

# Stand der mechanisch-biologischen Abfallbehandlung in Deutschland

Matthias Kühle-Weidemeier, Ulrich Langer

Wasteconsult international, Langenhagen

## Abstract

More than 7 million Mg (tons) of mixed municipal solid waste are annually treated in Germany by mechanical (MA), mechanical-biological treatment (MBT), mechanical-biological drying (MBS) or mechanical-physical drying (MPS) treatment. Especially the launch of those plants that comprise biological treatment steps was often accompanied by severe technical problems. This led to controversial statements in the press and other public media. The German Environment Agency (Umweltbundesamt) wanted to get an overview about the real situation to allow an objective, factual evaluation of the current situation. In the framework of the environment research plan (UFOPlan) Wasteconsult international received the order for data collection and evaluation. The present paper summarises the most important results concerning mass balance, the compliance of landfill criteria and compliance of boundary values for exhaust gas.

## Inhaltsangabe

in Deutschland durchlaufen mehr als 7 Mio. Mg (t) Restabfälle pro Jahr eine Behandlung in mechanisch-biologischen Abfallbehandlungsanlagen (MBA), mechanisch-biologischen Abfallbehandlungsanlagen mit biologischer Trocknung (MBS), mechanisch-physikalischen Anlagen (MPS) oder rein mechanischen Abfallbehandlungsanlagen (MA). Die Inbetriebnahme vieler Anlagen mit biologischen Verfahrensstufen war mit erheblichen technischen Problemen verbunden, die zu kontroversen Äußerungen über diese Verfahren in den Medien und in der Fachöffentlichkeit führten. Das Umweltbundesamt wollte sich daher einen umfassenden Überblick über die gegenwärtige Situation der Anlagen und ggf. bestehende Probleme verschaffen, um eine sachliche Bewertung auf Basis einer gesicherten Datengrundlage zu ermöglichen. Im Rahmen des Umweltforschungsplanes (UFOPlan) wurde die Firma Wasteconsult international mit der Durchführung einer Datenerhebung und deren Auswertung beauftragt. Der vorliegende Artikel faßt die wesentlichen Ergebnisse des Vorhabens zu den Punkten Massenbilanz, Einhaltung der Ablagerungskriterien und Einhaltung der Abluftgrenzwerte zusammen.

## Keywords

Abfallablagerungsverordnung (AbfAbIV), mechanisch-biologische Abfallbehandlung (MBA), Erfahrung, Grenzwerte, 30. BImSchV, Anhang 23 AbwV

## 1 Einleitung

in Deutschland durchlaufen mehr als 7 Mio. Mg/a Restabfälle eine Behandlung in mechanisch-biologischen Abfallbehandlungsanlagen (MBA), mechanisch-biologischen Anlagen mit biologischer Trocknung (MBS), mechanisch-physikalischen Anlagen (MPS) oder rein mechanischen Anlagen (MA). Die „kalten“ Verfahren sind somit zu einer tragenden Säule der Siedlungsabfallentsorgung geworden. Die Inbetriebnahme vieler An-

lagen mit biologischen Verfahrensstufen war mit erheblichen technischen Problemen verbunden, die zu kontroversen Äußerungen über diese Verfahren in den Medien und in der Fachöffentlichkeit führten. Das Umweltbundesamt wollte sich daher einen umfassenden Überblick über die gegenwärtige Situation verschaffen und beauftragte im Rahmen des Umweltforschungsplanes (UFOPlan) die Firma Wasteconsult international mit einer Untersuchung zum Sachstand der MBA, deren wichtigste Ergebnisse wir hier zusammenfassen.

## **2 Wichtige Rahmenbedingungen für die MBA**

Bereits in Anhang B der TA-Siedlungsabfall (TASi) vom 14. Mai 1993 wurden Grenzwerte für die Ablagerung auf Deponien festgelegt, die z.B. von Hausmüll nur nach einer Vorbehandlung erreicht werden können. Für die vollständige Einhaltung wurde eine zwölfjährige Übergangsphase bis zum 1.6.2005 eingeräumt.

Einige der in Anhang B festgelegten Grenzwerte, z.B. der Glühverlust von 5 Gew.-%, können beim Hausmüll nur durch thermische Behandlung eingehalten werden. Diese indirekte Festlegung auf thermische Verfahren wurde teilweise kritisiert. In Folge dessen wurden auf Bundesebene und in einzelnen Bundesländern, vor allem Niedersachsen, Vorhaben zur Untersuchung der Eignung der MBA als Alternative bzw. Ergänzung zur MVA durchgeführt.

In Niedersachsen wurden bei Bassum, Lüneburg und Wiefels großtechnische Pilotanlagen mit hohem Technisierungsgrad errichtet, die intensive wissenschaftliche Begleitung erhielten und ab 1997 den Betrieb aufnahmen. In Bayern gab es mit der MBA Erbschwang ein ähnliches Projekt.

Aus den Ergebnissen der Forschungsvorhaben wurde schlussgefolgert, dass auch durch MBA ein umweltverträglich ablagerbares Deponat erzeugt werden kann. Die Abfallablagerungsverordnung (AbfAbIV) vom 1. März 2001 enthielt daher als Neuerung Zuordnungskriterien und weitergehende deponietechnische Anforderungen für die Ablagerung mechanisch-biologisch behandelter Abfälle. Hinzu kamen immissionsrechtliche Bestimmungen in der 30. BImSchV und Anhang 23 der AbwV für Abwasser aus der MBA.

Die Gesamtheit der Anforderungen wurde von keiner bestehenden Anlage erfüllt. In den verbleibenden 4 Jahren bis zum 1.6.2005 mussten daher 45 MBAs erheblich umgebaut oder völlig neu errichtet werden. Bei den Anlagen kamen sehr unterschiedliche, mitunter nicht großtechnisch erprobte, Behandlungskonzepte zum Einsatz, die zudem an jedem Standort unterschiedlichsten Anforderungen und Zielen der Betreiber angepasst werden mussten.

