

# Auf der Tagesordnung

## Die Altanlagenregelung der 30. BImSchV für die Mechanisch Biologische Abfallbehandlung läuft zum 1. März 2006 aus

Von Uwe Lahl

Neben der Müllverbrennungsanlage (MVA) hat sich die Mechanisch Biologische Abfallbehandlung (MBA) zur Regelvariante der Abfallwirtschaft entwickelt. Kritisiert wird das aus Sicht des Umweltschutzes hohe Emissionspotential der MBA für unterschiedliche Arten der Luftbelastung. Ursache für diese Emissionen sind Schadstoffe im Restabfall, die bei der mechanischen und biologischen Behandlung freigesetzt werden. Zusätzlich kommt es in der biologischen Behandlungsstufe und insbesondere in der Abgasreinigung der MBA (Biofilter) zur „de-novo“-Synthese von Schadstoffen, die das Emissionspotential der MBA weiter erhöhen. Daher wurde mit der 30. BImSchV ein Rechtsrahmen geschaffen, um für die MBA Mindestanforderungen an die Abgasreinigung zu festzulegen. Diesen Standard müssen Neuanlagen seit dem 28. Februar 2001 einhalten. Für die Nachrüstung von Altanlagen auf den festgelegten Standard wurde nach Inkrafttreten der Verordnung ein großzügiger Übergangszeitraum von fünf Jahren gewährt. Dieser Übergangszeitraum läuft mit dem 1. März 2006 ab. Anlagen, die nach dem 1. März 2006 die Anforderungen der 30. BImSchV nicht erfüllen, werden rechtswidrig betrieben.

### Emissionspotential der MBA

Im Folgenden werden Erkenntnisse zum Emissionspotential der MBA zusammengefaßt. Die Darstellung erfolgt nach Stoffgruppen gegliedert. Bei den zitierten Untersuchungen der MBA ist zu unterscheiden zwischen Laborversuchen, halbtechnischen Versuchen und Messungen an großtechnischen Anlagen. Weiter ist zu beachten, daß die untersuchten Anlagen beziehungsweise Systeme konzeptionell sehr unterschiedlich aufgebaut

sind. Dies führt zu einer vergleichsweise weiten Spanne von spezifischen Abgasvolumina. Die relevanten Größen liegen im Bereich bis 50.000 Kubikmeter pro Tonne ( $\text{m}^3/\text{Mg}$ ) Abfall, wobei neuere MBA mit optimierter Prozeßluftführung - abhängig vom Verfahrensprinzip - ein Abgasvolumen von 3.000 bis 10.000  $\text{m}^3/\text{Mg}$  aufweisen, Daher ist die reine Konzentrationsangabe, wie sie in älteren Untersuchungen mitgeteilt wurden, nur von begrenzter Aussagekraft. In den vergangenen Jahren wurden die Darstellung und die Bewertung stärker auf die Fracht abgestellt. Die relevante Einheit ist hierbei die freigesetzte Masse je Megagramm behandelten Abfall(input), zum Beispiel  $\text{g}/\text{Mg}$  oder  $\text{kg}/\text{Mg}$ .

### Organische Schadstoffe

Organische Stoffe (Kohlenstoffverbindungen) stellen ein herausragendes Emissionsproblem der MBA dar. Grund hierfür sind die hohen Mengen dieser Stoffe, die bereits im Abfall enthalten sind. Eine Teilmenge dieser Stoffe sind flüchtige Chemikalien, die über den Abfallinput in die Anlagen gelangen. Gegenwärtig sind rund 30.000 Einzelstoffe auf dem Markt, 10.000 Stoffe werden in Mengen über 10  $\text{Mg}/\text{a}$  vertrieben. Über viele dieser Stoffe gibt es kaum Daten, geschweige denn Analyseverfahren<sup>1</sup>.

