

1	Einleitung	1
2	Ziele der thermischen Behandlung	5
3	Rahmenbedingungen	11
3.1	Politische Vorgaben	12
3.2	Juristisches Rahmenwerk	14
3.3	Technische Themen.....	19
4	Historische Entwicklung	20
4.1	Mittelalter bis Mitte 19. Jahrhundert	20
4.2	Mitte 19. Jahrhundert bis 1945 (Industrialisierung)	28
4.3	1945 bis zur Gegenwart.....	34
5	Abfallstoffe: Analytik und Eigenschaften	41
5.1	Einleitung	41
5.2	Eigenschaften	42
5.3	Probenahme und Probevorbereitung	48
5.4	Analyse.....	55
5.5	Auswertung	60
6	Thermische Verfahren	65
6.1	(Mono-) Verbrennung	66
6.1.1	Verbrennungsablauf und -reaktionen	68
6.1.2	Statik und Dynamik der Verbrennung.....	72
6.1.3	Verbrennungsrechnung	73
6.2	Co- (Mit-) Verbrennung	81
6.2.1	Genehmigungssituation.....	82
6.2.2	Einsatzstoffe.....	82
6.2.3	Eintrag- bzw. Ausgabesysteme	84
6.3	Feuerungssysteme	84
6.3.1	Festbett- bzw. Rostfeuerung.....	87
6.3.2	Drehrohrofen.....	97
6.3.3	Etagenofen	97
6.3.4	Durchlaufofen	98
6.3.5	Schachtofen.....	99
6.4	Wirbelschichtfeuerung	100
6.4.1	Stationäre atmosphärische Wirbelschichtfeuerung.....	100
6.4.2	Zirkulierende Wirbelschichtfeuerung.....	102
6.4.3	Druckbetriebene Wirbelschichtfeuerung	103
6.5	Staubfeuerung	103
6.6	Brennkammer und Brennkammerauslegung/Feuerraumgeometrie	106
6.7	Brennersysteme	113
6.7.1	Ölbrenner	114
6.7.2	Gasbrenner	115
6.8	Pyrolyse.....	116

6.9	Vergasung	118
6.10	Alternative Verfahren.....	124
6.10.1	Schwel-Brenn-Verfahren.....	125
6.10.2	RCP-Verfahren von Roll	126
6.10.3	Thermoselect-Verfahren.....	128
6.10.4	Konversionsverfahren	129
6.10.5	Lurgi Öko-Gas-Verfahren	130
7	Abfallverbrennungsanlagen	131
7.1	Allgemeine Anlagenbeschreibung.....	134
7.2	Bereich Abfallanlieferung	136
7.3	Bereich Vorbehandlung.....	138
7.4	Bereich Lagerung	140
7.5	Bereich Beschickung.....	141
7.6	Bereich Verbrennung	143
7.7	Bereich Schlackeaufbereitung.....	143
7.8	Bereich Dampferzeuger.....	145
7.9	Bereich Rauchgasreinigung.....	151
7.10	Kamin/Schornstein	154
7.11	Bereich Wasseraufbereitung und Abwasserbehandlung.....	155
7.12	Bereich Energieerzeugung	158
7.13	Bereich Sicherheitstechnik	161
7.14	Bereich Elektro- und Leittechnik	162
8	Rückstände aus Abfallverbrennungsanlagen.....	166
8.1	Flüssige Rückstände.....	167
8.2	Feste Rückstände.....	171
8.3	Gasförmige Rückstände	174
8.4	Rechtlicher Rahmen	175
9	Verbrennung gefährlicher Abfälle.....	177
9.1	Sonderabfallverbrennung	177
9.2	Klärschlammverbrennung	180
9.3	Verbrennung von Klinikabfällen	183
10	Kraft-Wärme-Kopplung.....	186
10.1	Prinzip.....	188
10.2	Anlagenvarianten	189
10.2.1	Dampfturbinen-Anlagen.....	189
10.2.2	Brennstoffzellen-Anlagen	190
10.2.3	Stirling-Motoren-Anlagen (Heißluftmotor).....	191
10.2.4	Dampfmotoren	193
10.2.5	Organic Rankine Cycle (ORC)-Prozess	195
10.2.6	(Elektrischer) Generator.....	195
10.2.7	Blockheizkraftwerk (BHKW)	197
10.2.8	Einsatzmöglichkeiten	198

10.2.9	Wärmeversorgungssysteme	198
10.3	Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung (KWKK)	201
11	Emissionen aus Verbrennungseinrichtungen und Rauchgasreinigung	204
11.1	Einleitung	205
11.2	Quellen der Entstehung	206
11.3	Maßnahmen zur Emissionsminderung	208
11.3.1	CO-Reduzierung	209
11.3.2	NO _x -Reduzierung	211
11.3.3	(Rauchgas-) Entschwefelungsanlage (REA)	215
11.3.4	Entstaubungsanlagen	220
11.3.5	Verfahren zur Dioxinminderung	223
11.3.6	Verfahren zur Minderung der Schwermetalle	224
11.4	Beispiel einer modernen 3stufigen Rauchgasreinigung	225
11.5	Analysentechnik und Emissionsmessung	227
11.6	Emissionsgrenzwerte	234
12	Wirtschaftliche Bewertung von Abfallverbrennungsanlagen	241
12.1	Einleitung	241
12.2	Verfahren der Kostenbewertung	245
12.3	Externe Kosten	249
12.4	Zeitbegriffe bei Investitionen	249
12.5	Zusammenfassung	251
13	Planung und Projektentwicklung	254
13.1	Einleitung	254
13.2	Planungsbereiche	255
13.2.1	Vorplanung bzw. Projektentwicklung	255
13.2.2	Anlagenplanung	263
13.2.3	Auftragsvergabe	266
13.2.4	Genehmigung	269
13.2.5	Ausführung	276
13.3	Projektablauf	276
13.4	Weitere Aspekte	282
14	Betrieb und Instandhaltung	286
14.1	Betrieb	287
14.1.1	Einleitung	287
14.1.2	An- und Abfahren	288
14.1.3	Betriebsführung	290
14.1.4	Regelung	292
14.1.5	Störungen	294
14.2	Instandhaltung	296
14.3	Ersatzteilverhaltung	299
14.4	Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit	300

14.5	Technische Diagnostik	306
15	Moderne Konzepte thermischer Abfallbehandlung	309
15.1	Katalytische drucklose Verölung (KDV)	309
15.2	Innovative Restabfallbehandlungsanlage als Kombination	311
15.3	Kehrichtverbrennungsanlage Giubiasco (Schweiz).....	311
15.4	Erste Abfallverbrennungsanlage mit eigenem Bahnhof	312
15.5	„Energiebrücke“	313
15.6	Abwärme aus der Müllverbrennung	314
15.7	Müll in „High-Tech-Anlagen“ in Tokio.....	315
16	Zukunft (Trends) der thermischen Entsorgung.....	317
17	Literatur.....	326
17.1	Gesetze, Vorschriften, Richtlinien u. a.	326
17.2	Monografien.....	335