

INHALTSÜBERSICHT

Zum Geleit	3
Vorwort	4
Vorwort der Autoren	5
Inhaltsübersicht über BAND I Grundlagen für alle Fachrichtungen	6
1 Geschichtliche Entwicklung der Abfallentsorgung und Städtereinigung	17
1.1 Allgemeines	17
1.2 Prähistorische Zeit – Altertum	18
1.3 Mittelalter	18
1.4 Neuzeit – bis Mitte des 19. Jahrhunderts	19
1.5 Neuzeit – die 2. Hälfte des 19. Jahrhunderts (1. Reform der Städtereinigung)	20
1.6 Die 1. Hälfte des 20. Jahrhunderts (Gründung des Verbandes Kommunaler Fuhrparksbetriebe)	20
1.7 Die 2. Hälfte des 20. Jahrhunderts (2. Reform der Städtereinigung)	21
1.8 Ziele – Zukunftsperspektiven	22
2 Herkunft, Arten, Mengen, Beschaffenheit und Zusammensetzung der Abfälle	25
2.1 Herkunft und Unterscheidung der Abfälle	25
2.2 Abfallarten	34
2.2.1 Abfallkatalog	34
2.2.1.1 Aufbau und Inhalt des Abfallkataloges/Sonderabfall- kataloges	34
2.2.1.2 Schema des Abfallkataloges	35
2.2.1.3 Schema des Sonderabfallartenkataloges	36
2.2.2 Anwendung des Abfall- und des Sonderabfallartenkataloges	38
2.3 Abfallmengen	40
2.3.1 Gewicht, Volumen und Raumgewicht	40
2.3.2 Erfassung und Mengenangaben	41
2.4 Zusammensetzung und Beschaffenheit der Abfälle	45
2.4.1 Beschreibung des Hausmülls	45
2.4.2 Chemische und physikalische Größen des Hausmülls	50
2.4.3 Schadstoffe im Hausmüll	51
2.4.4 Beschreibung der produktionsspezifischen Abfälle	52
2.4.5 Beschreibung der Sonderabfälle	53
2.5 Abfälle unter den Gesichtspunkten der Vermeidung, Verminderung und Verwertung	54
3 Sammlung und Transport von Abfällen	57
3.1 Allgemeines	57
3.2 Sammlung von Abfällen	57
3.2.1 Aufgabenzuständigkeit	57
3.2.2 Entsorgungstechnik	58
3.2.2.1 Abfallsammelsysteme	58

3.2.2.2 Behältersysteme/Abfallgefäßarten	60
3.2.2.3 Behälterstandplätze/Transportwege	65
3.3 Transport von Abfällen	67
3.3.1 Abfallsammelfahrzeuge	67
3.3.2 Schüttvorrichtungen (Schüttsysteme) am Müllsammelfahrzeug	69
3.3.3 Fahrzeuge für den Transport von Wechselbehältern	72
3.3.4 Organisation der Abfallabfuhr	74
3.4 Organisation und Technik der Sperrgutabfuhr	75
3.4.1 Bedarfssperrmüllabfuhr	75
3.4.2 Turnusmäßige Sperrmüllabfuhr	76
3.4.3 Fahrzeugtechnik	76
3.5 Müllumladeanlagen	77
3.6 Abfuhr sonstiger fester Abfälle	79
3.7 Sammlung und Transport flüssiger Abfälle	80
3.8 Transport gefährlicher Güter	81
3.9 Getrennte Erfassung von Schadstoffen aus Siedlungsabfällen	84
4 Methoden der Abfallverwertung und -behandlung	95
4.0.1 Abfallentsorgung – Abfallwirtschaft	95
4.0.2 Verfahren der Abfallverwertung und -behandlung	95
4.0.3 Abfallentsorgungs- und Verwertungsanlagen in der Bundesrepublik	96
4.0.4 Altablagerungen und Altlasten	99
4.1 Stoffliche Verwertung	100
4.1.1 Zielsetzung	100
4.1.2 Organisation, technischer Aufwand und Kosten der getrennten Sammelverfahren	102
4.1.2.1 Systemlose Sammlung – Straßensammlung	102
4.1.2.2 Bringsysteme	102
4.1.2.3 Holsysteme	106
4.1.3 Stofftrennung durch mechanische Abfallaufbereitung	109
4.1.4 Aufbereitung und Wiederverwertung von Industrie- und Gewerbeabfällen	113
4.1.5 Aufbereitung und Wiederverwertung von Bauschutt, Straßenaufrüttung, anorganischen Massenabfällen und Baustellenmischabfällen	115
4.1.6 Verwertung von Altreifen und sonstigen Abfällen	117
4.1.7 Vermarktung der gewonnenen Wertstoffe	117
4.1.7.1 Papier	118
4.1.7.2 Glas	118
4.1.7.3 Metalle	119
4.1.7.4 Kunststoffe	119
4.1.7.5 Textilien	120
4.1.7.6 Recycling-Baustoffe	120
4.1.8 Duales System	120
4.1.9 Abfallbörse	123
4.2 Kompostierung	124
4.2.1 Allgemeines	124

