



**Peter MOSTBAUER**  
et al.

## Reports

**R-151**

**Grundlagen für eine Technische Anleitung  
zur mechanisch-biologischen  
Vorbehandlung von Abfällen**

Wien, 1998

## **Projektleitung**

Peter MOSTBAUER  
Manfred SCHNEIDER (bis September 1997)

## **unter Verwendung der Beiträge von**

Thomas ANGERER (UBA)  
Erwin BINNER (Universität für Bodenkultur, Wien)  
Andrea FUCHS (Fichtner, Stuttgart)  
Wolfgang KONRAD (Wien)  
Uwe LAHL (BZL GmbH., Oyten)  
Doris LASSNIG (UBA)  
Peter LECHNER (Universität für Bodenkultur, Wien)  
Gerhard MAURER (AEC Krems)  
Walter SCHARF (IUT Seebenstein)  
Kurt SCHEIDL (Scheidl GmbH., Wien)  
Martin WIDERIN (Universität für Bodenkultur, Wien)  
Alexander ZACH (Universität für Bodenkultur, Wien)  
Barbara ZESCHMAR-LAHL (BZL GmbH., Oyten)

Herrn Michael LOIDL (BMUJF) und Frau Jutta SHANI-KRAUS (BMUJF) wird für ihre Mitwirkung bei der inhaltlichen Gestaltung herzlich gedankt.

Das Umweltbundesamt dankt ferner allen, die im Rahmen des Arbeitskreises „mechanisch-biologische Behandlung“ bei der Diskussion der vorliegenden Publikation mitgewirkt haben, insbesondere:

Mathilde DANZER (BMUJF)  
Manfred HARANT (IED, Montanuniversität Leoben)  
Michael NELLES (IED, Montanuniversität Leoben)  
Bernhard RANINGER (Hof bei Salzburg)  
Silke UNDEN (Amt der Stmk. Landesregierung)

## **Textbearbeitung, Graphik, Lektorat**

Peter MOSTBAUER

## **Impressum**

Medieninhaber und Herausgeber: Umweltbundesamt, Spittelauer Lände 5, A-1090 Wien

Druck: Riegelnik

© Umweltbundesamt, Wien, 1998  
Alle Rechte vorbehalten (all rights reserved)  
ISBN 3-85457-441-X

## Vorwort

In Erfüllung der Ziele und Grundsätze des Abfallwirtschaftsgesetzes wurde in der Deponieverordnung die Qualität der abzulagernden Abfälle in den Vordergrund gerückt. Abfälle sind demnach in möglichst reaktionsarmer Form zu deponieren, um ein daraus entstehendes Gefährdungspotential für nachfolgende Generationen gering zu halten. Dies wird in erster Linie durch eine weitgehende Reduktion des Anteils an abbaubarem Kohlenstoff erreicht, ausgedrückt durch einen Grenzwert für den TOC (Total Organic Carbon) von 5 Masseprozent. Die Erfüllung dieser Anforderung wird für Restmüll nur durch den Einsatz thermischer Verfahren zu erreichen sein. Dabei überwiegen nach Ansicht des Bundesministeriums für Umwelt, Jugend und Familie die umweltentlastenden Auswirkungen im Vergleich zu alternativen Behandlungsverfahren.

Unter bestimmten Voraussetzungen ermöglicht die Deponieverordnung aber auch den Einsatz sogenannter mechanisch-biologischer Behandlungsverfahren. Rückstände aus derartigen Anlagen dürfen in gesonderten Bereichen einer Massenabfalldeponie auch bei Überschreiten des TOC-Grenzwertes abgelagert werden, wenn der obere Heizwert weniger als 6000 kJ/kg beträgt. Dazu ist insbesondere die Abtrennung heizwertreicher Fraktionen erforderlich, deren Behandlung in jedem Fall thermisch erfolgen muß. Im Gegensatz zu thermischen Verfahren konnte für die mechanisch-biologische Abfallbehandlung aber bislang noch kein Stand der Technik vorgegeben werden. Ebenso ist ein Vergleich derartiger Anlagen mit Kompostwerken zur Aufbereitung getrennt gesammelter biogener Abfälle nur bedingt möglich.