Hinzu kommen die flüchtigen organischen Stoffe, die während des biologischen Abbaus im Rahmen der Rotte gebildet und freigesetzt werden. Eine umfassende Darstellung älterer Untersuchungsergebnisse ist in LAHL et al 1998<sup>2</sup> enthalten. Von diesen Untersuchungen ist das Meßprogramm, welches an der Pilotanlage Wittstock durchgeführt wurde, das belastbarste. Folgt man diesen Untersuchungen, dann ist das Emissionspotential (Rohgas) an organischen Stoffen mit rund 1  $\text{kg je Mg}$  zu veranschlagen.

Von den älteren Messungen sind weiter die Veröffentlichungen des österreichischen Umweltbundesamtes von Bedeutung, die auf einer sehr profunden Analytik beruhen. Die Übersicht in Tabelle 1 zeigt, welche Organikfrachten rohgasseitig ermittelt wurden.

Die in Tabelle 1 genannten MBA weisen vergleichsweise kurze Rottezeiten auf. Für längere Rottezeiten erhöhen sich die Werte. Ebenso ergeben sich erhöhte Werte, wenn die Rotte nicht durchgängig aerob gefahren werden kann.

*Das Potential an organischen Emissionen aus der MBA bewegt sich in einer Spannweite von kleiner 1 bis 1,5 Kilogramm pro Megagramm ( $\text{kg}/\text{Mg}$ ).*

In der Literatur werden unterschiedliche Auffassungen vertreten, wie diese Emissionen toxikologisch zu bewerten sind. Abbildung 1 zeigt den Vergleich eines TOC (Total or-

MBA	Allerheiligen <sup>3</sup>	Kufstein <sup>4</sup>	Siggerwiesen (Rottetrommel)	Siggerwiesen (Rottehalle)	Siggerwiesen insgesamt <sup>5</sup>
Konzentration im Rohgas (TOC in $\text{mg}/\text{m}^3$ )	200	236	756	656	
Abgasvolumen (in $\text{m}^3/\text{Mg}$ )	5.400		600	1.190	
Organikfracht (in $\text{kg TOC}/\text{Mg}$ )	1,09		0,454	0,782	1,236

Tabelle 1: Im Rohgas von drei österreichischen MBA ermittelte Organikfrachten

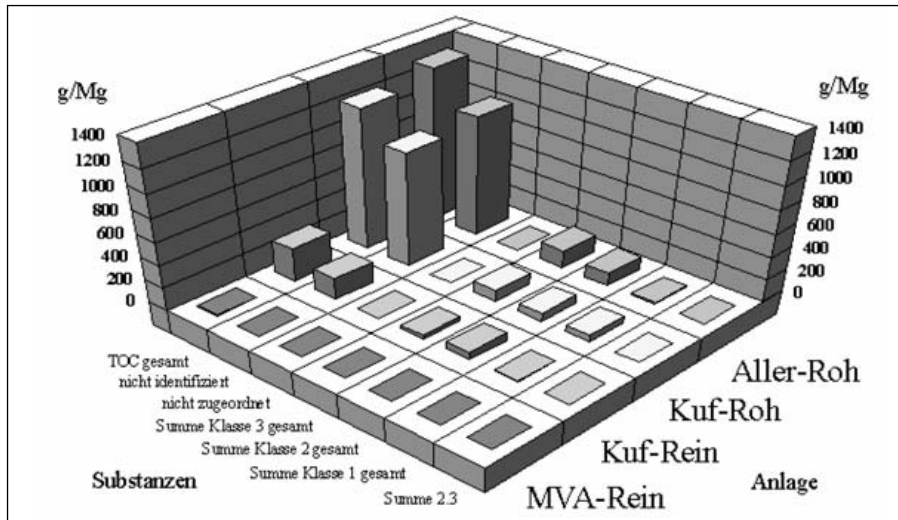


Abbildung 1: Zuordnung des TOC in der Abluft (g/Mg) nach TA Luft: Beispielhafter Vergleich der Aufschlüsselung eines MVA-TOC<sup>7</sup> mit dem TOC zweier MBA<sup>3, 4</sup> (Fracht in g/Mg)

