

# Inhaltsverzeichnis

1 Geschichtliche Entwicklung der Abfallentsorgung und Städtereinigung .....	21
1.1 Allgemeines .....	21
1.2 Prähistorische Zeit – Altertum .....	22
1.3 Mittelalter .....	23
1.4 Neuzeit – bis Mitte des 19. Jahrhunderts .....	23
1.5 Neuzeit – die zweite Hälfte des 19. Jahrhunderts (Erste Reform der Städtereinigung) .....	24
1.6 Die erste Hälfte des 20. Jahrhunderts .....	25
1.7 Die zweite Hälfte des 20. Jahrhunderts (Zweite Reform der Städtereinigung) .....	26
1.8 Wichtige Meilensteine seit 1990 .....	28
2 Herkunft, Arten, Mengen, Beschaffenheit und Zusammensetzung der Abfälle .....	31
2.1 Definition des Begriffs Abfall .....	31
2.2 Abfallhierarchie .....	32
2.3 Ende der Abfalleigenschaft .....	33
2.4 Herkunft der Abfälle und Abfallarten .....	33
2.5 Europäisches Abfallverzeichnis .....	48
2.5.1 Grundlagen, Aufbau und Schema des Abfallverzeichnisses .....	48
2.5.2 Handhabung des Abfallverzeichnisses .....	50
2.5.3 Anwendung des Abfallverzeichnisses .....	51
2.6 Abfallmengen .....	53
2.6.1 Gewicht, Volumen und Raumgewicht des Abfalls .....	54
2.6.2 Erfassung und Mengenangaben .....	57
2.6.3 Abfallaufkommen ausgewählter Abfälle .....	57
2.7 Zusammensetzung und Beschaffenheit der Abfälle .....	61
2.7.1 Beschreibung des Hausmülls .....	61
2.7.2 Chemische und physikalische Daten des Hausmülls .....	66
2.7.3 Schadstoffe im Hausmüll (Problemabfälle) .....	68
2.7.4 Zusammensetzung ausgewählter Abfälle .....	69
2.7.5 Beschreibung der produktionsspezifischen Abfälle .....	69
2.7.6 Beschreibung der Sonderabfälle (gefährliche Abfälle) .....	70
2.8 Abfälle vermeiden, vermindern und verwerten .....	72
3 Logistik, Sammlung und Transport von Abfällen .....	75
3.1 Logistik .....	75
3.1.1 Begriff und Umfang der Logistik .....	75
3.1.2 Bedeutung und Zielsetzung der Logistik .....	76
3.2 Zuständigkeiten .....	78
3.3 Entsorgungstechnik .....	79
3.3.1 Abfallsammelsysteme .....	79
3.3.2 Abfallbehälter/ Abfallcontainer .....	82
3.3.3 Behälterstandplätze/Transportwege .....	88
3.3.4 Müllschleusen .....	90
3.4 Abfallsammelfahrzeuge .....	90
3.4.1 Allgemeines .....	90
3.4.2 Bestandteile des Abfallsammelfahrzeuges .....	91

