© Umweltbundesamt, Wien; download unter www.umweltbundesamt.at und www.biologiezentrum.at

MA 22 Mit unserer Umwelt

Das Land Steiermark
Fachabteilung 1c
Abfall- und Stoffflusswirtschaft

Umweltbundesamt
Federal Environment Agency – Austria

Umwelt LAND OBERÖSTERREICH

BEWERTUNG ABFALLWIRTSCHAFTLICHER MASSNAHMEN MIT DEM ZIEL DER NACHSORGEFREIEN DEPONIE (BEWEND)

Paul H. Brunner
Gernot Döberl
Michael Eder
Werner Frühwirth
Renate Huber
Harald Hutterer
Roger Pierrard
Wilfried Schönbäck
Helmut Wöginger

MONOGRAPHIEN
Band 149

M-149

Wien, 2001

© Umweltbundesamt, Wien; download unter www.umweltbundesamt.at und www.biologiezentrum.at

Projektbetreuung

Dipl.-Ing. Franz Haidinger (Amt der Oberösterreichischen Landesregierung – Abteilung Umweltschutz/Abfallwirtschaft)
HR Gerhard Jägerhuber (Amt der Steiermärkischen Landesregierung)
Dipl.-Ing. Isabella Kossina (Umweltbundesamt GmbH)
Ing. Martina Kreisel (Amt der Oberösterreichischen Landesregierung – Abteilung Umweltschutz/Abfallwirtschaft)
SR Helmut Löffler (Magistrat der Stadt Wien MA 22 – Umweltschutz)
Dipl.-Ing. Florian Rieckh (Amt der Steiermärkischen Landesregierung)
Dipl.-Ing. Christian Rolland (Umweltbundesamt GmbH)
Dr. Mohammedali Seidi (Magistrat der Stadt Wien MA 22 – Umweltschutz)

Wissenschaftliche Projektleitung

Univ.-Prof. Paul H. Brunner (TU-Wien, Abteilung Abfallwirtschaft und Stoffhaushalt)
Dr. Harald Hutterer (GUA – Gesellschaft für umfassende Analysen GmbH)
Univ.-Prof. Wilfried Schönbäck (TU-Wien, Institut für Finanzwissenschaft und Infrastrukturpolitik)

Autoren

Univ.-Prof. Paul H. Brunner (TU-Wien, Abteilung Abfallwirtschaft und Stoffhaushalt)
Mag. Gernot Döberl (TU-Wien, Abteilung Abfallwirtschaft und Stoffhaushalt)
Dipl.-Ing. Michael Eder (TU-Wien, Inst. f. Finanzwissenschaft u. Infrastrukturpolitik)
Dipl.-Ing. Werner Frühwirth (GUA – Gesellschaft für umfassende Analysen GmbH)
Dipl.-Ing. Renate Huber (TU-Wien, Abteilung Abfallwirtschaft und Stoffhaushalt)
Dr. Harald Hutterer (GUA – Gesellschaft für umfassende Analysen GmbH)
Dr. Roger Pierrard (TU-Wien, Institut für Finanzwissenschaft und Infrastrukturpolitik)
Univ.-Prof. Wilfried Schönbäck (TU-Wien, Institut für Finanzwissenschaft und Infrastrukturpolitik)
Dipl.-Ing. Helmut Wöginger (GUA – Gesellschaft für umfassende Analysen GmbH)

Weitere Projektmitarbeiter

Diplomgeologe Andreas Baumeler (TU-Wien, Abteilung Abfallwirtschaft und Stoffhaushalt)
Dipl.-Ing. Stephan Faßbender (TU-Wien, Inst. f. Finanzwissenschaft u. Infrastrukturpolitik)
Dipl.-Ing. Heribert Hutterer (GUA – Gesellschaft für umfassende Analysen GmbH)
Dipl.-Ing. Christoph Prinz (TU-Wien, Inst. f. Finanzwissenschaft u. Infrastrukturpolitik)
Dr. Helmut Rechberger (TU-Wien, Abteilung Abfallwirtschaft und Stoffhaushalt)
Dr. Wolfgang Stark (GUA – Gesellschaft für umfassende Analysen GmbH)

Übersetzung

Dipl.-Ing. Renate Huber (TU-Wien, Abteilung Abfallwirtschaft und Stoffhaushalt)

