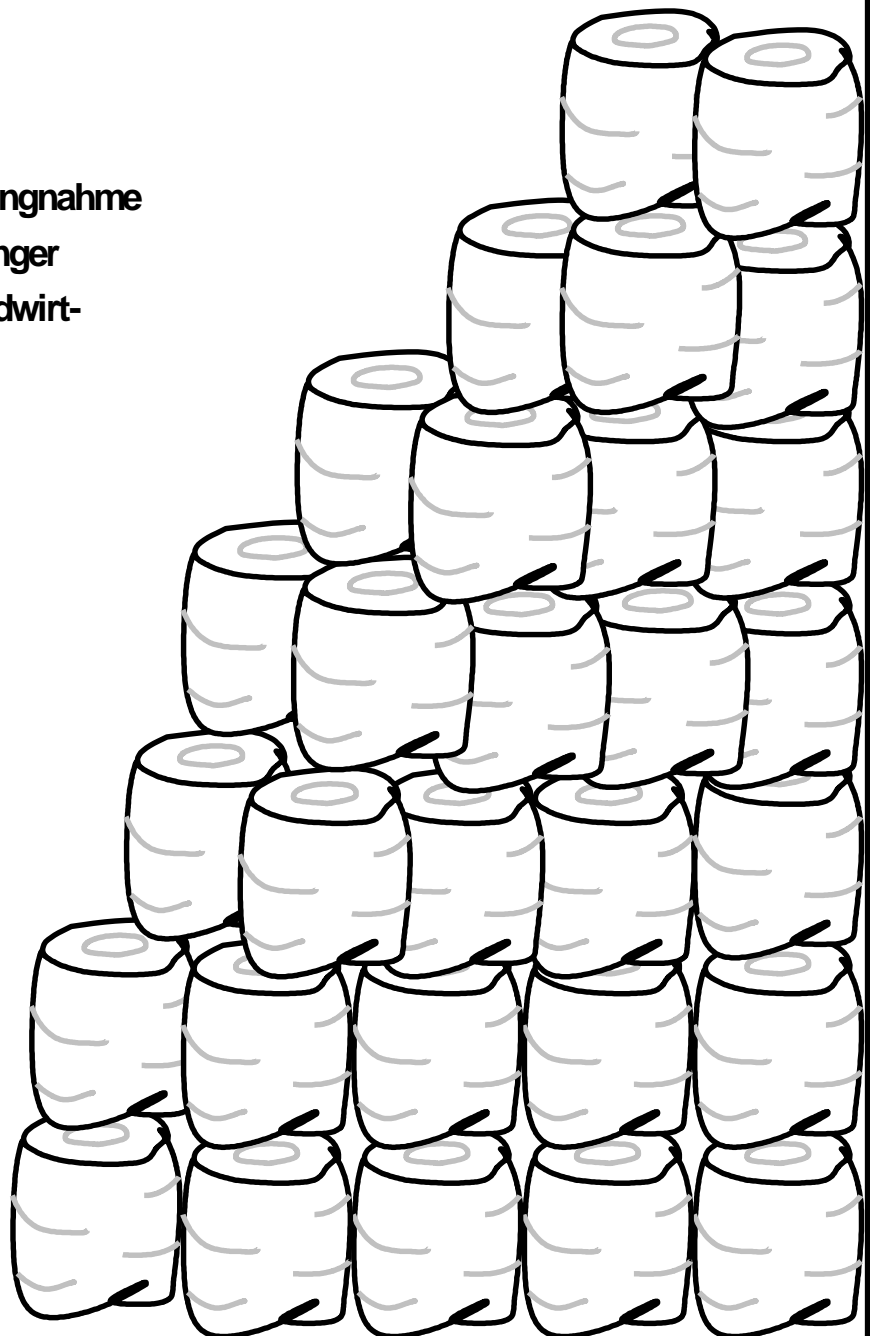


# Mechanisch-biologische Abfallbehandlung

## **Trockenstabilat - Abfallwirtschaftliche Einordnung**

**Gutachterliche Stellungnahme  
im Auftrag des Thüringer  
Ministeriums für Landwirt-  
schaft, Naturschutz  
und Umwelt**

**(leicht gekürzt)**



**BZL Kommunikation und  
Projektsteuerung GmbH,  
Oyten**

**Mai 1998**

# Mechanisch-biologische Abfallbehandlung

## Trockenstabilat - Abfallwirtschaftliche Einordnung

### Gliederung

<b>1 PROBLEMSTELLUNG</b> .....	<b>1</b>
<b>2 VERANLASSUNG</b> .....	<b>3</b>
<b>3 TROCKENSTABILISIERUNG ALS NEUES BEHANDLUNGSKONZEPT</b> .....	<b>4</b>
<b>4 AM MARKT ANGEBOTENE SYSTEME ZUR ABFALLTROCKNUNG, ABFALLSTABILISIERUNG UND STOFFSTROMOPTIMIERTEN AUFBEREITUNG</b> .....	<b>6</b>
4.1 DAS SYSTEM HERHOF .....	7
4.2 DAS SYSTEM ML-LURGI .....	10
4.3 DAS SYSTEM NEHLSSEN .....	10
4.4 DAS SYSTEM BÜHLER .....	11
4.5 SEMIPERMEABLE MEMBRANEN (GORETEX®, BIODEGMA® U.A.) .....	11
4.5.1 Funktionsprinzip .....	11
4.5.2 Biodegma® .....	12
4.5.3 Gore®-Verfahren .....	12
4.6 DAS SYSTEM ORFA .....	13
<b>5 BEWERTUNG DES SYSTEMS HERHOF</b> .....	<b>15</b>
5.1 POSITIVE ANMERKUNGEN .....	15
5.1.1 Anlagenstandard der MBA .....	16
5.1.2 Abluftreinigung .....	16
5.1.3 Nachsorgearmut.....	16
5.1.4 Ressourceneinsparung .....	17
5.1.5 Gewässerschutz.....	18
5.1.6 Dezentralität .....	18
5.2 NEGATIVE ANMERKUNGEN.....	18
5.2.1 Abluftreinigung .....	18
5.2.1.1 MBA .....	18
5.2.1.2 MVA (EVA) .....	20
5.2.2 Standort.....	20
5.2.3 Energetische Verwertung / Kosten.....	22
5.2.4 Input-Problematik.....	23
5.3 OFFENE FRAGEN BZW. RISIKEN.....	23
5.3.1 Kombinationskonzepte.....	24
5.3.2 Personalkonzept .....	28
5.3.3 Abfall zur Verwertung.....	28

<b>6 RECHTLICHE BEURTEILUNGEN - ABFALL ZUR VERWERTUNG.....</b>	<b>35</b>
<b>7 FAZIT UND EMPFEHLUNGEN FÜR DEN FREISTAAT THÜRINGEN .....</b>	<b>40</b>
7.1 ABFALLWIRTSCHAFTLICHE EINORDNUNG .....	40
7.2 STAND DER TECHNIK UND RISIKOBETRACHTUNG .....	41
7.3 HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN FÜR ÖRE/ZWECKVERBÄNDE.....	42
<b>8 LITERATUR.....</b>	<b>43</b>

### **Abbildungsverzeichnis**

<i>Abbildung 1: Außenansicht der Anlage der Fa. Herhof in Aßlar [ ] .....</i>	<i>7</i>
<i>Abbildung 2: Herhof-TROCKENSTABILAT®-Verfahren mit Inertstoffabscheidung .....</i>	<i>8</i>
<i>Abbildung 3: Massen- und Energiebilanz der Herhof-Anlage in Aßlar .....</i>	<i>9</i>
<i>Abbildung 6: Verfahrensablauf des Systems Orfa (nach [ ]) .....</i>	<i>14</i>
<i>Abbildung 7: Kostenseitige Randbedingungen für das Mitverbrennen von Trockenstabilat [eigene Grafik] .....</i>	<i>25</i>

### **Tabellenverzeichnis**

<i>Tabelle 1: Konzentrationen des Abluftstromes der MBV Lüneburg vor / nach Biofilter und Filterrückhalt [ ] .....</i>	<i>19</i>
<i>Tabelle 2: Emissionsmeßwerte verschiedener moderner MVAs .....</i>	<i>27</i>
<i>Tabelle 3: Elementarzusammensetzung und Schadstoffverteilung [aus ] .....</i>	<i>29</i>
<i>Tabelle 4: Schadstoffbelastung von Restabfall (g/Mg TS) .....</i>	<i>30</i>
<i>Tabelle 5: Vergleich der auf Heizwert bezogenen Schadstoffbelastung von Braunkohle, Steinkohle und Trockenstabilat® (Mittelwerte) .....</i>	<i>31</i>
<i>Tabelle 6: Schwermetallentfrachtung durch das Trockenstabilat-Verfahren .....</i>	<i>32</i>

## Mechanisch-biologische Abfallbehandlung

### Trockenstabilat - Abfallwirtschaftliche Einordnung

#### 1 Problemstellung

Das Thema Trockenstabilisierung von Hausmüll bzw. Restabfall wird seit Monaten bundesweit nicht nur in den etablierten abfallwirtschaftlichen Zirkeln diskutiert. Eine erhebliche Verunsicherung (vielleicht auch ein Denkanstoß) ist eingetreten, als die Entscheidung des Hessischen Umweltministeriums (HMUEJFG) vom 25. Juli 1997 [1] bekannt wurde, wonach dem Output aus der Anlage der geplanten Fa. Herhof in Aßlar, dem sog. TROCKENSTABILAT®, der Status *Abfall zur Verwertung* attestiert wurde. Schon zu diesem Zeitpunkt war erkennbar, daß diese Entscheidung weitreichende Konsequenzen haben und nicht nur auf Hessen und die dortige erste Anlage zur Trockenstabilisierung beschränkt bleiben würde.

- So sind zwischenzeitlich ein knappes Dutzend an Firmen auf dem Markt tätig, die mit sehr unterschiedlichem technischen Standard die mechanisch-biologische Trocknung und Aufbereitung von Hausmüll anbieten und einen *Abfall zur Verwertung* erzeugen wollen.
- So hoffen die Betreiber und Planer von MBAs, die ein ablagerungsfähiges Gut herstellen, durch Ausschleusen einer hochkalorischen Fraktion (ohne Trocknung) einen *Abfall zur Verwertung* als Brennstoffersatz beispielsweise für die Zementwirtschaft zu erzeugen.
- Das Duale System (DSD) hat ebenfalls den Ball aufgegriffen und hat den Nachweis geführt, daß die Sortierreste (nicht die abgetrennten Wertstoffe) aus der Sammlung von Leichtverpackungen (LVP) eine bessere Qualität als Trockenstabilat haben, und beanspruchen das Attest *Abfall zur Verwertung* [2].
- Der Lahn-Dill-Kreis will seine getrennte LVP-Sammlung einstellen und sieht mit dem Trockenstabilat sowie ergänzenden Maßnahmen die Vorgaben der Verpackungsverordnung erfüllt. Das Verwaltungsgericht Gießen hat einen hiergegen gerichteten Eilantrag der Fa. Der Grüne Punkt Duales System Deutschland AG, Köln, und der Fa. Schneider Städtereinigung GmbH & Co. KG, Dillenburg/Oberscheld, mit Beschluß vom 2.4.1998 zurückgewiesen. Die DSD dagegen will weitere juristische Schritte einleiten und haben beim Gericht einen Antrag auf Zulassung einer Beschwerde gestellt, hat aber gleichzeitig dem Land-Dill-Kreis ein erneutes Angebot zur Durchführung eines gemeinsamen Modellversuchs unterbreitet [3].
- Das Öko-Institut Darmstadt hat in einer vielbeachteten Veröffentlichung die ökologischen Konsequenzen der Trockenstabilatverwertung in Zementwerken gerügt [4].
- Die Zementindustrie hat daraufhin ihr Abnahmeinteresse zurückgezogen und will zunächst „mit äußerstem Fingerspitzengefühl die Umweltverträglichkeit prüfen“ [5].

- Die Fa. Herhof verhandelt gegenwärtig mit dem Betreiber der Verwertungsanlage Schwarze Pumpe, um das in Aßlar erzeugte TROCKENSTABILAT® dort zu verwerten. Diese Anlage war bisher das Aushängeschild des DSD für die **rohstoffliche Verwertung** der getrennt gesammelten Kunststoffverpackungen (LVP).
- Betreibern von Müllverbrennungsanlagen ist es gelungen, den Nachweis zu führen, daß aufgrund der Strom-, Wärme- und Wertstoffausschleusung ihre Anlage eine Verwertungsanlage darstellt und sie damit berechtigt sind, entsprechende Verwertungsbescheinigungen auszustellen. Eine aktuelle Ökobilanz scheint diese Sichtweise zu stützen [6]. Gerichte wiederum haben diese Sichtweise zum Teil bestätigt, ihr zum Teil aber auch widersprochen [7, 8].
- Und schließlich hat sich das Land Rheinland-Pfalz augenscheinlich dem hessischen Standpunkt zur Trockenstabilisierung angenähert; weist zudem darauf hin, daß rein rechtlich sogar die **Pflicht zur Verwertung** (Trockenstabilisierung) gegeben ist, auch für den Bereich Hausmüll. Das Bundesland Bayern widerspricht dieser Sichtweise.

Diese etwas pointiert ausgewählten Schlaglichter der letzten Monate machen verständlich, warum gerade die kommunale Ebene Klärung und Orientierung von den zuständigen Landesbehörden einfordert. Diese Forderung ist nicht unberechtigt, ganz im Gegenteil. Diese Schlaglichter sollten aber auch verständlich machen, daß mit dem Thema Trockenstabilisierung und der abfallwirtschaftlichen Einordnung ein komplexes Knäuel an verknüpften Problemen zu beachten ist, was eine sorgsame Abwägung nahelegen muß.

## 2 Veranlassung

Anlaß der gutachterlichen Stellungnahme ist der an verschiedenen Stellen in Thüringen u.a. auch von den kommunalen Spitzenverbänden geäußerte Wunsch, die in Hessen getroffene Verwaltungsentscheidung zum TROCKENSTABILAT® nachzuvollziehen und auf eine mögliche Übertragbarkeit auf die Probleme und Randbedingungen im Freistaat zu prüfen.

Wir hatten daher auftragsgemäß zu untersuchen, ob die TROCKENSTABILAT®-Technik als verfügbar bzw. als Stand der Technik anzusehen ist. Weiter sollten die ggf. mit einer Investitionsentscheidung verbundenen Chancen und Risiken für die kommunale Seite analysiert werden. Schließlich war eine insgesamt abfallwirtschaftliche Einordnung des Behandlungsverfahrens zu leisten.

Mit der folgenden Untersuchung ist nicht bezweckt, eine im Bundesland Hessen getroffene Verwaltungsentscheidung zu kritisieren und in Frage zu stellen. Auf diese Feststellung legen der Auftraggeber und wir als Auftragnehmer explizit Wert. Allerdings kann die Aufgabenstellung für die spezielle Situation im Freistaat nur angearbeitet werden, wenn eine Pilotanlage (Aßlar) in einem anderen Bundesland als Referenz herangezogen wird, und die Konsequenzen eines Nachvollzugs einer Verwaltungsentscheidung eines anderen Bundeslands für die eigene Abfallwirtschaft analysiert wird.

### **3 Trockenstabilisierung als neues Behandlungskonzept**

Hausmüll besteht, vereinfacht dargestellt, zu rund einem Drittel aus anorganischen Material, zu einem Drittel aus organischen Stoffen (Kohlenstoffverbindungen) und einem Drittel aus Wasser. In manchen Fällen, je nach Jahreszeit, ist dieser Wassergehalt sogar etwas höher (bis 50%), so daß die anderen beiden Fraktionen jeweils unter einem Drittel der Gesamtmenge sinken. Insbesondere die vom Bürger bei gut angenommener getrennter Bioabfallsammlung kann der Wassergehalt des Abfalls auch auf unter 30 % (bis auf 20 %) sinken.

Hausmüll beginnt bereits in der Mülltonne „zu leben“. Mikroorganismen machen sich über Speisereste usw. her, es kommt zum biologischen Abbau, zur bekannten Geruchsbildung und zur Erwärmung.

Die Trockenstabilisierung macht sich diese Selbsterhitzung des Mülls zunutze und führt diesen Prozeß mehr oder weniger kontrolliert durch. Die Selbsterhitzung führt zu Temperaturen oberhalb von 60°C und kann Werte bis über 90°C erreichen.

Hierdurch wird die Feuchtigkeit des Mülls freigesetzt (verdampft). Während bei der klassischen mechanisch-biologischen Abfallbehandlung (MBA) diese Feuchtigkeit wieder zurückgeführt wird, um einen maximalen Abbau der Organik zu erreichen, wird bei der Trockenstabilisierung dieser Feuchtigkeitsverlust nicht ausgeglichen. Hierdurch kommt es bei entsprechender Prozeßführung schon in wenigen Tagen zur deutlichen Reduzierung des Wassergehalts des Restabfalls.

Da die Mikroorganismen einen definierten Mindestwassergehalt zum Leben brauchen, führt der Prozeß ohne Wasserersatz über kurz oder lang zu einem Ende des biologischen Prozesses (Trockenstarre). Genaugenommen relativ einfache Zusammenhänge, die zu einem getrockneten Hausmüll (10 bis 20 % Restfeuchte) führen, der um wenige Prozent gut abbaubarer Organik ärmer ist, was seine Stabilität sicherlich auch erhöht.