4.2.2	Grundlagen der Kompostierung	127
4.2.3	Hygiene	134
4.2.4	Kompostierungsverfahren	135
4.2.5	Kompostqualitäten	150
4.2.6	Kompostabsatz	153
4.2.7	Umweltbelastungen durch Kompostwerke	168
4.3	Thermische Behandlung	170
4.3.1	Allgemeines	170
4.3.2	Allgemeine Verfahrenstechnik	170
4.3.2.1	Funktionsbeschreibung einer Anlage	171
4.3.2.2	Rostfeuerungen	173
4.3.2.3	Drehstrommelsysteme	174
4.3.2.4	Pyrolyseverfahren	174
4.3.2.5	Brennstoffe aus Abfall	176
4.3.2.6	Klärschlammverbrennung	177
4.3.3	Beschreibung einzelner Verfahrenskomponenten	178
4.3.3.1	Abfallanlieferung	178
4.3.3.2	Abfallbunker	178
4.3.3.3	Beschickungseinrichtungen	179
4.3.3.4	Feuerraum und Nachbrennzone	180
4.3.3.5	Verbrennungsluft – Zusatzluft	181
4.3.3.6	Aufbau eines Rostsystems	182
4.3.3.7	Rauchgastransport	184
4.3.3.8	Wärmetauscher – Dampferzeuger	184
4.3.3.9	Entschlackung – Entaschung	187
4.3.3.10	Rauchgasreinigung	188
4.3.3.11	Kamin	190
4.3.3.12	Kontrollsysteme	190
4.3.3.13	Nebenanlagen	191
4.3.4	Abfallenergieinhalte	192
4.3.4.1	Heizwertentwicklung	193
4.3.4.2	Heizwerttabelle für Abfallstoffe	193
4.3.4.3	Energieäquivalente	194
4.3.5	Heizwertermittlung	195
4.3.5.1	Heizwertbestimmung nach Abfall-Einzelkomponenten	195
4.3.5.2	Heizwertbestimmung nach Betriebsparametern	196
4.3.5.3	Beispiel einer Hu_A -Bestimmung	198
4.3.6	Feuerleistungsdiagramme	199
4.3.6.1	Einfluß des Heizwertes auf den Abfalldurchsatz	200
4.3.6.2	Extremwertbetrachtung	200
4.3.6.2.1	Heizwertminderungen	201
4.3.6.2.2	Heizwertsteigerungen	201
4.3.6.3	Berechnung von Abfalldurchsatzmengen	201
4.3.7	Verbrennungstechnologie	203
4.3.7.1	Feuerraumgeometrie	203
4.3.7.2	Einfluß des Heizwertes auf die Feuerraumgeometrie	204
4.3.7.3	Einfluß des Heizwertes auf die Feuerraumtemperatur	205