Lektorat

Dipl.-Ing. Franz Haidinger (Amt der Oberösterreichischen Landesregierung – Abteilung Umweltschutz/Abfallwirtschaft)
HR Gerhard Jägerhuber (Amt der Steiermärkischen Landesregierung)
Dipl.-Ing. Isabella Kossina (Umweltbundesamt GmbH)
Ing. Martina Kreisel (Amt der Oberösterreichischen Landesregierung – Abteilung Umweltschutz/Abfallwirtschaft)
SR Helmut Löffler (Magistrat der Stadt Wien MA 22 – Umweltschutz)
Dipl.-Ing. Florian Rieckh (Amt der Steiermärkischen Landesregierung)
Dipl.-Ing. Christian Rolland (Umweltbundesamt GmbH)

Satz/Layout

Elisabeth Lössl (Umweltbundesamt GmbH)

Titelgaphik

Inge Hengl

Impressum

Medieninhaber und Herausgeber: Umweltbundesamt GmbH (Federal Environment Agency Ltd)
Spittelauer Lände 5, A-1090 Wien (Vienna), Austria

Druck: Riegelnik, A-1080 Wien

© Umweltbundesamt GmbH, Wien, 2001
Alle Rechte vorbehalten (all rights reserved)
ISBN 3-85457-610-2

© Umweltbundesamt, Wien; download unter www.umweltbundesamt.at und www.biologiezentrum.at

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis ... 3

Kurzfassung ... 11

Summary ... 12

1 MOTIVATION ZUR ERSTELLUNG DER ARBEIT ... 13

1.1 Defizit in der Erfüllung des Vorsorgeprinzips ... 13

1.2 Defizite im naturwissenschaftlichen und technischen Wissensstand ... 14

1.3 Defizite im Bereich der ökonomischen Rahmenbedingungen ... 14

2 ARBEITSZIEL ... 15

3 VORBEMERKUNGEN ... 17

3.1 Übersicht über die verwendeten und erarbeiteten Methoden ... 17

3.2 Methodische Grenzen und praktische Einschränkungen ... 17

3.3 Deponierung: Problemstellung aus naturwissenschaftlicher Sicht ... 17

3.4 Problemstellung aus gesamtwirtschaftlicher Sicht ... 18

4 SYSTEMDEFINITION ... 21

4.1 Systemstruktur ... 21

4.2 Räumliche Systemgrenze ... 26

4.3 Zeitliche Systemgrenze ... 26

4.4 Systemimporte und -exporte ... 27

4.5 Rahmenbedingungen des Systems ... 30

4.6 Bearbeitungsschritte auf Prozeßebene ... 30

4.6.1 Güterbilanzen ... 30

4.6.2 Emissionen ... 30

4.6.3 Energiebilanzen ... 31

4.6.4 Methodik und Vorgangsweise der betriebswirtschaftlichen Kostenkalkulation ... 32

4.6.5 Methodik und Vorgangsweise der volkswirtschaftlichen Bewertung ... 33

5 BETRACHTETE MASSNAHMENFÄLLE ... 34

5.1 Auswahl der Maßnahmenfälle vor der Deponierung ... 34

5.2 Grober Vergleich der Anlagenzuteilung im Planungsnullfall mit der Situation für Wien, Steiermark und Oberösterreich ... 39

5.2.1 Wien ... 39

5.2.2 Steiermark ... 40

5.2.3 Oberösterreich ... 40

© Umweltbundesamt, Wien; download unter www.umweltbundesamt.at und www.biologiezentrum.at

6 BESCHREIBUNG DES BERECHNUNGSMODELLS 41
6.1 Grundsätzliches 41
6.2 Die Schaltzentrale 41
6.3 Modul Sammlung und Transport 42
6.4 Module Sortierung, Verwertung und Behandlung 43
6.4.1 Modul Sortierung 44
6.4.2 Modul Verwertung 46
6.4.3 Modul Behandlung 46

