

Die Auswirkung der Abfall-Ablagerungsverordnung (AbfAbIV) auf die Entwicklung der bundesdeutschen Abfallwirtschaft im Allgemeinen und den Markt für Ersatzbrennstoffe im Besonderen – Versuch einer Prognose für das Jahr 2005¹

Dipl.-Biol. Barbara Zeschmar-Lahl, Oytten

Gliederung

1	RECHTLICHER RAHMEN.....	2
2	BEHANDLUNGSBEDARF – VERSUCH EINER PROGNOSE FÜR DAS JAHR 2005 ..	4
2.1	ERSATZBRENNSTOFFE AUS GEWERBEABFALL	5
2.2	BEHANDLUNGSBEDARF AUS DEM BEREICH HAUSMÜLL	6
2.2.1	Thermische Behandlung in MVAs	7
2.2.2	Mechanisch-biologische Restabfallbehandlung (MBA)	7
2.2.2.1	Splitting-Anlagen.....	7
2.2.2.2	Stabilisierungs-Anlagen.....	11
2.2.2.3	Ausblick Mechanisch-biologische Restabfallbehandlung.....	11
2.3	GESAMTBEDARF BEHANDLUNGSKAPAZITÄT	11
3	MARKT FÜR ERSATZBRENNSTOFFE	14
3.1	POTENZIELLE ABNEHMER VON ERSATZBRENNSTOFFEN.....	14
3.1.1	Zementwerke.....	15
3.1.2	Kraftwerke	16
3.1.3	Eisen- und Stahlindustrie	17
3.1.4	Sonstige Industrieanlagen.....	17
3.2	ANFORDERUNGEN AN ERSATZBRENNSTOFFE.....	18
3.2.1	Zementwerke.....	18
3.2.2	Kraftwerke	20
3.2.3	Eisen- und Stahlindustrie	20
3.2.4	Sonstiges.....	21
3.2.5	Fazit Anforderungen.....	22
3.3	ABSCHÄTZUNG DES RECHNERISCHEN ABSATZPOTENZIALS	22
4	DAS AKTUELLE MARKTGESCHEHEN IM SEKTOR ERSATZBRENNSTOFFE	23
5	FAZIT	25
6	LITERATUR.....	26

¹ aktualisierte Fassung

1 Rechtlicher Rahmen

Am 27. September 2000 beschloss das Bundeskabinett nach Abstimmung mit den Bundesländern sowie Anhörung der beteiligten Kreise die neuen rechtlichen Rahmenbedingungen zur Einbindung der MBA in die Siedlungsabfallentsorgung. Dem vorgelegten Entwurf einer Artikelverordnung hat der Bundesrat nach Maßgabe von Änderungen am 21. Dezember 2000 zugestimmt. Nachdem die Bundesregierung die Änderungswünsche des Bundesrates Ende Januar 2001 akzeptiert hatte, konnte die „Verordnung über die umweltverträgliche Ablagerung von Siedlungsabfällen und über biologische Abfallbehandlungsanlagen“ am 1. März 2001 in Kraft treten.

Dieses Verordnungspaket wird die Siedlungsabfallpolitik der nächsten Jahre nachhaltig prägen. Die Artikelverordnung besteht aus drei getrennten Verordnungen, von denen die „Verordnung über die umweltverträgliche Ablagerung von Siedlungsabfällen – Abfall-Ablagerungsverordnung (AbfAbIV)“ sicherlich den wichtigsten „Baustein“ darstellt. Die AbfAbIV regelt Teilbereiche, die bisher von der TA Siedlungsabfall (TASi), einer Verwaltungsvorschrift, geregelt waren. Die AbfAbIV regelt diese Anforderungen nunmehr auf einem rechtlich höherem Niveau. So führt die Rechtsform der Verordnung dazu, dass die Norm ohne behördliche Umsetzung unmittelbar auch für Betreiber von Deponien und entsorgungspflichtigen Gebietskörperschaften gilt.