Das Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie war daher gemeinsam mit dem Umweltbundesamt seit dem Abschluß der Arbeiten zur Deponieverordnung bemüht, zielführende Anforderungen für einen umweltgerechten Betrieb von mechanisch-biologischen Abfallbehandlungsanlagen zu entwickeln. Da über den Betrieb solcher Anlagen aber nur sehr spärliche Daten vorlagen, war es zunächst erforderlich, detaillierte Grundlagenstudien zu beauftragen, die bis heute noch nicht zur Gänze abgeschlossen sind. Mit der vorliegenden Arbeit wird nunmehr, aufbauend auf den bislang gewonnenen Erkenntnissen, erstmals der Versuch unternommen, konkrete Anforderungen an den Betrieb derartiger Anlagen zu formulieren. Es handelt sich daher, wie schon im Titel zum Ausdruck kommt, um „Grundlagen“ für eine Technische Anleitung, die vorerst weder einen Anspruch auf Vollständigkeit noch auf eine abschließende Verbindlichkeit erheben.

Ziel war die Schaffung einer ersten, möglichst umfassenden Grundlage (auf Basis seriöser Untersuchungsergebnisse), die in weiterer Folge einer intensiven Diskussion aller interessierten Kreise unterzogen und um derzeit noch fehlende Kriterien ergänzt werden soll. Das Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie beabsichtigt daher erst nach Abschluß dieser Arbeiten die Herausgabe einer verbindlichen Richtlinie bzw. Technischen Anleitung, die, falls erforderlich, auch als Grundlage für eine Verordnung nach § 29 Abs. 18 Abfallwirtschaftsgesetz dienen könnte.

Die vorliegenden „Grundlagen für eine Technische Anleitung zur mechanisch-biologischen Vorbehandlung von Abfällen“ bilden aber schon heute einen entscheidenden Schritt für die Orientierung aller Betroffenen, insbesondere von Planern, Anlagenwerbern und Behörden, und damit für einen umweltgerechten Betrieb derartiger Anlagen.

***Für das Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie:***

***Dipl.-Ing. CHRISTIAN HOLZER, Abteilung III / 3.***

## **Zusammenfassung**

In Österreich wurden bislang noch keine einheitlichen Vorschriften und näheren Bestimmungen für Genehmigung, Betrieb und Kontrolle von MBA-Anlagen veröffentlicht.

Die Notwendigkeit des vorliegenden Berichtes ergibt sich aufgrund der Bestimmungen der Deponieverordnung, wonach die mechanisch-biologische Behandlung von Abfällen zulässig ist. Das Umweltbundesamt wurde daher vom Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie ersucht, Grundlagen und Vorschläge für die Erstellung einer Technischen Anleitung oder Richtlinie zur mechanisch-biologischen Vorbehandlung von Restmüll und Klärschlamm (MBA) zu erstellen. Die hier vorgestellten Anforderungen gelten für MBA-Anlagen inklusive allfälliger Anlagen zur Trockenstabilisierung, jedoch nicht für Kompostierungsanlagen biogener Abfälle.

Gegenstand dieser Studie ist es aber nicht die Sinnhaftigkeit des Verfahrens einer mechanisch-biologischen Vorbehandlung von Restmüll in Relation zu den Prinzipien der österreichischen Abfallwirtschaft gemäß den Zielbestimmungen des § 1 AWG zu untersuchen. Auch wurde nicht die Frage der Einbettung von MBA-Anlagen in die zukünftige österreichische Abfallwirtschaft behandelt. Dies wäre einer gesonderten Arbeit vorbehalten.

### **# Generelle Anforderungen und Ziele**

Gemäß Deponieverordnung ist ein Ziel der mechanischen Prozesse (Aufbereitung) eine „*Separierung von für die biologische Behandlung wenig geeigneten Stoffen, von Störstoffen und Schadstoffen*“. Das Ziel der biologischen Prozesse ist der „*weitestmögliche Abbau verbliebener organischer Substanzen*“. Dadurch soll eine Verringerung der abzulagernden Abfallmenge erreicht werden, wie auch eine deutliche Reduzierung der Gasbildung und der Sickerwasserbelastung in Deponien. Gleichzeitig sind die Emissionen, die bei der Behandlung selbst auftreten, entsprechend dem Stand der Technik zu reduzieren.