3.4.3 Fahrgestell .....	92
3.4.4 Aufbau .....	94
3.4.5 Schüttvorrichtungen (Schüttsysteme) am Abfallsammelfahrzeug .....	101
3.4.6 Wiege- und Identifikationssysteme .....	106
3.5 Fahrzeuge für den Transport von Wechselbehältern .....	110
3.6 Sicherheitseinrichtungen bei den Entsorgungsfahrzeugen .....	113
3.7 Organisation und Technik der Sperrgutabfuhr .....	115
3.7.1 Bedarfssperrmüllabfuhr .....	116
3.7.2 Turnusmäßige Sperrmüllabfuhr .....	117
3.7.3 Fahrzeugtechnik .....	117
3.8 Sammel- und Erfassungssysteme für E-Schrott .....	118
3.9 Ferntransporte und Müllumladeanlagen .....	119
3.10 Organisation und technischer Aufwand der getrennten Sammelverfahren .....	122
3.10.1. Systemlose Sammlung - Straßensammlung .....	123
3.10.2. Holsysteme .....	123
3.10.2.1 Mehrstofftonne .....	123
3.10.2.2 Einstofftonne/Monotonne .....	124
3.10.2.3 Behälter plus Wertstoffsack .....	125
3.10.2.4 Restmüllsack plus Wertstoffsack .....	125
3.10.2.5 Wertstoffsack im Behälter .....	125
3.10.2.6 Mehrkammermüllsystem (MKMS) .....	125
3.10.3 Biotonne .....	126
3.10.4 Duales System - Sammlung von LVP - .....	126
3.10.5 Wertstofftonne .....	130
3.10.6 Bringsysteme .....	130
3.10.6.1 Sammlung von Altglas in Depotbehältern .....	131
3.10.6.2 Füllstandsmessung .....	132
3.10.6.3 Unterflur-Sammelsysteme für Wertstoffe .....	133
3.10.6.4 Sammlung von Altpapier in Depotcontainern .....	134
3.10.6.5 Depotcontainer für Weißblech .....	136
3.10.6.6 Depotcontainer für Kunststoffe .....	136
3.10.6.7 Mehrkammer-Depotcontainer .....	136
3.10.7 Sammlung von Alttextilien .....	137
3.10.8 Erfassung und Sammlung von Batterien .....	138
3.10.9 Entleerungszeiten und Entleerungsrhythmen .....	138
3.11 Recyclinghöfe .....	139
3.12 Sammlung und Transport flüssiger Abfälle .....	142
3.13 Umgang mit Gefahrstoffen und gefährlichen Gütern .....	142
3.13.1 Regelungen zu gefährlichen Abfällen nach der Gefahrstoffverordnung .....	142
3.13.2 Regelungen für den Transport von Gefahrgütern .....	144
3.13.3 Abfälle und Gefahrgut .....	147
3.13.4 Verpackungen/ Behälterarten .....	149
3.13.5 Ausstattung der Fahrzeuge und Transportbedingungen .....	152
3.13.6 Begleitpapiere beim Transport gefährlicher Güter .....	156
3.14 Getrennte Erfassung von Schadstoffen aus Siedlungsabfällen .....	159
3.14.1 Grundlagen und Sammelkonzepte .....	159
3.14.2 Anforderungen an Sammelstellen und zugehörige Zwischenlager (TRGS) .....	163

---

3.14.3 Betrieb und Arbeitsverfahren .....	170
<b>3.15 Disposition .....</b>	<b>174</b>
3.15.1 Aufgaben der Disposition .....	174
3.15.2 Einflüsse auf die Disposition .....	176
3.15.3 Formulare für das Fahrpersonal .....	179
3.15.4 Abfallwirtschaftliche Begleitpapiere .....	180
3.15.5 Organisation und Personaleinsatz .....	181
<b>3.16 EDV-Einsatz .....</b>	<b>181</b>
3.16.1 EDV-gestütztes Entsorgungsmanagement .....	181
3.16.2 Grafikunterstützte Tourenplanung .....	187
3.16.3 GPS in der Entsorgungswirtschaft .....	188
3.16.4 Einsatz von Telematik .....	188
<b>4 Abfallverwertung .....</b>	<b>191</b>
4.1 Grundsätze der Verwertung .....	191
4.1.1 Zielsetzung .....	191
4.1.2 Kreisläufe .....	192
4.1.3 Rahmen der Abfallverwertung .....	194
4.1.4 Methoden der Verwertung .....	194
4.2 Recyclingbörsen .....	196
4.3 Stoffströme und Stoffstrommanagement .....	196
4.4 Grundlagen der Abfallaufbereitung .....	197
4.4.1 Zerkleinern .....	198
4.4.2 Trennen .....	210
4.4.3 Sortieren .....	220
4.4.4 Magnetscheider .....	228
4.4.5 Wirbelstromscheider .....	230
4.4.6 Elektrostatische Abscheider .....	231
4.4.7 Pressen und Verdichten .....	232
4.4.8 Fördereinrichtungen .....	233
4.5 Aufbereitung und Verwertung ausgewählter Stoffe .....	242
4.5.1 Aufbereitung und Verwertung von Restabfall aus Haushaltungen oder Wertstoffgemischen .....	242
4.5.2 Aufbereitung und Verwertung von Gewerbeabfällen .....	244
4.5.3 Herstellung von Sekundärbrennstoffen .....	246
4.5.4 Aufbereitung von LVP .....	250
4.5.5 Verwertung von Verbundstoffen .....	254
4.5.6 Verwertung von Kunststoffen .....	256
4.5.7 Verwertung von Altpapier .....	267
4.5.8 Verwertung von Altglas .....	274
4.5.9 Aufbereitung und Verwertung von Elektro- und Elektronikschrott .....	279
4.5.10 Altautoverwertung .....	290
4.5.11 Verwertung von Metallen .....	296
4.5.12 Verwertung von Nichteisenmetallen, Edel- und Sondermetallen .....	299
4.5.13 Altreifenverwertung .....	304
4.5.14 Verwertung von Altbatterien .....	306
4.5.15 Alttextilienverwertung .....	308
4.5.16 Altholzverwertung .....	311