7 SUBSYSTEM SAMMLUNG UND TRANSPORT 48
7.1 Grundsätzliches, Überblick 48
7.2 Beschreibung des Modells zur Sammlung im Haushaltsbereich 49
7.2.1 Untergliederung der Bezirke in Siedlungstypen 49
7.2.2 Praktische Durchführung der Typologisierung 51
7.3 Festlegung der Stoffgruppen 54
7.4 Festlegung der Mengenpotentiale 54
7.5 Veränderung der Ausgangspotentiale durch Effekte bei der Einführung neuer Sammelschienen 59
7.6 Festlegung der Erfassungsgrade 59
7.7 Zusammensetzung der Sammelmaterialien 62
7.8 Festlegung der Dichten 63
7.9 Definition von Sammelsystemen 64
7.10 Berechnungsfaktoren zur Ermittlung des Sammelaufwands 64
7.10.1 Allgemeine Sammelfaktoren 64
7.10.2 Konkrete Sammelsysteme 65
7.10.3 Faktoren für Kosten und Ressourcenverbrauch bei der Sammlung 66
7.11 Basis für die Berechnung der Behälterkosten 67
7.12 Zuordnung der Bezirke zu Sammelsystemen 67
7.13 Ermittlung der Kosten und der Ressourcenverbräuche 68
7.14 Übergabe der Ergebnisse 68

8 SUBSYSTEME SORTIERUNG, VERWERTUNG UND BEHANDLUNG 69
8.1 Sortierung 71
8.1.1 Sortierung von Papier 71
8.1.2 Sortierung Leichtverpackungen 72
8.1.3 Sortierung Kleinmetalle 73
8.1.4 Sortierung Sperrmüll 75
8.1.5 Sortierung Glas 76
8.1.6 Sortierung von Textilien 78

© Umweltbundesamt, Wien; download unter www.umweltbundesamt.at und www.biologiezentrum.at

8.2 Verwertung ... 79
8.2.1 Stoffliche Verwertung von Papier ... 79
8.2.2 Kompostierung ... 88
8.2.2.1 Landwirtschaftliche Kompostierung ... 88
8.2.2.2 Low-Tech Kompostierung (Rotte-Filter-Verfahren) ... 90
8.2.2.3 High-Tech Kompostierung (Kompostierung in der Tunnelrotte) ... 91
8.2.2.4 Anaerobes Verfahren ... 93
8.2.3 Stoffliche Verwertung von Kunststoffen ... 95
8.2.4 Stoffliche Verwertung von Nichteisen-Metallen ... 99
8.2.5 Stoffliche Verwertung von Eisenmetallen ... 100
8.2.6 Stoffliche Verwertung von Glas ... 101
8.3 Behandlung ... 103
8.3.1 Thermische Behandlung ... 103
8.3.1.1 Konventionelle Rostfeuerung (ohne Nachbehandlung der Sekundärabfälle) ... 103
8.3.1.2 Rostfeuerung mit Nachbehandlung der Sekundärabfälle ... 107
8.3.1.3 Von-Roll-RCP-Verfahren ... 108
8.3.1.4 Verbrennung in der Wirbelschicht ... 112
8.3.1.5 Verbrennung in den Drehrohröfen der Zementindustrie ... 116
8.3.2 Mechanisch-biologische Behandlung ... 117
8.4 Hilfs- und Betriebsstoffe ... 121

9 SUBSYSTEM DEPONIERUNG ... 122
9.1 Definitionen und Datengrundlage ... 122
9.1.1 Allgemeine Begriffe ... 122
9.1.1.1 Deponietypen nach der österreichischen Deponieverordnung 1996 ... 122
9.1.1.2 Lebensphasen einer Deponie ... 123
9.1.2 Endlager, Endlagerqualität ... 124
9.2 Beschreibung allgemeiner Prozesse in Deponien und der daraus resultierenden Emissionen ... 128
9.2.1 Beschreibung von Prozessen und Reaktionen ... 129
9.2.2 Qualitative Beschreibung der Emissionen ... 130
9.2.2.1 Überlegungen zum langfristigen Emissionsgeschehen aus „anorganischen“ Deponietypen ... 132
9.2.2.2 Überlegungen zum langfristigen Emissionsgeschehen aus „organischen“ Deponietypen ... 135
9.3 Beschreibung der Modelldeponie, Annahmen und Vereinfachungen ... 136
9.3.1 Getroffene Annahmen und Vereinfachungen ... 137
9.3.2 Abschätzung des Einflusses der Vereinfachungen auf das Gesamtergebnis ... 138
9.3.3 Bautechnische Ausführung der Modelldeponien ... 140
9.3.4 Geometrie und Dichte der Modelldeponien ... 141
9.3.5 Standort der Modelldeponien ... 141
9.3.5.1 Geologische und hydrogeologische Rahmenbedingungen ... 141
9.3.5.2 Erosionsszenario für die Modelldeponien ... 143
9.3.6 Sickerwasser- und Gasbehandlung ... 144
9.3.6.1 Sickerwasseraufbereitung ... 144
9.3.6.2 Gasfassung und -verwertung ... 146