4.3.7.4	Rauchgasmengen	207
4.3.7.4.1	Spezifische Rauchgasmenge	207
4.3.7.4.2	Gesamtrauchgasmenge	207
4.3.7.4.3	Temperaturabhängige Betriebsrauchgasmenge	207
4.3.7.5	Rauchgasgeschwindigkeit und Verweilzeit	207
4.3.7.6	Ausbrandgüte der Rauchgase	209
4.3.7.7	Verbrennungsluft	210
4.3.7.7.1	Verbrennungsluftmenge	210
4.3.7.7.2	Luftüberschuß „ λ “	211
4.3.7.7.3	Verteilung der Verbrennungsluft	211
4.3.7.7.4	Verbrennungsluftsteuerung	212
4.3.7.7.5	Einfluß des O ₂ -Wertes auf die Emissionsbewertung	213
4.3.7.8	Feuerungsleistungs-Regelung	214
4.3.8	Emissionen/Immissionen	215
4.3.8.1	Einfluß der Verbrennungstechnologie	215
4.3.8.2	Emissionsbegrenzungen	215
4.3.8.3	Rohgas- und Reingaswerte	216
4.3.8.4	Emissionsvergleiche	217
4.3.8.5	Immissionen	218
4.3.9	Rauchgasreinigungs-Systeme	219
4.3.9.1	Allgemeines	219
4.3.9.2	Elektrofilter	220
4.3.9.3	Zyklone	221
4.3.9.4	Gewebefilter	221
4.3.9.5	Sprühabsorber	222
4.3.9.6	Naßwäscher	224
4.3.9.7	Naßelektrofilter	225
4.3.9.8	Aktivkohlefilter	225
4.3.9.9	Entstickung	227
4.3.9.10	Verschiedene Rauchgasreinigungs-Verfahren	229
4.3.10	Reststoffe	232
4.3.10.1	Reststoffanfall	232
4.3.10.2	Rostschlacke	234
4.3.10.3	Kesselasche	235
4.3.10.4	Flugasche	236
4.3.10.5	Rückstände aus der Rauchgasreinigung	237
4.3.10.6	Abwasser	237
4.3.10.7	Analytische Werte der Reststoffe und Rückstände	238
4.3.11	Energieverwertung	240
4.3.11.1	Allgemeines	240
4.3.11.2	Dampfparameter	242
4.3.11.3	Stromerzeugung	243
4.3.11.4	Fernwärme (Kraft-Wärme-Kopplung)	246
4.3.12	Betrieb der Anlage	248
4.3.12.1	Betriebssicherheit	248
4.3.12.2	Personalbedarf	249

4.3.12.3 Schichtbetrieb	250
4.3.12.4 Betriebsstörungen	251
4.3.12.5 Betriebskontrolle	252
4.4 Deponie	254
4.4.1 Allgemeines	254
4.4.2 Bauliche Hauptbestandteile der Deponie	254
4.4.3 Deponieformen und Deponiearten	254
4.4.4 Zuordnung von Abfallarten zu Deponieklassen oder -typen	258
4.4.5 Von der Deponie ausgehende Umweltauswirkungen	258
4.4.5.1 Emissionen in die Luft	259
4.4.5.2 Emissionen in das Wasser	260
4.4.5.3 Auswirkungen auf die Landschaft	260
4.4.5.4 Auswirkungen hygienischer Art	261
4.4.6 Vorgänge in der Deponie	261
4.4.6.1 Deponegas	261
4.4.6.2 Sickerwasser	264
4.4.7 Sickerwasserfassung	269
4.4.8 Sickerwasserbehandlung	274
4.4.8.1 Gesetzliche Vorgaben und Behandlungsnotwendigkeit	274
4.4.8.2 Möglichkeiten der Sickerwasserbehandlung	276
4.4.8.2.1 Biologische Verfahren	276
4.4.8.2.2 Chemisch-physikalische Verfahren	280
4.4.8.2.3 Physikalische Verfahren	281
4.4.8.2.4 Weitere Verfahren	283
4.4.8.3 Auswirkungen	283
4.4.9 Untergrund- und Oberflächenabdichtung	284
4.4.9.1 Untergrundabdichtung (Basisabdichtung)	284
4.4.9.2 Oberflächenabdichtung	285
4.4.10 Deponiegassfassung	286
4.4.10.1 Charakterisierung von Deponiegas	286
4.4.10.2 Maßnahmen zur Gasfassung	287
4.4.10.3 Anforderungen an eine Gasdränung	287
4.4.10.4 Bauliche Ausführung von Gasdränung	288
4.4.11 Deponiegasnutzung	290
4.4.11.1 Spezifische Daten für das Deponiegas	290
4.4.11.2 Analyse des Deponiegases	290
4.4.11.3 Entgasung	292
4.4.11.4 Gasaufbereitung	293
4.4.11.5 Abfackelung	294
4.4.11.6 Deponiegasnutzungsanlagen	294
4.4.12 Einrichtungen von Deponien	296
4.4.12.1 Zufahrten und Infrastruktur	296
4.4.12.2 Ummauerung	296
4.4.12.3 Eingangsbereich	297
4.4.12.4 Maschinenausstattung	297
4.4.13 Annahme und Einbau von Abfällen	298
4.4.13.1 Annahme der Abfälle	298