Planung und Ausführung der Anlagen wurden von wenigen Ingenieurbüros und einigen mittelständischen Anlagenbauern übernommen. Wie die aufgetretenen Probleme / Engpässe zeigten, die sich in verspäteter Fertigstellung und Aufnahme des Regelbetriebs äußerten, überstieg die große Zahl der gleichzeitig in kurzer Zeit zu realisierenden Anlagen die Leistungsfähigkeit der wenigen beteiligten Firmen zum Teil deutlich. Dies wurde dadurch verschärft, dass einige Betreiber Ausschreibung und Vergabe lange hinauszögerten.

Zu den erheblichen technischen und logistischen Anforderungen kam ein harter Preiskampf, der in Verbindung mit leichtfertig(?) übernommenen Garantien für zuvor nicht ausreichend erprobte Verfahrensschritte die wirtschaftliche Existenz der beteiligten Anlagenbauer gefährdete oder vernichtete. Die Insolvenz der Firmen Babcock-Borsig, Farmatic, Heese, Herhof und Horstmann überschattete die Umsetzung zahlreicher MBA-Projekte.

### **3 Erhebung der Daten**

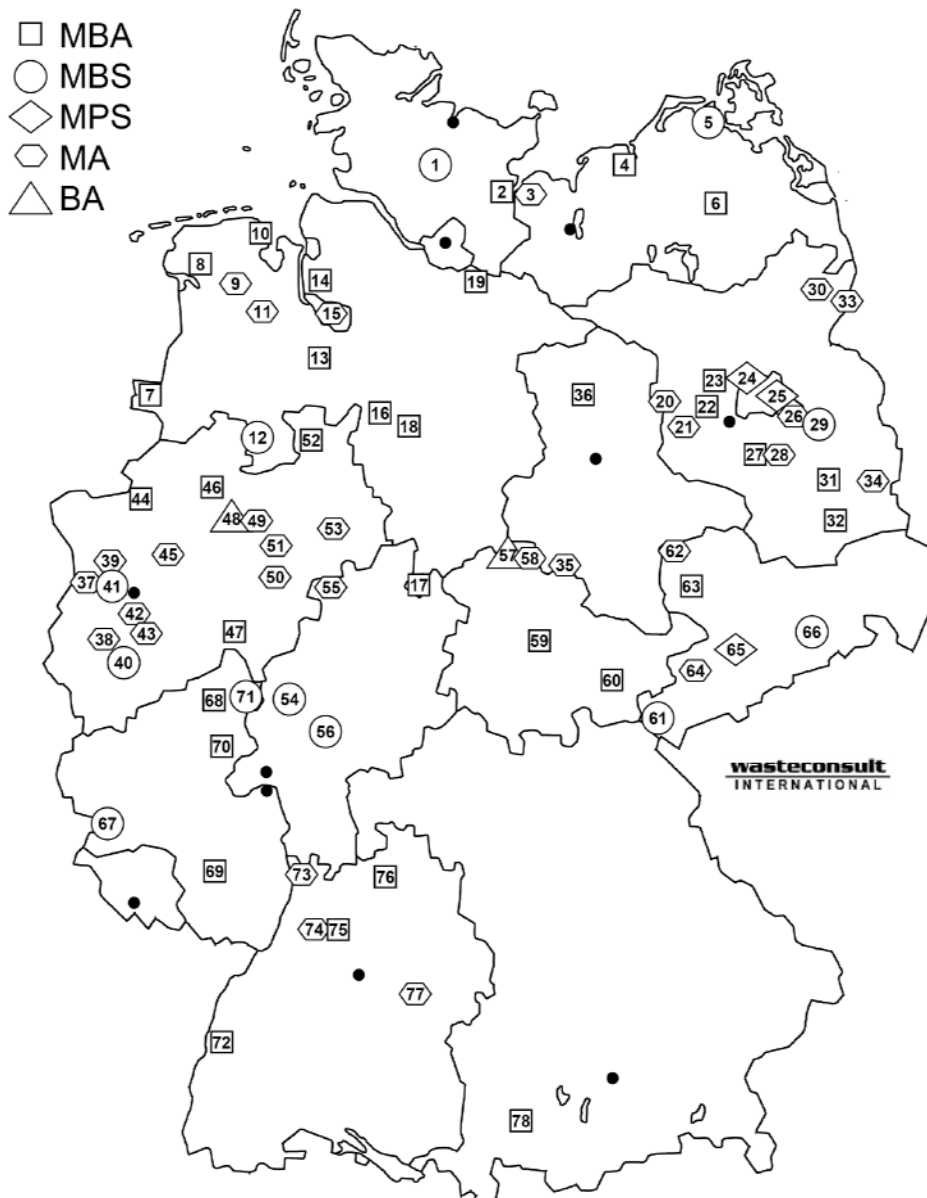
Die im Vorhaben berücksichtigten Anlagen sind in Tabelle 1 eingetragen. Zwei am gleichen Standort existierende mechanische und biologische Behandlungsanlagen wurden in den Untersuchungen zu den Mengenströmen und der Einhaltung von Grenzwerten zusammengefasst und entsprechend Ihrer Technik als aerobe MBA behandelt.

Von insgesamt 78 untersuchten Anlagen stellten 1 BA, 10 MA, 2 MBA und 2 MBS bis zum Ende der Projektlaufzeit keine Daten zur Verfügung. Von diesen Anlagen wurden Daten in der Literatur, im Internet, bei den Landesumweltämtern sowie den Regierungspräsidien recherchiert.

Schwerpunkt der Untersuchungen waren diejenigen Anlagen, für die AbfAbIV und / oder die 30. BImSchV sowie Anhang 23 der AbwV gelten, also mechanisch-biologische Anlagen (MBA) vor der Deponierung und mechanisch-biologische Trocknungsanlagen (MBS).