Natürlich wird beim erneuten Wasserzutritt zum Trockenstabilat der biologische Prozeß binnen kurzem wieder „anspringen“, so daß das Trockenstabilat vor Wasserzutritt geschützt zu lagern ist.

Die Kunst bzw. der Unterschied der gegenwärtig angebotenen Systeme zur Abfalltrocknung und Aufbereitung besteht nun darin, diesen einfachen Prozeß möglichst umweltschonend und kontrolliert sowie kostengünstig in entsprechenden Aggregaten ablaufen zu lassen. Hierbei ist die mechanische Vor- und Nachbehandlung ein weiterer Aspekt bei der Bewertung der erzeugten Produkte.

Schließlich ist ein zentraler Bewertungspunkt dieser Technologie bzw. Systeme das Thema **Schadstoffe**.

Gerade der Hausmüll zeichnet sich durch vergleichsweise hohe Schadstoffbelastungen und insbesondere einen sehr hohen Schwankungsbereich der spezifischen Belastungen aus (Heterogenität). Die Schadstoffbelastung des Hausmülls war bisher auch der wesentliche Hintergrund gewesen, für die Behandlung und Beseitigung dieses Stoffstroms höhere als für die sonstigen technischen Prozesse üblichen Anforderungen an den Umweltschutz zu stellen (TA Siedlungsabfall, 17. BImSchV uvm.). Daher steht im Zentrum der Diskussion um die abfallwirtschaftliche Einordnung der genannten Technologie die Frage nach Wegen und Verbleib der im Haus-/Restmüll enthaltenen Schadstoffe.



#### **4 Am Markt angebotene Systeme zur Abfalltrocknung, Abfallstabilisierung und stoffstromoptimierten Aufbereitung**

Im folgenden soll keine erschöpfende Darstellung aller am Markt angebotenen Systeme erfolgen. Dies würde den Rahmen dieser Ausarbeitung sprengen. Wir beschäftigen uns stellvertretend mit einem Marktführer und Erstanwender, mit der Fa. Herhof. Wir möchten mit einer kurzen Darstellung einer Auswahl weiterer Marktteilnehmer aber dem Vorwurf entgehen, einseitig nur einen Marktteilnehmer angesprochen zu haben. Dieses Vorgehen hat zudem den Vorteil, dem Leser die gesamte Breite des vorhandenen Marktes aufzeigen zu können, da eine abfallwirtschaftliche Einordnung einer Technologie eben diese Bandbreite der Systeme bzw. Anbieter abdecken sollte.

Entsprechend der von uns abzuarbeitenden Aufgabenstellung (siehe Kap. 2) war die Frage zu untersuchen, ob ein Nachvollziehen der abfallwirtschaftlichen Einordnung in Hessen für Thüringen auf einen einzelnen Marktteilnehmer zu beschränken ist. Diese im Freistaat an vielen Stellen geäußerte Vorstellung dürfte nicht durchzuhalten sein. Wie einleitend dargestellt, sind zwischenzeitlich eine größere Anzahl von Firmen am Markt aktiv und zudem auch in unterschiedlichen Regionen in Thüringen in Projektierung oder Vorüberlegungen (u.a. Nordhausen, Saale-Orla).

Dieses Kapitel dient daher zunächst dazu, potentielle Interessenten an einer abfallwirtschaftlichen Einstufung als Verwertungsverfahren vorzustellen.

Die Verfahrensdarstellungen beschränken sich methodisch auf die reine Behandlungstechnik. Zusätzlich sicherlich wichtige Informationen zum Input in die Anlagen und insbesondere das Schicksal des Outputs (Wertstoffe) werden in diesem Teil unseres Berichts nicht vertieft.

Der Begriff **Trockenstabilat** ist als Warenzeichen für das Erzeugnis der Fa. Herhof geschützt. Andererseits haben sich die öffentliche Diskussion und auch die Firmenpräsentationen so entwickelt, daß eine Abgrenzung gegenwärtig nicht möglich ist. Wir versuchen dies dadurch aufzufangen, daß wir vom System der Abfallbehandlung sprechen. Das Trockenstabilat (Erzeugnis) der Firma Herhof wird mit TROCKENSTABILAT® bezeichnet. In den anderen Fällen sprechen wir vom Trockenstabilat, von der Trockenstabilisierung, der Stabilisierung des Hausmülls oder auch von stoffstromoptimierter Behandlung.

## 4.1 Das System Herhof

Das Verfahren der Fa. Herhof besteht aus mehreren Stufen (vgl. auch die folgende Abbildung):

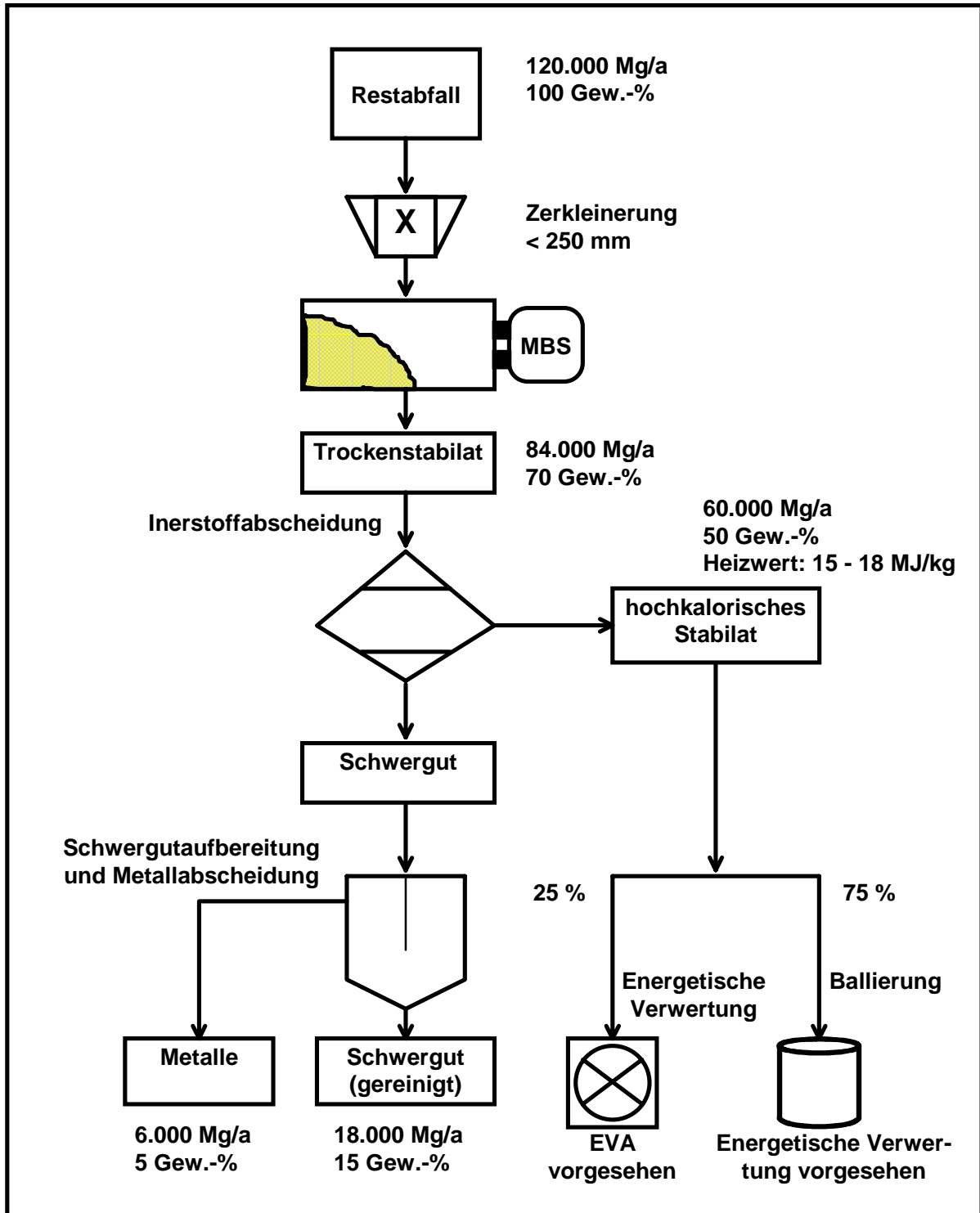
- Abtrennung der großen Eisenteile und Entfernung anderer grober Störstoffe
- Shredder: Zerkleinerung auf < 250 mm und Durchmischen
- Trocknung in Rotteboxen über 7 Tage, Restfeuchte: < 15 Gew.-%
- Inertstoffabscheidung über ein Trommelsieb; Siebschnitt bei 40 mm
  - nochmalige Zerkleinerung des Siebüberlaufs mit > 40 mm und Rückführung ins Trommelsieb
- nochmalige Siebung des Siebdurchgangs (< 40 mm)
- trockene Dichtesortierung des Siebdurchgangs in
  - Leichtgut: von der Inertfraktion befreites Material; danach:
    - Zuführung zum Brennstoff Trockenstabilat
  - Schwergut: Inertfraktion; danach
    - Fe-Scheidung (Trommelmagnet) und NE-Scheidung (Wirbelstrom), danach Metalle zur stofflichen Verwertung
    - anschließend selektive Zerkleinerung des Schwerguts und Siebklassierung
      - Steine, Glas, Keramik etc.: anschließend Wäsche zur Reinigung
      - Holz, Kunststoffe etc.: Zuführung zum Brennstoff Trockenstabilat (s.o.).

Abbildung 1 zeigt eine Außenaufnahme und Abbildung 2 das Verfahrensbild der Herhof-TROCKENSTABILAT®-Anlage in Aßlar.

**Abbildung 1: Außenansicht der Anlage der Fa. Herhof in Aßlar [9]**

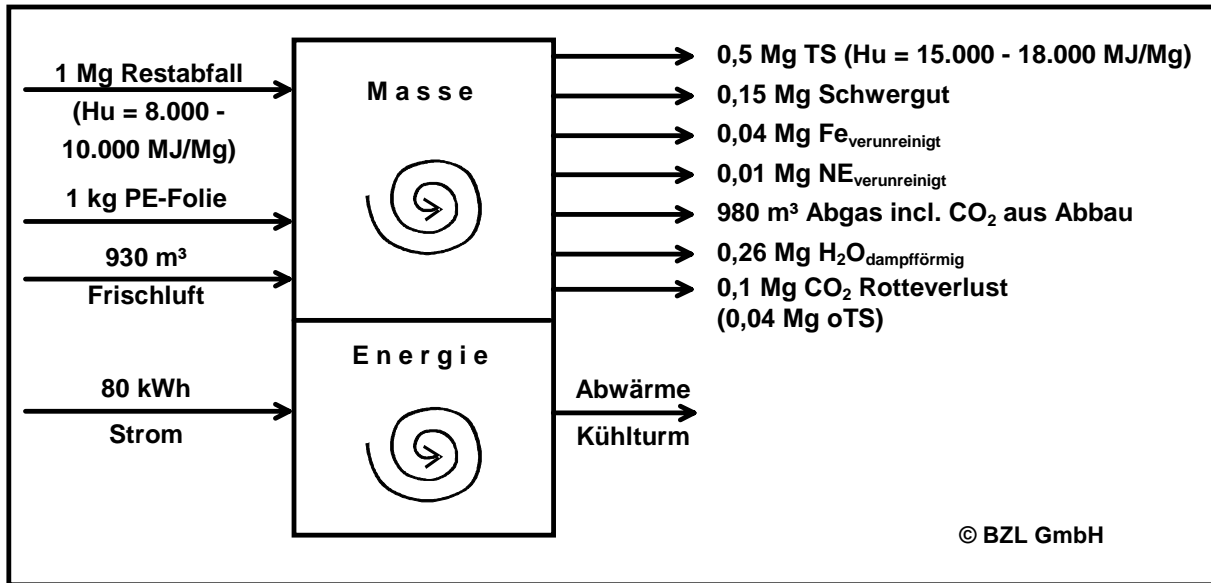


Abbildung 2: Herhof-TROCKENSTABILAT®-Verfahren mit Inertstoffabscheidung  
Verfahrensbild der Anlage Aßlar [nach 10, ergänzt]



Die Anlage der Fa. Herhof in Aßlar wird seit einigen Monaten eingefahren. Daher sind exakte bzw. abschließende Betriebsdaten noch nicht verfügbar. Die folgende Massen- und Energiebilanz zeigt Betreiberangaben zum Gesamtverfahren.

**Abbildung 3: Massen- und Energiebilanz der Herhof-Anlage in Aßlar**



Die Anlage in Aßlar ist vollständig eingekapselt. Sie weist einen hohen Technisierungsgrad auf.

## **4.2 Das System ML-Lurgi**

Die relativ hohe öffentliche Beachtung der Aktivitäten im Lahn-Dill-Kreis spiegelt nicht unbedingt das komplette Marktgeschehen auf dem Feld der Trockenstabilisierung wieder. So befindet sich im Wetteraukreis eine Anlage der Lurgi-Entsorgungstechnik im Bau, eine weitere MBA zur Trockenstabilisierung soll (ebenfalls von Lurgi) in Rostock realisiert werden (65.000 Mg/a). In Rostock ist vorgesehen, zur Optimierung der Abluftreinigung dem Biofilter einen Aktivkohlefilter nachzuschalten.

Im Unterschied zum System Herhof, bei dem die biologische Behandlung in Containern aus Stahlbeton (Herhof-Rotteboxen®) stattfinden, nutzt die Fa. Lurgi Container aus Stahl. Ansonsten sind die Techniken von ML-Lurgi (jetzt Lurgi-Entsorgungstechnik GmbH) und Herhof durchaus vergleichbar bzw., je nach Bedarf und Konzeption modifizierbar.

## **4.3 Das System Nehlsen**

Dieses Konzept stellt eine im norddeutschen Raum entwickelte kostengünstige Variante dar. Die biologische Behandlung findet in auf die Restabfallbehandlung hin optimierten Transport- bzw. Euro-Containern statt. Die Installationen zu Be- und Entlüftung sind relativ einfach und robust ausgelegt. Die folgende Abbildung zeigt ein Anwendungsbeispiel.

Die Stabilisierung des Restabfalls in besagten Containern ist das Herzstück des Systems Nehlsen. Weitere Vor- und insbesondere Nachbehandlungen werden vorgesehen, sind vom Systemanbieter aber als Optionen bezeichnet. Hierdurch soll zum Ausdruck gebracht werden, daß sich die Technik flexibel den Anforderungen und Bedürfnissen des Kunden anpassen kann.

Anlagen nach dem System Nehlsen sind als kostengünstige Freilandausführungen mit mobilen Gerät denkbar. Derartige Ausführungen wurden im Pilotmaßstab für die Landkreise Osterholz-Scharmbeck und Bad Doberan realisiert.

Niedrigere Kosten auf der einen Seite müssen dem jeweiligen Technisierungsgrad und Emissionsschutz auf der anderen Seite gegenübergestellt werden.

## **4.4 Das System Bühler**

Die Fa. Bühler ist zwar nicht mehr am Abfallmarkt tätig, hat aber mit dem Bau von Anlagen die Hallenkompostierung in Mitteleuropa mitgeprägt. Die MBA in Schaffhausen (CH) ist sicherlich die wichtigste Anlage zur Trockenstabilisierung nach diesem System.

Ursprünglich ist die Anlage auch zur Erzeugung eines ablagerungsfähigen Produktes betrieben worden. Da aufgrund der schweizer Rechtssituation diese Möglichkeit ausgelaufen ist, wird die Anlage heute in der Form einer MBA zur Erzeugung eines optimierten Brennstoffs für die nachgeschaltete MVA betrieben.

Bei dem in Schaffhausen realisierten Bühler-Verfahren werden die Abfälle in einer Halle auf Mieten aufgesetzt und mechanisch durchmischt. Dies ist als Vorteil gegenüber der statischen Rotte anzusehen, da die Durchmischung eine Verkürzung der Behandlungszeiten bzw. eine Verbesserung des Rotteproduktes bewirkt. Dynamische Systeme sind daher eine geeignete Systemvariante, wenn aufgrund der Behandlungsziele ein möglichst hoher Abbaugrad der Organik erreicht werden soll.

Die Hallenkompostierung hat jedoch den Nachteil, daß aufgrund der hohen Feuchtigkeit im Halleninneren kostenintensive Anforderungen an die Korrosionsbeständigkeit der verwendeten Werkstoffe zu stellen sind. Ein weiterer Nachteil ist aus Arbeitsschutzgesichtspunkten anzumerken (Wartungsarbeiten im Halleninnern).

## **4.5 Semipermeable Membranen (Goretex®, Biodegma® u.a.)**

### **4.5.1 Funktionsprinzip**

Die Besonderheit dieses Verfahrens liegt darin, daß die Trockenstabilisierung unter halbdurchlässigen Folien stattfindet. Damit entfällt die Notwendigkeit von baulichen Anlagen. Diese Folien werden aus unterschiedlichen Materialien angeboten (Goretex®, andere Kunststoffe wie Polyurethan/Polyester). Die mechanische Behandlung kann ebenfalls recht einfach (mobiles Gerät) durchgeführt werden.