### **# Anforderungen an den Input**

Als Grundsatz gilt, daß Anlagen zur mechanisch-biologischen Behandlung von Abfällen (MBA-Anlagen) nur Restmüll und Klärschlamm behandeln sollen. Keineswegs dürfen gefährliche Abfälle behandelt werden. Restmüll muß durch eine forcierte Problemstoffsammlung von Schadstoffen entfrachtet werden. Klärschlamm ist vor der Behandlung zu untersuchen. Sperrmüll kann in Österreich nicht mitbehandelt werden – auch nicht nach Zerkleinerung – da dies dem Prinzip der Abtrennung heizwertreicher Stoffe widerspricht und der geforderte obere Heizwert nicht erreichbar wäre.

### **# Eingangsbereich, Bunker**

Im Eingangsbereich muß zumindest eine visuelle Kontrolle durchgeführt werden. Restmüll- und Klärschlamm-Bunker sind umhaust und/oder geschlossen auszuführen und mit einer Abluffterfassung zu versehen. Die Übernahme von Abfällen muß entsprechend dokumentiert werden (Waage, Jahresüberblick etc.).

## # Aufbereitung

Die Aufbereitung hat folgende technische Ausstattung zu beinhalten:

- Einrichtungen zur Abtrennung von Störstoffen
- Einrichtungen zur Homogenisierung der Abfälle vor der biologischen Behandlung
- Einrichtungen zur Abtrennung heizwertreicher Stoffe
- Einrichtungen zur Abtrennung von Eisenmetallen

Durch die Verfahrenskombination Zerkleinern / Sieben / biologische Behandlung ist der obere Heizwert von 6.000 kJ/kg TS nur schwer erreichbar bzw. eine große Menge an heizwertreicher Fraktion ist abzutrennen. Eine weitere Aufbereitung zwischen einzelnen Rottestadien oder nach der Nachrotte erscheint aus derzeitiger Sicht erforderlich.

Eine manuelle Sortierung von Restmüll ist in Bezug auf eine Schadstoffentfrachtung wenig wirksam und aus Gründen des Arbeitnehmerschutzes abzulehnen.

## # Umhausung und geschlossene Systeme

Insgesamt wird in vielen Teilen der Behandlungsanlage eine Umhausung oder Ausführung des entsprechenden Aggregates als geschlossenes System erforderlich sein. Die folgende Tabelle vermittelt einen Überblick über die Notwendigkeit der Umhausung / Einkapselung.

*Tabelle: MBA-Anlagen - Umhausung und geschlossene Systeme*

<u>System:</u> <u>Verfahrensschritt:</u>	<u>Geschlossenes System</u> (Behälter welches in einer Halle aufgestellt ist	<u>Nicht geschlossen, aber umhaust</u> (in einer Halle)	<u>Geschlossenes System</u> (Behälter welches unter Dach oder im Freien aufgestellt ist	<u>Offenes System</u> (unter Dach oder im Freien)
	b)		b)	
Bunker (Müll, Klärschlamm)	zulässig	zulässig	nur für Klärschlamm zulässig	<u>nicht zulässig</u>
Aufbereitung	zulässig	zulässig	<u>nicht zulässig</u>	<u>nicht zulässig</u>
Vorrotte (falls vorhanden)	zulässig	<u>nicht zulässig</u>	<u>nicht zulässig</u>	<u>nicht zulässig</u>
Hauptrotte	zulässig c)	zulässig	zulässig	<u>nicht zulässig</u>
Nachrotte	zulässig	zulässig	zulässig	zulässig nur ab Rottegrad IV
Abluftreinigung	zulässig	<u>nicht zulässig</u>	zulässig	a)

a) Bei einer mehrstufigen Abluftreinigung für die letzte Stufe der Reinigung zulässig.

b) Geschlossene Systeme : Die Abluft kann praktisch vollständig erfaßt werden.

c) Es sind besonders für die ersten zwei bis drei Wochen der Hauptrotte bevorzugt geschlossene, in einer Halle aufgestellte Systeme einzusetzen.