**Tabelle 1** Ermittelte und berücksichtigte Anlagen

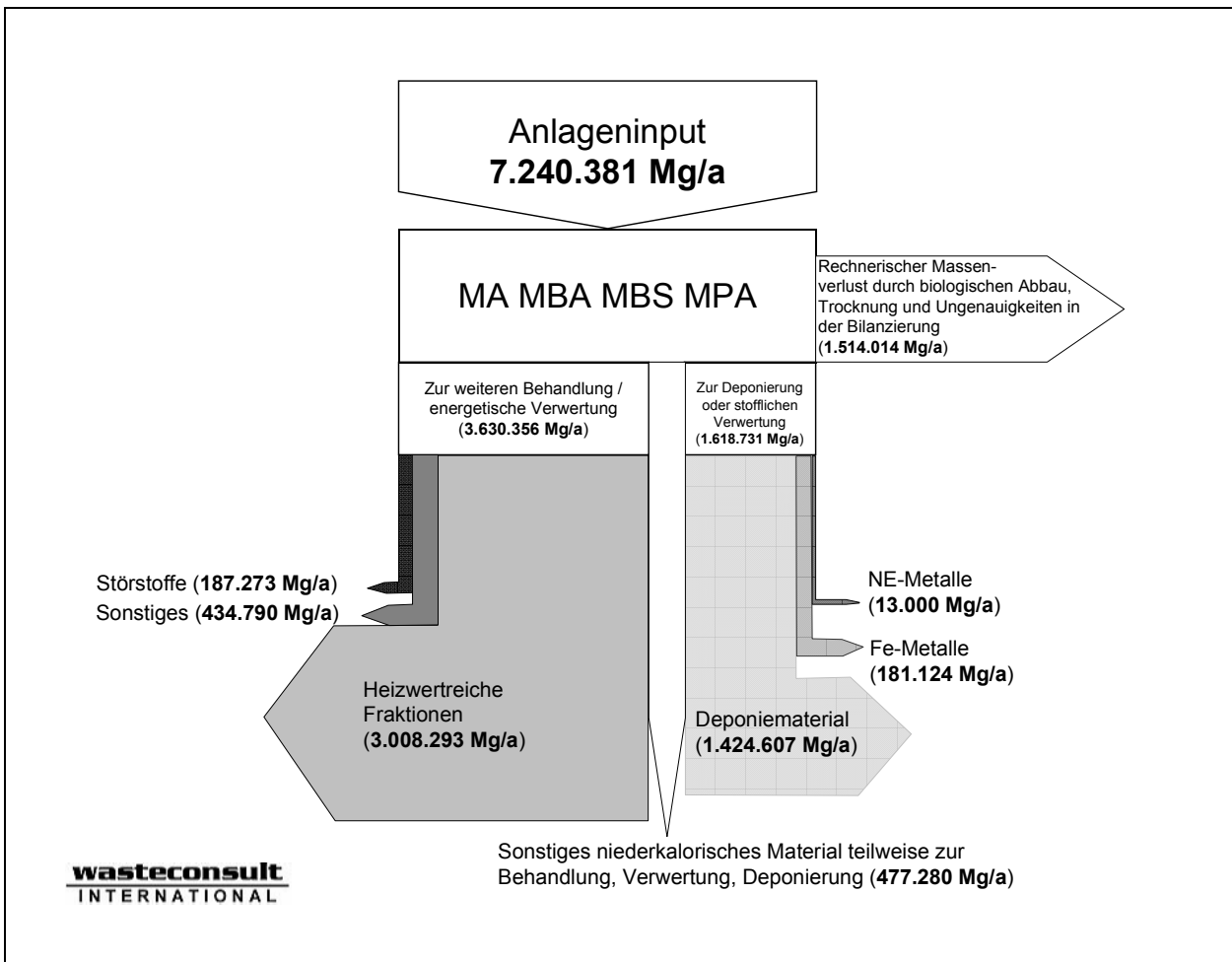
Bundesland, (Anzahl)	Typ	Anz.	Anlage
Baden-Württemberg (6)	MA	3	Heilbronn, Mannheim, Ostalbkreis (Ellert)
	MBA	3	Buchen, Heilbronn, Kahlenberg (Hauptziel Brennstoffherzeugung)
Bayern (1)	MBA	1	Erbenschwang
Berlin (3)	MA	1	Köpenick
	MPS	2	Pankow, Reinickendorf
Brandenburg (12)	MA	6	Premnitz, Recyclingcenter Jänschwalde, Recyclingpark Brandenburg, Schöneiche, Schwedt, Wilmersdorf
	MBA	5	Freienhufen (Schwarze Elster), Niederlausitz (Lübben-Ratsvorwerk, brennstofforientiert), Schöneiche, Schwanebeck, Vorketzin
	MBS	1	Nuthe Spree
Bremen (1)	MA	1	Bremen
Hessen (3)	MA	1	Diemelsee-Flechtendorf
	MBS	2	Aßlar, Wetterau
Mecklenburg-Vorpommern (4)	MA	1	Ihlenberg
	MBA	2	Rosenow, Rostock
	MBS	1	Stralsund
Niedersachsen (12)	MA	2	Mansie, Oldenburg-Neuenwege
	MBA	9	Bassum, Großefehn, Hannover, Lüneburg, Osterholz, Sachsenhagen, Südniedersachsen, Wiefels, Wilsum
	MBS	1	Osnabrück
Nordrhein-Westfalen (15)	MA	11	Bochum, Ennigerloh, Erwitte, Haus Forst, Köln-Heumar, Köln-Niehl, Krefeld, Meschede-Enste, Olpe, Paderborn, Viersen
	BA	1	Ennigerloh
	MBA	3	Gescher, Pohlsche-Heide, Münster
	MBS	2	Erfstadt, Neuss
Rheinland-Pfalz (5)	MBA	3	Kaiserslautern, Linkenbach, Singhofen
	MBS	2	Mertesdorf, Westerwald (Rennerod)
Sachsen (6)	MA	2	Delitzsch, Zwickau
	MBA	1	Cröbern
	MBS	2	Dresden, Vogtland
	MPS	1	Chemnitz
Sachsen-Anhalt (2)	MA	1	Edersleben
	MBA	1	Gardelegen
Schleswig-Holstein (2)	MBA	1	Lübeck
	MBS	1	Neumünster
Thüringen (4)	BA	1	Nentzelsrode
	MA	1	Nentzelsrode
	MBA	2	Erfurt-Ost, Wiewärthe



**Abbildung 1** Lageplan mechanische, mechanisch-biologische und mechanisch-physikalische Abfallbehandlungsanlagen in Deutschland

## 4 Stoffströme und behandelte Abfallmengen

In Abbildung 2 sind die aus den gesamten betrachteten Anlagen kommenden Stoffströme dargestellt (Hochrechnung). Bei der Betrachtung der Behandlungskapazität ist zu beachten, dass 3,6 Mio. Mg des Anlagenoutputs weiterer Behandlung oder energetischer Verwertung bedürfen.



