mitverbrennung von Sekundärbrennstoffen	773
39.7 Zusammenfassung	776
Literatur	776
<b>40 Verbrennungsrückstände</b>	779
Peter Quicker	
40.1 Einführung	779
40.2 Abfallverbrennung	780
40.3 Rostasche und -schlacke	781
40.3.1 Austrag der Rostasche – Entschlackung	783
40.3.2 Aufbereitung der Rostaschen	788
40.4 Rückstände aus der Rauchgasreinigung	796
40.4.1 Rauchgasreinigungssysteme	797
40.4.2 Herstellung von Salzsäure	799
40.4.3 Herstellung von Gips	801
40.4.4 Rückgewinnung von Zink	802
40.5 Zusammenfassung und Fazit	804
Literatur	805
<b>41 Phosphor – Von der Rückgewinnung zum Recycling</b>	809
Christian Kabbe und Fabian Kraus	
41.1 Phosphor – der Flaschenhals des Lebens	809
41.2 Phosphorrückgewinnung aus dem Abwasserpfad	810
41.2.1 P-Rückgewinnung aus der wässrigen Phase	818
41.2.2 P-Rückgewinnung aus der festen Phase	821
41.3 Marktaspekte und Wertschöpfungsketten	826
41.4 Zusammenfassung und Ausblick	830
Literatur	832

---

<b>42 Deponien</b> .....	835
Gerhard Rettenberger	
42.1 Einleitung .....	835
42.2 Kapazitäten und Deponiekonzepte .....	838
42.2.1 Verdichtungsdeponie .....	842
42.2.2 Deponie mit mechanisch-biologisch vorbehandelten Abfällen .....	843
42.2.3 Deponien mit verfestigten Abfällen .....	844
42.2.4 Inertdeponien .....	844
42.3 Das Verhalten von Verdichtungsdeponien mit organischen Bestandteilen und Konsequenzen für die Technik .....	845
42.3.1 Bildung von Sickerwasser .....	846
42.3.2 Bildung von Deponiegas .....	848
42.3.3 Auftreten von Setzungen .....	850
42.4 Konsequenzen für die Technik einer Deponie .....	850
42.5 Anforderungen an die technischen Barrieren .....	851
42.6 Technische Ausstattung .....	854
42.7 Betrieb von Deponien, Stilllegung und Deponierückbau .....	860
Literatur .....	863
<b>43 Deponierückbau</b> .....	865
Kai Münnich, Michael Krüger, Klaus Fricke und Sebastian Wanka	
43.1 Einleitung und Zielsetzung .....	865
43.2 Charakterisierung des rückgebauten Deponates .....	866
43.2.1 Stoffliche Zusammensetzung und Korngrößenverteilung .....	866
43.2.2 Biologische Aktivität und biologisches Abbaupotenzial .....	869
43.3 Rückbau, Aufbereitung, Verwertung und Behandlung .....	871
43.3.1 Ausbau .....	871
43.3.2 Aufbereitung des Deponates – Vorkonditionierung .....	872
43.3.3 Verwertung und Behandlung der Grobfaktion >60 mm .....	873
43.3.4 Verwertung und Behandlung der Feinfraktion <60 mm .....	876
43.3.5 Massenbilanz .....	881
Literatur .....	882
<b>Stichwortverzeichnis</b> .....	885