Abluft aus dem Annahme- und Bunkerbereich, sowie aus der gesamten Aufbereitung und Rotte ist zu erfassen und dem Abluftreinigungssystem zuzuleiten.

## # Rotte (aerobe Behandlung)

Die Ausführung als umhaustes oder geschlossenes System ist besonders in der Vor- und Hauptrotte wichtig, da dieser Anlagenbereich die Hauptemissionsquelle einer MBA-Anlage darstellt. Es sollten in der Hauptrotte geschlossene Intensivrottesysteme präferiert werden, insbesondere für die ersten beiden Wochen der Rotte. Alternativ dazu können z.B. in Hallen Tafelmieten mit Saugbelüftung aufgesetzt werden, wobei ein automatisiertes Umsetzgerät zum Einsatz kommen soll.

Die Vorrotte ist – falls eine Vorrotte vorhanden ist – als geschlossenes System auszuführen. In der gesamten Vor- und Hauptrotte muß technisch (aktiv) belüftet werden.

Das Rottegut darf erst in Nachrottebereiche verbracht werden, wenn es den mindestens den Rottegrad IV, bestimmt durch die Selbsterhitzung des Materiales im Labor, erreicht hat.

## # Anaerob-aerobe Behandlung

Die anaerobe Behandlung (Vergärung) von Restmüll befindet sich in Bezug auf die mechanische Aufbereitung der Abfälle noch in Entwicklung. Daher wurden die Vorschläge für den Betrieb von anaerob-aeroben Behandlungsanlagen allgemein formuliert. Es ist in jedem Fall nach der Vergärungsstufe eine aerobe Behandlung erforderlich. Für diesen aeroben Behandlungsschritt gelten die gleichen Anforderungen (Umhausung, Ablufferfassung etc.) wie bei der alleinigen aeroben Behandlung. Bei der anaeroben Behandlung sowie der Reinigung, Speicherung und Verwertung des Gases sind entsprechende sicherheitstechnische Maßnahmen gegen Explosionen erforderlich.

## # Arbeitnehmerschutz, Brände

Neben den rechtlichen Vorschriften zum technischen und arbeitshygienischen Arbeitnehmerschutz wurden im vorliegenden Bericht primär folgende spezifische Forderungen abgeleitet:

- Ablufferfassung bei allen Staub- und Emissionsquellen
- Kein manuelles Sortieren von Restmüll, kein manuelles Öffnen von Säcken
- Keine sehr langen Intervalle der Müllabfuhr
- Keine großen Fallhöhen beim Transport
- Ausstattung von fahrbaren Umsetzgeräten mit Kabinen, Filter etc.
- Nach Möglichkeit ferngesteuerter Bunkerbetrieb und automatisches Umsetzen

Weiters sind Vorkehrungen gegen die Entstehung von Bränden und Maßnahmen zur Brandbekämpfung zu treffen. Hierbei sind die Lagerung von heizwertreichen Siebresten und die Errichtung von Fluchtwegen zentrale Themen. Die Lagerung ist mengenmäßig zu begrenzen.

## # Vermeidung von Abluftemissionen, Ablufferfassung

Überall, wo in der Anlage Stäube (Aerosole), Gerüche, flüchtige organische Stoffe oder flüchtige anorganische Stoffe emittiert werden, ist die Abluft zu erfassen. Diese Stellen bzw. Aggregate werden im Bericht in einer Tabelle genannt. Insbesondere im Bunkerbereich, beim innerbetrieblichen Transport und beim Umsetzen des Rottegutes können durch die Wahl bestimmter Technologien bzw. durch eine entsprechende Betriebsorganisation Emissionen beschränkt werden. Eine gut gesteuerte Betriebsführung bei der Rotte und kontinu-

ierliche Überwachung des Rotteprozesses verhindert Sauerstoffmangelzustände, die zu zusätzlichen Emissionen führen. Wichtig ist auch ein Be- und Entlüftungskonzept, das den Arbeitnehmerschutz in den Hallen berücksichtigt.