**Abbildung 2** Auf den gesamten Anlagenbestand hochgerechnete Stoffströme 2006

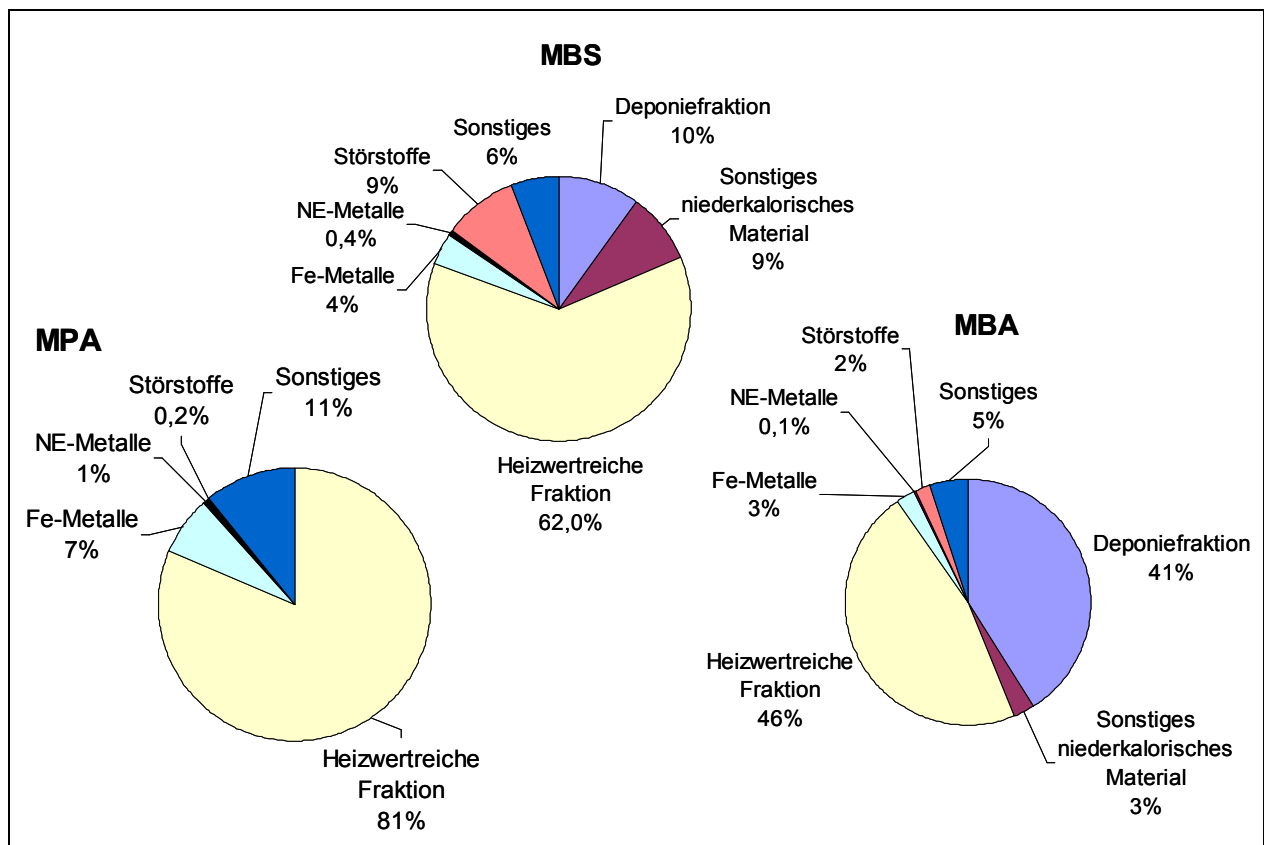
Tabelle 2 zeigt den Anlagenbestand der unterschiedlichen Verfahrenstypen und die hochgerechneten, tatsächlichen Durchsätze im Jahr 2006. Das insbesondere bei den MA nicht ganz plausible Input / Output Verhältnis dürfte auf Ungenauigkeiten in der Massenbilanzierung der Anlagen zurückzuführen sein.

**Tabelle 2** Gesamtanlagenzahl und hochgerechnete, tatsächlich behandelte Abfallmenge 2006

Anlagentyp	Anzahl	Input [Mg/a]	Output [Mg/a]
MA	30	2.333.040	2.006.666
MBA*	33*	3.082.898	2.339.407
MBS	12	1.361.443	1.071.135
MPS	3	463.000	309.160
<b>Summe</b>	<b>76* (78)</b>	<b>7.240.381</b>	<b>5.726.367</b>

\*inkl. 2 getrennt genehmigter BA / MA Kombinationen an jeweils einem Standort

Die Fraktionen der Outputmaterialien sind je nach Anlagentyp, also nach Zielrichtung der Anlage, sehr unterschiedlich aufgeteilt. In Abbildung 3 ist dies mit Ausnahme der MA dargestellt.