Von diesem System werden ebenfalls vergleichsweise niedrige Kosten erwartet. Auf der Negativseite sind die ungenügende Prozeßsteuerung und die Abluftemission zu nennen. Zudem ist fraglich, ob aufgrund der Abluftführung derartige Verfahren in Thüringen genehmigungsfähig sind (vgl. [11] und [12]).

#### **4.5.2 Biodegma®**

Gegenwärtig befindet sich beim Zweckverband Abfallwirtschaft Saale-Orla (Thüringen) eine mechanisch-biologische Vorbehandlung mittels semipermeabler Folien in der Projektierung. Pilotversuche (250 Mg) nach dem Biodegma®-Verfahren (siehe die folgenden beiden Abbildungen) haben eine Verringerung des Wassergehaltes von anfangs 30 % auf 20 % ergeben [13].

Ziel des Projekts soll es allerdings nicht sein, ausschließlich Ersatzbrennstoff zu erzeugen. Zwar soll es nach Angabe des Autors möglich sein, 40 % des Inputs als heizwertreiche Fraktion > 20 MJ/kg abzutrennen, diese Angabe erscheint uns allerdings nicht plausibel (zu optimistisch). Der restliche Behandlungoutput wäre dann zu deponieren.

#### **4.5.3 Gore®-Verfahren**

Anlagen unter Verwendung der Fa. Gore können ebenfalls mit einfachem mobilen Gerät ausgestattet sein. Natürlich ist, ähnlich wie für andere Membranarten, auch ein höherer Technisierungsgrad denkbar.

Pilotversuche mit Membranen der Fa. Gore wurden in Bremen auf der Blockland-Deponie und in Baden-Baden auf der Deponie Tiefloch durchgeführt.

## 4.6 Das System Orfa

Das System Orfa ist eine Technik, die es schon länger am Markt gibt. Besonderheit dieses Verfahrens ist die Trocknung durch extern zugeführte Energie. Die Verfahrensbetreiber selbst möchten aber nicht unter die Überschrift Trockenstabilisierung subsumiert werden und sprechen selbst von der sog. Intensivseparation.

Die folgende Abbildung verdeutlicht das Verfahrensbild (Abbildung 4).

Man erkennt, verglichen mit den aktuellen Diskussionen um Verfahren der Trockenstabilisierung, eine ganze Reihe von Parallelen. Auch im Orfa-Verfahren findet eine Fe- und NE-Metallabtrennung statt. Es werden Brennstoffe und Wertstoffe erzeugt, die Aufbereitung findet nach Trocknung statt.

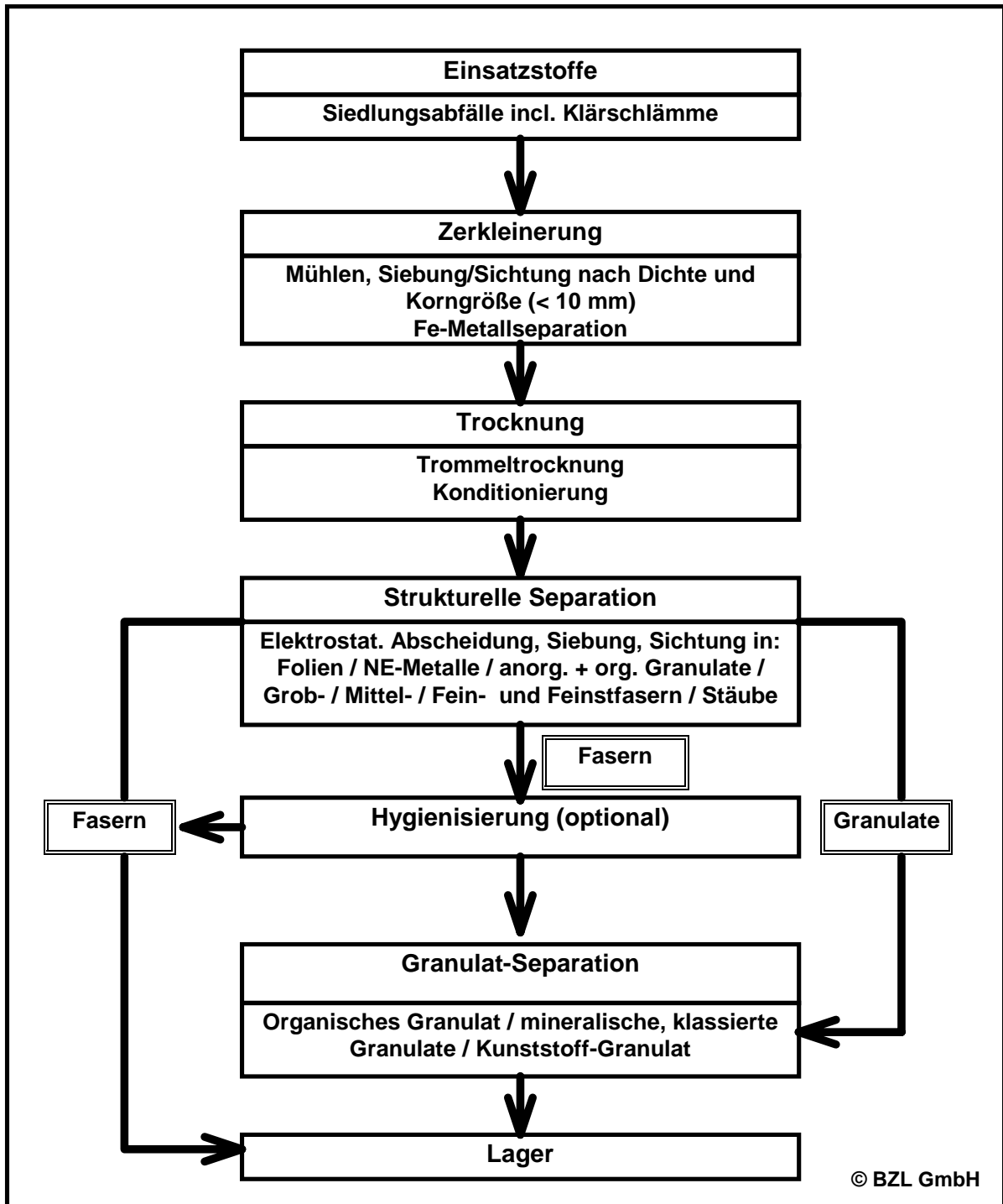
Wir haben dieses seit rund 10 Jahren in Deutschland diskutierte Verfahren an dieser Stelle aufgenommen, um zu dokumentieren, daß zumindestens die Grundidee der Trocknung und mechanischen Aufbereitung nicht neu ist.

Das Orfa-Verfahren war Ende der 80er Jahre in verschiedenen Gebietskörperschaften ernsthaft im Gespräch (Dortmund, Sauerland). Alle Vorhaben sind aufgrund des damals nicht sicherzustellenden Absatzes der erzeugten Materialien gescheitert.

Gegenwärtig befindet sich die Intensivseparation im Landkreis Nordhausen (Thüringen) in der Projektierung.



Abbildung 4: Verfahrensablauf des Systems Orfa (nach [14])



## 5 Bewertung des Systems Herhof

Die Pilotanlage der Fa. Herhof ist seit einigen Monaten im Probetrieb. Im folgenden wird eine kurze Bewertung dieser Technik vorgenommen, wobei die folgenden Kriterien zu prüfen waren:

- Verfügbarkeit,
- Ökologie,
- Ökonomie,
- Risiken.

Methodisch waren wir für die Bearbeitung dieses Abschnittes auf die Betreiberangaben angewiesen. Es fanden Besichtigungen statt sowie mehrere sehr eingehende Fachgespräche. Verbliebene Fragen wurden unsererseits in Form eines Fragenkatalogs gefaßt, der schriftlich beantwortet wurde. Weiter wurde eine Befragung der zuständigen Genehmigungsbehörde zu den genehmigungsrechtlich relevanten Aspekten durchgeführt.

Die Gesprächsergebnisse sind dokumentiert. Wir haben insbesondere die Angaben des Betreibers zur Energie-, Stoff-, Abluft- und Wasserbilanz auf Plausibilität geprüft. Die Details dieser eher technischen Fragenkomplexe sollen hier nicht näher dargestellt werden, auch weil ansonsten Schutzinteressen des Betreibers berührt sind. Im folgenden erfolgt eine aggregierte Bewertung aus abfallwirtschaftlicher Sicht. Die Bewertung ist gegliedert nach aus unserer Sicht positiven Aspekten, negativen Aspekten und offenen Fragen bzw. Risiken, die wir anmerken müssen.

### 5.1 Positive Anmerkungen

In der gegenwärtigen Situation in der bundesdeutschen Abfallwirtschaft, wo Stagnation und mangelnde Entscheidungsbereitschaft vorherrscht, ist eine 50 Mio. DM umfassende Investition für sich schon positiv zu sehen, selbst wenn im Sinne eines Experiments oder eines Pilotvorhabens am Ende Erkenntnisgewinn, aber ein negatives Gesamtergebnis steht. Dies scheint auch der Standpunkt der zuständigen Genehmigungsbehörde zu sein:

*„Das Regierungspräsidium in Gießen als zuständige Genehmigungsbehörde hat sich deshalb zum Ziel gesetzt, mit dazu beizutragen, daß auf der Basis von Recht und Gesetz diese Anlage als „Pilotanlage“ in Betrieb gehen kann, um danach durch entsprechende Messungen in der Praxis feststellen zu können, ob die getätigten Annahmen und Untersuchungen im Vorfeld den Praxisbeweis bestehen. Nur wenn diese Vermutung eintritt, kann aus meiner Sicht abschließend dieses Projekt positiv beurteilt werden.“ [15]*

Sicherlich hat es der festgefügten Struktur des Anlagenbaus in Deutschland gutgetan, neue Impulse zu erhalten. Die mittelständische Struktur und regionale Verankerung des Unternehmens im Lahn-Dill-Kreis spielte auch eine große Rolle in den Gesprächen mit dem Landkreis und der Genehmigungsbehörde (RP Gießen). Mit der Investition und erwarteten Folgeaufträgen wurde die Sicherung und Erweiterung von Arbeitsplätzen in einer Region verbunden, die ansonsten eher zu den strukturschwachen Gebieten Hessens gehört.

### **5.1.1 Anlagenstandard der MBA**

Positiv ist der Anlagen**standard** der MBA bzw. MBS (**M**echanisch-**b**iologische **S**tabilisierung) hervorzuheben. Gerade im Vergleich mit MBAs, die auf die Ablagerung des erzeugten Produktes ausgerichtet sind, herrschen Konzepte vor (z.B. die Freilandrotte), die nicht als Stand der Technik anzusehen sind. Die MBA in Aßlar ist als eine der modernsten Anlagen in Deutschland einzustufen. Sie ist vollständig gekapselt, die Prozeßführung ist weitgehend automatisiert. Das Anlagenkonzept verzichtet auf fest installierte Arbeitsplätze im Bereich des direkten Handlings der Abfälle. Die MBA weist eine vollständige Fassung der Abluftströme auf. Durch gezielte Kreislaufführung kann die spezifische Abluftmenge der Behandlung deutlich gesenkt werden (auf rund 980 m<sup>3</sup>/Mg) was letztlich die Emissionsfrachten senken hilft [16]. Gerade im Prozeßschritt Abluftführung muß die Technik in Aßlar als führend angesehen werden.

### **5.1.2 Abluftreinigung**

Der Biofilter ist gekapselt und die Ableitung der gereinigten Abluft erfolgt über einen Kamin. Gerade die Kapselung des Biofilters unterscheidet diese Anlage von vielen modernen MBAs anderer Bauart. Der Verzicht auf eine Kapselung (Lüneburg, Horm, Bad Tölz, Siggerwiesen) unterwirft den Biofilter dem bekannten Witterungseinfluß, was in kalten Jahreszeiten zum partiellen Zusammenbruch des Filters führt [17].

### **5.1.3 Nachsorgearmut**

Weiter muß beim gewählten Konzept in Aßlar positiv hervorgehoben werden, daß auf eine Deponierung von behandelten Abfällen bzw. Teilströmen dieser Abfälle gänzlich verzichtet wird. Dies stellt sicher, daß keine Verlagerung von Risiken, die mit der Deponierung generell verbunden sind, auf nachfolgende Generationen stattfindet.

#### 5.1.4 Ressourceneinsparung

Generell ist positiv zu sehen, daß hier ein MBA-Konzept gewählt wird, was den Energiegehalt der Abfälle als Ressource versteht und durch die thermische Nutzung des TROCKENSTABILATS® hilft, konventionelle Brennstoffe zu schonen.

In diesem Zusammenhang ist als weiterer Vorteil die bessere Lagerbarkeit des in Ballen eingeschweißten TROCKENSTABILATS® zu nennen. Hierdurch kann, so argumentiert die Fa. Herhof, eine zeitliche Entkopplung von Abfallaufkommen und der energetischen Nutzung des TROCKENSTABILATS® realisiert werden.

Die Abtrennung von Eisen- und Nichteisenmetallen erfolgt mit dem Ziel, diese Materialien in die Verwertung zu geben. Der Betreiber gibt für Fe den Wert 40 kg/Mg Hausmüll und für NE bzw. Aluminium 10 kg/Mg an. Diese Zahlen sind u.E. sehr optimistisch. In vergleichbaren Fällen lagen die Werte eher bei 20 - 30 kg FE/Mg und bei 2 - 5 kg NE/Mg. Gelingt die Verwertung, so erfolgt hierdurch nach unserer ökobilanziellen Berechnung eine beachtliche Ressourceneinsparung, die als Bonus zu werten ist (selbst bei den von uns erwarteten niedrigeren Mengen). Diese Ressourceneinsparung ist, je nach betrachtetem Umweltbereich (Wirkungspotential) so hoch, daß sie den Malus des Stromverbrauchs kompensiert. Allerdings weist nach unserem Eindruck die abgetrennte Fe- und NE-Fraktion eine Qualität auf, die zu einer weiteren Aufbereitung vor der Verwertung zwingt. So sind Organikverschmutzungen für die Fe-Fraktion zu beseitigen. Gegenüber der Verwertung des Fe-Schrottes und der NE-Metallabtrennung nach der konventionellen Müllverbrennung sind hier Nachteile zu sehen, was die Qualität der Verwertung angeht. Die Fa. Herhof weist in diesem Zusammenhang darauf hin, daß über die Fe- und NE-Metallabscheidung auch Batterien erfaßt und abgetrennt werden (Schadstoffentfrachtung). Weiter wird auch auf die Vorteile hingewiesen, die eine Abtrennung von Metallen incl. Batterien vor der Verbrennung für das Produkt Schlacke hat. Zudem soll die Metallabtrennung im Rahmen der Schlackeaufbereitung nicht so vollständig sein wie bei einer TROCKENSTABILAT®-Aufbereitung. Wir sind der Ansicht, daß man die Untersuchung von TROCKENSTABILAT®-Schlacken abwarten muß (vgl. auch 5.3.3).

Die FE- und NE-Metallabtrennung zur Ressourcenschonung wird von uns als positiver Aspekt gewertet. Unsere Bedenken bzgl. der Mengenangabe und der problemlosen Verwertbarkeit dieser Materialien sind allerdings nicht zerstreut. Hier wird die weitere Betriebserfahrung Antworten geben müssen. Man hätte es daher auch vertreten können, diesen Komplex unter die Rubrik „Offene Fragen und Risiken“ einzuordnen.

Die angesprochene Schadstoffentfrachtung durch Fe-/NE-Metallabtrennung wird weiter unten diskutiert (5.3.3).

### 5.1.5 Gewässerschutz

Da der Gesamtprozeß abwasserfrei läuft, findet keine Inanspruchnahme von Gewässern statt, die eigentlich regelmäßig mit gewissen Belastungen verbunden sind.

### 5.1.6 Dezentralität

Schließlich ist die dezentrale Ausrichtung des Konzeptes einschließlich der geplanten Klein-MVA (Herhof: Energetische Verwertungsanlage: EVA) zu bewerten. Wobei dieser grundsätzlich positive Ansatz auch gleichzeitig verbunden ist mit Kostenrisiken. Während die MBA selbst mit der vorhandenen Durchsatzkapazität mit gewisser Wahrscheinlichkeit im Bereich von rund 100 DM/Mg zu realisieren und betreiben sein wird, sind wir nicht davon überzeugt, daß eine MVA nach dem Standard der 17. BImSchV und einer Durchsatzkapazität von 20.000 Mg/a zu den vom Betreiber angegebenen Kosten von 150 DM/Mg zu betreiben sein wird. Das Konzept einer möglichst hohen Dezentralität „beißt sich“ an dieser Stelle mit dem Bemühen um möglichst niedrige Kosten. Daher hätte man es auch vertreten können, diese Ausrichtung auf Dezentralität unter der Rubrik „Offene Fragen und Risiken“ zu subsumieren.