© Umweltbundesamt, Wien; download unter www.umweltbundesamt.at und www.biologiezentrum.at

9.4 Beschreibung der betrachteten Deponietypen ... 146
9.4.1 Deponien für unbehandelte Abfälle (Restmülldeponie) ... 146
9.4.1.1 Allgemeine Einführung ... 146
9.4.1.2 Zusammensetzung und stoffliche Charakterisierung von Restmüll ... 147
9.4.1.3 Hydraulische Charakterisierung von Restmüll ... 149
9.4.1.4 Reaktionen in einer Restmülldeponie ... 149
9.4.1.5 Emissionen einer Restmülldeponie ... 151
9.4.1.6 Bestimmung der verfügbaren Mengen ($m_{(0)}$) ... 154
9.4.1.7 Zeitliche Entwicklung der Pufferkapazität in Restmülldeponien ... 155
9.4.1.8 Eingangsparameter für die Modelldeponie „Restmüll“ ... 157
9.4.2 Deponien für MVA-Schlacken ... 157
9.4.2.1 Allgemeine Einführung ... 157
9.4.2.2 Güterbilanz und stoffliche Charakterisierung von Schlacken ... 158
9.4.2.3 Petrographische und hydraulische Charakterisierung von Schlacken ... 159
9.4.2.4 Reaktionen in einer Schlackedeponie ... 161
9.4.2.5 Emissionen einer Schlackedeponie ... 162
9.4.2.6 Bestimmung der verfügbaren Mengen ($m_{(0)}$) ... 164
9.4.2.7 Zeitliche Entwicklung der Pufferkapazität in Schlackedeponien ... 165
9.4.2.8 Eingangsparameter für die Modelldeponie „MVA-Schlacke“ ... 167
9.4.3 Deponien für andere Produkte thermischer Verfahren ... 167
9.4.3.1 Deponien für Aschen und Schlacken aus Wirbelschichtanlagen ... 167
9.4.3.2 Deponien für Produkte des Von-Roll-RCP-Verfahrens ... 169
9.4.3.3 Deponien für Gipsrückstände ... 171
9.4.4 Deponien für mechanisch-biologisch vorbehandelte Abfälle (Rotterestoff) ... 171
9.4.4.1 Allgemeine Einführung ... 171
9.4.4.2 Güterbilanz und stoffliche Charakterisierung von Rotterestoff ... 172
9.4.4.3 Hydraulische Charakterisierung von Rotterestoff ... 173
9.4.4.4 Reaktionen in einer Deponie für Rotterestoff ... 173
9.4.4.5 Emissionen aus einer Deponie für Rotterestoff ... 174
9.4.4.6 Bestimmung der verfügbaren Menge und zeitliche Entwicklung der Pufferkapazität in Deponien für Rotterestoff ... 176
9.4.4.7 Eingangsparameter für die Modelldeponie „Rotterestoff“ ... 176
9.4.5 Deponien für kommunalen Klärschlamm ... 177
9.4.5.1 Allgemeine Einführung ... 177
9.4.5.2 Zusammensetzung und stoffliche Charakterisierung von kommunalem Klärschlamm ... 177
9.4.5.3 Deponierter Klärschlamm ... 178
9.4.5.4 Hydraulische Charakterisierung von Klärschlamm ... 178
9.4.5.5 Emissionen einer Klärschlammdeponie ... 178
9.4.5.6 Eingangsparameter für die Modelldeponie „Klärschlamm“ ... 179
9.4.6 Deponien für Baurestmassen ... 180
9.4.6.1 Allgemeine Einführung ... 180
9.4.6.2 Zusammensetzung und stoffliche Charakterisierung von Klinker ... 180
9.4.6.3 Eingangsparameter für die Modelldeponie „Baurestmassen“ ... 181
9.4.7 Bemerkungen zur Untertagedeponie (UTD) ... 181
9.5 Betriebswirtschaftliche Kosten der Deponierung ... 182
9.5.1 Allgemeines ... 182
9.5.2 Input und Anlagengröße ... 182
9.5.3 Kosten der Deponierung ... 183
9.6 Modelle zur Berechnung des Stoffaustrags aus Deponien ... 184
9.6.1 Sickerwasseraustragsmodell von BELEVI & BACCINI (1989) ... 184
9.6.1.1 Beschreibung des Modells und der Rahmenbedingungen ... 184
9.6.1.2 Diskussion der im Modell verwendeten Parameter ... 185
9.6.1.3 Möglichkeiten und Grenzen des Modells nach Belevi & Baccini ... 187