ganic carbon/Gesamtkohlenstoff ) einer MVA mit den TOC-Werten zweier MBA, ausgewertet nach TA Luft-Klassen. Bei der MVA wird die Emissionssituation vor der Verabschiedung der 17. BImSchV dargestellt; heute liegen die Werte für diese MVA rund um den Faktor 10 niedriger<sup>6</sup>. Ohne zu sehr in die Details dieser Untersuchung gehen zu wollen, wird aus Abbildung 1 erkennbar, daß weder die Höhe der Balken noch die relative Verteilung (Summe 2.3, Klasse 1 bis 3) es erlauben, dem TOC der MBA-Emissionen eine Unbedenklichkeit zuzuschreiben. Schließlich setzen MBA, je nach Güte der Betriebsführung bei der biologischen Behandlung sehr hohe Mengen an Methan (CH<sub>4</sub>) frei. Methan weist ein hohes Treibhauspotential auf.

### ■ Stickstoffverbindungen

Ähnlich wie für die organischen Stoffe stellen sich die Potentiale für die Stickstoffverbindungen dar, wobei ein Teil dieser Stoffe auch in der obigen Rubrik mit erfaßt sind. Die Stickstoffverbindungen, die ins Abgas abgegeben werden, sind flüchtige Verbindungen, die einerseits im Abfall enthalten sind, und andererseits während des biologischen Abbaus gebildet werden. Zu den mengenmäßig wichtigen Verbindungen gehört Ammoniak (NH<sub>3</sub>). Die NH<sub>3</sub>-Konzentrationen im Rohgas vieler MBA liegen im Bereich von 30 bis 100 mg/m<sup>3</sup>. In den Fällen, in denen Klärschlamm in der MBA mit behandelt wird, steigen die Konzentrationen bis auf 500 mg/m<sup>3</sup> an, teilweise auch darüber.

Auf die Fracht bezogen dürften die NH<sub>3</sub>-Werte im Bereich von 0,3 bis 7 kg/Mg liegen, wobei Werte oberhalb von 1,5 kg/Mg häufig auf die Klärschlamm-Mitbehandlung zurückzuführen sind.

Weitere anorganische Stickstoffverbindungen werden nur in geringem Umfang emittiert, zum Beispiel Stickoxide (NO<sub>x</sub>). Eine frachtmäßig höhere Relevanz weisen organische Stickstoffverbindungen auf. CUHLS/DOEDENS 2000<sup>8</sup> berichten für die MBA Bassum von 0,1 kg/Mg. Als Einzel-

stoffe wurden neben Stickstoffnitroverbindungen (Nitrosamine) bisher hauptsächlich Amine identifiziert. Schließlich emittieren MBA, je nach Güte der Betriebsführung bei der Rotte, hohe Mengen an N<sub>2</sub>O (Lachgas). Lachgas wird auch in hohen Mengen durch ungeeignete Abgasreinigungsaggregate (Biofilter) gebildet. Lachgas weist ein sehr hohes Treibhauspotential auf.

### ■ Schwefelverbindungen

Die Emissionen an Schwefelverbindungen liegen vergleichsweise niedrig. Es werden anorganische Schwefelverbindungen und organische Schwefelverbindungen emittiert. Die Fracht berechnet auf Schwefel (S) dürfte im Bereich von 0,05 bis 0,1 kg/Mg liegen.

### ■ Fluorverbindung

Unter Umweltschutzaspekten relevant sind die Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW) und die sogenannten Fluorierten Treibhausgase (F-Gase), insbesondere Halogenierte Fluorkohlenwasserstoffe (HFKW). Der größte Bestand ist in den Bauschäumen enthalten. Der IPCC/TEAP Special Report „Safeguarding the Ozone Layer and the Global Climate System“<sup>9</sup> geht von einem FCKW- und F-Gas-Bestand in der Höhe von 21 Gigatonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalenten weltweit aus. In diesem Report wird in einem BAU-Szenario davon ausgegangen, daß diese sich bis zum Jahre 2010 auf 18 Gigatonnen reduzieren. Dabei soll die Reduktion aus dem FCKW-Bestand von 16 auf 8 Gigatonnen Kohlendioxid-Äquivalente (Gt CO<sub>2</sub>-Äq.) den größten Anteil einnehmen. (Die HFKW steigen in dieser Prognose von 4 auf 5 Gt CO<sub>2</sub>-Äq. und HFKW von 1 auf 5 Gt CO<sub>2</sub>-Äq.).