**Abbildung 3** Fraktionierung der Outputströme in Bezug auf den Gesamtoutput (ohne Rotte- und Trocknungsverlust) der verschiedenen Anlagenkonzepte

## 5 Einhaltung der Ablagerungsgrenzwerte

### 5.1 Betriebsprobleme und Anpassung der Abfallbehandlungstechnik

Etliche Anlagen mussten hinsichtlich der Betriebsweise oder der technischen Ausstattung verändert werden, um zuverlässig ein AbfAbIV-konformes Deponat zu erzeugen.

An vielen Anlagen wurde die Zerkleinerungstechnik verbessert (z.B. höherer Zerkleinerungsgrad) oder um zusätzliche Aggregate ergänzt. Ebenso wurden häufig die Sieblinien auf einen feineren Siebschnitt umgestellt.

Bei der biologischen Behandlung wurden Änderungen hinsichtlich Dauer und Bewirtschaftung der Nachrotte vorgenommen. Ebenso erfolgten Verbesserungen an der Belüftung- und Bewässerung. Bei manchen Anlagen mit anaeroben Stufen wurde eine zusätzliche Reinigung oder externe Entsorgung von Prozesswasser ergänzt. Örtlich waren auch Maßnahmen zur Brandfrüherkennung notwendig.

### **Folgende auch weiterhin auftretende Probleme wurden genannt:**

#### Mechanik:

- Verstopfungen durch Bänder, Verklebungen / Stillstände / Schäden durch Störstoffe
- Hoher Verschleiß, Änderung der Zerkleinerungsgrade und Siebschnitte durch Verschleiß

#### Biologie

- Hoher Reinigungsaufwand, insbesondere bei der Belüftung
- Verschleiß, z.B. bei Schubböden
- Eingeschränkte Möglichkeiten zur Hallenentlüftung
- Ammoniakfreisetzung, anaerobe Zonen in der Rotte
- Instabiler Prozess in der Vergärung
- Hoher Arbeitseinsatz und Maschinenausfälle in der Nassaufbereitung
- Schwimmdeckenbildung, Schaumbildung, Dekanterprobleme
- Schwankungen in der Trocknung, zu nasser Rotteoutput

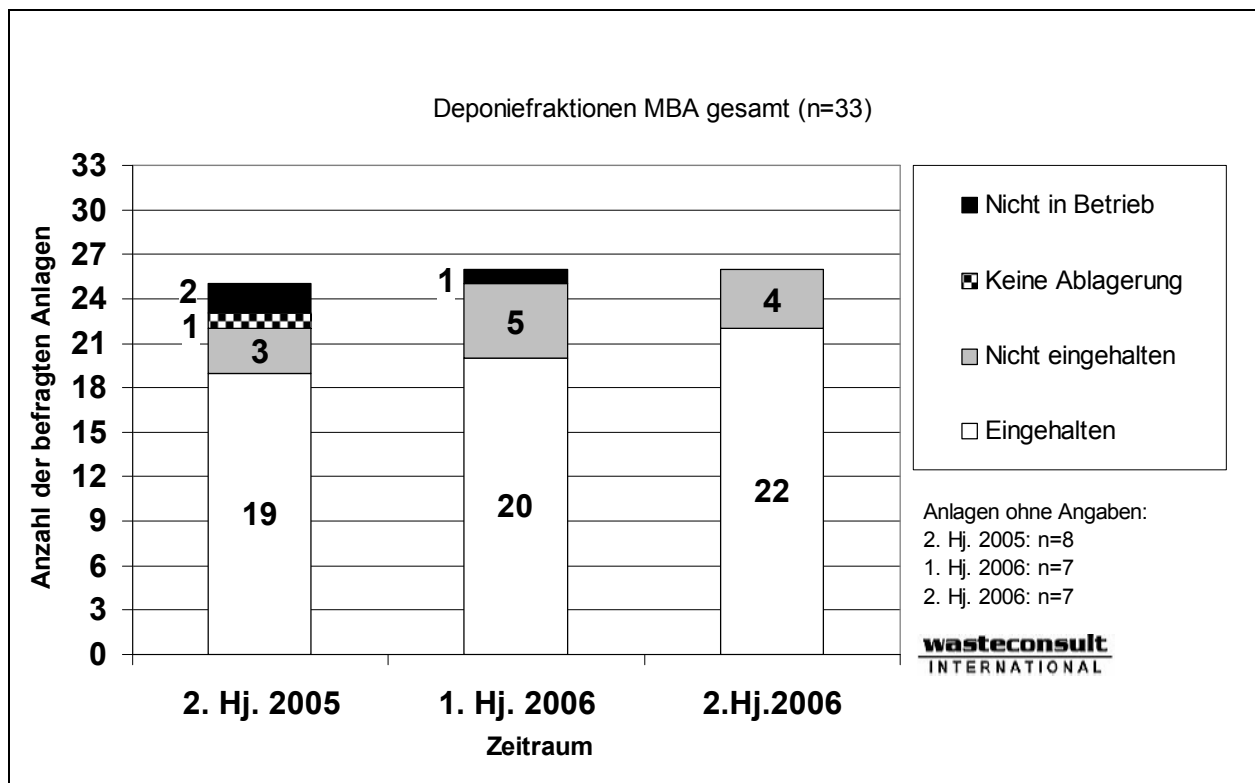
## **5.2 Einhaltung der Ablagerungsparameter**

Abbildung 4 zeigt, welcher Anteil der Anlagen die wichtigsten, vom Behandlungsverfahren beeinflussten Parameter gem. Anhang 2 der AbfAbIV durchgehend eingehalten hat. Die Situation hat sich 2007 weiter verbessert, da 2 der Anlagen, die die Ablagerungsgrenzwerte nicht einhalten konnten, 2007 stillgelegt wurden. Auch durch die Optimierung der übrigen Anlagen hat sich die Situation weiter entspannt.