© Umweltbundesamt, Wien; download unter www.umweltbundesamt.at und www.biologiezentrum.at

9.6.2 Sickerwasseraustragsmodell von KRUSE (1995) ... 187
9.6.2.1 Beschreibung des Modells und der Rahmenbedingungen ... 187
9.6.3 Modell EKESA (AGW, 1992) ... 188
9.6.4 Gasaustragsmodelle ... 189
9.7 Beschreibung der verwendeten Emissionsmodelle ... 190
9.7.1 Emissionsschemata ... 191
9.7.1.1 Emissionsschema „organische“ Deponietypen ... 192
9.7.1.2 Emissionsschema „anorganische“ Deponietypen ... 193
9.7.2 Auswahl und Anwendung der Austragsmodelle ... 193
9.7.2.1 Anmerkungen zur Anwendung des Gasaustragsmodells in der Studie ... 194
9.7.2.2 Anmerkungen zur Anwendung des Sickerwasseraustragsmodells in der Studie ... 195

10 VOLKSWIRTSCHAFTLICHE ANALYSE ... 200

10.1 Problemstellung ... 200
10.2 Analyseinstrumente ... 201
10.2.1 Die Kosten-Nutzen-Analyse (KNA) ... 202
10.2.1.1 Das wohlfahrtstheoretische Grundprinzip ... 202
10.2.1.2 Zielsetzungen der ökonomischen Bewertung von Projekten ... 202
10.2.1.3 Grundsätzliche Arten von Projektauswirkungen ... 203
10.2.1.4 Ablauf der KNA ... 205
10.2.1.5 Bewertung von Kosten und Nutzen ... 207
10.2.1.6 Bewertung zukünftiger Größen – Diskontierung ... 210
10.2.1.7 Anzuwendende Regeln für die Heranziehung der Ergebnisvariablen zur Begründung einer Projektempfehlung ... 213
10.2.1.8 Grenzen der KNA ... 215
10.2.2 Die Kosten-Wirksamkeits-Analyse ... 216
10.2.2.1 Grundlagen der KWA ... 216
10.2.2.2 Ablauf der KWA ... 216
10.2.2.3 Projektempfehlung nur bei dominanten Projekten ... 219
10.2.2.4 Möglichkeiten und Grenzen der KWA ... 219
10.2.3 Die Nutzwertanalyse (NWA) ... 220
10.2.3.1 Grundlagen der NWA ... 220
10.2.3.2 Ablauf der NWA ... 220
10.2.3.3 Projektempfehlung anhand der errechneten Nutzwerte ... 222
10.2.3.4 Möglichkeiten und Grenzen der NWA ... 222
10.2.4 Vergleich der Analyseinstrumente ... 223
10.3 Methodischer Ansatz und Darstellung des verwendeten Bewertungsmodells ... 224
10.3.1 Aufstellung des erforderlichen Mengengerüsts ... 225
10.3.2 Darstellung des Bewertungsverfahrens ... 226
10.3.3 Anwendung der Kosten-Nutzen-Analyse (KNA) im gegenständlichen Projekt ... 226
10.3.3.1 Identifikation der in die KNA eingehenden Kosten- und Nutzenkomponenten ... 226
10.3.3.2 Nicht berücksichtigte Kosten- und Nutzenkomponenten ... 228
10.3.3.3 Verwendete Bewertungsansätze ... 228
10.3.3.4 Ausgewählte Bewertungsprobleme bei der vorliegenden KNA ... 233
10.3.3.5 Ermittlung der Teilkosten- und –nutzenbarwerte ... 234
10.3.3.6 Verbleibende intangible Effekte ... 236
10.3.4 Sensitivität der Kosten-Nutzen-Analyse ... 237