Es zeigt sich weiter, daß der FCKW-Bestand sich wegen der stetigen Emissionen und des geringeren Zuwachses halbiert. Gleichzeitig werden aber neue Bestände durch Ersatzstoffe aufgebaut. Das heißt, der Umstieg von FCKW auf HFKW bringt beim Thema Klimaschutz keine Vorteile. Da weiter bekannt ist, daß die Rückgewinnung

von FCKW und auch HFKW quasi nur aus Anlagen (Kälte-, Lösch-, Lösungsmittel) einigermassen in den Griff zu bekommen ist, stellt die Anhäufung von Fluorverbindungen im Bestand ein Problem für die Abfallwirtschaft dar.

In Deutschland werden als Folge der Ablagerungsverordnung zunehmend die organischen Bestandteile des Bauschutts und der Baurestmassen in die MBA und in die Müllverbrennungsanlagen (MVA) eingebracht.

### ■ Schwermetalle

Die Schwermetallemissionen aus der MBA sind vergleichsweise niedrig. Die schwer flüchtigen Schwermetalle werden staubgebunden emittiert und richten sich daher nach den Belastungen des Staubs.

Von größerer Relevanz ist das flüchtige Schwermetall Quecksilber (Hg). CUHLS/DOEDENS 2000<sup>8</sup> haben für die niedersächsischen MBA Werte im Bereich von 1 bis 25 mg/Mg gemessen, der Maximalwert betrug 110 mg/Mg.

### ■ Mikroorganismen

Das Thema Mikroorganismen aus MBA-Anlagen ist bisher nur am Rande behandelt worden, obwohl es von großer Relevanz ist. Besonders hohe aerogene Keimkonzentrationen treten in Abfallbehandlungsanlagen bei Mühlen/Shreddern, in der Rottehalle sowie beim Umsetzen des Rottematerials und bei der Sortierung und Feinaufbereitung des Kompostes auf<sup>10</sup>. Nach einer anderen Studie treten ebenfalls sehr hohe aerogene Pilz- und Actinomyceten-Konzentrationen [deutlich mehr als 10<sup>5</sup> Koloniebildende Einheiten (KBE)/m<sup>3</sup>] bei bestimmten Arbeiten im Außenbereich (Störstoffauslese), im Innenbereich bei der Handsortierung und in den Fahrzeugkabinen der Radlader auf, auch wenn diese mit lüftungstechnischen Einrichtungen ausgestattet sind<sup>11</sup>.

Im Umfeld von Kompostierungsanlagen, die den MBA in vielerlei Hinsicht vergleichbar sind, können erhöhte Keimkonzentrationen in der Außenluft auftreten. Allerdings gehen die Angaben über die Konzentrationen aerogener Keime in unbelasteter Außenluft weit auseinander. Die meisten Autoren berichten von wenigen Hundert bis wenigen Tausend KBE/m<sup>3</sup><sup>12, 13, 14, 15</sup>, wobei je nach äußeren Bedingungen (zum Beispiel nach einer Sturmnacht im Herbst) auch Maximalwerte von 46.000 KBE/m<sup>3</sup> an Gesamtkeimen und 6.000 KBE/m an Pilzsporen aufgetreten sind<sup>16</sup>. Der Länderausschuß für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik (LASI) hat als Orientierungswert, der vorgibt, ab wann Luft keinen Außenluftcharakter mehr hat, 10.000 KBE/m<sup>3</sup> angegeben. Dieser Wert ist nach Meinung von Fachleuten sehr hoch angesetzt<sup>17</sup>. Dem hingegen werden bei sogenannten „Nullproben“-Messungen auf abfallwirtschaftlichen Anlagen - das sind Vergleichsmessungen auf dem Werksgelände als Kontrolle gegenüber den Messungen an verschiedenen Arbeitsbereichen - bereits deutlich höhere Gehalte berichtet. So wurden für Gesamtkeime bei Kompostierungsanlagen Medianwerte von 12.000 KBE/m<sup>3</sup> und Maxima von 1,1 Millionen