## 5.2 Negative Anmerkungen

### 5.2.1 Abluftreinigung

#### 5.2.1.1 MBA

Die Beschränkung der Abluftreinigung der MBA auf *einen* Biofilter dürfte nicht ausreichend zu sein, um die Belastung der Abluft mit toxischen Stoffen auf ein vertretbares Maß zu senken (vgl. hierzu den Verordnungsentwurf des BMU für anzeigebedürftige Anlagen, der für TOC in der Abluft einen Grenzwert von 20 mg/m<sup>3</sup> bei aerober Stabilisierung von Restabfall vorsieht [18]). Dies gilt insbesondere für persistente Xenobiotika (vgl. die folgende Tabelle 1). Der Betreiber stellt hier in Aussicht, weitere Nachrüstungen vornehmen zu wollen. Er hat das Ziel formuliert, die Grenzwerte, die für Müllverbrennungsanlagen gelten, ebenfalls einhalten zu wollen (insbesondere TOC im Reingas von 10<sup>1</sup> bzw. 20<sup>2</sup> mg/m<sup>3</sup>).

---

<sup>1</sup> Tagesmittelwert

<sup>2</sup> Kurzzeitwert

**Tabelle 1: Konzentrationen des Abluftstromes der MBV Lüneburg vor / nach Biofilter und Filterrückhalt [19]**

Klasse	Messungen in 1997 Substanz	Rohgas vor Biofilter ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )						Reingas nach Biofilter ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )						Rückhalt im Biofilter Ø		
		Ø	M1 10.2.	M2 10.2.	M3 10.2.	M4 10.2.	M5 6.3.	M6 20.3.	Ø	M1 10.2.	M2 10.2.	M3 10.2.	M4 10.2.		M5 10.2.	M6 20.3.
FCKW	Difluorchlormethan R22	2,2	2,2					0,3	0,3						86%	
	Dichlordifluormethan R12	0,2	0,2					< 0,1	< 0,1						> 50 %	
	1,2-Dichlortetrafluorethan R114	10,2	10,2					3,0	3,0						71%	
	Dichlorfluormethan R21	1	1					0,8	0,8						20%	
	Trichlorfluormethan R11	28,3	28,3					8,3	8,3						71%	
	1,1,2-Trichlortrifluorethan R113	1,3	1,3					0,6	0,6						54%	
CKW	Vinylchlorid	< 0,1	< 0,1					< 0,1	< 0,1							
	Dichlormethan	14,5	14,5					5,3	5,3						63%	
	Trichlormethan	0,9	0,9					0,6	0,6						33%	
	Tetrachlormethan	0,5	0,5					0,3	0,3						40%	
	1,2-Dichlorethan	0,6	0,6					0,2	0,2						67%	
	1,1,1-Trichlorethan	6,5	6,5					3,9	3,9						40%	
	1,1,2-Trichlorethan	25,6	25,6					9,7	9,7						62%	
	Trichlorethen	2,1	2,1					0,8	0,8						62%	
	Tetrachlorethen	4,3	4,3					1,5	1,5						65%	
Aroma- ten	Benzol	12	3	2	4	n.n.	28	22	8,0	1	0,64	14	8	16	4	33%
	Toluol	67	39	8	14	100	56	186	27,6	15,6	2,35	14	10	28	4	59%
	Ethylbenzol	62	29	4	6	100	20	213	13,5	19,3	0,34	2	2	4	0	78%
	p-, m-Xylol	106	124	12	12	150	60	286	39,8	64,6	1,82	4	6	18	2	62%
	o-Xylol	32	25	3	4	50	16	96	12,2	15	0,83	2	2	8	2	62%
	Cumol	0,9	1,7		0,05	n.n.	n.n.		2,5	2,5						
	n-Propylbenzol	20					20									
	1,3,5-Trimethylbenzol	50					50									
	1,2,3-Trimethylbenzol	10					10									
	1,2,4-Trimethylbenzol	50					50									
	m-, p-Ethyltoluol	50					50									
	o-Ethyltoluol	10					10									
	Σorg. C	TOC (mg/m <sup>3</sup> )	25	25						10	10					

Dieser Schritt wäre gleichbedeutend mit einem Durchbruch auf dem MBA-Sektor, da bisher eher eine Verweigerungsfront gegenüber hohen bzw. verglichen mit der Müllverbrennung gleichwertigen Anforderungen an die Abluftreinigung zu beobachten ist. Daher hätte man die von Herhof durchgeführten praktischen Tests alternativer Verfahren zur weitergehenden Abluftreinigung sicherlich auch unter der Rubrik „Positive Anmerkungen“ subsumieren können. Allerdings hätte hiergegen der Einwand formuliert werden können, daß es sich bei der Realisierung der weitergehenden Abluftreinigung bisher nur um Ankündigungen handelt.

#### 5.2.1.2 MVA (EVA)

Die geplante Abluftreinigung der Klein-MVA („Energetische Verwertungsanlage“ = EVA) ist als ausreichend einzustufen, um die Anforderungen der 17. BImSchV für Müllverbrennungsanlagen einzuhalten. Man muß allerdings auch anmerken, daß die vorgesehene Abluftreinigung (Trockensorption, SNCR), verglichen mit dem, was technisch fortgeschrittene MVAs in den letzten Jahren realisiert haben, nicht mithalten kann.

Für Thüringen wird in diesem Zusammenhang zu entscheiden sein, welche „Philosophie“ bei der Genehmigung von Verbrennungsanlagen zukünftig verfolgt wird: ob man beispielsweise dem hessischen Vorbild (RP Gießen) folgt, „nur“ Grenzwerte der 17. BImSchV zu fordern, oder ob man anderen Beispielen folgt und weitergehende Anforderungen aufstellt.

#### 5.2.2 Standort

Negativ ist weiter anzumerken, auch wenn dies seitens des Betreibers anders gesehen wird, daß der gewählte Standort in Aßlar insbesondere für die geplante Verbrennungsanlage nicht optimal geeignet ist. Die Verbrennungsanlage soll, wie dies für MVAs Standard ist, in Form der Kraft-Wärme-Kopplung energetisch betrieben werden. Nach unseren Abschätzungen wird die Wärme am gegebenen Standort aber nur anteilig absetzbar sein. Diese negative Einschätzung - diese Relativierung ist uns wichtig - spricht nicht generell gegen das Konzept einer Kombination von MBA und MVA in der von Herhof gewählten Technik. Es spricht lediglich gegen die getroffene Standortentscheidung für eine Verbrennungsanlage mit Kraft-Wärme-Kopplung; wobei uns bekannt ist, daß es für Standortentscheidungen nicht nur energetische Gesichtspunkte gegeben hat.

Dennoch verbleibt als negative Anmerkung, daß die Abwärmennutzung am Standort nicht sinnvoll möglich ist. Das Abwärmeproblem wird dazu führen, daß der Betreiber Möglichkeiten suchen wird, die Wärme **in der MBA** zu nutzen. Dies birgt die Gefahr in sich, daß sich die Schnittstellen zwischen energieautarker biologischer Trocknung des Hausmülls und abwärmeunterstützter Trocknung verschieben werden, was wiederum die Konflikte um eine korrekte energiebilanzielle Betrachtung des Prozesses vorprogrammiert. Hinzu kommt

natürlich auch der Aspekt der Außendarstellung eines derartigen Energiekonzepts, was aber nicht Gegenstand unserer Verfahrensbewertung sein kann.

Zum Komplex Standort gehört auch die Größe der MVA selbst. Sie müßte, um das gesamte TROCKENSTABILAT® aus der MBA verbrennen zu können, rund viermal größer dimensioniert sein. Hierdurch würden sich natürlich die Absatzprobleme mit der erzeugten Wärme drastisch verschärfen. Nach unseren Informationen hätte die Standortgemeinde einer solchen Dimensionierung die Zustimmung verweigert. Dennoch stellt sich natürlich auch aus Kostengründen die Frage, wenn man sich als Betreiber/Investor entscheidet, eine derartige Verbrennungsanlage zu realisieren, ob es konzeptionell sinnvoll ist, daß selbige nicht ausreichend ausgelegt ist. Bei ausreichender Dimensionierung würden z.B. die gegenwärtigen Probleme mit der Vermarktung des Trockenstabilats entfallen. Weiter könnten über eine Erhöhung der Durchsatzkapazität auch die spezifischen Verbrennungskosten (in DM/Mg) gesenkt werden.

Welche Bedeutung hat nun diese negative Anmerkung zum Regionalstandort Aßlar für unsere gutachterliche Stellungnahme für Thüringen? Diese Frage wird auch vom Betreiber in Aßlar gestellt: Im Durchschnitt wird von konventionellen MVAs in Deutschland 25 % der im Abfall enthaltenen Energie für Strom und Wärme zurückgewonnen und eingespeist/abgegeben. Häufig liegen die Wirkungsgrade höher und erreichen Werte oberhalb von 60 % bis in Einzelfällen 80 %. Diese höheren Werte werden erreicht, wenn eine optimale Nutzungsmöglichkeit für die erzeugte Wärme besteht. Die Kraft-Wärme-Kopplung ist daher für die MVA seit Jahrzehnten eingeführte Praxis. Dennoch findet selbst bei hohen Wirkungsgraden die Behandlung unter der Überschrift Beseitigung statt. In der geplanten Feuerungsanlage Aßlar wird keine Beseitigung, sondern eine energetische Verwertung stattfinden. Dies scheint uns aber, rein energetisch betrachtet, unter den gegebenen Standortverhältnissen (keine Wärmenutzung möglich), nicht plausibel zu sein, weil selbst durchschnittliche „Beseitigungs-MVAs“ höhere Wirkungsgrade aufweisen. (Hinzu kommt, daß der Prozeß der Trockenstabilisierung zunächst Energie „verzehrt“, s.u.).

Für Thüringen sollte, so empfehlen wir, bei einer Einstufung als Verwertung diese Verwertung selbst energetisch analysiert werden. Die Maßnahme sollte als Prozeßkette gesehen werden. Das Vorbehandlungsverfahren kann nicht unabhängig vom anschließenden Verwertungsschritt gesehen werden. Im Falle der Verwertung in einer Dampfkesselanlage sollte die Energieeffizienz (Netto-Energieauskopplung) deutlich oberhalb von Beseitigungsanlagen liegen.



### 5.2.3 Energetische Verwertung / Kosten

Der wohl entscheidende Malus ist die Tatsache, daß bis heute unklar ist, wo das nicht für die Klein-MVA vorgesehene TROCKENSTABILAT® **tatsächlich** eingesetzt werden soll. Die bisher favorisierte Zementwerksvariante in NRW sollte im Rahmen eines Mitverbrennungsversuches getestet werden. Man ist aber aufgrund der öffentlichen Diskussion im Anschluß an die Kritik des Öko-Instituts an der Mitverbrennung seitens der Zementwerke zurückhaltender geworden. Seitens der Fa. Herhof ist das Verbrennen im Zementwerk aber nach wie vor eine Variante, die man versuchen will.

Gesprächspartner für die Abnahme des TROCKENSTABILATS® ist aktuell u.a. die Vergasungsanlage „Schwarze Pumpe“ (SVZ) in Sachsen. In dieser Anlage werden gegenwärtig bereits umfänglich Abfälle unterschiedlichster Art verwertet, u.a. auch über 100.000 Mg/a an über das DSD getrennt gesammelten Kunststoffabfällen. Die Anlage gehört mehrheitlich den Berliner Wasserwerken, die Kauf und Herrichtung der Anlage nach der Wende zur Sicherung Ihrer Klärschlamm Entsorgung vorgenommen haben. Die Verhandlungen mit dem Betreiber laufen gegenwärtig. Gelingt ein Vertragsabschluß, werden zusätzliche Kosten anfallen, und zwar aus mehreren Gründen: Zum einen muß das Stabilat für den Einsatz in der SVZ-Anlage konditioniert (Agglomerierung) werden. Wir schätzen diese Kosten auf 20 - 30 DM/Mg Stabilat. Zum anderen dürften die Kosten für die Abnahme nicht unerheblich sein, da der Betreiber des SVZ Rücksichten zu nehmen haben wird gegenüber anderen wichtigen Kunden, die Abnahmepreise im Bereich deutlich über 200 DM/Mg zahlen. Verbleibt der erhöhte Logistikaufwand bzw. Transport zum SVZ über eine Entfernung von mehr als 500 km, was mit 35 DM/Mg eher im optimistischen Bereich angesiedelt sein dürfte. Aber vor einer abschließenden Kostenberechnung muß natürlich abgewartet werden, was die derzeit laufenden Verhandlungen ergeben.

Das u.E. insgesamt eher unklare Schicksal der aufbereiteten Abfälle scheint sich zu einer Art Überlebensfrage für die Konzeption der Trockenstabilisierung zu entwickeln. Dies gilt sicherlich auch für die gegenwärtig in der Diskussion befindlichen Nachfolgeprojekte. Mehrere kürzlich durchgeführte Marktabfragen für vergleichbares Material (hochkalorische Fraktion aus niedersächsischen MBAs) haben hohe Preise (165 - 240 DM/Mg netto) und geringes Interesse insbesondere der Zementwirtschaft gezeigt [20]. Hinzu kommen vertragliche Risiken, da in der gegenwärtigen Situation gerade die Industrie nicht bereit ist, längerfristige Bindungen einzugehen. Wobei wir aufgrund der unklaren Entwicklung und Zukunftschancen einzelner Standorte des Grundstoffmarktes in Deutschland nicht nur langfristige Verträge, sondern auch Besicherungen der Verträge empfehlen würden. Die Fa. Herhof weist in diesem Zusammenhang darauf hin, daß das TROCKENSTABILAT® bessere Eigenschaften hat als die hochkalorische Fraktion aus niedersächsischen MBAs (weniger Metalle) und dadurch bessere Preise möglich sind. Die bessere Qualität wird allerdings von niedersächsischer Seite nicht geteilt. Die Fa. Herhof weist weiter darauf hin, daß neben Zementwerken auch Kohlekraftwerksbetreiber angefragt haben.

#### 5.2.4 Input-Problematik

Negativ muß schließlich angemerkt werden, daß das Konzept der Trockenstabilisierung auf die Behandlung feuchten Hausmülls ausgerichtet ist. In Gebietskörperschaften, wo aus den gegebenen Randbedingungen der anfallende Hausmüll bereits ohne Trockenstabilisierung zumindestens saisonal Wassergehalte um 20 % aufweist, kann die Situation eintreten, daß zum Starten des biologischen Prozesses erst einmal Wasser zugefügt werden muß. Es ist nachvollziehbar, daß eine derartige Konzeption wenig sinnvoll ist.

Weiter bietet die Trockenstabilisierung keine abfallwirtschaftlich sinnvolle Konzeption für Sperrmüll (10 - 20 % des Restabfalls) und die allermeisten Gewerbeabfälle (5 - 20 % des Restabfalls). Daher muß man der Konzeption in Aßlar negativ anlasten, daß sie keine **Gesamtlösung** für den überlassungspflichtigen Siedlungsabfall eines öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträgers bietet.

#### 5.3 Offene Fragen bzw. Risiken

Bei der Bewertung des Herhof-Systems hat sich unsererseits ein grundsätzliches Problem gestellt. Seriöserweise kann man, was beispielsweise Fragen zur Verfügbarkeit und damit auch der Kosten anbelangt, eine neue Technologie erst nach einem hinreichenden Zeitraum des störungsfreien Routinebetriebs bewerten. Zusätzlich müssen die hierfür erforderlichen Untersuchungen abgeschlossen sein. Dies alles ist gegenwärtig für das System Herhof nicht gegeben (ebenso wie für Mitbewerber auf diesem Markt).

Wir schätzen den erforderlichen Zeitraum bis zum Vorliegen dieser Daten auf noch rund ein Jahr ein. Danach wird manches, was wir im folgenden unter **Risiken und offene Fragen** darstellen, bestätigt oder widerlegt sein. Ggf. werden auch einige Fragen hinzukommen, die man heute noch nicht erkennen konnte.

Daher hat sich für uns die Frage gestellt, den Auftrag zur gutachterlichen Bewertung für das Thüringer Umweltministerium abzubrechen, weil die wesentlichen Bedenken, die von uns geäußert wurden, vom Betreiber mit Verweis auf noch nicht vorliegende Untersuchungen, Betriebserfahrungen, laufende Verhandlungen etc. beantwortet wurden.

Andererseits ist gerade die Fa. Herhof gegenwärtig auch im Freistaat sehr offensiv am Markt aktiv. Wenn sich daher ein Anlagenbauer so früh mit einem technischen Verfahren am Markt unaufgefordert einbringt, muß er sich Untersuchungen gefallen und offene Fragen zumindestens als Risikofaktor in Rechnung stellen lassen.

### 5.3.1 Kombinationskonzepte

Unter Kombinationskonzepten werden üblicherweise das Hintereinanderschalten von MBA und MVA bzw. anderen thermischen Verfahren verstanden.