4.5.17 Aufbereitung und Verwertung von Bauschutt, Straßenaufbruch und Baustellenabfällen.....	314
4.5.18 Aufbereitung und Verwertung von Massenabfällen und Schlacken .....	318
5 Abfallentsorgungsverfahren -Abfallentsorgungsanlagen.....	321
5.1 Allgemeines .....	321
5.1.1 Abfallentsorgung in der Bundesrepublik Deutschland .....	321
5.1.2 Altablagerungen und Altlasten.....	325
5.2 Kompostierung - Vergärung - Biologische Behandlung.....	327
5.2.1 Allgemeines .....	327
5.2.2 Bedingungen des Kompostierungsprozesses .....	328
5.2.3 Entwicklung der Kompostierung.....	332
5.2.4 Inputmaterialien für die Kompostierung .....	333
5.2.5 Technologien und Systeme der Behandlung .....	334
5.2.6 Kompostierungsverfahren - aerob .....	336
5.2.6.1 Flächenkompostierung .....	336
5.2.6.2 Mietenkompostierung .....	338
5.2.6.3 Reaktorkompostierung.....	343
5.2.6.3.1 Statische Reaktoren .....	344
5.2.6.3.1.1 Boxenreaktoren .....	344
5.2.6.3.1.2 Presskanalreaktoren (Vorläufer der Tunnelkompostierung).....	349
5.2.6.3.1.3 Brikollare-System .....	349
5.2.6.3.1.4 Tunnelreaktoren .....	350
5.2.6.7 Dynamische Reaktoren .....	352
5.2.7.1 Trommelreaktoren .....	352
5.2.7.2 Mietenreaktoren .....	353
5.2.7.3 Schmeckenumsetzer .....	356
5.2.8 Pflanzen- und Grünabfallkompostierung .....	358
5.2.9 Eigenkompostierung .....	361
5.2.10 Klärschlammkompostierung .....	363
5.2.11 Kompostierungsverfahren — anaerob (Vergärung).....	365
5.2.12 Gärrestkompostierung .....	371
5.2.13 Co-Vergärung .....	373
5.2.14 Kompostqualitäten .....	374
5.2.15 Kompostabsatz .....	378
5.2.16 Umweltbelastungen aus Kompostwerken .....	379
5.2.16.1 Geruchsemissionen .....	381
5.2.16.1.1 Biofilter .....	381
5.2.16.1.2 Biofiltermaterial .....	382
5.2.16.1.3 Biofiltertypen .....	384
5.2.16.1.4 Containerfilter .....	387
5.2.16.1.5 Biofilter im Deckel der Biotonne .....	388
5.2.16.1.6 Offene Mietenkompostierung .....	388
5.2.16.1.7 Auslegung und Filterflächenbelastung .....	389
5.2.16.1.8 Filterbetrieb und -pflege .....	389
5.2.16.1.9 Kosten des Biofilterverfahrens .....	390
5.2.16.2 Staubemissionen .....	391
5.2.16.3 Lärmemissionen .....	394