## # Abluftreinigung

Rotteabluft enthält neben Stoffwechselprodukten, die auch bei der Kompostierung biogener Abfälle auftreten, eine Vielzahl von Schadstoffen in unterschiedlichen, zeitlich nicht konstanten Konzentrationen. Die hierbei auftretenden Frachten sind umweltrelevant, sodaß eine Ableitung der nicht gereinigten Abluft (Rohluft) – insbesondere der Abluft aus der Aufbereitung, Vorrotte und Hauptrotte - nicht zulässig ist.

Bisheriges Hauptkriterium bei der Technologieauswahl und Auslegung von Filtern war das Thema Geruch. Dieses Kriterium bleibt weiter relevant – weitere Anforderungen, wie die Eliminierung von Stäuben, anorganischen und organischen Schadstoffen, müssen jedoch in Zukunft erfüllt werden.

Die Abluftreinigungsanlage einer MBA-Anlage (Reinluft) muß folgende Anforderungen erfüllen:

- Modularer Aufbau, größtmögliche Verfügbarkeit und Unabhängigkeit gegenüber Frost.
- Eliminierung von unangenehmen Gerüchen bis auf < 100 bis 200 GE (Geruchseinheiten)
- Gesamtstaubgehalt in der Reinluft < 10 mg/Nm<sup>3</sup>
- Weitestgehende Eliminierung von organischen Schadstoffen, z.B. auch Oxidation und/oder Abbau von Aromaten

Grenzwerte für die Begrenzung organischer Schadstoffemissionen wurden im Rahmen des vorliegenden Berichtes nicht erarbeitet. Genormte Probenahmemethoden und Überschreitungsregeln, die die Streuung der Emissionswerte berücksichtigen, sind derzeit noch in Entwicklung. Unabhängig davon ist die Zusammensetzung der gereinigten Abluft („Reinluft“) bei jeder MBA-Anlage durch Messungen zu überwachen.

Wegen der unterschiedlich großen Volumenströme von Hallen- und Rotteabluft und zeitlicher Schwankungen wird in Zukunft vermutlich eine Begrenzung der Frachten sinnvoll sein. Dies impliziert, daß eine Messung der Volumenströme zu fordern ist.

## # Abwasser

Durch die oben genannten Anforderungen betreffend Umhausung kann in vielen Fällen die Bildung von belastetem Abwasser vermieden werden. Für die Nachrotte, wenn der Anteil der löslichen Stoffe im Rottegut bereits absinkt, ist prinzipiell auch eine Ausführung im Freien zulässig. Dies erfordert eine befestigte, hydraulisch dichte und zu einem Sammelbecken hin entwässerte Fläche. Darüber hinaus ist im Falle einer Trockenstabilisierung oder anaerob-aeroben Behandlung im Naßverfahren mit erheblichen Abwasserfrachten zu rechnen. Für die Einleitung in ein Fließgewässer wird die in Abschnitt 13 genannte Emissionsverordnung des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft maßgeblich sein.

## # Grundsätze der Entsorgung der Rückstände

Heizwertreiche Siebreste sind unter Nutzung der Energieinhalte thermisch zu behandeln, wobei eine Abluftreinigung nach dem Stand der Technik erforderlich ist. Der biologisch behandelte, heizwertarme Anteil ist in einer Massenabfalldeponie abzulagern.

Die Herstellung von Müll-Klärschlamm-Kompost, Erdsubstraten oder Rekultivierungsmaterialien aus Reststoffen der biologischen Behandlungsstufe wird im Hinblick auf Schadstoffbelastungen als problematisch angesehen und daher eher ablehnend beurteilt.