KBE/m<sup>3</sup> gemessen, und 60.000 KBE an Pilzen, vorwiegend *Aspergillus fumigatus*<sup>15</sup>. Als Ursache für die hohe mikrobielle Grundbelastung, die beispielsweise an Kompostanlagen auftreten kann, werden die Anlagen selbst gesehen, zum Beispiel die Vorratslager, aber auch die Biofilter<sup>18</sup>. Die Wetterabhängigkeit spielt ebenfalls eine gewisse Rolle, insbesondere bei Anlagen mit offenen Kompostierungsflächen<sup>15</sup>.

Messungen der Konzentrationen aerogener Keime in unterschiedlichen Abständen von Anlagen werden in der Literatur nur wenig berichtet (Zusammenstellung zum Beispiel in ZUR NIEDEN 1995<sup>19</sup>, DIEHL/HOFMANN 1996<sup>20</sup>). Zumeist wird hier im Abstand von einigen Hundert Metern, oft noch darunter, kein Einfluß der Anlage auf die Immissions-situation mehr festgestellt. HOFMANN 1996<sup>21</sup> gibt an, daß schon nach Entfernungen unterhalb von 300 Metern in vielen Fällen Konzentrationswerte gefunden werden, die von der normalen Hintergrundbelastung nicht mehr zu unterscheiden sind. Dies kann aber, neben der zu erwartenden hohen Verdünnung der Emission in der Außenluft bis zum Meßort auch an der verwendeten Meßmethodik (zum Beispiel Sammlung mit Reuter-Zentrifugal-Luftkeimsammler/RCS), ebenso an der teils recht dünnen Datenbasis liegen. So gibt es experimentelle Untersuchungen, bei denen auch bei größeren Entfernungen noch gegenüber der Hintergrundbelastung erhöhte Keimkonzentrationen festgestellt wurden<sup>22, 23</sup>.

■ **Fazit Emissionspotential**

Im MBA-Abgas tritt ein hohes Emissionspotential an human- und ökotoxischen Stoffen auf; das Abgas muß zudem als relevante Quelle für die Emission von Mikroorganismen angesehen werden. Dieses Problem wird dadurch verstärkt, daß die Emissionen je nachdem, welche Behandlungstechnik eingesetzt wird, auch einen beachtlichen Schwankungsbereich aufweisen. Gefordert ist daher eine Abgasreinigung, die aus Sicht des Nachbarschaftsschutzes und der Ökologie lokal und global die bestmögliche Senkung der Emissionen an Schadstoffen und Mikroorganismen gewährleistet.

**Die 30. Verordnung zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (30. BImSchV)**

Aufgrund des geschilderten Emissionspotentials versuchte der Verordnungsgeber mit der 30. BImSchV ein Regelwerk zu schaffen, welches die MBA abgasseitig an den Stand der Technik heranführt. Die 30. BImSchV<sup>24</sup> enthält Anforderungen an die Errichtung, die Beschaffenheit und den Betrieb von mechanisch-biologischen Behandlungsanlagen wie zum Beispiel:

- 300 Meter Mindestabstand zu Wohnbauungen
- Kapselung oder Einhausung der Einrichtungen zur Abfallannahme, mechanischen Aufbereitung, physikalischen Stofftrennung, Lagerung, Transport und biologischen Behandlung