---

5.2.16.4 Ratten und Ungeziefer .....	395
5.2.16.5 Fliegen und Insekten .....	395
5.2.16.6 Außenanlagen .....	396
5.2.17 Hygiene am Arbeitsplatz (Arbeitsschutz) .....	396
5.2.18 Kosten der Kompostierung .....	397
5.2.19 Planungsvoraussetzungen für biologische Behandlungsanlagen .....	397
5.2.20 Maßgebliche Gesetze und Verordnungen .....	398
<b>5.3 Mechanisch-Biologische-Vorbehandlung - MBV .....</b>	<b>400</b>
<b>5.3.1 Allgemeines.....</b>	<b>400</b>
<b>5.3.2 MBV-Konzepte .....</b>	<b>401</b>
<b>5.3.3 Allgemeine Verfahrenstechnik .....</b>	<b>402</b>
<b>5.3.3.1 Mechanische Aufbereitung.....</b>	<b>403</b>
<b>5.3.3.2 Biologische Abfallbehandlung .....</b>	<b>405</b>
<b>5.3.4 Abluft .....</b>	<b>410</b>
<b>5.3.5 Abwasser .....</b>	<b>414</b>
<b>5.3.6 Betrieb der Anlagen .....</b>	<b>415</b>
<b>5.3.7 Vorteile der Anlagen.....</b>	<b>422</b>
<b>5.3.8 Anlagenbeispiele .....</b>	<b>423</b>
<b>5.4 Thermische Behandlung .....</b>	<b>428</b>
<b>5.4.1 Geschichtliche Entwicklung der thermischen Abfallbehandlung .....</b>	<b>428</b>
<b>5.4.2 Stellenwert der thermischen Abfallbehandlung in der modernen Abfallwirtschaft..</b>	<b>432</b>
<b>5.4.2.1 Siedlungsabfallverbrennungsanlagen .....</b>	<b>433</b>
<b>5.4.2.2 Sonderabfallverbrennungsanlagen .....</b>	<b>434</b>
<b>5.4.2.3 Ersatzbrennstoffkraftwerke .....</b>	<b>434</b>
<b>5.4.2.4 Mitverbrennungsanlagen .....</b>	<b>434</b>
<b>5.4.2.5 Biomasse(heiz)kraftwerke .....</b>	<b>434</b>
<b>5.4.3 Reaktionsvorgänge bei der thermischen Abfallbehandlung .....</b>	<b>435</b>
<b>5.4.3.1 Entgasung .....</b>	<b>435</b>
<b>5.4.3.2 Vergasung .....</b>	<b>436</b>
<b>5.4.3.3 Verbrennung .....</b>	<b>436</b>
<b>5.4.4 Verfahren zur thermischen Abfallbehandlung .....</b>	<b>437</b>
<b>5.4.4.1 Abfallverbrennung .....</b>	<b>438</b>
<b>5.4.4.1.1 Rostfeuerung .....</b>	<b>438</b>
<b>5.4.4.1.1.1 Schubroste .....</b>	<b>440</b>
<b>5.4.4.1.1.2 Walzenrost .....</b>	<b>441</b>
<b>5.4.4.1.1.3 Wanderrost .....</b>	<b>443</b>
<b>5.4.4.1.1.4 Auslegungsgrundlagen für Rost und Feuerraum .....</b>	<b>444</b>
<b>5.4.4.1.1.5 Kühlung von Verbrennungsrosten .....</b>	<b>446</b>
<b>5.4.4.1.1.6 Feuerraumgestaltung .....</b>	<b>448</b>
<b>5.4.4.1.1.7 Verbrennungsluftzufuhr .....</b>	<b>449</b>
<b>5.4.4.1.1.8 Verweilzeit und Verbrennungstemperatur .....</b>	<b>451</b>
<b>5.4.4.1.1.9 Berechnung der Rauchgasmenge bei einer Rostfeuerung nach Reimann</b>	<b>451</b>
<b>5.4.4.1.1.11 Feuerungsleistungsregelung .....</b>	<b>452</b>
<b>5.4.4.1.1.12 Rauchgastransport .....</b>	<b>454</b>
<b>5.4.4.1.1.13 Abfallaufgabe (Beschickungssystem) .....</b>	<b>455</b>
<b>5.4.4.1.1.14 Austrag der Verbrennungsrückstände .....</b>	<b>456</b>
<b>5.4.4.1.2 Drehrohrofen .....</b>	<b>456</b>

---

5.4.4.1.3 Wirbelschichtfeuerung .....	456
5.4.4.1.3.1 Stationäre Wirbelschicht.....	459
5.4.4.1.3.2 Zirkulierende Wirbelschicht .....	460
5.4.4.1.3.3 Rotierende Wirbelschicht .....	461
5.4.4.1.3.4 Neuere Entwicklungen bei der Wirbelschichttechnik .....	462
5.4.4.1.4 Etagenofen .....	462
5.4.4.1.5 Hochtemperaturoxidation .....	463
5.4.4.1.6 Tunnelofen .....	464
5.4.4.1.7 Thermische Klärschlammbehandlung .....	465
5.4.5 Mitverbrennungsverfahren.....	469
5.4.5.1 Mitverbrennung von Klärschlamm .....	470
5.4.5.2 Mitverbrennung von Biomasse .....	471
5.4.5.3 Mitverbrennung von Rest-Siedlungsabfall.....	472
5.4.6 Sonstige thermische Verfahren .....	473
5.4.6.1 Pyrolyse .....	473
5.4.6.2 Thermoselect-Verfahren .....	476
5.4.6.3 Siemens-KWU-Schwelbrennverfahren.....	479
5.4.6.4 RCP-Verfahren.....	480
5.4.6.5 ConTherm-Verfahren.....	482
5.4.6.6 Abfallvergasungsverfahren im Sekundärrohstoff-Verwertungszentrum Schwarze Pumpe (SVZ) .....	483
5.4.7 Aufbau einer thermischen Abfallbehandlungsanlage.....	484
5.4.7.1 Abfallanlieferung .....	485
5.4.7.2 Abfallbunker .....	485
5.4.7.3 Schaltwarte .....	488
5.4.8 Rauchgasreinigung.....	489
5.4.8.1 Roh- und Reingaswerte .....	490
5.4.8.1.1 Rohgas .....	490
5.4.8.1.2 Reingas.....	490
5.4.8.2 Emissionskontrolle .....	492
5.4.8.2.1 Kontinuierliche Messung von Emissionen .....	493
5.4.8.2.2 Einzelmessungen von Emissionen.....	494
5.4.8.2.3 Emissionsbewertung (Messwerte und Abscheidegrade).....	494
5.4.8.2.4 Emissionsfrachten .....	495
5.4.8.3 Immissionen .....	495
5.4.8.4 Übersicht über die Rauchgasreinigungsverfahren bei der therm. Abfallbehandl. ....	498
5.4.8.5 Abscheidung von Partikeln (Entstaubung) .....	498
5.4.8.5.1 Fliehkraftabscheider (Zyklone).....	499
5.4.8.5.2 Elektrofilter .....	500
5.4.8.5.3 Nasselektrofilter .....	500
5.4.8.5.4 Gewebefilter .....	501
5.4.8.6 Abscheidung von gasförmigen Schadstoffen .....	503
5.4.8.6.1 Trockenverfahren .....	503
5.4.8.6.1.1 NID-Verfahren .....	505
5.4.8.6.1.2 NEUTREC-Verfahren .....	506
5.4.8.6.2 Quasitrockenverfahren .....	507
5.4.8.6.3 Nassverfahren .....	508