#### 4.3.1.1 Kosten

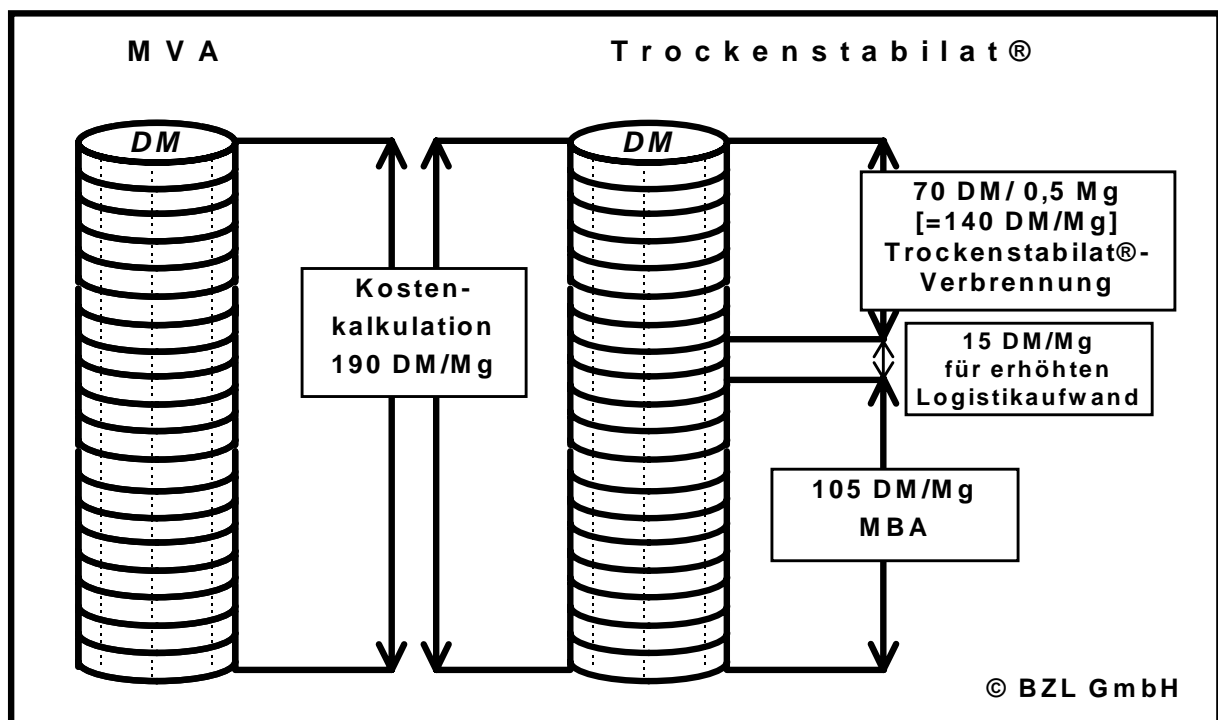
U.E. ist offen, ob ein Konzept, was den Hausmüll über Vorbehandlung und Auftrennung und Entsorgung der Stoffströme, ggf. an verschiedenen Standorten, entsorgt, kostenmäßig Vorteile bringt gegenüber der Entsorgung in einer einzigen Anlage (z.B. MVA), ggf. an zentralem Standort mit einer hohen Durchsatzkapazität (150.000 bis 300.000 Mg/a) (unter Verzicht auf eine Vorbehandlung). Diese Frage ist sicherlich gegenwärtig nicht modern und wirft viele Einwände auf. Wer aber die Kostenaspekte für den Bürger in den Vordergrund stellt, muß diese Frage zulassen. Alle in Thüringen in den letzten Jahren durchgeführten Studien, Ausschreibungen und Marktpreisabfragen haben gezeigt, daß die zentrale MVA, je nach Ausstattung, zu Behandlungskosten von 150 bis 250 DM/Mg zu realisieren ist [21, 22, 23, 24, vergl. auch 25 und 26]. Nur wenn diese Kosten von einem Kombinationskonzept unterboten werden können, wird man für den Bürger die kostengünstigste Lösung gewählt haben.

Offen ist, ob ein dezentrales Konzept zur Trockenstabilisierung und Verwertung von Hausmüll in einer konkreten Ausschreibung die Kosten für eine MVA-Lösung unterbieten kann. Im Kern ist die Struktur der Fragestellung einfach: Die MBA stellt gegenüber einer zentralen MVA ohne Vorbehandlung einen zusätzlichen Kostenfaktor dar. Dieser wird dann vertretbar, wenn durch die Vorbehandlung für die Entsorgung des erzeugten Materials kostengünstigere Wege gegenüber der direkten Entsorgung des Roh-Hausmülls erschlossen werden können.

Die folgende Abbildung zeigt die kostenseitigen Randbedingungen, die nach der gegenwärtigen Marktlage für das Mitverbrennen erfüllt sein müssen, damit eine Kombinationslösung konkurrenzfähig ist. Daher raten wir dringend davon ab, sich landespolitisch oder auch auf Ebene der Zweckverbände ohne Not einseitig auf Entsorgungskonzepte mit Vorbehandlung und Abfallsplitting (Kombinationskonzepte, stoffstromoptimierte Aufbereitung) festzulegen. Da der Ausgang eines konkreten Wettbewerbs aber offen ist, insbesondere wenn es gelingen könnte, das Trockenstabilat bzw. das hochkalorische Produkt in einer ökologisch akzeptablen und kostengünstigen Industrieanlage unterzubringen, raten wir aus den gleichen Kostengesichtspunkten davon ab, Kombinationskonzepte bzw. Abfallsplitting vom Wettbewerb auszugrenzen.

**Abbildung 5: Kostenseitige Randbedingungen für das Mitverbrennen von Trockenstabilat [eigene Grafik]**

1. Verwertungskosten dürfen nicht oberhalb von 140 DM/Mg liegen: noch offen
2. 15 DM/Mg Restabfall: enger Kostenraum, kein Ferntransport enthalten (z.B. SVZ)
3. Behandlung MBA: 105 DM/Mg: möglich



Die Fa. Herhof weist darauf hin, daß anhand zweier Ausschreibungsergebnisse (Westerwald und Abfallzweckverband Donauwald) gezeigt werden konnte, daß Trockenstabilat-Verbundkonzepte gegenüber herkömmlichen MVA-Konzepten Kostenvorteile aufweisen können. Wir geben diese Einlassung an dieser Stelle ungeprüft wieder. Wir bezweifeln auch nicht, daß es unter gegebenen Randbedingungen möglich ist, Kostenvorteile durch Kombinationslösungen zu erreichen.

#### 4.3.1.2 Ökologie

Auch aus ökologischer Sicht ist die Frage offen, ob eine Kombinationslösung Vorteile bringt. Wir verweisen an dieser Stelle nur auf das in Kap. 4 dargestellte, sehr unterschiedliche technologische Niveau der verschiedenen Systemanbieter.

Betrachtet man Umweltbe- und -entlastungspotentiale, bedeutet die Trockenstabilisierung zunächst einen **Energieverbrauch**. Denn trotz des biologisch selbstgänglich ablaufenden Prozesses wird in beachtlichem Umfang Strom für den Betrieb der gesamten Aggregate verbraucht. Rund 80 kWh je Mg Input werden vom Betreiber prognostiziert, wobei die exakte Zahl erst in den nächsten Monaten angegeben werden kann. Die genannte Größenordnung erscheint uns aber plausibel.

Im Kern „verzehrt“ der Stromverbrauch demnach rund 10 % des im Abfall enthaltenen Energiegehaltes (Hu). Der Rotteverlust an oTS führt zu einem weiteren „Verzehr“ von ansonsten thermisch nutzbarer Energie (5 - 10 %). Diese Ergebnisse decken sich recht mit aktuellen Berechnungen von Barin [27].

Hinzu kommen weitere Umweltbeanspruchungen durch ein in der Regel bei Kombinationskonzepten gegebenen erhöhten Transportaufwand verglichen mit einer zentralen MVA-Lösung. Dieser Nachteil kann nur kompensiert werden, wenn durch die Vorbehandlung der Einsatz in Prozessen möglich wird, die verglichen mit der Müllverbrennung über eine höhere energetische Effektivität (Wirkungsgrad) verfügen. Da diese Prozesse (z.B. Kraftwerke) über eine auf Regelbrennstoffe ausgerichtete Abgasreinigung verfügen, die nicht für erhöhte Schadstoffeinträge geeignet ist, besteht die Gefahr, daß die erhöhte Energieausbeute mit ebenfalls erhöhten Emissionen verbunden ist. Hierdurch wäre der ökologische Vorteil insgesamt fraglich.

Die Fa. Herhof weist in diesem Zusammenhang darauf hin, daß über die Mischungsregel der 17. BImSchV im Falle der Mitverbrennung in Industrieanlagen im Abgasteilstrom aus der TROCKENSTABILAT®-Verbrennung die Grenzwerte der 17. BImSchV eingehalten werden müssen. Dieser Einwand ist zutreffend, relativiert aber nicht unter Argument (erhöhte Emissionen gegenüber MVA-Lösung). So weisen konventionelle MVAs durchgängig deutlich niedrigere Betriebswerte als die genannten Grenzwerte auf.

**Tabelle 2: Emissionsmeßwerte verschiedener moderner MVAs**

Parameter	Einheit	Grenzwert 17. BlmSchV 1990	Tages-/Stundenmittelwerte			MVA		Jahres- mittelwert Planfest- stellungs- beschluß
			MVA Ingolstadt (SCR) [28] 1992/93	MVA Zirndorf (SNCR) [29] 1992/93	MVA Bonn (SNCR) [30] 1993	Borsigstraße (HH) [31] Meßwerte, Ø Linie 1 + 2 1995	1996	
Staub	mg/Nm <sup>3</sup>	10	< 1	< 0,3	0,02	0,3	0,2	3
SO <sub>2</sub>	mg/Nm <sup>3</sup>	50	< 1	< 1	< 5	4,0	5,6	30
HCl	mg/Nm <sup>3</sup>	10	< 1	< 1	< 0,2	0,7	0,03	10
HF	mg/Nm <sup>3</sup>	1	< 0,02	0,9	n.n.	0,1	0,1	1
NO <sub>x</sub>	mg/Nm <sup>3</sup>	200	0,04	k.A.	0,18	93,0	92,7	100
CO	mg/Nm <sup>3</sup>	50	k.A.	11	11	5,0	2,7	50
Gesamt-C	mg/Nm <sup>3</sup>	10	k.A.	< 2	< 2	0,1	0,1	10
Cd + Tl	µg/Nm <sup>3</sup>	50	< 2	< 1	< 1	0,1	0,003	2
Hg	µg/Nm <sup>3</sup>	50	< 20	< 20	20	0,3	n.n.	20
Σ Sb ... Sn	µg/Nm <sup>3</sup>	500	< 100	< 20	< 1	20	3	38
PCDD/F I-TE	pg/Nm <sup>3</sup>	100	21	6	4	21	24	50

Dann sind die Auffüllspielräume und Ausnahmen für einzelne Parameter zu nennen (behördliche Auslegungspraxis der Mischungsregel). Die mit der Mischungsregel verbundenen Möglichkeiten der Genehmigung vergleichsweise höherer Emissionen für die Mitverbrennung in Industrieanlagen haben die EU-Kommission bewogen, in ihrem Entwurf einer Richtlinie zur Verbrennung nicht-gefährlicher Abfälle für die Hausmüllmitverbrennung die Mischungsregel auszusetzen und die Einhaltung der Grenzwerte für Abfallverbrennungsanlagen insgesamt zu fordern.

Weiter darf auch der energetische Wirkungsgrad einer neu zu errichtenden MVA nicht als statische, nicht optimierbare Größe gesehen werden, insbesondere an einem günstigen Standort.

Die unter der Rubrik „Positive Anmerkungen“ genannten Ressourceneinsparungen durch Fe- und NE-Metallabtrennung müssen in diese ökologische Bilanz mit einfließen; sie relativieren den Malus des Energieverbrauchs. Da diese Ressourceneinsparung aber auch bei klassischen Müllverbrennungsanlagen und optimierter bei sog. innovativen thermischen Verfahren (Schwel-Brenn u.a.) stattfinden, ergibt die Metallabtrennung für den ökobilanziellen Verfahrensvergleich MVA ⇔ Kombinationskonzepte keine Vorteile.

### 5.3.2 Personalkonzept

Die in Aßlar geplante Klein-MVA ist sicherlich, wenn sie zu den genannten Kosten von 150 DM/Mg betrieben werden kann, eine technische Bereicherung des mitteleuropäischen Anlagenmarktes. Ob man diese Kosten wird halten können, hängt u.E. nicht zuletzt vom Personalkonzept für den Betrieb der Anlage ab. Vom Betreiber ist vorgesehen, die Anlage vollautomatisch zu fahren. Personal soll nur im Bedarfsfall verfügbar sein (in der benachbarten MBA), ist aber nicht ständig für die Anlage im Einsatz. Hintergrund für dieses sicherlich wagemutige Vorhaben sind u.E. die Personalkosten, die bei derart kleinen Kapazitäten beachtlich auf die Endbehandlungskosten durchschlagen. So würden die von uns prognostizierte Minimalbesetzung von 6 bis 8 Mitarbeitern eine Erhöhung der Behandlungskosten um 30 bis 45 DM/Mg zur Folge haben.

Wir haben lange „gerungen“, ob man den vollautomatischen Anlagenbetrieb nicht als Negativposten ansetzen müßte, weil wir davon überzeugt sind, daß dies nicht nur nicht machbar, sondern auch nicht vertretbar ist (TRD<sup>3</sup>). So wird die geplante EVA, folgt man den Genehmigungsunterlagen, technologisch eine vergleichsweise kompliziert zu betreibende MVA sein (hohe Heizwerte, wassergekühlter Rost, sehr aufwendiger Rostaufbau, keine einfache zu betreibende Rauchgasreinigung). Wir glauben auch, daß eine Genehmigungsbehörde sich dieser Frage intensiver widmen muß. Wir wollen i.ü. hiermit nicht die Genehmigungsentscheidung des RP Gießen bewerten. Für Thüringen erscheint es uns allerdings erforderlich, diesen Fragenkomplex darzustellen. Die Einstufung dieses Fragenkomplexes als Risiko soll aber signalisieren, daß wir uns in unserer Bewertung nicht in die Ecke der Technologie-Pessimisten stellen lassen möchten. Also ist abzuwarten, ob die EVA tatsächlich gebaut wird, ob sie zu den genannten Kosten realisiert werden kann, und ob dann der Betrieb auch tatsächlich zumindestens weitgehend ohne Personal möglich ist.

### 5.3.3 Abfall zur Verwertung

Die Entscheidung des Bundesland Hessen, das in Aßlar erzeugte TROCKENSTABILAT® als *Abfall zur Verwertung* einzustufen, wurde mit unterschiedlichen Leistungen des Aufbereitungsverfahrens begründet. Neben einem gegenüber Hausmüll höheren Heizwert sowie einer größeren Homogenität und einer Lagerfähigkeit des aufbereiteten TROCKENSTABILATS® wird insbesondere die Schadstoffentfrachtung als Kriterium genannt, was den Qualitätswechsel von *Abfall zur Beseitigung* nach *Abfall zur Verwertung* begründen soll.

In den Publikationen des Betreibers wurde die Schadstoffentfrachtung mit den folgenden Daten begründet. Dies war auch die Bewertungsgrundlage des hessischen Umweltministeriums [1].

---

<sup>3</sup> TRD = Technische Regeln für Dampfkessel

**Tabelle 3: Elementarzusammensetzung und Schadstoffverteilung [aus 32]**

Parameter	Einheit	Restmüll Lit.- Daten	Stabilat nach Störstoff- abscheidung (Wertebereich)	Stabilat nach Störstoff- abscheidung (Mittelwerte)	Braunkohle Lit.-Daten	Steinkohle Lit.-Daten
Glühverlust	Gew.-%	40 - 60	80 - 90	85	40 - 90	70 - 90
Heizwert	MJ/kg	6- 10	15 - 18	16,5	8 - 20	25 - 30
C	%	15 - 25	35 - 40	36	65 - 75	82 - 92
H	%	4 - 5	5 - 6,5	5,5	5 - 8	3 - 6
N	%	0,3 - 0,5	0,7 - 2,0	1,1	0,5 - 1,5	1,3 - 1,9
S	%	0,2 - 0,5	0,2 - 0,6	0,45	0,3 - 5	0,6 - 1,1
O	%	k.A.	27 - 38	30	12 - 30	2 - 10
F <sub>gesamt</sub>	%	0,01 - 0,02	< 0,01	< 0,01	< 0,02	k.A.
Cl <sub>gesamt</sub>	%	0,7 - 0,8	0,4 - 0,8	0,44	< 0,06	k.A.
As	mg/kg	4 - 5	1 - 2	1,13	2,4 - 11,6	1 - 50
Pb	mg/kg	430 - 1.200	200 - 500	318	7,9 - 34,1	9 - 70
Cd	mg/kg	2 - 15	1 - 3	2,17	0,1 - 0,23	0,1 - 2
Cr <sub>gesamt</sub>	mg/kg	250 - 600	40 - 100	53	28,1 - 91,1	10 - 70
Cu	mg/kg	200 - 600	150 - 350	274	11,9 - 64,3	5 - 70
Ni	mg/kg	30 - 80	15 - 35	28	7,9 - 29,3	15 - 100
Hg	mg/kg	3 - 5	0,3 - 1	0,71	0,07 - 0,19	0,08 - 2
Zn	mg/kg	1.000 - 2.000	300 - 800	616	k.A.	10 - 300
Tl	mg/kg	0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,05	k.A.
Co	mg/kg	3 - 5	1 - 2	1,4	0,5 - 4,2	5 - 30
V	mg/kg	k.A.	< 10	5,7	41,8 - 84,4	15 - 250

Da die Einstufung des TROCKENSTABILATS® als *Abfall zur Verwertung* für die abfallwirtschaftliche Einordnung eine Schlüsselfrage darstellt, wurde die Beurteilungsgrundlage einer genaueren Überprüfung unterzogen.



