



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 Schönback
Helmut Wöginger

MONOGRAPHIEN
Band 149

M-149

Wien, 2001

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 Schönböck (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 Schönböck (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)

Titelgraphik

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

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

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

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

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 (Rottereststoff)	171
9.4.4.1	Allgemeine Einführung	171
9.4.4.2	Güterbilanz und stoffliche Charakterisierung von Rottereststoff	172
9.4.4.3	Hydraulische Charakterisierung von Rottereststoff	173
9.4.4.4	Reaktionen in einer Deponie für Rottereststoff	173
9.4.4.5	Emissionen aus einer Deponie für Rottereststoff	174
9.4.4.6	Bestimmung der verfügbaren Menge und zeitliche Entwicklung der Pufferkapazität in Deponien für Rottereststoff	176
9.4.4.7	Eingangsparameter für die Modelldeponie „Rottereststoff“	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

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

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 Modeldeponien.....	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

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 Deponeieverordnung 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

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.

Summary

The present case study, “Evaluation of Waste Management Options in View of Long-Term Maintenance-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 (Abfallwirtschaftsgesetz, 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, Schönböck Wilfried, Wöginger Helmut

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