Die AbfAbIV dient insbesondere dazu, die Regeln zu fixieren, nach denen zukünftig Abfälle deponiert werden dürfen. Die TASi erlaubte ab dem Datum 01.06.2005 die Ablagerung von Restabfällen auf Deponien nur, wenn definierte Anforderungen eingehalten werden. Eine dieser Anforderungen war der Grenzwert für die Organik im Deponiegut (3 % TOC). Diese Anforderung bedeutete in der Praxis, dass nur thermisch vorbehandelte Abfälle diesem Kriterium entsprechen konnten und abgelagert werden durften. Die neue AbfAbIV verstärkt diese Anforderung insoweit, als sie diese Regelung übernimmt (Anhang 1) und dies zudem im Rang einer Rechtsverordnung. Mit Anhang 2 AbfAbIV wird nun ein Anforderungsprofil eingeführt, das die Möglichkeit einräumt, Deponiegut aus der mechanisch-biologischen Abfallbehandlung (MBA) abzulagern. Hierzu sind Grenzwerte u.a. für die Stabilität der Abfälle oder die Entfrachtung von Energieträgern eingeführt worden (siehe Tab. 1).

Neben der nationalen rechtlichen Rahmenlage sind weiterhin auch die relevanten EU-rechtlichen Randbedingungen zu berücksichtigen. Die EU-Deponierichtlinie wurde anteilig durch das genannte Verordnungspaket umgesetzt. Noch ausstehende Regelungsbereiche sollen z.B. durch die Deponie-Verordnung (1), die gegenwärtig im Entscheidungsverfahren ist, geregelt werden. Letztere wird die rechtliche Lage komplizierter machen, da diese neue Verordnung *neben* die AbfAbIV tritt und dadurch weitere Regelungsbereich der TA Siedlungsabfall ablöst.

Tab. 1: Grenzwert-Anforderungen der Abfallablagerungsverordnung für mechanisch-biologisch vorbehandelte Abfälle (AbfAbIV)

Anhang 2

Zuordnungskriterien für Deponien für mechanisch-biologisch vorbehandelte Abfälle:

Bei der Zuordnung von mechanisch-biologisch behandelten Abfällen zu Deponien sind die folgenden Zuordnungswerte einzuhalten:

- Nr. 2: TOC: ≤ 18 Masse-% oder *alternativ* Nr. 6: oberer Heizwert (Ho): ≤ 6.000 MJ/Mg
- Nr. 5: Atmungsaktivität (AT_4): ≤ 5 mg O_2 /g TM oder *alternativ* Gasbildungsrate (GB_{21}): ≤ 20 l/kg TM
- Nr. 4.03: TOC im Eluat: ≤ 250 mg/l
- Parameter wie pH, Leitfähigkeit, weitere Eluatkriterien

Anhang 4, Punkt 3.2

Bei Kontrollanalysen für mechanisch-biologisch behandelte Abfälle gilt die Einhaltung der Zuordnungswerte des Anhanges 2 für folgende Parameter als noch gegeben, wenn ein Parameter den nachfolgend aufgeführten jeweiligen Grenzwert zwar überschreitet, dieser Grenzwert bei den vorausgegangenen vier Kontrollanalysen jedoch eingehalten wurde (Nummern in Klammern beziehen sich auf Anhang 2):

- TOC (Nr. 2): = 21 %
- TOC (Eluat, Nr. 4.03): = 300 mg/l
- AT_4 (Nr. 5): = 10 mg/g
- GB_{21} (Nr. 5): = 30 l/kg
- Oberer Heizwert (Nr. 6): = 7.000 MJ/Mg

Für die übrigen Parameter des Anhanges 2 gilt Nummer 3.1 entsprechend, z.B. für Eluatkriterien gilt Grenzwert ± 50 % (relativ).