---

5.4.8.7 Adsorptionsverfahren .....	512
5.4.8.8 Stickstoffoxidminderung .....	517
5.4.8.8.1 SNCR-Verfahren .....	519
5.4.8.8.2 SCR-Verfahren .....	520
5.4.9 Rückstände aus der thermischen Abfallbehandlung .....	521
5.4.9.1 Feuerungsbedingte Rückstände .....	523
5.4.9.1.1 Rostasche .....	523
5.4.9.1.2 Kesselasche / Flugstaub .....	525
5.4.9.2 Reaktionsprodukte aus der Rauchgasreinigung .....	526
5.4.10 Abfallenergieinhalte .....	529
5.4.10.1 Abfallheizwerte .....	530
5.4.10.1.1 Heizwertermittlung .....	531
5.4.10.1.2 Heizwertbestimmung nach Betriebsparametern .....	532
5.4.11 Energienutzung bei der thermischen Abfallbehandlung .....	535
5.4.11.1 Dampferzeuger .....	536
5.4.11.1.1 Großwasserraumkessel .....	536
5.4.11.1.2 Wasserrohrkessel .....	536
5.4.11.1.3 Aufbau von Dampferzeugern .....	537
5.4.11.1.4 Prinzip eines Naturumlaufdampferzeugers .....	538
5.4.11.1.5 Bauweisen von Dampferzeugern .....	539
5.4.11.2 Dampfturbinen .....	540
5.4.11.3 Kondensatoren .....	541
5.4.11.4 Speisewasserpumpen .....	541
5.4.11.5 Physikalische Grundlagen des Wasser-/Dampfkreislaufs .....	542
5.4.11.5.1 Phasenumwandlungen von Wasser .....	542
5.4.11.5.2 Wasser-/Dampfkreislauf (Clausius-Rankine-Prozess) .....	543
5.4.11.6 Bestimmung des Wirkungsgrades von Abfallverbrennungs-anlagen .....	547
5.4.11.7 Verfügbarkeit von thermischen Abfallbehandlungsanlagen .....	548
5.4.11.8 Grundformen der Energienutzung in Wasser-/Dampf-Prozessen .....	548
5.4.11.8.1 Heizwerk .....	549
5.4.11.8.2 Kondensationskraftwerk .....	549
5.4.11.8.3 Heizkraftwerk .....	553
5.4.11.8.4 Nutzungsgrad bei der Kraft-Wärme-Kopplung .....	555
5.4.11.8.5 Entnahme-Kondensationskraftwerke .....	557
5.4.11.8.6 Gegendruck-Heizkraftwerke .....	558
5.4.11.9 Energieeffizienz von Abfallverbrennungsanlagen .....	559
5.4.11.10 Beitragsmöglichkeiten der thermischen Abfallbehandlung zum Klimaschutz .....	560
5.4.12 Betrieb einer thermischen Abfallbehandlungsanlage .....	560
5.4.12.1 Betriebskontrollsysteme .....	560
5.4.12.2 Betriebssicherheit und Arbeitsschutz .....	562
5.4.12.2.1 Bundes-Immissionsschutzgesetz .....	562
5.4.12.2.2 Verordnung über Verbrennungsanlagen für Abfälle und ähnliche brennbare Stoffe (17. BImSchV) .....	563
5.4.12.2.3 Störfall-Verordnung .....	564
5.4.12.2.4 Betriebssicherheitsverordnung .....	564
5.4.12.2.5 Produktsicherheitsgesetz .....	565
5.4.12.2.6 Berufsgenossenschaftliche Vorschriften .....	565