© Umweltbundesamt, Wien; download unter www.umweltbundesamt.at und www.biologiezentrum.at

10.3.5 Anwendung der modifizierten Kosten-Wirksamkeits-Analyse im gegenständlichen Projekt ... 237
10.3.5.1 Naturwissenschaftliche und legistische Grundlagen für die Bewertung mittels mKWA ... 239
10.3.5.2 Definition des Zielsystems ... 257
10.3.5.3 Zielanalyse ... 260
10.3.5.4 Zielhierarchie ... 261
10.3.5.5 Kostenanalyse ... 265
10.3.5.6 Wirksamkeitsanalyse ... 266
10.3.6 Sensitivität der mKWA ... 308

11 ERGEBNISSE ... 309

11.1 Güterbilanzen ... 309
11.2 Energieverbrauch ... 317
11.3 Emissionen ... 319
11.3.1 Emissionen in die Luft aus den Prozessen vor der Deponierung ... 319
11.3.2 Emissionen in Fließgewässer aus den Prozessen vor der Deponierung ... 322
11.3.3 Emissionen aus den Modelldeponien ... 323
11.3.3.1 Allgemeines ... 323
11.3.3.2 Vergleich der Maßnahmenfälle ... 328
11.3.3.3 Qualitative Beschreibung der Unsicherheitsfaktoren in den Modellberechnungen ... 333
11.3.3.4 Deponieemissionen der einzelnen Maßnahmenfälle ... 334
11.3.4 Ergebnisse der Berechnung der Stoffkonzentrierungseffizienz (SKE) ... 338
11.3.5 Sanierungsbedarf und Sanierungskosten ... 339
11.3.5.1 Überschreiten der Grundwassergrenzwerte ... 339
11.3.5.2 Überschreiten der Bodengrenzwerte ... 340
11.4 Betriebswirtschaftliche Kosten ... 341
11.5 Ergebnis der Kosten-Nutzen-Analyse und Reihung der Maßnahmenfälle ... 342
11.5.1 Reihung der Maßnahmenfälle ... 354
11.5.2 Ergebnis der Sensitivitätsanalyse ... 355
11.6 Ergebnis der modifizierten Kosten-Wirksamkeits-Analyse und Reihung der Maßnahmenfälle ... 357
11.6.1 Reihung der Maßnahmenfälle ... 369
11.6.2 Ergebnis der Sensitivitätsanalyse ... 370
11.7 Zusammenführung der Ergebnisse ... 375

12 SCHLUSSFOLGERUNGEN UND EMPFEHLUNGEN ... 376

12.1 Inhaltliche Schlußfolgerungen ... 376
12.1.1 Inwiefern erzeugen verschiedene Verfahren der Abfallbehandlung und -verwertung letztlich Reststoffe, die der Endlagerqualität nahekommen? ... 376
12.1.2 Welche Kosten für die Behandlung und die Nachsorge entstehen? ... 377
12.1.3 Welche Restflüsse gelangen langfristig in die Umwelt und wie sind diese zu bewerten? ... 377
12.1.4 Wie stellen sich die langfristigen Perspektiven der Deponierung dar? Welche Ansprüche sollte man in Zukunft an die Qualität abzulagernder Abfälle und die hierfür erforderlichen Behandlungsverfahren stellen? ... 378

© Umweltbundesamt, Wien; download unter www.umweltbundesamt.at und www.biologiezentrum.at

12.1.5 Inwieweit soll die Qualität abzulagernder Abfälle der Endlagerqualität angenähert werden? ... 378
12.1.6 Wie sind die abzulagernden Reststoffe der auf Basis der gültigen Deponieverordnung zulässigen Verfahrensalternativen im Hinblick auf das Vorsorgeprinzip zu bewerten? ... 378
12.1.7 Welches Ausmaß an Zusatzbehandlungen der Sekundärprodukte ist bei der thermischen Abfallbehandlung am günstigsten? ... 379
12.2 Methodische Schlußfolgerungen ... 380
12.3 Empfehlungen ... 380