Ergebnis war, daß die Daten einer genaueren Prüfung nicht standhielten. Einerseits stammen die als Ausgangswert (vor Behandlung) angegebenen Hausmülldaten aus sehr unterschiedlichen Quellen, die über Mehrfachzitationen auf veraltete Untersuchungen aus den 80er Jahren zurückgeführt werden konnten [33]. Andererseits zeigen aktuelle Untersuchungen, daß nicht vorbehandelter Haus-/Restmüll heute bei den meisten Schwermetallen **geringere** Schadstoffbelastungen aufweist als Müll aus den 80er Jahren. So geht auch das Umweltbundesamt für die relevantesten Schwermetalle von einer in den letzten Jahren erfolgten **Abnahme** des Eintrags in den Hausmüll aus [34].

**Tabelle 4: Schadstoffbelastung von Restabfall (g/Mg TS)**

Parameter ↓		Restmüll n. Heil [33] für 1979 - 1992 (≅ mittlerer Wert aus Tabelle 3)	Hausmüll 1996/97 [35] (MW, n = 91)	Restabfall aus 5 deutschen Entsorgungs- gebieten 1995/96 [36]	Mittelwert aus den aktuellen Daten	Stabilat nach Störstoff- abscheidung (Mittelwerte) (vgl. Tabelle 3)
<b>Anorganik</b>						
SO <sub>2</sub> (S)	%	0,25	0,18		0,18	0,45
HCl (Chlor)	%	0,75	0,85		0,85	0,44
<b>Metalle und Schwermetalle</b>						
Arsen	mg/kg	4,5	1,4	9,7	5,6	1,13
Blei	mg/kg	815	56,3	45,2	50,8	318
Cadmium	mg/kg	8,5	0,5	4,6	2,6	2,17
Chrom <sub>gesamt</sub>	mg/kg	425	51,1	35,2	43,2	53
Kupfer	mg/kg	400	641,2	107,0	374,1	274
Nickel	mg/kg	55	30,9	11,6	21,3	28
Quecksilber	mg/kg	4	0,3	0,3	0,3	0,71
Zink	mg/kg	1.500	416,5	358,8	387,7	616

Die obige Auswahl (Tabelle 4) aktueller Hausmülldaten zeigt, daß nicht vorbehandelter Hausmüll heute in etwa die gleiche Belastung aufweist wie TROCKENSTABILAT®. Die folgende Tabelle 4 zeigt weiter, daß TROCKENSTABILAT® und gängige Regelbrennstoffe, auf ihren Energiewert bezogen, deutliche Unterschiede aufweisen.

**Tabelle 5: Vergleich der auf Heizwert bezogenen Schadstoffbelastung von Braunkohle, Steinkohle und TROCKENSTABILAT® (Mittelwerte)**

Verbindung	VEBA [37]: Rheinische Steinkohle, 28 MJ/kg	Rheinbraun [38]: Braunkohle, 8,8 MJ/kg	HERHOF [10]: TROCKENSTABILAT® nach Störstoffabscheidung, 16,5 MJ/kg
	Mittelwerte mg/MJ	„Anhaltswert“ mg/MJ	Mittelwerte mg/MJ
Arsen	0,37		0,07
Blei	1,49	0,05	19,27
Cadmium	0,02	< 0,002	0,13
Chlor	1,43	34,09	266,70
Chrom	0,74	0,18	3,21
Cobalt	0,19		0,08
Fluor	5,57	1,82	< 6,1
Kupfer	0,56	0,13	16,61
Nickel	0,74	0,20	1,70
Quecksilber	0,004	0,013	0,043
Thallium	< 0,04		< 0,012
Vanadium	1,49		0,35
Zink	1,86	0,65	37,33

Vom Betreiber wird gegen unsere Argumentation eingewandt, daß im Rahmen des Aufbereitungsverfahrens Schwermetalle (NE-Metalle) **faktisch** abgetrennt würden. NE-Metalle wiederum werden als wichtige Ursache für die Schadstoffbelastung (Schwermetallbelastung) des Restmülls angesehen.

Diese Argumentation steht aber nicht im Widerspruch zu den obigen Daten, da bei einer nach den einschlägigen Vorschriften [seit 1963: 39, 40, 41] durchgeführten Hausmüllanalyse die Metallfraktion (Fe/NE) abgetrennt wird, bevor die Belastung des Mülls z.B. mit Schwermetallen bestimmt wird. Also ist davon auszugehen, daß die TROCKENSTABILAT®-Werte und die veralteten Hausmüllwerte in Tabelle 3, aber auch die aktuellen Werte (Tabelle 4) aus Proben ohne Metallfraktion bestimmt worden sind.

Daraufhin legte die Fa. Herhof neue Daten vor.

**Tabelle 6: Schwermetallentfrachtung durch das Trockenstabilat-Verfahren (Frachtenbetrachtung für 1 Mg Restabfall-Input)**

		Restabfall-Input	TROCKENSTABILAT®
Arsen	g	5,11	0,5
Blei	g	246,5	135,2
Cadmium	g	2,5	0,92
Chrom <sub>gesamt</sub>	g	49,5	22,5
Kupfer	g	315,2	116,5
Nickel	g	31,0	11,9
Quecksilber	g	0,57	0,30
Zink	g	478,1	155,9

Die Überprüfung der Daten in Tabelle 6 erbrachte folgendes Ergebnis:

Bei den Restmüllwerten handelt es sich wiederum hauptsächlich um Literaturdaten, wenn auch aktuellerer Untersuchungen. Die dort verwendete Literatur ist zum Teil deckungsgleich mit unseren Daten aktuellerer Analysen. Folglich liegen die neuen Restabfallwerte von Herhof auch in recht guter Übereinstimmung mit den von uns ermittelten Daten aktuellerer Haus-/Restmülluntersuchungen. Da die Proben allerdings vor der Analyse entschrottet worden sind (in den meisten Fällen), läßt sich mit Tabelle 6 kein Nachweis über die Schadstoffentfrachtung durch Fe- bzw. NE-Metallabtrennung führen.

Wir halten die Tabelle 6 für nicht ausreichend belastbar, da der Bezugswert für Hausmüll/Restabfall wiederum hauptsächlich aus der Literatur und dort aus einem sehr heterogenen Datenkollektiv entnommen wurde. Daher können auch die neuen Daten der Fa. Herhof nicht als Entscheidungsgrundlage für die Einstufung des TROCKENSTABILATS® herangezogen werden. **Wir halten eine exakte Schadstoffbilanzierung des Aufbereitungsprozesses für erforderlich**, um in Thüringen eine abgesicherte abfallwirtschaftliche Einordnung vornehmen zu können.

Würde man im übrigen rein theoretisch unterstellen, daß die Daten der Tabelle 6 die tatsächliche Situation bzw. Schadstoffbilanz in Aßlar wiedergeben, ergibt sich ein überraschendes Ergebnis (bei genauerer Betrachtung).

Die in Tabelle 6 angegebenen Werte für TROCKENSTABILAT® liegen zahlenmäßig bei rund 50 % der Werte der Tabelle 3 für Stabilat nach Störstoffabtrennung. Dies erklärt sich aufgrund einer veränderten Vergleichsbetrachtung, die in Tabelle 6 vorgenommen wird. Es wird analysiert, welche **Fracht** (in g je Mg Restabfallinput) die Behandlungsanlage als

TROCKENSTABILAT® verläßt. Hierbei ist zu beachten, daß je Mg Restabfall Input nur 0,5 Mg TROCKENSTABILAT® als Output anfallen.

Für die meisten Schwermetalle liegen die Inputfrachten (in g) demnach in etwa beim Doppelten der Outputfrachten über TROCKENSTABILAT®. Also werden knapp 50 % der Schadstofffracht des Inputs über den TROCKENSTABILAT®-Pfad und gut 50 % über die verschiedenen anderen Outputpfade des Prozesse ausgetragen (Abluft, Wasser, Inertstoffe, Metalle etc.). Somit findet, bezogen auf das TROCKENSTABILAT®, für die meisten Schwermetalle weder eine relevante Schadstoffkonzentrierung noch eine relevante Schadstoffanreicherung statt. Tabelle 6 zeigt vielmehr tendenziell das Bild einer Gleichverteilung.

Dies wird dadurch plastisch, daß man die Outputfraktion (TROCKENSTABILAT®) als Konzentration umrechnet, d.h. die Frachtwerte mit 2 multipliziert. Im Ergebnis sind dann die Konzentrationen des Restabfallinputs für die meisten Schwermetalle in guter Übereinstimmung mit dem TROCKENSTABILAT®-Output (in g/Mg). Wenn aber die Konzentration eines Inputs gegenüber der Konzentration eines Outputs in etwa gleich hoch ist, kann sicherlich nicht von einer Schadstoffanreicherung gesprochen werden.

Dieses Bild ändert sich wiederum, bezieht man die Schadstoffmengen auf den Heizwert des Abfalls (in mg/MJ), und zwar in dem Verhältnis, in dem der Heizwert des Roh-Hausmülls-/Restabfalls niedriger liegt verglichen mit dem des TROCKENSTABILATS®. Auf dieses Rechenergebnis beruft sich Herhof aktuell und hält hiermit die Einstufung als *Abfall zur Verwertung* weiterhin für gerechtfertigt.

U.E. ergeben sich an dieser Stelle offene Fragen:

- So ist der Unterschied zwischen Restabfall und Trockenstabilat (auf Heizwert bezogen) vergleichsweise niedrig, bezieht man die Schwankungsbreite der Restabfallausgangswerte und die Belastbarkeit der Datenkollektive (s.o.) mit ein.
- Es verbleiben methodische Einwände auch dadurch, daß bei den neueren Daten für Restabfall als Bezugswerte auch Ergebnisse von entschrotteten und nicht entschrotteten Proben herangezogen wurden.
- Es ist fraglich, ob der Anteil der Schwermetalle in metallischer Form (Cu, Cr, Zn, Pb, Ni) für thermische Prozesse die gleiche Relevanz hat wie deren Verbindungen. Während sich die metallischen Anteile im Teilstrom Fe- und NE-Metalle anreichern, sind im Trockenstabilat bzw. in der heizwertreichen Fraktion deren Verbindungen z.B. als Kunststoffadditiv o.ä. angereichert. Letztere weisen eine deutliche höhere Relevanz (Flüchtigkeit, Emission) auf. Dieses Argument gilt nicht für die Elemente Quecksilber, Arsen und Cadmium.
- Für das Argument der besseren Schlackequalität (s.o.) ergibt sich ebenfalls eine differenzierteres Bild. Zwar sind die in den Verbrennungsprozeß des TROCKENSTABILATS® eingehenden Frachten (auf MJ bezogen) spezifisch geringer. Allerdings muß auch hier beachtet werden, daß die metallischen Anteile (Cu, Cr, Zn, Pb, Ni), die über die Restmüll-

verbrennung unvorbehandelter Abfälle zusätzlich in die Schlacke kämen, im Rahmen der Schlackeaufbereitung wieder abgetrennt werden. Bezieht man noch mit ein, daß die Schwermetalle bei der TROCKENSTABILAT®-Verbrennung auf einen etwa halbierten Schlackeanteil angereichert werden (durch Inertstoffabtrennung im Rahmen der TROCKENSTABILAT®-Erzeugung), sind für die toxikologische und ökotoxikologische Beurteilung der Schlacke (Konzentration) keine Vorteile erkennbar.

- Für den Anteil organisch gebundenen Chlors (insbesondere PVC) ist eine Anreicherung im Stabilat gegeben, was die Verwertbarkeit des Stabilats einschränken wird.

**Insgesamt fehlen daher aus unserer Sicht nach wie vor harte Daten und fachlich abgesicherte Bewertungen, auf deren Grundlage eine positive Schadstoffveränderung des Trockenstabilats® gegenüber Hausmüll/Restabfall als gegeben angesehen werden kann.**

An dieser Stelle tut sich ein grundsätzliches Problem auf: Folgt man den Kriterien der hessischen Entscheidung (Heizwert über 11.000 MJ/Mg, Homogenität, Lagerfähigkeit und Metallabtrennung), so kann die Trockenstabilisierung nach Herhof nicht als Exklusivweg für die Zielerreichung *Abfall zur Verwertung* eingestuft werden. Heizwerterhöhung, Homogenität, Lagerfähigkeit und Entschrottungsgrad sind nach der Entscheidung in Hessen nicht näher definiert. Ein Heizwert oberhalb von 11.000 MJ/Mg wird bereits durch einen simplen Siebschnitt, der die Abtrennung der Feianteile bewirkt, erreicht. Homogenität kann auch durch eine mehr oder weniger umfassende Mischung und Zerkleinerung des Hausmülls erreicht werden. Lagerfähigkeit erhält man nachweislich bereits durch Ballenpressen (und Einwickeln in Folie) von unbehandeltem Rohmüll. Und das Entschrotten (Fe-, NE-Abtrennung) von Hausmüll und Gewerbeabfällen stellt ebenfalls keine unlösbaren technischen Herausforderungen dar.

Somit kann natürlich auch von anderen Marktteilnehmern bzw. Entsorgern auf der Basis von ebenfalls weichen Daten, ggf. aber mit relativ einfachen Techniken (vgl. Kap. 4), aus Restabfall ein behördliches *Abfall zur Verwertung*-Attest beantragt werden.

Daher sollte abschließend untersucht werden, welche rechtlichen und abfallwirtschaftlichen Konsequenzen in einem derartigen Szenario eintreten könnten.

## 6 Rechtliche Beurteilungen - Abfall zur Verwertung

Die Einstufung des TROCKENSTABILATS® aus der Anlage in Aßlar als *Abfall zur Verwertung* - insbesondere in der hohen Unbestimmtheit des konkreten Anforderungsprofils an den Ersatzbrennstoff und der vorgesehenen Verwertung - erscheint uns insgesamt problematisch bzw. nicht gerechtfertigt (§ 3 Abs. 1 Satz 2).

Hinzu kommt, daß u.E. eine derartige Entscheidung auch unter ökologischen bzw. energetischen Gesichtspunkten zu treffen ist. Die Gutachter empfehlen, neben der Schadstoffbetrachtung (Ausmaß der Verunreinigungen, Hauptzweckprüfung, siehe § 4 Abs. 3 und 4 KrW-/AbfG) auch die stoffliche und energetische Verwertungseffizienz der genutzten bzw. zu nutzenden Anlagen mit einzubeziehen. Es wäre also auch entscheidungsrelevant, in welcher Prozeßkette die Aufbereitung und Verwertung stattfindet. Wie oben gezeigt, ist hierbei weder die geplante EVA (Wärmeabsatz) noch die ungewisse energetische Verwertung in Industrieanlagen eine Basis oder eine geeignete Grundlage für die getroffene abfallwirtschaftliche Einstufung.

Andererseits möchten wir auch nicht grundsätzlich (technologisch) ausschließen, daß zukünftig in einer MBA ein Brennstoff erzeugt werden kann, der vergleichbare Schadstoffbelastungen aufweist wie industrieller Regelbrennstoff und dadurch der Hauptzweck der Maßnahme nicht in der Beseitigung des Schadstoffpotentials besteht (§ 4 Abs. 3 KrW-/AbfG). Dieses Material kann dann sicherlich auch ohne zusätzliche Umwelt- und Betriebsprobleme in Industrieanlagen mitverbrannt werden. Daher sehen wir die Einstufungsfrage auch vor dem Hintergrund der rechtlichen Unklarheiten (s.u.) als Herausforderungen für die MBA-Technik und gegenwärtig als Risiko für potentielle Investoren bzw. öRE.

Die Fa. Herhof verweist in diesem Zusammenhang darauf, daß unabhängig von den aufgeworfenen Zweifelsfragen zur energetischen Verwertung durch die Verfahrensschritte eine ca. 50 %ige stoffliche Verwertungsquote in Form der Wasserrückgewinnung und -reinigung, Inertstoff-, Metallgewinnung und Verwertung großtechnisch nachweisbar realisiert wird. Die Gutachter haben dieses Argument ebenfalls in ihre Stellungnahme einbezogen. Wir halten das Argument für die Einstufung des Verfahrens bzw. des Outputs für wenig tragfähig. Das Rückgewinnen und Reinigen von Wasser wird durchgeführt, um einen abwasserfreien Prozeß zu gewährleisten. Dies wurde als Verfahrenskenngröße positiv gewürdigt (s.o.). Eine Verwertung des Wassers findet jedoch nicht statt; vielmehr wird eine Verdampfung in die Atmosphäre durchgeführt. Konkurrierende abfallwirtschaftliche Verfahren wie die konventionelle MVA werden in der Regel ebenfalls abwasserfrei betrieben und „Verdampfen“ das Wasser über Kamin. Eine stoffliche Verwertung wurde hierfür bislang nicht reklamiert.