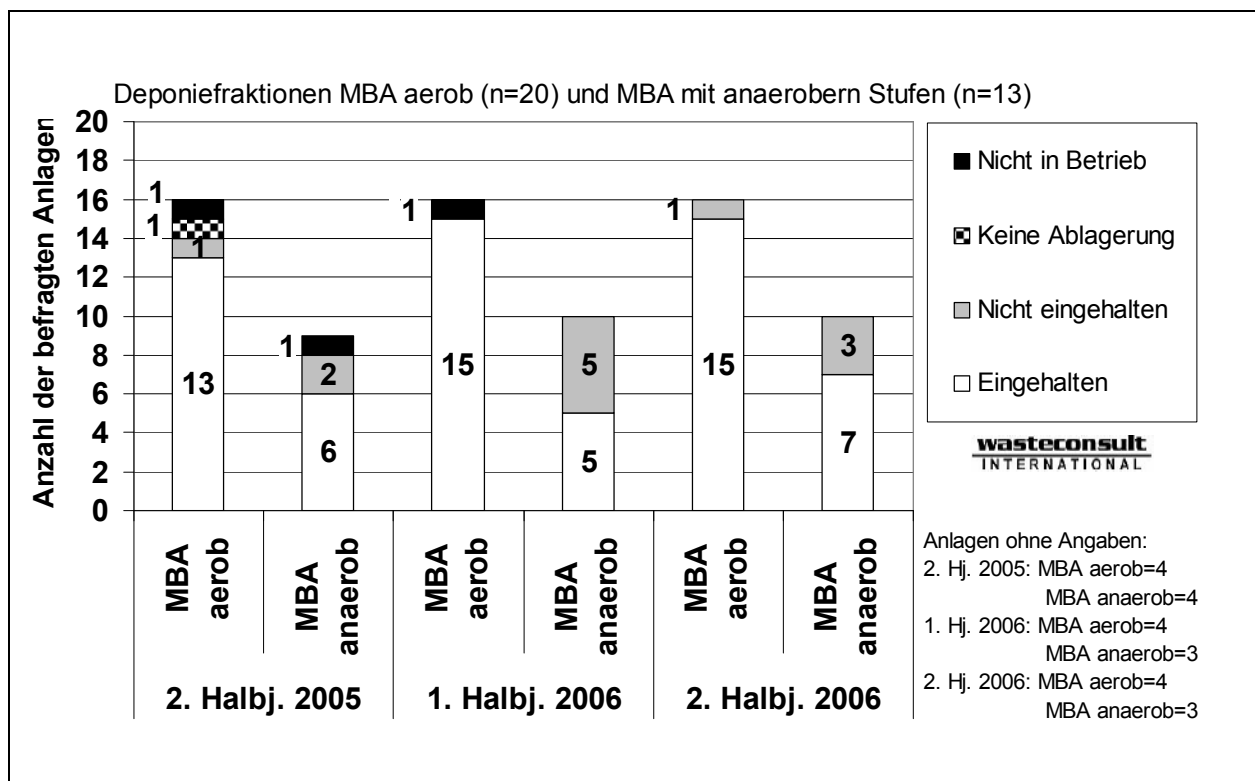
Bei den anaeroben Anlagen gibt es erkennbar größere Probleme (Abbildung 5). Davon sind hauptsächlich Perkolationsanlagen und Anlagen mit Vollstrom-Nassvergärung betroffen.

Als besonders kritischer Parameter stellte sich bei vielen Anlagen der TOC im Eluat heraus. Der Grenzwert für den TOC (bzw. DOC ab 2007) im Eluat wurde in der ab Februar 2007 geltenden Fassung der AbfAbIV von 250 auf 300mg/L erhöht und die zulässige Streubreite erheblich ausgedehnt. Das hat den Anteil der Anlagen weiter erhöht, die ein deponiefähiges Material erzeugen, wie aus Abbildung 6 abzuleiten ist.





**Abbildung 4** MBA gesamt: Gleichzeitige Einhaltung der Grenzwerte AT4/GB21, TOC im Eluat und oberer Heizwert (Ho)/TOC TS der Deponiefraktion