13 ABKÜRZUNGEN UND BEGRIFFSDEFINITIONEN ... 383
13.1 Abkürzungen ... 383
13.2 Glossar ... 384

14 ABBILDUNGS- UND TABELLENVERZEICHNISSE ... 387
14.1 Abbildungsverzeichnis ... 387
14.2 Tabellenverzeichnis ... 392

15 LITERATUR ... 396

© Umweltbundesamt, Wien; download unter www.umweltbundesamt.at und www.biologiezentrum.at

© Umweltbundesamt, Wien; download unter www.umweltbundesamt.at und www.biologiezentrum.at

Kurzfassung

Die vorliegende Studie „Bewertung abfallwirtschaftlicher Maßnahmen mit dem Ziel der nachsorgefreien Deponie (BEWEND)“ vergleicht und bewertet verschiedene abfallwirtschaftliche Maßnahmen unter besonderer Berücksichtigung ihrer langfristigen Auswirkungen. Es wurde untersucht, welche der gemeinsam mit den Auftraggebern festgelegten Maßnahmenfälle unter Berücksichtigung der langfristigen Verträglichkeit und der volkswirtschaftlichen Kosten die Ziele des österreichischen Abfallwirtschaftsgesetzes (AWG) bestmöglich erfüllen.

Als Grundlage diente ein im Rahmen der von GUA & IFIP 1998 erstellten Studie „Bewirtschaftung von Abfällen aus Haushalten und haushaltsähnlichen Einrichtungen in Österreich“ erarbeitetes Modell der österreichischen Abfallwirtschaft, das den speziellen Anforderungen entsprechend überarbeitet und ergänzt wurde. Der Systeminput in dieses Modell wurde mit Abfällen aus Haushalten und ähnlichen Einrichtungen sowie kommunalem Klärschlamm festgelegt. Die Studie bedient sich der Methodik der Maßnahmenfalltechnik, wobei folgende Maßnahmenfälle untersucht und dem Planungsnullfall P0 (Status-quo-Fortschreibung) gegenübergestellt wurden: Ein Maximum der Deponierung unbehandelter Abfälle (M1), 3 Maßnahmenfälle mit einem Maximum thermischer Behandlung (Rostfeuerung mit (M2a) und ohne (M2b) Verfestigung der Reststoffe und ein Hochtemperatur-Verfahren (M2c)) und 4 Maßnahmenfälle mit einem Maximum mechanisch-biologischer Behandlung (Leichtfraktion in die Wirbelschicht (M3a, M3c) oder in Zementdrehrohröfen (M3b, M3d), mit (M3c, M3d) und ohne (M3a, M3b) Einbringung der höherkalorischen Schwerfraktion in Müllverbrennungsanlagen).

Um dem im AWG verankerten Vorsorgeprinzip Rechnung tragen zu können, wurde das kurz-, mittel- und langfristige Deponieverhalten der in den jeweiligen Maßnahmenfällen zu Ablagerung gelangenden Reststoffe modelliert.

Als Bewertungsmethode wurde einerseits die volkswirtschaftliche Kosten-Nutzen-Analyse (KNA) verwendet, andererseits wurde eine neue Bewertungsmethode, die „modifizierte Kosten-Wirksamkeits-Analyse“ (mKWA), entwickelt. Sie ermöglicht es, vermehrt auch langfristige Auswirkungen der untersuchten Maßnahmenfälle – vor allem jene, die durch Deponierung von Reststoffen der Abfallbehandlung bedingt sind – zu erfassen und zu bewerten, die klassischen volkswirtschaftlichen Analyseinstrumenten wie der KNA in diesem Ausmaß nicht zugänglich sind. Grundlage der mKWA ist eine Zielhierarchie, deren oberste Ebene den Zielen des AWG entspricht. Im Rahmen von Sensitivitätsanalysen wurden die Ziele unterschiedlich gewichtet.

Das Ergebnis der mKWA zeigt, daß – unabhängig von der Gewichtung der AWG-Ziele – die thermischen Verfahren deutlich am besten (2c vor 2a und 2b) und die Direktdeponierung deutlich am schlechtesten zu bewerten ist. Die mechanisch-biologische Behandlung ohne Verbringung der höherkalorischen Schwerfraktion in die MVA ist knapp besser, die mechanisch-biologische Behandlung mit Verbringung der höherkalorischen Schwerfraktion in die MVA ist deutlich besser als der Planungsnullfall zu bewerten.