Die Verwertung von Metallen und Inertstoffen ist ebenfalls bei den genannten konventionellen Beseitigungsverfahren (MVA) Standard (Schlacke 30 %; Fe- Metalle und in rund 50 % der Fälle auch NE-Metalle). Man könnte allenfalls darauf hinweisen, daß das TROCKENSTABILAT®-Verfahren weniger Inertien verwertet (15 % des Inputs), aber die Qualität besser als die konventionell aufbereitete Rostaschen sein dürfte. Für die Metalle gilt qualitativ eher das Gegenteil.

Die Abfallvorbehandlung zur Erzeugung eines in Industrieanlagen entsorgbaren Abfalls sowie die stoffliche Verwertung definierter Outputströme hängen u.E. nicht an der Einstufung als Verwertungsverfahren bzw. als *Abfall zur Verwertung*. Auch als *Abfall zur Beseitigung* können Trockenstabilat und sonstige Teilströme aus MBAs auch außerhalb von konventionellen MVAs verbrannt werden. Der einzuhaltende Standard der Verbrennung von *Hausmüll zur Beseitigung* oder *Trockenstabilat zur Verwertung* ist zudem gleich. Es gilt die 17. BImSchV, wobei bei der Mitverbrennung in Industrieanlagen allerdings die Gestaltungsmöglichkeiten der Mischungsregel einzubeziehen sind. Die stoffliche Verwertung von Inertmaterial, Metallen und sonstigen Teilströmen kann ebenfalls ungehindert betrieben werden, ohne daß das Gesamtverfahren als Verwertungsverfahren eingestuft wird.

Der wesentliche Punkt für die Einstufung ist aus unserer Sicht eher die Frage der **Überlassungspflicht**. Ein *Abfall zur Verwertung* ist zunächst nicht überlassungspflichtig an den öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträger. Rechtlich strittig ist, ob dies auch für aufbereiteten Hausmüll/Restabfall gilt [42, 43]. Somit würden private Entsorgungsunternehmen in die Lage versetzt werden, ins Hausmüllgeschäft einzusteigen und die Abfallströme von den kommunalen Beseitigungsanlagen auf eigene Entsorgungsanlagen umzulenken („Rosinenpicken“). Diese Möglichkeit ist gerade in den neuen Bundesländern gegeben, weil in manchen Gebietskörperschaften über die Hälfte der Bürger in sog. Plattenbauten wohnen, die von wenigen großen Verwaltungsgesellschaften bewirtschaftet werden. Das private Entsorgungsunternehmen müßte daher nicht Tausende von Einzelverträgen verhandeln, was den Einstieg in den Hausmüllmarkt sehr erschweren würde, sondern könnte beachtliche Abfallmengen über wenige Vertragspartner akquirieren.

In Hessen ist dieses Problem dadurch gelöst worden, daß nur der MBA-Output zum *Abfall zur Verwertung* eingestuft, die MBA selbst aber nicht zur Verwertungsanlage erhoben wurde. Zitat Hessisches Umweltministerium: „Obwohl die mechanisch-biologische Behandlung der hausmüllähnlichen Abfälle selbst noch keine Verwertung darstellt, werden durch sie doch wesentliche Voraussetzungen für die schadlose, energetische Verwertung des erzeugten Trockenstabilates erfüllt. Aus den beiliegenden Antragsunterlagen ist ersichtlich, daß nach Beschaffenheit der Abfälle (Heizwert) und dem Ausmaß der Verunreinigungen (Schadstoffgehalte) bei einer energetischen Verwertung nach Maßgabe der Anforderungen der 17. BImSchV der Einsatz von Trockenstabilat als Ersatzbrennstoff im Hauptzweck grundsätzlich möglich ist.“ [1]

In dieser Deutungsweise verbliebe die Überlassungspflicht bestehen. Das Verwertungsregime würde erst für die erzeugten Outputströme greifen. Es scheint uns rechtlich zweifelhaft, ob man diese Sichtweise durchhalten kann. Im Falle eines Rechtsstreits kann auf vergleichbare technische Anlagen verwiesen werden, die beispielsweise aus vermischten Baustellen- oder Gewerbeabfällen Wertstoffe erzeugen. Diese Anlagen werden als Verwertungsanlagen angesehen, die Verfahren als Verwertungsverfahren bezeichnet, selbst wenn in manchen Fällen der Output an *Abfall zur Beseitigung* mehr als 50% beträgt.

In diesem Zusammenhang scheint uns bedeutsam, daß auch die Fa. Herhof das Argument des Verwertungsverfahrens bemüht (s.o.).

Es ist daher zu befürchten, folgt man der Einstufung des aufbereiteten Hausmülls/Restabfalls als *Abfall zur Verwertung*, daß dann auch die kommunale Überlassungspflicht in diesen Fällen als aufhebbar anzusehen ist. Wenn die Trockenstabilisierung oder auch sonstige Formen der mechanisch-biologischen Abfallbehandlung aus Hausmüll Wertstoff erzeugen, dann ist die Anlage, die dies bewirkt, in dieser Rechtsauffassung als Verwertungsanlage bzw. -verfahren anzusehen, und das Verfahren, nach dem diese Anlage arbeitet, als Verwertungsverfahren einzustufen. Zitat [44]:

„2.4 *Im Ergebnis spricht daher die anzustellende Hauptzweckbetrachtung dafür, daß die mit dem Herhof-Verfahren vorgenommene Herstellung eines Stabilats zur Nutzung als Ersatzbrennstoff, das sowohl in seinem Heizwert wie mit seinem Schadstoffgehalt mit dem Primärenergieträger Braunkohle vergleichbar ist, der Verwertung zuzuordnen. Die Beseitigung des Schadstoffgehalts während der Behandlung und durch die Verbrennung tritt als Nebenzweck dahinter zurück.*“

Hieraus zieht das rheinland-pfälzische Umweltministerium folgenden Schluß [44]:

„3.2 *Sofern sich das Herhof-Verfahren für private Entsorger rechnet, kann für die Zukunft nicht ausgeschlossen werden, daß sie mit den öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträgern auch im Bereich Hausmüll-Entsorgung in Konkurrenz treten werden.*

***Die privaten Haushalte sind im Rahmen des § 13 Abs. 1 KrW-/AbfG nur dann an den öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträger überlassungspflichtig, wenn sie ihre Abfälle nicht selbst verwerten. Damit ist keine eigenhändige Verwertung gefordert, sondern die Einschaltung eines Dritten unter den einschränkenden Vorgaben des § 13 Abs. 3 Nr. 3 KrW-/AbfG möglich.*** (Hervorhebung durch die Gutachter)

Rheinland-Pfalz nennt natürlich auch die Schranke für gewerbliche Verwertungsaktivitäten zum Schutz der kommunalen Abfallwirtschaft. Mit dem Begriff der „überwiegenden öffentlichen Interessen“ markiert der § 13 Abs. 3 Satz 1 Nr. 3 KrW-/AbfG diese Schranke.



„Entscheidend kommt es demnach auf die umstrittene Auslegung dieses unbestimmten Rechtsbegriffs an.“, resümiert Gaßner [45] daher diese für die kommunale Seite unbefriedigende Situation.

Das Bundesland Bayern hat hier eine grundlegend gegenläufige Rechtsauffassung. Zitat Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen [46]:

„3. Hinsichtlich der Beurteilung des Trockenstabilats als Abfall zur Verwertung oder zur Beseitigung kommt es darauf an, ob sich dessen Charakter hinsichtlich Homogenität und Schadstoffgehalt so nennenswert von dem des Restmülls unterscheidet, daß es aufgrund seines Heizwertes von über 11.000 kJ/kg als Verwertungsabfall eingestuft werden kann.

3.1 Insgesamt gesehen ist der durch Analysen untermauerte Kenntnisstand zur Homogenität und zum Schadstoffgehalt des Trockenstabilats noch zu lückenhaft, als daß eine endgültige Einstufung hierauf gegründet werden könnte. Verschiedene dem STMLU vorliegende Analysen und - auch wissenschaftliche - Stellungnahmen zeigen allerdings, daß sich Trockenstabilat und Restmüll in dieser Hinsicht nicht wesentlich unterscheiden.

Analysen der Betreiber der ersten großtechnischen Trockenstabilat-Anlage deuten zwar darauf hin, daß für die meisten Fremd- und Schadstoffparameter eine gewisse Konzentrationsabnahme eintritt. Die Schwankungsbreite der Konzentration dieser Inhaltsstoffe ist jedoch nach wie vor vergleichbar mit der im Restmüll; die Homogenität des Trockenstabilats übertrifft daher nicht grundsätzlich die von Restmüll. Die Bandbreite der Schadstoffgehalte von Restmüll und Trockenstabilat überlappen sich, so daß Trockenstabilat auch nach diesen Untersuchungen nicht grundsätzlich schadstoffärmer sein muß als Restmüll.

3.2 Selbst bei einer gewissen Schadstoffentfrachtung vor allem bei den Schwermetallen stellt sich die Frage der toxikologischen und allgemein umweltfachlichen Relevanz. So führt z.B. die Herausnahme von stückigem, metallischem Kupfer zwar zu einer erheblichen Abnahme des Gesamtgehalts von Kupfer im Trockenstabilat; Kupfer in dieser Form wäre jedoch weder bei der Deponierung noch bei der thermischen Behandlung oder Verwertung umweltschädlich. Ähnliches gilt für in Inertmaterialien eingebundene Schwermetalle, z.B. Blei in Bleikristallglas.

4. Insgesamt ist auf der Grundlage der derzeit verfügbaren Daten somit festzustellen, daß

- das Trockenstabilat in seiner Zusammensetzung wegen der allenfalls partiellen Trennvorgänge des Verfahrens im wesentlichen einen dem Restmüll vergleichbaren Charakter aufweist und daß
- **das STMLU daher für Bayern an seiner Auffassung festhält, daß das Trockenstabilat-Verfahren insgesamt ein Beseitigungsvorgang ist und das Trockenstabilat einen Abfall zur Beseitigung darstellt, der folglich nicht außerhalb Bayerns entsorgt werden darf.** (Hervorhebung durch die Gutachter).

Man erkennt aus den bisher vorliegenden Länderstellungnahmen deutlich, daß die divergierenden Auffassungen weniger in einer rein rechtlich begründeten unterschiedlichen Gesetzesinterpretation zu finden sind als in einer unterschiedlichen Interpretation der materiellen Tatbestandssituation.

Es ist insgesamt offen, wie die Gerichte diese Frage entscheiden werden. Nur klar ist, daß im Falle einer Aufhebung der Überlassungspflicht für Hausmüll die Kommunen die sprichwörtlichen Bücher zumachen können. Wer kann verantwortbare Planungen betreiben, wenn durch den Abschluß weniger Verwertungsverträge mit großen Wohnungsbau-gesellschaften quasi über Nacht die Mengen wegbrechen? Dieses Risiko ist auch deshalb hoch, weil die Entscheidungen in Hessen und in Rheinland-Pfalz u.W. nicht an definierte und detaillierte technische, naturwissenschaftliche oder stoffliche Kriterien geknüpft sind. Wie oben skizziert, kann schon mit deutlich geringeren technischen Mitteln als in Aßlar eingesetzt ein heizwertreiches, homogenes, lagerfähiges und entschrottetes Gut erzeugt werden. Findet der Entsorger dann noch ein kostengünstiges Verbrennungsverfahren (vielleicht im Ausland), dann dürften selbst die vergleichsweise niedrigen Gebühren im Freistaat Thüringen unterboten werden können.

Der Schlüssel zur Einstufungsfrage bzw. bei der Prüfung des Hauptzwecks einer Maßnahme ist die Prüfung der erzeugten Produkte und der vorgesehenen Verwertung bzw. Verwertungskette, also zuoberst des Trockenstabilats selbst. Handelt es sich beim TROCKENSTABILAT® um einen Abfall zur Verwertung, so wird, bezieht man noch mit ein, daß auch die allermeisten sonstigen Outputstoffe des Verfahrens verwertet werden sollen, auch das Verfahren selbst als Verwertungsverfahren einzustufen sein, und die Pflicht zur Überlassung an den öRE entfällt.

Es wird sicherlich die eine oder andere Stimme geben, die diese Entwicklung mit dem Stichwort Marktwirtschaft gegen Staatswirtschaft belegt. Nur muß man dann auch darauf hinweisen, daß es die bisherige Spielregel war, den Kommunen (Landkreisen und kreisfreien Städte) die Entsorgungspflicht für Hausmüll aufzugeben, ihnen sogar **Vorsorge** in der Sicherstellung der Entsorgung höchstrichterlich zuzuweisen und dadurch entsprechende Investitionen in moderne Anlageninfrastruktur erwartet, ja verlangt wurden.

## 7 Fazit und Empfehlungen für den Freistaat Thüringen

### 7.1 Abfallwirtschaftliche Einordnung

Der Freistaat Thüringen würde, wenn er der in Hessen oder Rheinland-Pfalz getroffenen Einstufung des TROCKENSTABILATS® als *Abfall zur Verwertung* **nicht** folgen würde, sondern sich der bayrischen Rechtsauffassung anschließen würde, keinen Zweifel an der Überlassungspflicht des Hausmülls aufkommen lassen, - unabhängig von den dargestellten divergierenden Rechtsmeinungen. Vorwürfe, hierdurch innovative Verfahren und Konzepte auszugrenzen, sind zudem nicht berechtigt.

Das TROCKENSTABILAT®-Konzept hängt nicht von der genannten Einstufung als *Abfall zur Verwertung* ab. TROCKENSTABILAT® kann auch ohne Verwertungs-Attest in MVAs (bzw. EVAs) oder in Industrieanlagen als *Abfall zur Beseitigung* eingebracht werden.

Es gibt bzw. wird sicherlich diverse Vorstöße bzw. Anträge auch in Thüringen geben, über den Weg *Abfall zur Verwertung* Überlassungspflichten zu umgehen. Es wird in Vorbereitung hierauf empfohlen, ähnlich wie im Falle des „Anforderungsprofils an Anlagen zur mechanisch-biologischen Restabfallbehandlung“ [12] auch für die Einstufung *Abfall zur Verwertung* vorab eine einheitliche Verwaltungspraxis sicherzustellen. Wir empfehlen daher, das Umweltbundesamt in Berlin um die fachliche Klärung dieser Einstufungsfrage zu bitten (über ACK/UMK). Diese Klärung könnte eingebettet sein in die auf Basis des sog. LAGA-Abgrenzungspapiers zu erarbeitenden Fallbeispiele.

Die Frage, welches Anforderungsprofil an aus Hausmüll gewonnenen Brennstoff zu stellen ist, erfordert sicherlich eine Prüfung im Einzelfall (Qualität des Ersatzbrennstoffes, geplante energetische Kette). Sie sollte aber unterstützt werden durch technische und chemisch-physikalische Kenngrößen, die bundeseinheitlich festgelegt sein müssten. Entscheidungen sollten in Thüringen auf der Basis von belastbaren Betriebsdaten und Bilanzen getroffen werden.

Uns scheint das Anforderungsprofil, was den bisherigen Diskussionen angelegt wurde, zu wenig konkret und auch aus ökologischer Sicht zu niedrig. Würde ein konkretes Anforderungsprofil erarbeitet sein, kann sich einerseits der Markt darauf einstellen, andererseits leitet sich hieraus für die kommunale Ebene Planungssicherheit ab.

Die MBA der Fa. Herhof ist seit einigen Wochen im Vollastbetrieb. Die technische Verfügbarkeit scheint uns gegenwärtig gegeben, wobei abschließende Betriebserfahrungen in etwa einem Jahr vorliegen werden. Daher müssen Investoren, die demnächst eine entsprechende Kaufentscheidung treffen möchten, noch mit Erstanwenderrisiken rechnen.

## 7.2 Stand der Technik und Risikobetrachtung

Es wird davon abgeraten, pauschal eine Einstufung der Trockenstabilisierung nach dem System Herhof (oder den anderen genannten Systemanbietern) als Verwertungsverfahren bzw. des heizwertreichen Produkts als *Abfall zur Verwertung* vorzunehmen. Hierdurch würde indirekt die Überlassungspflicht für Hausmüll in Thüringen zur Disposition gestellt oder zumindestens gefährdet, je nach Rechtsmeinung. Vielmehr kann die Prüfung des Hauptzwecks der Maßnahme (§ 4 Abs. 3 KrW-/AbfG) erst nach Vorliegen eines entsprechenden einheitlichen Anforderungsprofils (Ersatzbrennstoffe, Energiekette) und harten Daten im Einzelfall beantwortet werden.

Aufgrund der vorhandenen Schadstoffbelastung des Roh-Hausmülls und seiner Schwankungsbreite und Heterogenität wird empfohlen, für einen *Abfall zur Verwertung* aus Hausmüll hohe Anforderungen zu stellen, die sich aus der Schadstoffbelastung (Mittelwert, Streuung) und Homogenität von üblichen Regelbrennstoffen ableiten.