Anhang 4, Punkt 3.3²

Die vom Besitzer von Siedlungsabfällen nach § 5 Abs. 6 nachzuweisende Einhaltung der dort genannten Zuordnungswerte gilt als noch gegeben, wenn der 80 % Perzentil-Wert des jeweiligen Parameters den Zuordnungswert nach Nummer ... 3.2 nicht überschreitet und der Median aller Messwerte der letzten zwölf Monate den entsprechenden Zuordnungswert nach Anhang ... 2 eingehalten hat.

² Durch die Regelung in Anhang 4, Punkt 3.3 wird dem MBA-Betreiber eine erhebliche Erleichterung eröffnet. Die relativ scharfen Grenzwerte im Anhang 2 für TOC/Ho, AT_4/GB_{21} , TOC_{Eluat} müssen nur von 50 % der Messwerte (Median) eingehalten werden. Für die Überschreitungen ist eine weitere Regelung festgelegt: 80 % aller Messwerte müssen einen höheren Grenzwert (Nummer 3.2) einhalten, z.B. einen Ho von 7.000 MJ/Mg.

2 Behandlungsbedarf – Versuch einer Prognose für das Jahr 2005

Im Kern bleibt auch nach neuer Rechtslage die Anforderung erhalten, dass nach dem Jahr 2005 das Deponieren von unvorbehandeltem Siedlungsabfall untersagt, allerdings jetzt verbindlich bis hin zur strafrechtlichen Bewehrung.

Um das Regelungsziel zu erfüllen, werden dem Entsorgungspflichtigen zwei Handlungsmöglichkeiten eingeräumt:

- Der Abfall kann thermisch behandelt (und die Rückstände können anschließend verwertet oder beseitigt) werden.
- Der Abfall kann mechanisch-biologisch behandelt (und die Rückstände können anschließend verwertet oder beseitigt) werden.

Um die Prognose für das Jahr 2005 vollständig fassen zu können, sind weitere rechtliche Randbedingungen einzubeziehen, die gegenwärtig noch nicht vollständig Gestalt angenommen haben. Neben der schon angesprochenen Deponie-Verordnung (1) sind dies diverse Verordnungen an der Schnittstelle von Beseitigung und Verwertung (Gewerbeabfallverordnung (2), Altholzverordnung etc.) und insbesondere die Novellierung der 17. BImSchV, die dazu dienen wird, die EU-Abfallverbrennungsrichtlinie in deutsches Recht umzusetzen. Für letztere wird es darum gehen, wie der Ordnungsgeber die Abfallmitverbrennung regeln wird. Unklar ist, ob es eine 1:1-Umsetzung oder eine über die EU-Verbrennungsrichtlinie hinausgehende Harmonisierung zwischen Monoverbrennung und Mitverbrennung geben wird.

In den bisherigen Prognosen findet die Diskussion fokussiert auf den Hausmüllsektor statt. Es ist aber möglicherweise auf diesem Feld mehr Klarheit und Transparenz gegeben, als dies für den bisher „unterbelichteten“ Sektor der Gewerbeabfälle der Fall ist. Die mangelnde Transparenz hängt sicherlich damit zusammen, dass heute niemand aus dem privaten Entsorgungsgewerbe gerne darüber spricht, wieviel Millionen Tonnen an Gewerbeabfällen heute kostengünstig auf Deponien „verwertet“ werden.

Entscheidend ist die Frage, wie groß die Entsorgungslücke ist, die bis 2005 für beide Sektoren zu schließen sein wird.

Die anfallenden Mengen werden sich im Wesentlichen aus dem Bereich der gewerblichen Abfälle und der noch vorhandenen Entsorgungslücke für Hausmüll ergeben. Letzteres wird aus der Mechanisch-Biologischen Abfallbehandlung (MBA) auf den Markt gelangen.