5.4.12.3 Personalstrukturen .....	566
5.4.12.4 Schichtbetrieb .....	568
5.4.12.5 Betriebsstörungen .....	569
5.5 Deponie .....	572
5.5.1 Allgemeines .....	572
5.5.2 Bauliche Hauptbestandteile der Deponie .....	573
5.5.3 Standort .....	574
5.5.3.1 Eignung .....	574
5.5.3.2 Untergrund .....	574
5.5.3.3 Deponieform .....	575
5.5.4 Deponieklassen .....	576
5.5.5 Deponieabdichtungssysteme .....	577
5.5.5.1 Allgemeines .....	577
5.5.5.2 Anforderungen an Abdichtungssysteme .....	578
5.5.5.3 Geologische Barriere und Deponiebasisabdichtungssystem .....	579
5.5.5.4 Oberflächenabdichtungssystem .....	581
5.5.6 Umsetzungsvorgänge in der Deponie .....	583
5.5.7 Deponiesickerwasser .....	587
5.5.7.1 Entstehung .....	587
5.5.7.2 Sickerwasseranfall .....	587
5.5.7.3 Sickerwasserzusammensetzung .....	589
5.5.7.5 Sickerwasserfassung .....	592
5.5.7.6 Bestandteile des Entwässerungssystems (Deponiebasis) .....	595
5.5.7.7 Sickerwasserbehandlung .....	597
5.5.7.7.1 Gesetzliche Vorgaben .....	597
5.5.7.7.2 Speicherung des Sickerwassers .....	599
5.5.7.7.3 Technologien der Sickerwasserbehandlung .....	599
5.5.7.7.4 Biologische Verfahren .....	601
5.5.7.7.5 Chemisch-physikalische Verfahren .....	604
5.5.7.7.6 Physikalische Verfahren .....	606
5.5.7.7.7 Verfahrenskombinationen .....	610
5.5.8 Deponegas .....	612
5.5.8.1 Charakterisierung von Deponegas .....	612
5.5.8.2 Entwicklungen und heutiger Stand der Technik .....	613
5.5.8.3 Gasfassung .....	614
5.5.8.3.1 Anforderungen .....	614
5.5.8.3.2 Bauliche Ausführung von Gasdränagen .....	615
5.5.8.3.3 Entgasung .....	617
5.5.8.3.4 Gasanalyse .....	618
5.5.8.3.5 Gasaufbereitung .....	619
5.5.8.3.6 Deponiegasnutzung .....	620
5.5.9 Explosionsschutz .....	622
5.5.10 Infrastruktur und Einrichtungen von Deponien .....	624
5.5.10.1 Zufahrten und Eingangsbereich .....	624
5.5.10.2 Maschinenausstattung .....	624
5.5.10.3 Annahme und Einbau von Abfällen .....	625
5.6 Sonderabfallbehandlung .....	627

---

5.6.1 Allgemeines.....	627
5.6.2 Sonderabfallarten und ihre Zuordnung.....	629
5.6.3 Chemisch-physikalische Behandlungsanlagen (CPB).....	631
5.6.3.1 Grundlagen .....	631
5.6.3.2 Sammelstelle und Zwischenlager.....	632
5.6.3.3 Chemische Behandlung.....	634
5.6.3.3.1 Neutralisation.....	634
5.6.3.3.2 Entgiftung .....	635
5.6.3.3.3 Fällung .....	636
5.6.3.3.4 Chemische Emulsionsspaltung .....	638
5.6.3.4 Physikalische Behandlung .....	639
5.6.3.4.1 Konfektionierung .....	639
5.6.3.4.2 Konditionierung und mechanische Entwässerung .....	641
5.6.3.5. Eindampfung und Destillation.....	644
5.6.3.6 Nachgeschaltete Verfahrensschritte.....	644
5.6.3.7 Ausgasungen, Geruchsemisionen und Staubentwicklung .....	644
5.6.3.8 Ausstattung, Behandlungsschritte und Arbeitsweise von CPB-Anlagen .....	644
5.6.4 Thermische Sonderabfallbehandlung .....	646
5.6.4.1 Allgemeines .....	646
5.6.4.2 Technik der thermischen Behandlung in Drehrohrofenanlagen .....	647
5.6.4.3 Betrieb einer Anlage.....	651
5.6.5 Sonderabfalldeponie .....	653
5.6.5.1 Oberirdische Ablagerung (Deponiekasse III).....	653
5.6.5.1.1 Herkömmliche Deponietechnik .....	653
5.6.5.1.2 Grundlagen der Deponietechnik für gefährliche Abfälle.....	655
5.6.5.1.3 Betrieb der Sonderabfalldeponie .....	656
5.6.5.2 Untertagedeponie (Deponiekasse IV) .....	657
5.6.5.2.1 Zielsetzung.....	657
5.6.5.2.2 Arten von Untertagedeponien .....	658
5.6.5.2.3 Betrieb der Untertagedeponie .....	659
6. Probenahme, Messungen und Analytik .....	663
6.1 Die Bedeutung der Probenahme.....	663
6.1.1 Maßnahmen zur Qualitätssicherung .....	664
6.2 Probenahme von Restsiedlungsabfällen und Wertstoffgemischen .....	666
6.2.1 Bearbeitung von Hausmüllproben .....	666
6.3 Probenahme fester und stichfester Abfälle und abgelagerter Materialien.....	668
6.3.1 Hot-Spot-Beprobung.....	668
6.3.2 Allgemeine Abfallbeprobung .....	668
6.3.3 Durchführung der Probenahme .....	668
6.3.4 Bearbeiten von festen und stichfesten Abfallproben zu analytischen Zwecken.....	671
6.4 Entnahme von Proben aus flüssigen oder schlammigen Abfällen.....	673
6.5 Entnahme von Proben aus Komposten.....	675
6.6 Entnahme von Bodenproben .....	676
6.7 Abfallprobenahme vom Lkw im Eingangsbereich.....	677
6.8 Entnahme von Wasserproben .....	679
6.8.1 Beprobung von Grundwasser.....	679
6.8.2 Beprobung von Oberflächenwasser .....	680