Parameter	Halbstundenmittelwert (mg/m <sup>3</sup> )	Tagesmittelwert (mg/m <sup>3</sup> )	Fracht (g/Mg)	Meßwert
Staub	30	10		
TOC incl. Methan	40	20	55	
N <sub>2</sub> O (Lachgas)			100	
Geruchsstoffe				500 GE
PCDD/F (in TE)				0,1 ng/m <sup>3</sup>

Tabelle 2: Immissionsschutzrechtliche Anforderungen an die MBA (30. BImSchV)

	MBA	MVA	Einheit
	Bei Einhaltung des Grenzwertes der 30. BImSchV	Typische Betriebswerte durchschnittlicher Anlagen	
TOC	55	0,5 – 20	g/Mg
N <sub>2</sub> O	100	< 5	g/Mg
CH <sub>4</sub> O	< 55	< 1	g/Mg

Tabelle 3: Emissionsvergleich von MBA und MVA

- Minimierung der Abluft nach Möglichkeit (zum Beispiel durch Mehrfachnutzung) und vollständige Zuführung zu einer Abluftreinigung, Ableitung über Kamin.

Tabelle 2 zeigt die Emissionsgrenzwerte für das Abgas, die von Neuanlagen seit dem 28. Februar 2001 einzuhalten sind.

Das skizzierte Emissionspotential hat gezeigt, daß es erforderlich war, die Gesamtfracht der Emissionen an organischen Stoffen über den TOC zu begrenzen. In § 6 (30. BImSchV) wird mit dieser Zielrichtung die Monatsfracht an organischen Stoffen (als TOC) auf 55 g/Mg festgelegt. Weiter können MBA erhebliche Emissionen an klimaschädlichen Gasen hervorrufen. Daher war es erforderlich, die Frachten an Methan und Lachgas zu begrenzen. Hierzu diente die Festlegung von Konzentrations- und Frachtwerten für TOC und für Lachgas von 100 g/Mg (als Monatsmittelwert).

■ **Altanlagenregelung läuft zum 1. März 2006 aus**

Um MBA, die im Jahr der gesetzlichen Festlegung der Grenzwerte (28. Feb. 2001) bereits gebauten waren, einen ausreichenden Zeitraum für die Nachrüstung zuzusprechen, wurde in § 14, Abs. 1, 30. BImSchV eine Übergangsfrist von fünf Jahren eingeräumt. Diese Übergangsfrist war sehr großzügig bemessen und läuft zum 1. März 2006 aus.

Es ist zu hoffen, daß die Anlagenbetreiber die Übergangsfrist genutzt haben, um ihre Anlagen nachzurüsten. Tabelle 3 zeigt den Vergleich einer MBA, die gerade noch die Grenzwerte der 30. BImSchV einhält, mit Betriebswerten durchschnittlicher Müllverbrennungsanlagen (MVA).

Die Übersicht zeigt, daß typische MVA im Betrieb die Grenzwerte der 30. BImSchV deutlich bis sehr deutlich unterschreiten. Da die genannten Technologien im Wettbewerb zueinander stehen, wäre es, sieht man einmal von den ökologischen und gesundheitlichen Fragen ab, auch ökonomisch nicht in Ordnung, wenn die MBA die Standards der 30. BImSchV nicht einhalten würden.

Bundesweit sind rund 15 MBA-Altanlagen vorhanden, die über 1 Million Tonnen Abfall jährlich behandeln. Diese Anlagen erscheinen technisch in der Lage, durch Nachrüstung die Standards der 30. BImSchV zu erreichen.