4.4.13.2 Schutzwälle	298
4.4.13.3 Einbau der Abfälle	299
4.5 Sonderabfallbehandlung	304
4.5.1 Allgemeines	304
4.5.2 Sonderabfallarten und ihre Zuordnung	304
4.5.3 Chemisch-physikalische Behandlungsanlagen (CPB)	306
4.5.3.1 Allgemeines	306
4.5.3.2 Sammelstelle und Zwischenlager	306
4.5.3.3 Chemische Behandlung	307
4.5.3.3.1 Neutralisation	307
4.5.3.3.2 Entgiftung	308
4.5.3.3.3 Fällung	310
4.5.3.3.4 Chemische Emulsionsspaltung	311
4.5.3.4 Physikalische Behandlung	311
4.5.3.4.1 Konfektionierung	311
4.5.3.4.2 Konditionierung und mechanische Entwässerung	313
4.5.3.5 Ausgasungen, Geruchsemisionen und Staubentwicklung	316
4.5.3.6 Ausstattung und Arbeitsweise von CPB-Anlagen	316
4.5.4 Verfestigungsverfahren für Sonderabfälle	318
4.5.5 Thermische Sonderabfallbehandlung	319
4.5.5.1 Allgemeines	319
4.5.5.2 Zu verbrennende Sonderabfälle	319
4.5.5.3 Anlieferungsformen für Abfälle	320
4.5.5.4 Hauptbestandteile der Anlage	320
4.5.5.5 Beschickung und Feuerungstechnik	321
4.5.5.6 Rauchgasreinigung	323
4.5.5.7 Verwertung der freiwerdenden thermischen Energie . .	323
4.5.5.8 Betrieb der Sonderabfallverbrennungsanlage	323
4.5.6 Sonderabfalldeponie	324
4.5.6.1 Oberirdische Sonderabfalldeponie	324
4.5.6.1.1 Bisherige Deponietechnik	324
4.5.6.1.2 Grundlagen der neuen Deponietechnik . .	326
4.5.6.1.3 Bedingungen an die abzulagernden Abfälle .	328
4.5.6.1.4 Betrieb der Sonderabfalldeponie	328
4.5.6.2 Untertagedeponie	330
4.5.6.2.1 Zielsetzung	330
4.5.6.2.2 Arten von Untertagedeponien	330
4.5.6.2.3 Betrieb der Untertagedeponie	332
5 Probenahme, Messungen und Analytik	335
5.1 Probenahme	335
5.1.1 Notwendigkeit der Probenahme	335
5.1.2 Hausmüllprobenahme	336
5.1.3 Probenahme produktionspezifischer Abfälle und Sonderabfälle .	339
5.1.4 Probenahme bei Komposten	344
5.1.5 Probenahme von kontaminierten Böden	344

