

Inhaltsverzeichnis

	Seite
I Einleitung und Zielsetzung	21
II Aufkommen organischer Reststoffe und Abfälle	25
1. Überblick	25
1.1 Art und Herkunft	25
1.2 Aufkommen	27
2. Land- und Forstwirtschaft	31
3. Pflegerückstände	33
4. Produzierendes Gewerbe	35
5. Hausmüll, hausmüllähnliche Gewerbeabfälle, Sperrmüll	38
6. Lebensmittelabfälle	41
6.1 Aufkommen	41
6.2 Exkurs: Verfütterung von Lebensmittelabfällen	42
6.2.1 Wirtschaftlichkeit und Energiebilanz	43
6.2.2 Relative Bedeutung	48
7. Klärschlamm	46
7.1 Aufkommen	46
7.2 Exkurs: Behandlung und Verwertung von Klärschlamm	47
7.2.1 Behandlungs- und Verwertungswege	47
7.2.2 Kosten der Klärschlammbehandlung und -verwertung	51
8. Zusammenfassung und FuE-Bedarf	52
III Zusammensetzung organischer Reststoffe und Abfälle	55
1. TS-Gehalt, OTS-Gehalt und C/N-Verhältnis	56
2. Zuordnung der organischen Reststoffe und Abfälle zu den Behandlungs- verfahren	62
3. Nährstoffgehalte	65
4. Schwermetallgehalte	73
IV Kompostierung	87
1. Erfassung und Transport	87
1.1 Kosten der Erfassung von Bioabfällen	88
2. Kompostierungsverfahren	93
2.1 Gartenkompostierung	96
2.1.1 Kosten	99
2.1.2 Umweltrelevante Aspekte	100
2.2 Flächenkompostierung	101
2.2.1 Kosten	103

2.2.2	Umweltrelevante Aspekte	104
2.3	Pflanzenabfallkompostierung	105
2.3.1	Verfahrenstechnik	106
2.3.2	Kosten	108
2.3.3	Umweltrelevante Aspekte	110
2.4	Bioabfallkompostierungsanlagen	111
2.4.1	Verfahrenstechnik	115
2.4.2	Kosten	118
2.4.3	Umweltrelevante Aspekte	122
3.	Zusammensetzung von und Absatzchancen für Kompost	125
3.1	Wertgebende Inhaltsstoffe	126
3.1.1	Organikgehalt	126
3.1.2	Nährstoffgehalte	127
3.2	Wertmindernde Inhaltsstoffe	129
3.2.1	Salzbelastung	129
3.2.2	Organische Schadstoffe	130
3.2.3	Schwermetallbelastung	134
3.3	Einsatzgebiete, Absatzperspektiven und Erlöschancen für Kompost	141
3.3.1	Erwerbs- und Hobbygartenbau	144
3.3.2	Garten- und Landschaftsbau	146
3.3.3	Rekultivierungsmaßnahmen	147
3.3.4	Landwirtschaft	149
3.3.5	Komposterlöse	154
4.	Verfahrensvergleich	157
4.1	Technische Merkmale	157
4.2	Ökonomische Merkmale	160
4.3	Umweltrelevante Merkmale	162
4.4	Vor- und Nachteile der verschiedenen Kompostierungsverfahren	165
5.	FuE-Empfehlungen	167
V	Biogasgewinnung	173
1.	Substrataufkommen und -anforderungen	173
1.1	Substrataufkommen	173
1.2	Substratanforderungen	174
1.3	Abbau der OTS, Biogasausbeute	175
2.	Technologische Grundlagen	178
3.	Landwirtschaftliche Biogasanlagen	181
3.1	Kosten der Biogasgewinnung und -verwertung	181
3.1.1	Gülle-Biogasanlagen	181
3.1.2	Cofermentation	187
3.1.3	Wettbewerbsfähigkeit der Biogasgewinnung - Zusammenfassung	193
3.2	Düngerwert	196
3.3	Stickstoff- und Phosphatentfernung aus der Gülle (Gärsubstrat)	197
3.4	Umweltaspekte	200
3.4.1	Klimarelevante Gase	200
3.4.2	Stickstoffemissionen	203