Anlagen, die nach dem 1. März 2006 die Anforderungen der 30. BImSchV nicht erfüllen, werden rechtswidrig betrieben: Denn nach Ablauf der Übergangsfrist werden Altanlagen, die den Anforderungen der Verordnung nicht entsprechen, materiell illegal (den inhaltlichen rechtlichen Anforderungen zuwider) betrieben. Nach § 17 Abs. 1 Satz 1 BImSchG kann die zuständige Behörde die erforderlichen Anordnungen treffen, um einen mit der 30. BImSchV konformen Anlagenbetrieb zu erreichen. Da die Technologien zur Einhaltung der in der 30. BImSchV festgelegten Anforderungen verfügbar waren und sind<sup>25</sup> und ein Zeitraum von fünf Jahren mehr als ausreichend bemessen ist, um die Nachrüstungen durchzuführen, ist im Übrigen kein Spielraum erkennbar, um über Verhältnismäßigkeitserwägungen Dispense zu erteilen. Befolgt der Betreiber eine Anordnung nach § 17 BImSchG nicht, kann nach § 20, Abs. 1, 2. Alt. BImSchG der weitere Betrieb der Anlage ganz oder teilweise bis zur Erfüllung der Anordnung untersagt werden. Die Betriebsuntersagung kann mit den Mitteln der Verwaltungsvollstreckungsgesetze der Länder durchgesetzt werden. ◆

**Literatur und Anmerkungen**

- 1 Vergleiche hierzu die diversen Studien zum Komplex REACH (neues EU-Chemikalienrecht) [http://europa.eu.int/comm/enterprise/reach/index\\_en.htm](http://europa.eu.int/comm/enterprise/reach/index_en.htm)
- 2 Lahl, U.; Zeschmar-Lahl, B.; Scheidl, K.; Scharf, W.; Konrad, W.: Abluftemissionen aus der mechanisch-biologischen Abfallbehandlung in Österreich. Hrsg.: BMUJF, UBA-Monographien Bd. 104, Wien 1998
- 3 Umweltbundesamt: Abluftemissionen der mechanisch-biologischen Abfallbehandlung. Anlage Allerheiligen. BE-139, Wien, Januar 1999
- 4 Umweltbundesamt: Abluftemissionen der mechanisch-biologischen Abfallbehandlung. Pilotanlage Kufstein. Bericht BE-126, 1999
- 5 Umweltbundesamt: Abluftemissionen der mechanisch-biologischen Abfallbehandlung. Anlage Siglerwiesen. Bericht BE-138, 1999
- 6 Häusler, G. et al.: Emissionsvergleich MBA/MVA. Umweltbundesamt Wien, Interner Bericht 613 (2000)
- 7 Jay, K.; Stieglitz, L.: Identification and quantification of volatile organic components in emissions of waste