2.1 Ersatzbrennstoffe aus Gewerbeabfall

Beim Gewerbeabfall gilt ebenfalls das Deponierungsverbot ab 01.06.2005. In welchem Umfang nach 2005 Abfälle zur thermischen Behandlung aus dem Gewerbe (und Industrie) anfallen, ist sehr schwer zu prognostizieren. Hintergrund sind die Abfallmengen aus dem Gewerbe, die heute in die „Scheinverwertung“ (3) auf Deponien gehen, und die Mengen, die regulär im Rahmen der Beseitigung entsorgt werden. Das Aufkommen an hausmüllähnlichen Gewerbeabfällen *zur Beseitigung* betrug im Jahr 1998 rund 4,8 Mio. Mg, zuzüglich knapp 1,5 Mio. Mg Sortierreste.

Das Problem der Scheinverwertung wird aus der folgenden Abbildung aus dem Bundesland Baden-Württemberg deutlich.

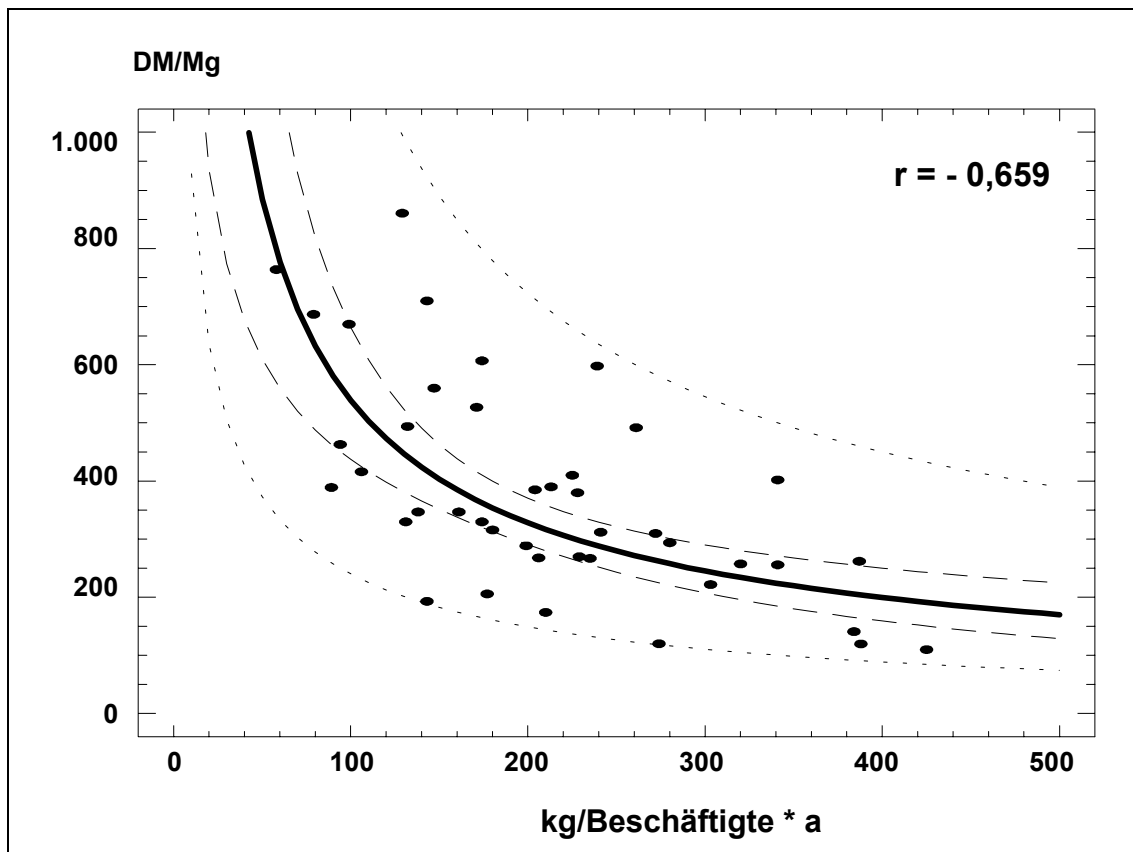


Abb. 1: Gewerbeabfälle in Baden-Württemberg (4)
Pro-Kopf-Aufkommen (Beschäftigte) je öRE gegen Deponiegebühren 1996
(multiple Regression mit 99 und 95 %igem Vertrauensbereich); $r = -0,659$

Die Abnahme der Mengen in den Jahren 1990 bis 1997 stellt nur teilweise einen Erfolg der Abfallverwertung dar, eine Teilmenge dieser Abnahme ist aber auch auf die sog. Scheinverwertung zurückzuführen. Die Schätzung für den Anteil der Scheinverwertung auf Deponien geht von bundesweit rund 3 Mio. Mg/a bis in den Bereich von über 5 Mio. Mg/a.