3.4.3	Geruchsemissionen	205
3.4.4	Hygieneaspekte	205
4.	Kommunale Biogasanlagen	206
4.1	Substrataufkommen und -anforderungen	206
4.2	Stand der Anaerobtechnik	207
4.3	Kosten der Biogasgewinnung und -verwertung	212
4.4	Umweltaspekte	214
5.	Zusammenfassender Verfahrensvergleich	216
5.1	Technische Kennwerte	217
5.2	Ökonomische Merkmale	220
5.3	Energie-/CO ₂ -Bilanz, CO ₂ -Minderungskosten	222
5.4	Emission von anorganischen Luftschadstoffen	225
5.5	Vor- und Nachteile bei der Biogasgewinnung	227
6.	FuE-Bedarf	231
6.1	Grundlagen, Technologie, Praxiserfahrung, Kosten	231
6.2	Umwelt, Bewertung	232
VI	Verbrennung	235
1.	Angaben zu technischen Varianten	235
2.	Ökonomische Kenndaten	236
3.	Umweltmerkmale	237
3.1	Direkte Emissionen bei der Verbrennung	237
3.2	Vermiedene Emissionen durch den Ersatz fossiler Energieträger	240
3.3	Saldierung der verursachten und der vermiedenen Emissionen	241
3.4	Klärungsbedarf, FuE-Bedarf	242
VII	Deponie	245
1.	Gasförmige Emissionen beim Abbau organischer Abfälle auf Deponien	245
2.	Sickerwasser	247
VIII	Verfahrensvergleiche für quantifizierbare Merkmale	249
1.	Technische Eignung unterschiedlicher Behandlungsverfahren	249
2.	Zusammenstellung ökonomischer Merkmale	252
3.	Zusammenstellung wichtiger Umweltmerkmale	255
IX	Bewertungshilfen für Umweltaspekte	259
1.	Organik	260
2.	Nährstoffe	262
3.	Organische Schadstoffe	265
4.	Schwermetalle	271
4.1	Natürliche Schwermetallgehalte in Böden	273

4.2	Schwermetallimmissionen	275
4.3	Schwermetalleinträge durch Pflanzenschutz- und Düngemittel	278
4.4	Schwermetallaufnahme	287
4.5	Schwermetallentzug	288
4.6	Schwermetallaustrag	291
4.7	Bodengrenzwerte für Schwermetalle	293
4.8	Schwermetalle - Zusammenfassung	295
5.	Geruchsstoffe	297
6.	Keime	299
7.	Klimarelevante Gase, Schonung von fossilen Energieressourcen	303
8.	Anorganische Luftschadstoffe	306
9.	Abwasser	307
X	Bewertungen und Schlußfolgerungen	313
1.	Vorgehen bei der Bewertung	313
2.	Bewertungen und Schlußfolgerungen für unterschiedliche Abfall- und Reststoffarten	317
2.1	Naturlabellenes Holz und Stroh	317
2.2	Rinde	319
2.3	Küchen- und Bioabfälle	319
2.3.1	Technische Eignung der Behandlungsverfahren	319
2.3.2	Umweltverträglichkeit	320
2.3.2.1	Anreicherung von Dauerhumus im Boden	320
2.3.2.2	Rückführung von Nährstoffen	321
2.3.2.3	Verteilung von Schwermetallen	321
2.3.2.4	Verteilung von langlebigen organischen Schadstoffen	322
2.3.2.5	Verbreitung von Geruchsstoffen und Keimen	323
2.3.2.6	Klimaschutz, Schonung fossiler Energieressourcen	324
2.3.2.7	Anorganische Luftschadstoffe	324
2.3.2.8	Abwasserbelastungen und Deponiebedarf	325
2.3.3	Vergleich der Verfahren aus ökonomischer Sicht	325
2.3.4	Gesamtbewertungen und Schlußfolgerungen	326
2.4	Holzreiche und holzarme Garten- und Pflegeabfälle, Laub	330
2.4.1	Technisch geeignete Behandlungsverfahren	330
2.4.2	Kosten und Umweltverträglichkeit	331
2.4.3	Gesamtbewertung und Schlußfolgerungen	333
2.5	Gülle	335
2.5.1	Aufkommen und technische Eignung der Behandlungsverfahren	333
2.5.2	Kosten und Umweltverträglichkeit	334
2.6	Klärschlamm	336
2.7	Abfälle aus Getränke- und Ernährungsindustrie	338
2.8	Altholz und Altpapier	340

XI	Zusammenfassung und Thesen	343
1.	Handlungs- und Entscheidungsbedarf	343
2.	Bewertungsmerkmale und Bewertung der Behandlungsverfahren	346
3.	Thesen zu den Behandlungspräferenzen für ausgewählte organische Abfälle	349
4.	Entwicklungstendenzen und anzustrebende Richtungsänderungen bei der Behandlung organischer Abfälle	352
	Literaturverzeichnis	355