6.8.3 Beprobung von Sickerwasser.....	681
6.9 Probenvorbereitung für chemische und physikalische Untersuchungen.....	681
6.9.1 Probenvorbereitung für Hausmüll oder Restsiedlungsabfälle .....	681
6.9.2 Zerkleinerungsmaschinen .....	683
6.9.3 Probenvorbereitung für Abfall zur Verbrennung .....	683
6.9.4 Probenvorbereitung für produktionsspezifische Abfälle, gewerbliche Siedlungs-abfälle und Sonderabfall .....	684
6.10 Physikalische Untersuchungsmethoden .....	684
6.10.1 Analyse von Restsiedlungsabfall, Wertstoffen, Bau- und Gewerbeabfällen.....	684
6.10.2 Siebanalyse .....	685
6.10.3 Sortieranalyse.....	687
6.10.4 Bestimmen der Abfalldichte und des Abfallvolumens.....	689
6.10.5 Bestimmen des Wassergehaltes.....	691
6.10.6 Hygroskopische Feuchtigkeit (Restwassergehalt) .....	691
6.10.7 Bestimmen des organischen Anteils (Glühverlust und mineralischer Anteil) .....	692
6.10.8 Bestimmung des Brennwertes.....	693
6.10.9 Thermisches Verhalten (Erhitzungsversuch) .....	693
6.10.10 Temperaturen .....	694
6.11 Chemische Untersuchungen .....	695
6.11.1 Analytische Untersuchungen im Betriebslabor (Kontrollanweisung) .....	695
6.11.2 pH-Wert .....	697
6.11.3 Bestimmung für leicht freisetzbare Cyanide (Blausäure) .....	699
6.11.4 Reaktionstest .....	700
6.11.5 Qualitative Analyse ausgewählter Anionen und Kationen.....	701
6.11.6 Elektrische Leitfähigkeit .....	703
6.11.7 Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB).....	703
6.11.8 Bestimmung des TOC .....	705
6.11.9 Kohlendioxid im Deponiegas.....	706
6.12 Sinnesprüfungen (Organoleptische Untersuchungen) .....	706
6.12.1 Visuelle Prüfung.....	706
6.12.2 Bestimmung des Geruchs .....	707
6.12.3 Bestimmung der Färbung.....	707
6.12.4 Bestimmung der Trübung .....	708
6.13 Biochemische Untersuchungsmethoden .....	708
6.13.1 Bestimmung des Rottegrades durch Selbsterhitzung des Kompostes .....	708
6.13.2 Biochemischer Sauerstoffbedarf (BSB).....	709
6.13.3 Atmungsaktivität und Gärtetest .....	710
6.14 Untersuchungsrahmen bei Gewerbe- und Sonderabfällen .....	711
6.15 Untersuchungsrahmen bei Kompost .....	715
6.16 Untersuchungsrahmen für Grund- und Sickerwasser.....	716
7 Betrieb und Überwachung .....	719
7.1 Instrumentarien für die Betriebssteuerung .....	719
7.1.1 Abfallberatung.....	719
7.1.2 Abfallbilanzen und Abfallwirtschaftskonzepte .....	719
7.1.3 Entsorgungsnachweis .....	720
7.1.3.1 Handhabung des Entsorgungsnachweises .....	721
7.1.3.2 Privilegiertes Verfahren .....	726