Diese Empfehlung wird auch in Hessen nicht von vornherein abgelehnt. So der Regierungspräsident in Gießen (15):

*„Umweltpolitisch halte ich es durchaus für einen denkbaren Parameter, die Anforderungen an Brennstoffe aus Restabfall schadstoffseitig dann als erfüllt anzusehen, wenn der Mittelwertbereich konventioneller Braunkohle gegeben ist.“*

Die Kostenangaben für die reine Abfallbehandlung in der MBA (ohne Kosten für die Entsorgung des Stabilat) von gut 100 DM/Mg erscheinen uns plausibel, wobei der oben skizzierte längerfristige Verfügbarkeitsnachweis fehlt, was auch als Kostenrisiko einzustufen ist.

Für die ebenfalls am Standort Aßlar geplante Klein-MVA (bzw. EVA = energetische Verwertungsanlage, folgt man der obigen Einstufung als *Abfall zur Verwertung*), muß ihre technische Verfügbarkeit erst noch unter Beweis stellen. Wir halten insbesondere für eine kommunale Betreiberschaft die vorgesehene vollautomatische Betriebsführung bei gleichzeitiger Einhaltung aller Vorschriften der 17. BImSchV für nicht möglich. An dieser Frage hängen aber sehr wesentlich die Kosten einer derartigen Konzeption, die uns mit 150 DM/Mg für eine 20.000 Mg/a Durchsatzkapazität sehr optimistisch erscheinen.

Für das Thema Entsorgungssicherheit und das Thema Kosten ist es entscheidend, ob es dem Betreiber in Aßlar bzw. dem Lahn-Dill-Kreis zukünftig gelingen wird, für das erzeugte Stabilat akzeptable Abnehmer zu finden. Gegenwärtig wird das erzeugte Stabilat auf der Kreisdeponie gelagert. Diese Bemerkung erscheint auch deshalb bedeutsam, weil die bisherigen recht zahlreichen Versuche zur Erzeugung von Ersatzbrennstoffen (RDF, ORFA, BRAM, Eco-Fuel) gescheitert sind, nicht zuletzt aufgrund von betrieblichen Schwierigkeiten der industriellen Verbrennungsanlagen mit dem Abfallinput.

### **7.3 Handlungsempfehlungen für örE/Zweckverbände**

Insgesamt wird die mechanisch-biologische Aufbereitung zur Erzeugung eines optimierteren Verbrennungsgutes aus Roh-Hausmüll als interessante Bereicherung der vorhandenen abfallwirtschaftlichen Optionen gesehen. Hier ist das Verfahren und Konzept der Fa. Herhof, wie dargestellt, nur eine von verschiedenen am Markt angebotenen Möglichkeiten. Die in Thüringen geltenden Mindestanforderungen an die mechanisch-biologische Restabfallbehandlung grenzen, da nicht alle Verfahren über entsprechende Standards verfügen, diesen Markt ein (vgl. Kap. 4).

Bei den anstehenden Ausschreibungen der Thüringer Zweckverbände bzgl. Restabfallbehandlungskonzepten wird bei Einbezug von Kombinationskonzepten empfohlen, sowohl die ökologische als auch die ökonomische Seite verstärkt zu betrachten. So sehen die Technikkonzepte in Mittelthüringen, im Zweckverband Abfallwirtschaft Nordthüringen und im Zweckverband Abfallwirtschaft Südwestthüringen diese Option bereits explizit vor. Allerdings müßten Kombinationskonzepte im Wettbewerb kostengünstiger sein als zentrale MVAs.

Weiter ist, wenn Abfälle in Nicht-Müllverbrennungsanlagen mitverbrannt werden sollen, auch die ökologische Seite zu betrachten. Im Falle der Mitverbrennung in Industrieanlagen ist für die Kostenseite anzuraten, kommunalrechtlich auf lange Vertragslaufzeiten und Vertragsabsicherungen (Konzernbürgschaften etc.) zu dringen, damit die öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträger beim Verkauf ihres Stabilats oder anderer Brennstoffsubstitute nicht ähnlichen Marktschwankungen und Marktgestaltungen unterworfen sind, wie dies bei der stofflichen Verwertung des Altpapiers beispielsweise der Fall ist. Derartige klare Vorgaben stellen auch sicher, daß die Kostenvergleiche zwischen konventionellen Verbrennungskonzepten und Kombinationskonzepten auch auf der Risikoseite von gleichen Anforderungen ausgeht.

Es ist insgesamt offen, ob derartige Kombinationskonzepte gegenüber konventionellen MVAs kostengünstiger ausfallen werden. Aber man kann diese Frage u.E. relativ entspannt dem Wettbewerb überlassen. Als problematisch wird u.E. lediglich der Versuch angesehen, aus welchen Gründen auch immer den Wettbewerb unterschiedlicher Systeme zu beschneiden.

## 8 Literatur

- 1 Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Jugend, Familie und Gesundheit: Mechanisch-biologische Restabfallbehandlungsanlage der Firma Herhof Umwelttechnik GmbH in Aßlar, Lahn-Dill-Kreis; hier: Einstufung von Trockenstabilat als Abfall zur Verwertung. Az. IVA1-100g 12.03-2416/97, 25.7.1997
- 2 Schreiben Duales System Deutschland AG, Köln, an das Thüringer Umweltministerium, vom 4.3.1998, „Einstufung von LVP-Sortierresten als Abfälle zur Verwertung“; Anlage: HTP Ingenieurgesellschaft für Aufbereitungstechnik und Umweltverfahrenstechnik Prof. Hoberg & Partner: Vergleichende Gegenüberstellung von Restmüll nach Trockenstabilisierung und Sortierresten aus LVP-Sortieranlagen unter Aspekten ihrer verwertungsspezifischen Eigenschaften. Im Auftrag der DSD AG, Aachen, Februar 1998
- 3 Anon.: Sammelsystem des Lahn-Dill-Kreises nimmt erste juristische Hürde. MÜLLMAGAZIN 2, S. 5, 1998
- 4 Öko-Institut e.V.: Systemvergleich unterschiedlicher Verfahren der Restabfallbehandlung im Kreis Neuwied. Gutachten im Auftrag der Kreisverwaltung Neuwied, 18.12.1997
- 5 VDZ, zitiert in Wirtschaftskurier: Geplantes Abfallentsorgungssystem im Lahn-Dill-Kreis: die wackeligen Säulen eines neuen Konzepts brechen. Februar 1998
- 6 Heyde M.: Einsparung von Ressourcen und Vermeidung von Emissionen und Abfällen durch thermische Nutzung heizwertreicher Abfälle. 2. FGU-Seminar „Mitverbrennung von Abfällen, UTECH Berlin '98, Tagungsband, S. 177 -198, 1988
- 7 Verwaltungsgericht Stade, Beschluß vom 9.5.1997, 6 B 480/07
- 8 Verwaltungsgericht Minden, Beschluß vom 13.6.1997, 8 L 438/97
- 9 Heering M., Hagen B.M.: Mechanisch-biologische Restabfallbehandlung. VDI-Seminar BW 43-03-01, Trockenstabilat von Abfällen aus Haushalten, Düsseldorf, 15.5.98
- 10 Herhof Umwelttechnik GmbH: Das Herhof-Trockenstabilatverfahren mit anschließender energetischer Verwertung. Aus Abfall zur Beseitigung wird Abfall zur Verwertung. Stand 10/97
- 11 Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Naturschutz und Umwelt (i.f. TMLNU) (Hrsg.): Mechanisch-biologische Restabfallbehandlungsanlagen. Erfurt, 148 S., 1996
- 12 TMLNU: Anforderungsprofil an Anlagen zur mechanisch-biologischen Restabfallbehandlung (MBA). ThürStAnz Nr. 12, 678 - 685, 1997
- 13 Thalmann G.: Pilotversuch zur mechanisch-biologischen Restabfallbehandlung im Zweckverband Abfallwirtschaft Saale-Orla. In: Beudt J., Gessenich S. (Hrsg.): Biologische Restabfallbehandlung. Methoden, Anlagen, Perspektiven. Springer-Verlag, Berlin, 1998, 87 - 94
- 14 Wassmann K.: Intensiv-Separation von Siedlungsabfällen in schadstoffentfrachtete, voll verwertbare Materialfraktionen. VDI/KUT Jahrbuch 1997/1998, S. 94 - 103
- 15 Regierungspräsident H. Bäumer, Gießen: Schreiben an die Autoren vom 15.1.1998, Az. IV/Wz-43.3 - 100 g 12.03 St

- 16 Lahl U., Zeschmar-Lahl B.: Emissionen aus den verschiedenen mechanisch-biologischen Aufbereitungssystemen - Ergebnisse und Vergleichbarkeit. 10. Kasseler Abfallforum „Bio- und Restabfallbehandlung“, Kassel, 21.-23.4.1998
- 17 Cuhls C.: Abluftemissionen und -behandlung bei der MBA. Tagungsband der Arbeitsgemeinschaft Stoffspezifische Abfallbehandlung: 2. Niedersächsische Abfalltage. Fachtagung Stand der Technik der MBA, Oldenburg, März 1998, S. 227 - 237
- 18 .... Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über anzeigebedürftige Anlagen - .... BImSchV). Entwurf vom 18.2.1998, hier Anlagen der Nummer 8.6
- 19 D. von Felde, C. Cuhls, Beitrag 1. Ruppiner Abfalltage, BUFZ Ruppin, 24.9.1997
- 20 Brümmer H.: MBA als Vorschaltanlage vor der stofflichen und energetischen Verwertung. Tagungsband der Arbeitsgemeinschaft Stoffspezifische Abfallbehandlung: 2. Niedersächsische Abfalltage. Fachtagung Stand der Technik der MBA, Oldenburg, März 1998, S. 34 - 42
- 21 Goepfert, Reimer & Partner (GRP), Hamburg: Technische Grundkonzeption Restabfallbehandlung, im Auftrag des Zweckverband Abfallwirtschaft Südwestthüringen (ZAST), Kurzfassung, September 1997
- 22 Dr. Matthias Mann, Jena: Fortschreibung des Abfallwirtschaftskonzeptes Mittelthüringen. Teil Umsetzung der TA Siedlungsabfall. Abschlußbericht. Auftraggeber: ARGE Abfallwirtschaft Mittelthüringen, 30.3.1998
- 23 AGROS GmbH & Co. KG: Fortschreibung des Abfallwirtschaftskonzeptes Mittelthüringen. Teil „Technisches Grundkonzept, Variantenvergleich“. Zusammenfassung der Ergebnisse. Auftraggeber: ARGE Abfallwirtschaft Mittelthüringen, Stand März 1998
- 24 Jager J., Kuchta K., Tillmann A.: Begutachtung des Standortes Ilmenau für die Errichtung einer Kleinanlage zur thermischen Behandlung/Verwertung von Abfällen. Kurzfassung, Darmstadt, März 1998
- 25 Staatsministerium für Umwelt und Landesentwicklung, Freistaat Sachsen: Zu Kosteneffekten infolge der Inbetriebnahme thermischer Behandlungsanlagen für Restabfälle. Materialien zur Abfallwirtschaft 4/1997
- 26 ECOLING AG Ingenieurunternehmen, Zürich: Verfahrens- und Kostenvergleich für die thermische Behandlung von Abfall, erstellt im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Jugend und Familie, Wien, 1997
- 27 Barin I.: Trockenstabilisierung im Vergleich zur Rohmüllverbrennung: Verfahrensvergleich durch Stoff- und Energiebilanzen. VDI-Seminar BW 43-03-01, Trockenstabilat von Abfällen aus Haushalten, Düsseldorf, 15.5.98
- 28 Krätzig et al., 1993, 1992; zit. in: SRU: Umweltgutachten 1998; Februar 1998, hier Tab. 3.1.5-5
- 29 Gottschalk, 1993, 1992; zit. in: SRU, s.o., hier Tab. 3.1.5-5
- 30 Pranghofer, 1993; zit. in: SRU, s.o., hier Tab. 3.1.5-5
- 31 Kaulbarsch R.: Betriebserfahrungen mit der neuen MVA Borsigstraße in Hamburg. Abfallwirtschaftsjournal 5, 35 - 39, 1997

- 32 Herhof-Umweltechnik GmbH, Solms-Niederbiehl: Das Herhof-Trockenstabilatverfahren mit anschließender energetischer Verwertung. Stand 10/97, hier: Tabelle 2
- 33 Restmülldaten aus: Heil J., Azahari H.L.: Technische Möglichkeiten der Restabfallbehandlung im Meinungsstreit - ein status-quo-Bericht. Abfalltagung Mühlhausen, 25.10.1995
- Beim ersten Autor wurden die Literaturnachweise für die Daten dieser Veröffentlichung angefragt. Danach wurden folgende halbwegs aktuelle ( $\leq 5$  Jahre) Original-Untersuchungen der Konzentration an Elementen/Verbindungen in Haus-/Restmüll über einen Artikel von Blume in Müll und Abfall 3/96 zitiert:
- 1995: PCDD/F-Gehalte im Hausmüll
  - 1993: Belevi, Daten aus der Schweiz, eine MVA, Hausmüll + Gewerbeabfall; Daten zu Cl, Zn, Pb, Cu, F, Cd, Hg, Al
  - 1993: leichtflüchtige Spurenstoffe in Hausmüll (in MuA 2/93); Daten zu LCKW und FCKW
- Alle anderen Quellen mit konkreten Angaben zu Schadstoffgehalten beziehen sich auf ältere Untersuchungen, die teilweise sekundär und tertiär zitiert werden:
- 1991: GEKO: Analysen Hausmüll, bereits von Metallen befreit
  - 1990: GEKO: Analysen Hausmüll, bereits von Metallen befreit
  - 1990: Zwischenberichte „Bundesweites Dioxinprogramm“
  - 1989: Daten Bamberg MHKW
  - 1987: Daten Deutsche Babcock
  - 1986: Daten Brunner, Schweiz
  - 1985: Bundesweite Hausmüllanalyse (BWHA)
  - 1982: Daten EAWAG, Schweiz
  - 1982: Daten Projekt Ravensburg
  - 1979/80: Bundesweite Hausmüllanalyse (BWHA).
- Weitere angegebene oder zitierte Quellen enthalten keine quantitativen bzw. verwertbaren Original-Angaben zur Schadstoffbelastung von Haus-/Restmüll.
- 34 Eisenblätter R.: Die 20 relevantesten Schadstoffe im Siedlungsabfall und ihre Eintragsquellen. Müllhandbuch, Kz. 2828, Lfg. 5/97, 1997
- 35 Landeshauptstadt Düsseldorf, Düsseldorfer Abfallwirtschafts- und Stadtreinigungsbetrieb AWISTA: Tabellarische Auswertung der Meßwerte (1996/97) hinsichtlich der Schadstoffbelastung von Hausmüll / Restmüll (und hausmüllähnlichen Gewerbeabfällen). Schreiben vom 26.1.1998
- 36 El Dawi K.I., Stegmann R., Leikam K., Mast P.-G.: Vergleich der Müllzusammensetzung von Abfallbehandlungsanlagen. TU Hamburg-Harburg, Mai 1997
- 37 VEBA: Knobloch W., Uckermann B.: Energetische Verwertung in Kraftwerken. VDI-Vortrag, 29.1.1997
- 38 Rheinbraun: Mitverbrennung von Produktionsrückständen und Klärschlämmen in Braunkohlenkesselanlagen. Bierbaum K., Greif H.-G., Rheinbraun AG, Köln, Oktober 1996



- 39 VKF/AkA: Müllanalysen. Merkblatt M4 des Verbandes kommunaler Fuhrpark- und Stadtreinigungsbetriebe (VKF) und der Arbeitsgemeinschaft für kommunale Abfallwirtschaft (AkA) vom Oktober 1963. TVAB/1. Lfg. X.72, Kz. 11 026
- 40 VKF/AkA: Gewinnung und Aufbereitung von Müllproben für Laboratoriums-Untersuchungen. Merkblatt M5 des Verbandes kommunaler Fuhrpark- und Stadtreinigungsbetriebe (VKF) und der Arbeitsgemeinschaft für kommunale Abfallwirtschaft (AkA) vom Oktober 1964. TVAB/1. Lfg. X.72, Kz. 11 028
- 41 Thüringer Ministerium für Umwelt und Landesplanung: Merkblatt zur Durchführung von Hausmüllanalysen. StAnz. Nr. 20/1993, S. 767-769
- 42 Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg: Verwertung von Abfällen aus privaten Haushaltungen durch Dritte. Dienstbesprechung mit den Regierungspräsidien zu Fragen der Abfallwirtschaft am 01./02.04.1998 (TOP 5). Az.: 24-8809.00/2, 13.05.1998
- 43 BMU: Definition des Abfallbegriffes und Abgrenzung von Abfallverwertung und Abfallbeseitigung nach dem KrW-/AbfG. Unveröffentlichtes Papier, Juni 1997
- 44 Ministerium für Umwelt und Forsten Rheinland-Pfalz: Herhof-Trockenstabilatverfahren. Az. 1072-89229-3, 13. 1.1998
- 45 Gaßner H.: Abgrenzung von Beseitigung und Verwertung nach dem Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (KrW-/AbfG) am Beispiel der Trockenstabilisierung von Hausmüll. VDI-Seminar BW 43-03-01, Trockenstabilat von Abfällen aus Haushalten, Düsseldorf, 15.5.98
- 46 Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen: Einstufung des Trockenstabilat-Verfahrens. Vermerk vom 16.2.1998, 8/412-8744.04-1997/5