5.1.6	Gewinnung von Wasserproben	345
5.1.7	Abfallprobenahme vom Lkw im Eingangsbereich	347
5.1.8	Probenahmeprotokoll und Probensicherung	350
5.2	Sinnesprüfungen	350
5.3	Probenvorbereitung für chemische und physikalische Untersuchungen	351
5.3.1	Probenvorbereitung für Hausmüll	351
5.3.2	Zerkleinerungsmaschinen	353
5.3.3	Probenvorbereitung für produktionsspezifische Abfälle und Sonderabfälle	354
5.4	Physikalische Untersuchungsmethoden	355
5.4.1	Analyse des Hausmülls	355
5.4.2	Siebanalyse (Hausmüll)	355
5.4.3	Sortieranalyse	357
5.4.4	Bestimmen der Abfalldichte und des Abfallvolumens	359
5.4.5	Bestimmen des Wassergehaltes	360
5.4.6	Hygroskopische Feuchtigkeit (Restwassergehalt)	361
5.4.7	Bestimmen des organischen Anteils (Glühverlust und mineralischer Anteil)	362
5.4.8	Thermisches Verhalten (Erhitzungsversuch)	363
5.4.9	Temperaturmessungen	363
5.5	Chemische Untersuchungen	365
5.5.1	Analytische Untersuchungen im Betriebslabor (Kontrollanweisung)	365
5.5.2	pH-Wert	366
5.5.3	Bestimmung für leicht freisetzbare Blausäure	368
5.5.4	Reaktionstest	369
5.5.5	Qualitative Analyse ausgewählter Anionen und Kationen	370
5.5.6	Elektrische Leitfähigkeit	372
5.5.7	Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB)	373
5.5.8	Kohlendioxid im Deponiegas	375
5.6	Biochemische Untersuchungsmethoden	375
5.6.1	Bestimmung des Rottegrades bei Komposten	375
5.6.2	Biochemischer Sauerstoffbedarf (BSB_5)	376
5.7	Untersuchungsrahmen bei Gewerbe- und Sonderabfällen	379
5.8	Untersuchungsrahmen bei Komposten	382
5.9	Untersuchungsrahmen für Grund- und Sickerwasser	382
6	Betriebssteuerung und Betriebsüberwachung	385
6.1	Instrumentarium der Betriebssteuerung	385
6.1.1	Abfallberatung	385
6.1.2	Entsorgungsnachweis	385
6.1.3	Beförderungsgenehmigung (Transportgenehmigung)	389
6.1.4	Begleitscheinverfahren	389
6.2	Betriebliche Überwachung	390
6.2.1	Kontrolle im Eingangsbereich	390
6.2.2	Kontrolle im Entladebereich	391
6.2.3	Kontrolle bei der Ausfahrt	392
6.2.4	Kontrolle bei der Verarbeitung	393

6.2.5 Kontrolle der Wertstoffe	394
6.2.6 Kontrolle der Rückstände und Reststoffe	395
6.3 Betriebsdaten und Betriebsaufzeichnungen	396
6.4 Betriebsbeauftragter für Abfall	402
6.5 Benutzungsordnung	403
6.6 Betriebsanweisungen (Betriebshandbuch)	404
6.7 Behördliche Überwachung	405
6.8 Pflege, Wartung und Instandhaltung	407
6.9 Personalausstattung und -qualifikation	408
7 Fachbezogene Rechtsvorschriften, technische Regeln und Sicherheitsvorschriften	411
7.1 Begriff des Rechts	411
7.2 Rechtsquellen	411
7.3 Rangordnung der Rechtsquellen	413
7.4 Privates und öffentliches Recht	413
7.5 Das Gesetz über die Vermeidung und Entsorgung von Abfällen der Bundesrepublik (Abfallgesetz – AbfG) vom 27. 8. 1986	413
7.6 Ländergesetze, Satzungen	427
7.7 Technische Anleitung Abfall – TA Abfall	427
7.8 Verordnung über die Vermeidung von Verpackungsabfällen (VerpackV)	429
7.9 Technische Regeln	431
7.10 Sicherheitsvorschriften	432
Schrifttumsverzeichnis	433
Bilder und Tabellen (mit Quellennachweis)	442
Stichwortverzeichnis	459
Kurzdarstellung der Autoren	471