**Abbildung 5** Einhaltung AT4/GB21, TOC im Eluat und Ho/TOC TS bei aeroben und Anlagen mit anaeroben Verfahrensstufen

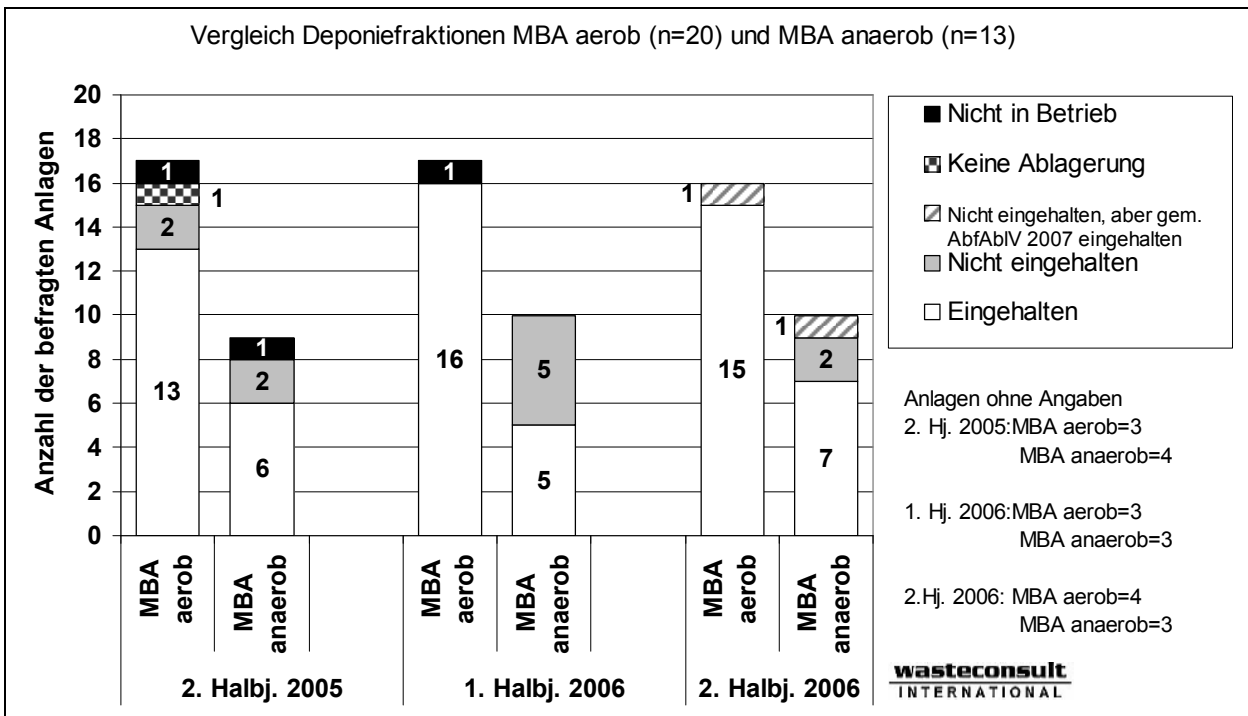


Abbildung 6 MBA aerob / anaerob: Einhaltung Grenzwert TOC-Eluat

## 6 Abluftbehandlung

### 6.1 Betriebsprobleme und Anpassung der Abluftbehandlung

Zu erheblichen Problemen kam es vor allem bei der regenerativ-thermischen Abluftbehandlung (RTO). Neben Korrosion führten vor allem Siliziumablagerungen in den Wärmetauschern zu erheblichem Wartungsaufwand und damit zu Funktionseinschränkungen der Anlagen. In etlichen Fällen waren die RTOs auch zu klein dimensioniert worden, so dass eine zusätzliche Linie nachgerüstet werden musste.

Neben einer Vergrößerung der RTO-Kapazität wurden zur Problemlösung vor allem verkürzte Wartungsintervalle, die Isolierung von Leitungen und Behältern und Verbesserungen an der Messtechnik durchgeführt.

Trotzdem treten nach wie vor folgende Probleme häufig auf:

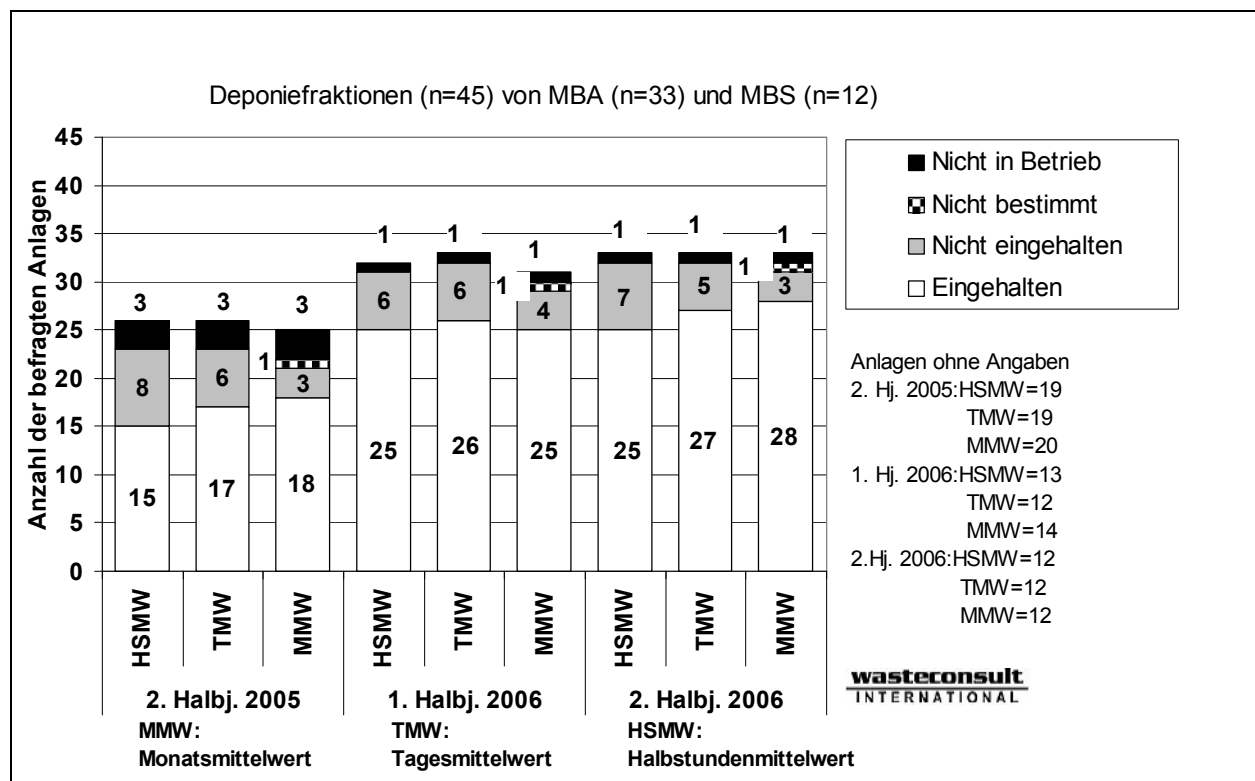
- **Siloxanverblockung der RTO**
- **Korrosion**
- Hoher Energieverbrauch
- Ausfall von Mess- und Regeltechnik, insbes. Staubmessung (z.B. durch Kondensat)
- Zu geringe Verfügbarkeit

## 6.2 Einhaltung von Grenzwerten der 30. BImSchV

Die nachgerüsteten RTO-Linien und verkürzte Wartungsintervalle haben zu einer auch auf der Abluftseite wesentlich verbesserten Situation geführt.

Probleme traten jedoch nicht nur mit den Abluftbehandlungsanlagen selbst auf, sondern auch bei der Emissionsmesstechnik. Es ist davon auszugehen, dass z.B. Überschreitungen des mit der üblichen Technik leicht einzuhaltenden Parameters Gesamtstaub zu einem wesentlichen Teil auf Störungen in der Messtechnik und nicht auf wirklich erhöhte Emissionen zurückzuführen sind.