Diese Zahl ist deshalb wichtig, weil sie den Kapazitätsbedarf an thermischer Behandlung nach 2005 definiert. Hinzu kommen die Mengen, die heute regulär auf Deponien beseitigt werden, gut 3 Mio. Mg/a (5).

Somit ist mit Inkrafttreten des Deponierungsverbots ab 01.06.2005 von einer erforderlichen Mengenkapazität für Gewerbeabfälle im Bereich von **6 bis 8 Mio. Mg/a** auszugehen.

2.2 Behandlungsbedarf aus dem Bereich Hausmüll

Die in Deutschland anfallende Menge an Hausmüll (Restabfall) ist aufzudifferenzieren in die Mengen, die in die Verwertung gehen (DSD, Biotonne etc.), und der verbleibenden Restmenge, die in die Restabfallentsorgung gehen muss. Letzteres ist die Menge, die für die hier in Rede stehende Fragestellung von Bedeutung ist. Das Aufkommen an Hausmüll und hausmüllähnlichen Gewerbeabfällen, welches über die öffentliche Müllabfuhr eingesammelt wurde, sank von knapp 20 Mio. Mg im Jahr 1996 auf rund 18 Mio. Mg im Jahr 1997 (5).

Ausgehend von einer umgesetzten abfallwirtschaftlichen Konzeption einer optimierten getrennten Sammlung verbleibt nach allgemeiner Erfahrung eine Restmüllmenge im Bereich von 150 kg bis 200 kg je Einwohner und Jahr. 1998 lag das einwohnerspezifische Abfallaufkommen bei im Mittel 227 kg/E*a, wobei die alten Bundesländer 223 kg/E*a und die neuen Bundesländer 251 kg/E*a aufwiesen (6).

Legt man ein zu realisierendes einwohnerspezifisches Restabfallaufkommen von 150 bis 175 kg/E*a zugrunde (s.o.), dürfte sich die zu beseitigende Menge an Restabfall aus Haushalten im Jahr 2005 im Bereich von **12 bis 14 Mio. Mg/a** bewegen.

Die hohe Bandbreite der für 2005 geschätzten Restabfallmengen hängt damit zusammen, dass unklar ist, in welchem Umfang es möglich sein wird, die heute von einzelnen Gebietskörperschaften erreichten Verwertungsmengen flächendeckend für Deutschland umzusetzen. Einzelne Gebietskörperschaften (14 von 439) haben den Nachweis erbracht, ihre behandlungsbedürftige Restabfallmenge bis in den Bereich von 100 kg je Einwohner und Jahr senken zu können (6). Allerdings sind hierfür spezielle Randbedingungen erforderlich, die nicht so ohne weiteres auf anders strukturierte Gebietskörperschaften übertragbar sind.

2.2.1 Thermische Behandlung in MVAs

Viele öffentlich-rechtliche Entsorgungsträger haben in den vergangenen Jahren bereits die technischen Voraussetzungen geschaffen, um die beschriebenen Anforderungen der TA Siedlungsabfall bzw. die AbfAbIV einhalten zu können. Hierfür ist die Realisierung einer MVA eine geeignete technische Maßnahme. Im Jahr 2000 waren in Deutschland 61 MVAs mit einer Behandlungskapazität von rund 14 Mio. Mg/a in Betrieb (7). Die Kapazitäten bestehender und geplanter MVA belaufen sich nach Prognose auf ca. 16,3 Mio. Mg/a (8).