Das Ergebnis der Kosten-Nutzen-Analyse entspricht weitgehend dem Ergebnis der mKWA. Die thermischen Verfahren sind am besten zu bewerten, gefolgt von den mechanisch-biologischen Verfahren, dem Planungsnullfall und der Direktdeponierung. Innerhalb dieser Maßnahmenfallgruppen weicht die Reihung jedoch von der Reihung auf Basis der mKWA ab. Insgesamt weist die Rostfeuerung ohne Nachbehandlung der Reststoffe den geringsten volkswirtschaftlichen Verlust aller Maßnahmenfälle auf.

Beide volkswirtschaftlichen Analysen zeigen somit, daß den thermischen Abfallbehandlungsverfahren gegenüber mechanisch-biologischen Verfahren und vor allem gegenüber der direkten Deponierung unbehandelten Abfalls der Vorzug zu geben ist.

© Umweltbundesamt, Wien; download unter www.umweltbundesamt.at und www.biologiezentrum.at

Summary

The present case study, “Evaluation of Waste Management Options in View of Long-Term Maintainance-Free Landfills”, compares and evaluates different waste management options with special consideration to their long-term implications. Multiple scenarios of these options were created and investigated as to which of them best fulfilled the goals of the Austrian Waste Management Act (Abfallwirtschaftgesetz, AWG).

Serving as a basis for this study, an elaborated model of the Austrian Waste Management, as described in GUA & IFIP (1998, “Management of Household and Household-like Waste in Austria“), was used. Alterations to the GUA & IFIP study were done in order to best fulfill the needs of this assessment. Household and household-like waste, as well as municipal sewage sludge have been defined as the system input. The following list of scenarios were investigated against an up-dated status-quo (P0):

- M1 Maximum landfilling of untreated waste
- M2a Maximum incineration without any after treatment
- M2b Maximum incineration with cement stabilization of the residual material
- M2c Maximum high temperature process
- M3a Maximum mechanical-biological treatment with the light fraction from sorting and splittling processed in a fluidized-bed furnace
- M3b Maximum mechanical-biological treatment with the light fraction from sorting and splittling processed in a rotary kiln for use in the cement industry
- M3c Maximum mechanical-biological treatment with the high caloric heavy fraction after decomposition processed in a fluidized-bed furnace
- M3d Maximum mechanical-biological treatment with the high caloric heavy fraction after decomposition processed in a rotary kiln for use in the cement industry

In order to oblige to the precautionary principle of the AWG, each of the scenarios were investigated, with regards to the short, middle, and long-term landfill behaviours of the deposited residual material.

The macro-economical Cost-Benefit-Analysis (CBA) was used in the assessment. Additionally a so-called “modified-Cost-Effect-Analysis” (MCEA) was developed. Unlike the classical CBA, the MCEA enabled the long-term impacts of the deposited residual material to be evaluated. The MCEA is based on a goal-hierarchy system, where the goals of the AWG are situated at the top level. Within the framework of the sensitivity analysis, each one of the AWG goals were awarded a specific weight.

Independent of the weighting given by the AWG goals, the results of the MCEA articulated the scenarios which belong to the incineration option (M2c before M2a and M2b) as the best waste management solutions, whereas the worst rating was given to direct landfilling (M1). In comparison to the P0, scenarios M3a and M3b were just a little better, while M3c and M3d were noticeably better.

The results obtained by use of the CBA concurred with those of the MCEA. The M2 scenario group was rated the best, followed by the M3 group, P0, and finally by M1. However, within each of the scenario groups, the internal ratings deviated compared to those of the MCEA. Overall, the scenario M2a showed the smallest macro-economical loss of all of the scenarios.

Therefore, based on both economical analytical methods, it was concluded that preference of waste treatment should be given first to thermic processes, followed by mechanical-biological processes, and finally, direct landfilling without any pre-treatment.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Publikationen des Umweltbundesamtes, Wien

Jahr/Year: 2001

Band/Volume: M-149

Autor(en)/Author(s): Brunner Paul H., Döberl Gernot, Eder Michael, Frühwirth Werner, Huber Renate, Hutterer Harald, Pierrard Roger, Schönbäck Wilfried, Wöginger Helmut

Artikel/Article: Bewertung abfallwirtschaftlicher Maßnahmen mit dem Ziel der nachsorgefreien Deponie (BEWEND). Zusammenfassung. 1-12