### # Deponieverhalten und Heizwert der behandelten Abfälle

Gemäß Deponieverordnung, BGBl. 1996/164, muß mechanisch-biologisch vorbehandelter Abfall einen oberen Heizwert (Verbrennungswert) unter 6.000 kJ/kg TS aufweisen. Um eine geringe Gasbildung und eine verringerte Sickerwasserbelastung bei der anschließenden Ablagerung abzuschätzen bzw. zu begrenzen, hat das Deponiegut ferner die folgenden, sogenannten „Stabilitätskriterien“ zu erfüllen:

- Atmungsaktivität:  $AT_4 \leq 5 \text{ mg O}_2/\text{g TS}$  und  $AT_7 \leq 9 \text{ mg O}_2/\text{g TS}$
- Gasbildung:  $GB_{28} \leq 7 \text{ NI / kg TS}$  oder Gasspendensumme im Inkubationsversuch über 90 Tage:  $GS_{90} \leq 20 \text{ NI / kg TS}$ , wobei  $GS_{90}$  aussagekräftiger als  $GB_{28}$  und daher zu bevorzugen ist
- Zusätzlich: pH-Wert  $\geq 7,0$

Diese Stabilitätskriterien sind zusätzlich zu den in Anlage 1, Tabelle 7 und Tabelle 8 der Deponieverordnung genannten Grenzwerte für Schadstoffgesamtgehalte und Eluate zu erfüllen. Zur routinemäßigen Überwachung eignet sich primär die Bestimmung der Atmungsaktivität.

Eine Vorgangsweise für die Probenahme wurde in Diskussionen mit der Universität für Bodenkultur, Abteilung Abfallwirtschaft erarbeitet (unter Einbeziehung der praktischen Erprobung verschiedener Methoden der Probenaufbereitung). Dieses Probenahme- und Aufbereitungsschema wurde in der vorliegenden Publikation übernommen. Für die Bestimmung des oberen Heizwertes müssen die entsprechenden Aufbereitungs- und Meßverfahren noch festgelegt werden.

## Material for technical guidelines on the mechanical-biological pretreatment of MSW

### Summary

The present report was established to help meet the requirements of the Austrian Landfill Ordinance which in general allows the mechanical-biological pretreatment of waste. The Federal Ministry for the Environment, Youth and Family commissioned the Federal Environment Agency to provide information and recommendations on how to draft technical instructions or a guideline on the mechanical-biological pretreatment of residual waste and sewage sludge. The requirements presented in this report apply to all MSW treatment plants including dry stabilisation, but do not apply to composting plants for organic waste.

Nearly all mechanical and biological steps involved in the treatment of residual waste and sewage sludge have to be carried out in closed installations:

Table: MSW plants – enclosed and in-vessel/contained systems

System	in-vessel (i.e. contained) system (con- tainer) put up in a hall b)	not contained but enclosed (in a hall)	in-vessel system (container) put up under a roof or outside b)	open system (under a roof or outside)
processing step				
storage (waste, sewage sludge)	permitted	permitted	only permitted for sewage sludge	<u>not permitted</u>
mechanical treat- ment	permitted	permitted	<u>not permitted</u>	<u>not permitted</u>
pre-rotting (if available)	permitted	<u>not permitted</u>	<u>not permitted</u>	<u>not permitted</u>
active composting stage c)	permitted	permitted	permitted	<u>not permitted</u>
curing	permitted	permitted	permitted	permitted only from degree of maturity IV
off-gas treatment	permitted	<u>not permitted</u>	permitted	a)

- a) permitted for the last stage of treatment in case of multi-stage off-gas treatment
- b) in-vessel/contained systems: off-gas capture is practically a hundred percent
- c) especially for the first two to three weeks of the active composting stage preference should be given to in-vessel systems put up in a hall.

Off-gas from the feeding and storage areas as well as from all the treatment and composting stages has to be captured and led to corresponding cleaning installations.

Furthermore, dust and odour have to be removed from the off-gas; degradation or oxidation of organic pollutants (e.g. aromatic compounds) is another aim.

The generation of waste water should be avoided by using it during the mechanical-biological treatment and the active composting stage in a hall. From a technical point of view it is well possible to avoid waste water at all. But should waste water occur it must be collected and treated or conducted to a sewage treatment plant.

Residues from mechanical-biological treatment must not be reused as compost, but have to be disposed of in a landfill after sufficient biological stabilisation. The laboratory gas formation test must not yield residues in excess of 7 l gas per kg dry substance (within 28 days) or of 20 l gas per kg dry substance within 90 days, respectively.