2.2.2 Mechanisch-biologische Restabfallbehandlung (MBA)

Gegenwärtig sind in Deutschland gut über 30 MBA im Betrieb (9). Die Behandlungskapazität der in 1999 in Betrieb bzw. in Bau befindlichen MBAs in Deutschland lag nach (9) bei >1 Mio. Mg und deckte damit weniger als 5 % des Aufkommens an zu behandelnden Restabfällen ab. Nach Prognose lagen die bestehenden MBA-Kapazitäten 1999 bei rund 2,0 Mio. Mg/a, weitere 0,6 Mio. Mg/a sind bisher geplant (8). Durch die mit der oben beschriebenen Artikelverordnung – insbesondere 30. BImSchV – eingeführten höheren Anforderungen an die MBA wird eine Reihe der existierenden MBAs nicht weiterbetrieben werden können. Daher ist unklar, in welchem Umfang diese MBA-Behandlungskapazitäten nach 2005 noch eine Bedeutung haben werden.

2.2.2.1 Splitting-Anlagen

Aus dem Betrieb der technischen MBAs, deren Behandlungsziel ein Splitting des Restabfalls in mehrere Fraktionen, darunter auch mindestens eine heizwertreiche Fraktion, ist, liegen einige Erfahrungen vor, wie sich Stoffströme qualitativ und quantitativ ergeben könnten. Allerdings sind diese Erfahrungen an Anlagen gewonnen worden, die vor Inkrafttreten der AbfAbIV in Betrieb gegangen sind. Hier hilft zuerst ein Blick auf die Anlagen in Österreich, da dort mit der Deponieverordnung und dem Altlastensanierungsgesetz ein finanzieller Anreiz geschaffen wurde, den Organikgehalt/Heizwert im Deponiegut zu minimieren. So müssen abzulagernde, unvorbehandelte Abfälle ab dem 01.01.2004 einen TOC-Gehalt < 5 % (TS) einhalten, mechanisch-biologisch vorbehandelte Abfälle dürfen nur mit einem oberen Heizwert (H_o) < 6.000 MJ/Mg abgelagert werden. Zusätzlich belegt das Altlastensanierungsgesetz (AlSaG) die Ablagerung von Abfällen mit einer Abgabe. So beträgt der Altlastenbeitrag für Anlagen nach dem Stand der Technik nach AlSaG z.B. für Reststoffdeponien 150,00 öS/Mg (10,90 €/Mg) seit dem 01.01.2001 und wird ab dem 01.01.2004 auf 200,00 öS/Mg (14,53 €/Mg) steigen. Je nach Ausstattung der Deponie

werden Zuschläge im Umfang von maximal 800,- öS fällig³. Tab. 2 zeigt eine Gegenüberstellung von Stoffflussanalysen an österreichischen MBAs und eine Modellierung österreichischer Anlagen.

Tab. 2: Übersicht über Stoffflüsse von Outputfraktionen österreichischer MBAs in kg, ausgehend von 1.000 kg Inputmaterial (FS)

* 18,7 % des Inputs sind Klärschlamm (= KS), 7,3 % Grünschnitt (Häckselgut)

** 25 % des Inputs ist Klärschlamm (= KS)

*** 20 % des Inputs ist Klärschlamm (= KS)

Fraktion	Aich- Assach (9)*	Aller- heiligen ** (10)	Zell am See*** (10)	Kufstein (10)	Lahl et al. (11)	Mittel- wert alle	Mittelwert ohne KS- Input
Heizwertreiche Fraktion(en)	309	314	279	621	525	410	573
<i>davon Leichtfraktion</i>	309	113	249	382	525	316	454
<i>davon heizwertr. Fr. aus Schwerfraktion (Siebschnitt nach Rotte)</i>	-	201	30	239	-	157	239
Deponiefraktion	235	319	357	179	167	251	173
Fe-Metalle	10	11	23	11	15	14	13
Rotteverlust	431	356	341	189	290	321	240

Betrachtet man die „brennbaren Stoffströme“ (leicht + schwer) aus den gezeigten Beispielen, so liegen die Anteile der heizwertreichen Fraktionen bei den Anlagen ohne Klärschlamm-Input zwischen **ca. 53 % und 62 %** des Inputs. Für die Anlagen mit Klärschlamm-Input (Aich-Assach, Zell am See und Allerheiligen) erniedrigt sich der Output an heizwertreichen Fraktionen auf 28 bis 31 % des Inputs.