- incineration plants. *Chemosphere* Vol. 30, No. 7, 1249-1260, 1995.
- 8 **Cuhls, C.; Doedens, H.:** Abluftemissionen aus der MBA und deren Minderungstechniken nach dem Stand der Technik. In: Abluft und Abluftreinigung bei der Mechanisch-biologischen Abfallbehandlung. Wien 2000
  - 9 **Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)/Technology and Economic Assessment Panel (TEAP):** Safeguarding the ozone layer and the global climate system: issues related to hydrofluorocarbons (HFCs) and perfluorocarbons (PFCs). Genf 2005. (IPCC Secretariat, c/o WMO, 7bis, Avenue de la Paix, C.P. N° 2300, 1211 Geneva 2, Website: www.ipcc.ch)
  - 10 **Zeschmar-Lahl, B.; Lahl, U.:** Hygienefragen: Bedeutung in abfallrechtlichen Genehmigungsverfahren. *Wasser + Boden* 10, 5 – 15, 1997
  - 11 **Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin:** Untersuchungen der gesundheitlichen Gefährdung von Arbeitnehmern der Abfallwirtschaft in Kompostierungsanlagen. Projekt Nr. 04.006, 1996 – 1998, 1. Sachstandsbericht der Projektgruppe, Dezember 1996
  - 12 **Millner, D.; Marsh, P.B.; Snowdon, R.B.; Parr, J.F.:** Occurrence of *Aspergillus fumigatus* during composting of sewage sludge. *Appl. Environ. Microbiol.* 12, 765-772, 1977
  - 13 **Rüden, H.; Fischer, P.; Thofern, E.:** Mikroorganismen in der Außenluft während eines Winterhalbjahres. *Zbl. Hyg., 1. Abt. Orig. B* 166, 332 – 352, 1978
  - 14 **Rüden, H.; Martiny, H.; Jager, E.; Wlodavezyk, K.; Bahr, E.:** Luftkeime in Risikobereichen. *Krankenhaus-Technik* 7, 37 - 40, 1987
  - 15 **Jager, E.; Eckrich, C.:** Hygienic aspects of biowaste composting. *Waste Collection and Recycling - bioaerosol exposure and health problems. International Meeting, Copenhagen*, 13./14.9.1996
  - 16 **Fack, T.; Philipp, W.:** Ergebnisse lufthygienischer Untersuchungen. In: Deutsche Veterinärmedizinische Gesellschaft (DVG): Bericht des 5. Hohenheimer Seminars: Nachweis und Bewertung von Keimemissionen bei der Entsorgung von kommunalen Abfällen sowie spezielle Hygieneprobleme der Bioabfallkompostierung, 244 - 255, 1994
  - 17 **Grüner, C.:** Arbeitsschutz in biologischen Abfallbehandlungsanlagen. VDI-Bildungswerk: Planung von MBA, Betriebserfahrungen, Risiken. Seminar 43-98-02, 3./4. März 1997, Düsseldorf
  - 18 **Eckrich, C.; Jager, E.; Rüden, H.; Jager, J.:** Keimkonzentrationen aus der Sicht der Immunologie. In: Mücke W.: Keimbelastung in der Abfallwirtschaft. Tagung 26. April 1995, München, Institut für Toxikologie und Umwelthygiene, TU München, S. 51 – 75, 1995
  - 19 **zur Nieden, A.:** Emission von Mikroorganismen aus Kompostierungsanlagen unter Einbeziehung der Immissionssituation der Umgebung. Diplomarbeit, FH Gießen, FB Technisches Gesundheitswesen, Dezember 1995
  - 20 **Diehl, K.; Hofmann, R.:** Literaturstudie zu Hygieneproblemen von Kompostierungsanlagen unter Berücksichtigung der möglichen Gesundheitsgefahren in der Nähe lebender Anwohner; UBA, WaBoLu-Heft 11/96, November 1996
  - 21 **Hofmann, R.:** Hygiene bei der Kompostierung. 2. BMBF-Statusseminar „Neue Techniken zur Kompostierung“, 6.-8. November 1996, Hamburg
  - 22 **Syzdek, L.D.; Haines, J.H.:** Monitoring *Aspergillus fumigatus* aerosols from a composting facility. *Aerobiologia* 11, 87 – 93, 1995
  - 23 **State of New York, Department of Health, Center for Environmental Health, Albany/N.Y.:** a prospective Study of health symptoms and bioaerosol levels near a yard waste composting facility. March 1994
  - 24 **30. BImSchV –** Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über die umweltverträgliche Ablagerung von Siedlungsabfällen und über biologische Abfallbehandlungsanlagen) vom 20. Februar 2001, BGBl I 2001, 317
  - 25 Daß Altanlagen technisch nachgerüstet werden können, wurde in einem BMBF-Verbundvorhaben nachgewiesen. Vgl. **BMBF-Verbundvorhaben:** Erprobung einer nichtkatalytischen thermischen Oxidation zur Behandlung von Abluft aus der mechanisch-biologischen Abfallbehandlung.  
Teilvorhaben 1: Verfahrenstechnische Überprüfung der Anlagenkonzeption Förderkennzeichen: 0330240.  
Teilvorhaben 2: Untersuchungen zur Führung des Abluftmanagements, Förderkennzeichen: 03361257. Projektleitung: Prof. Doedens, ISAH und Dr. Kahn, Fa. Haase Energietechnik. Der Abschlußbericht stammt aus dem Jahr 2003.

**Dr. habil. Uwe Lahl ist Ministerialdirektor im Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU).  
Adresse: BMU, Robert-Schumann-Platz 3, D-53175 Bonn.**