---

7.1.3.3 Sonderregelungen beim Entsorgungsnachweis .....	727
7.1.4 Begleitscheine und Übernahmescheine .....	728
7.1.5 Register .....	731
7.1.6 Elektronisches Abfallnachweisverfahren (eANV).....	731
7.1.7 Beförderungserlaubnis .....	732
7.2 Betriebliche Überwachung .....	735
7.2.1 Kontrolle im Eingangsbereich .....	735
7.2.2 Kontrolle im Entladebereich .....	736
7.2.3 Kontrolle bei der Ausfahrt .....	737
7.2.4 Kontrolle bei der Behandlung.....	737
7.2.5. Kontrolle der Wertstoffe .....	740
7.2.6 Kontrolle der Rückstände und Reststoffe .....	742
7.3 Betriebsorganisation für die Überwachung .....	742
7.4 Betriebsordnung .....	744
7.5 Betriebshandbuch .....	745
7.6 Betriebstagebuch .....	748
7.7 Jahresübersichten.....	749
7.8 Betriebsdaten und Betriebsaufzeichnungen .....	750
7.9 Behördliche Überwachung .....	755
7.9.1 Zuständige Behörde .....	755
7.9.2 Betriebskontrollen.....	756
7.10 Betriebsbeauftragte für Abfall, Gefahrgut, Immissions- und Gewässerschutz .....	758
7.10.1 Betriebsbeauftragter für Abfall .....	758
7.10.2 Gefahrgutbeauftragter .....	759
7.10.3 Immissionsschutzbeauftragter.....	759
7.10.4 Sonstige Regelungen zu Betriebsbeauftragten.....	760
7.11 Anerkennung als Entsorgungsfachbetrieb .....	760
7.12 Weitergehende Anerkennung durch Managementsysteme .....	763
7.13 Vertrieb .....	766
7.14 Kundenkontakte und Kundenorientierung .....	770
7.15 Erfassung von Leistungen und Kosten .....	774
7.16 Personalausstattung und -qualifikation.....	781
7.17 Pflege, Wartung und Instandhaltung .....	783
7.18 Arbeitssicherheitsrelevante Vorschriften beim Betrieb .....	787
8. Fachbezogene Rechtsvorschriften .....	795
8.1 Begriff des Rechts .....	795
8.2 Rechtsquellen .....	795
8.3 Rangordnung der Rechtsquellen .....	798
8.4 Privates und öffentliches Recht.....	798
8.5 Europäisches Abfallrecht.....	799
8.6 Kreislaufwirtschaftsgesetz – KrWG.....	802
8.6.1 Allgemeines.....	802
8.6.2 Entstehungsgeschichte des Abfallrechts .....	802
8.6.3 Allgemeine Vorschriften des Kreislaufwirtschaftsgesetzes .....	804
8.6.4 Grundsätze und Pflichten .....	806
8.6.5 Produktverantwortung.....	812
8.6.6 Planungsverantwortung.....	813

8.6.7 Absatzförderung und Abfallberatung .....	814
8.6.8 Überwachung .....	815
8.6.9 Entsorgungsfachbetriebe, Betriebsbeauftragte und Schlussbestimmungen .....	816
8.7 Ländergesetze .....	817
8.8 Verordnungen .....	818
8.8.1 Verordnungen zum Vollzug der Überwachung .....	818
8.8.2 Verordnungen zu Deponien .....	818
8.8.3 Verordnungen zum Vollzug der Produktverantwortung .....	819
8.8.3.1 Verpackungsverordnung .....	819
8.8.3.2 Elektro- und Elektronikgerätegesetz .....	820
8.8.3.3 Batteriegesetz .....	821
8.8.3.4 Altfahrzeug-Verordnung .....	821
8.8.3.5 Gewerbeabfallverordnung .....	821
8.8.4 Verordnung zur Nutzung von organischen Abfällen .....	822
8.8.4.1 Klärschlammverordnung .....	822
8.8.4.2 Bioabfallverordnung .....	822
8.8.5 Verordnungen zum Verbot von Stoffen und zur Entsorgung gefährlicher Abfälle .....	823
8.8.5.1 Altölverordnung .....	824
8.8.5.2 Altholzverordnung .....	824
8.9 Satzungen .....	825
8.10 Relevante Vorschriften aus anderen Rechtsgebieten .....	826
8.11 Sonstige Vorschriften .....	829
Literaturverzeichnis .....	857
Bilder und Tabellen .....	875
Stichwortverzeichnis .....	899