Für die Deponiefraktion kehrt sich das Bild um: Die Anlagen ohne Klärschlamm-Verarbeitung setzen deutlich weniger als 20 % ihres Inputs als Deponiefraktion frei, während die Klärschlamm-verarbeitenden Anlagen 24 bis 36 % des Inputs als Deponiefraktion ausschleusen.

³ Die Zuschläge auf den Altlastenbeitrag bei Deponien, die weder über ein Deponiebasisdichtungssystem noch über eine vertikale Umschließung verfügen, belaufen sich auf Beträge zwischen 30,- öS/Mg bei Baurestmassen und Erdaushub und 400,- öS/Mg bei allen übrigen Abfällen. Verfügt eine Deponie mit Bewilligung zur Ablagerung von Hausmüll und hausmüll-ähnlichen Gewerbeabfällen über keine dem Stand der Technik entsprechende Deponiegasfassung und -behandlung, erhöht sich der Beitrag für alle übrigen Abfälle um weitere 400,- öS/Mg. Seit dem 1. Januar 2001 sind nach AISaG weitere Beitragserhöhungen für Deponien erhoben worden, die nicht dem Stand der Technik entsprechen. So werden dann für „übrige Abfälle“, ohne Zuschläge, 600,- öS/Mg berechnet.

Für Deutschland wird sich dieses Bild leicht modifizieren, da über die statistischen Ausreißerregelungen in der AbfAbIV (vgl. Tab. 1) und der Wahlfreiheit zwischen einzuhaltendem Ho- bzw. alternativ TOC-Wert ein höherer Anteil an Deponiefraktion als bei den österreichischen Anlagen möglich erscheint.

Tab. 3 zeigt eine Aufstellung von Stoffflussanalysen an deutschen MBAs (Splittinganlagen) aus dem Zeitraum 1999/2000, also vor Inkrafttreten der AbfAbIV. Danach variierte der Anteil der heizwertreichen Fraktion von 32 bis 48 % und lag im Mittel bei 39 %. Der Anteil der erzeugten Deponiefraktion lag im Mittel bei 34 % mit einer Spannweite von 29 bis 41 % des Inputs (jeweils ohne Erbenschwang, da dort nur Probetrieb).

Tab. 3: Übersicht über Stoffflüsse von Outputfraktionen deutscher MBAs (Splitting-Anlagen), in kg, ausgehend von 1.000 kg Inputmaterial Restabfall (FS) (9)
@ vorläufig, aus dem Probetrieb © ohne Erbenschwang * nur kursive Werte

Splittinganlage	Erben- schwung@	Bassum	Lüneburg	Wetterau	Biberach/ Reinstetten	Düren (Horn), gepl.	Quarzbichl	Mittelwert©
Heizwertreiche Fraktion(en)	182	410	330	316	334	461	480	389
<i>davon hochkalorisch</i>	182	410	330	316	<i>171</i>	<i>355</i>	<i>280</i>	<i>269*</i>
<i>davon mittelkalorisch</i>	-	-	-	-	<i>163</i>	<i>106</i>	<i>200</i>	<i>156*</i>
Deponiefraktion	700	340	410	310	371	302	290	337
Fe-Metalle	27	10	20	19	14	12	30	18
Rotte-/Wasserverlust	91	210	210	305	229	225	200	230