Stellvertretend für die in der 30. BImSchV aufgeführten Parameter ist in Abbildung 7 die Situation hinsichtlich der Einhaltung der Grenzwerte für die Emission organischer Stoffe (VOC) dargestellt.



**Abbildung 7** Einhaltung Grenzwerte Emission organischer Stoffe (VOC) MBA + MBS (45 Anlagen)

## 6.3 Geruchsprobleme

17% aller im Vorhaben betrachteten Anlagen bestätigten das Auftreten von Geruchsproblemen. Diese entstanden vor allem beim Umschlag von Abfällen sowie beim Umgang mit Rottematerial. Auch benachbarte Deponien und Zwischenlager wurden als Geruchsquelle im weiteren Sinne benannt. Dies ist besonders beim Umgang mit Beschwerden von Anwohnern zu berücksichtigen. Von außen ist schwer zu unterscheiden,

ob MBA, Kompostierung, Zwischenlager oder Deponie die Quelle einer möglichen Geruchsbelastung sind.

## 7 Fazit und Ausblick

Mit der großtechnischen Einführung der MBA wurde unter schwierigen Rahmenbedingungen eine anspruchsvolle Pionieraufgabe übernommen. Nicht alle errichteten Anlagen haben sich bewährt, was sich in der Stilllegung mehrerer Anlagen widerspiegelt. Nicht anders sah es aber bei der Jahrzehnte dauernden Fortentwicklung der thermischen Abfallbehandlungsanlagen aus, die auch von spektakulären Fehlschlägen z.B. bei Pyrolyseanlagen überschattet wurde.

Die bei den MBA bestehenden Probleme konnten in großem Umfang gelöst oder deutlich reduziert werden. Die MBA hat sich als geeignete Technik zur Behandlung von Siedlungsabfall entsprechend der gesetzlichen Vorgaben erwiesen. Die noch bestehenden Schwierigkeiten konzentrieren sich im Wesentlichen auf Anlagen mit anaeroben Verfahrensstufen. Doch diese Anlagen haben neben der Gewinnung von Biogas teilweise noch einen weiteren Zukunftsvorteil:

Angesichts stark steigender Sekundärrohstoffpreise und der vom Gesetzgeber angestrebten (weitgehend) deponiefreien Zukunft kommt der MBA als Stofftrennungsanlage steigende Bedeutung zu. Neben sensorgestützten Sortierverfahren, die mittelfristig in die (trocken-)mechanische Aufbereitung der meisten MBAs Eingang finden werden, bieten die nassmechanischen Stufen der Vollstromvergärungsanlagen ein großes Potenzial, weitere Stoffgruppen auszuschleusen.

Die MBA ist also keineswegs eine Zwischenlösung, sondern eine auf einem interessanten Entwicklungsweg befindliche Technik. Der Anteil ihrer zu deponierenden oder thermisch zu verwertenden Outputströme wird langfristig zu Gunsten stofflich verwertbarer Sekundärrohstoffe zurückgehen. Das starke Wachstum der von Wasteconsult veranstalteten internationalen Tagung und Fachausstellung „MBA und automatische Abfallsortierung“ (künftig Waste-to-Resources) ist ein Indiz für das Zukunftspotenzial dieser Technik.

## 8 Literatur

- |     |  |      |  |
|-----|--|------|--|
| [1] | AbfAbIV  | 2001 | Verordnung über die umweltverträgliche Ablagerung von Siedlungsabfällen (Abfallablagerungsverordnung – AbfAbIV) vom 20. Februar 2001; BGBl. I, S. 305., zuletzt geändert 2006. |
| [2] | ARBEITSGEMEINSCHAFT<br>STOFFSPEZIFISCHE ABFALL-<br>BEHANDLUNG (ASA E.V.) | 2007 | MBA-Steckbriefe 2007/2008  |

- [3] Doedens, H.;  
von Felde, D.;  
Cuhls, C.;  
Ketelsen, K.;  
Bröker, E.;  
Fehre, E.;  
Giebel, B. 2000 Wissenschaftliche Begleitung der drei großtechnischen Demonstrationsanlagen zur mechanisch-biologischen Vorbehandlung von Restabfällen in Niedersachsen. Endbericht. Institut für Siedlungswasserwirtschaft u. Abfalltechnik der Universität Hannover, Hannover und Ingenieurbüro für Abfallwirtschaft und Entsorgung, Hannover.
- [4] Hertel, M;  
Hoppenheidt, K.;  
Kottmair, A.;  
Krist, H.;  
Muecke, W.;  
Rommel, W;  
Roth, U.;  
Ziegler, C.;  
Baumann, J.;  
Huber, W. 2001 Wissenschaftliche Begleitung der MBA Erbenschwang. Endbericht zum Forschungsvorhaben B30 im Auftrag des Bayerischen Staatsministeriums für Landesentwicklung und Umweltfragen. Bayerisches Institut für angewandte Umweltforschung und –technik – BifA GmbH, Augsburg, in Zusammenarbeit mit Abfallwirtschaft & Umwelttechnik Ing.-Ges. bRmbH, Augsburg und Erbenschwanger Verwertungs- und Abfallentsorgungsgesellschaft mbH, Ingenried.
- [5] LAGA 2004 Bericht der LAGA zur 63. Umweltministerkonferenz. Umsetzung der Abfallablagerungsverordnung. - 3. Fortschreibung -, Stand 31.8.04
- [6] Soyez, K.;  
Koller, M.;  
Thrän, D.;  
Schorr, T. 2000 Endbericht zum BMBF-Verbundvorhaben Mechanisch-biologische Behandlung von zu deponierenden Abfällen. Universität Potsdam

### **Anschrift der Verfasser**

Dr.-Ing. Matthias Kühle-Weidemeier,  
Dr. Dipl.-Ing. Ulrich Langer  
Wasteconsult international  
Robert-Koch-Str. 48 b  
D-30853 Langenhagen  
Telefon +49 511 23 59 383  
Email: info @wasteconsult.de  
Website: www.wasteconsult.de