Nach Fricke et al. können die Stabilitätsparameter der AbfAbIV durch Feinabsiebung bei Siebschnitten von ca. 40 mm nach biologischer Behandlungsstufe eingehalten werden. Diese Fraktion entspricht einem Anteil von ca. 35 – 45 % des Anlageninputs (12). Die zusätzlich einzuhaltenden Parameter TOC/Glühverlust sind damit jedoch nicht gleichzeitig sicher einzuhalten. So weist die Deponiefraktion z.B. der Anlage Bassum einen Glühverlust von 30 – 35 Gew.-%, die der Anlage Quarzbichl von 40 Gew.-% auf (9). Für Glühverlust-Gehalte von 30 – 40 % bewegt sich der korrespondierende TOC-Gehalt im Bereich von 12 – 22 % TS (13). TOC-Gehalte oberhalb von 16 % korrelieren mit Ho-Werten oberhalb von 8.000 MJ/Mg (14) und liegen damit außerhalb der Ausnahmeregel nach Tab. 1. Das Verhältnis von Deponiefraktion zu hochkalorischer Fraktion wird sich daher zukünftig doch eher zugunsten der hochkalorischen Fraktion entwickeln (müssen).

2.2.2.2 Stabilisierungs-Anlagen

Ohne an dieser Stelle zu sehr ins Detail gehen zu wollen, – dies ist an anderer Stelle nachzuvollziehen (9) –, führen auch die Stabilisierungs-Anlagen zum Entstehen einer hochkalorischen Brennstofffraktion. Deren Anteil bezogen auf den Anlageninput liegt sogar noch höher als bei Splitting-Anlagen, nämlich im Bereich von 50 – 60 % des Inputs. Auch für diese Fraktion sind thermische Behandlungskapazitäten erforderlich.

2.2.2.3 Ausblick Mechanisch-biologische Restabfallbehandlung

Durch Inkrafttreten der AbfAbIV wird die MBA auch in Deutschland in Zukunft noch mehr eine Anlagentechnik darstellen, deren hauptsächlicher Outputstrom eine hochkalorische Fraktion sein wird, für die eine Entsorgungslösung vorhanden sein muss. So liegen für mehrere der in Betrieb befindlichen deutschen MBAs Überlegungen oder konkrete Planungen vor, eine hochkalorische Fraktion auszuschleusen und ggf. die Biologie an die neuen gesetzlichen Anforderungen anzupassen (z.B. MBA Düren/Horm, MBA Großefehn, MBA Wiefels, MBa Wiewärthe) (9). Hinzu kommen die Anlagen, die gegenwärtig in Planung oder Projektierung sind.

2.3 Gesamtbedarf Behandlungskapazität

Der Gesamtbedarf an thermischer Behandlungskapazität errechnet sich aus dem Bedarf für die Behandlung von Restabfall aus Haushaltungen sowie für hausmüllähnliche Gewerbeabfälle einschließlich der Sortierreste.

Das Aufkommen an hausmüllähnlichen Gewerbeabfällen zur Beseitigung plus Sortierresten belief sich im Jahr 1998 auf rund 6,3 Mio. Mg (6). Spätestens ab dem Jahr 2005, wenn die AbfAbIV die Scheinverwertung von Gewerbeabfällen auf Deponien beenden wird, werden hausmüllähnliche Gewerbeabfälle wieder verstärkt in die thermische Behandlung drängen. Die fraglichen Mengen liegen bei schätzungsweise 3 bis 5 Mio. Mg/a. Diese Abfälle werden dann mit den Restabfällen aus Haushaltungen um die thermischen Behandlungskapazitäten konkurrieren.

Für 2005 wird das Aufkommen an Restabfällen aus Haushaltungen (ohne Sperrmüll) mit 12 - 16 Mio. Mg abgeschätzt. Die bis dahin verfügbare Kapazität an mechanisch-biologischer Behandlung von 2 bis 2,6 Mio. Mg wird einen Folgebedarf an thermischer Kapazität für die hochkalorische Fraktion von 1 bis 1,3 Mio. Mg/a nach sich ziehen (bei einem Split von 50 % für die hochkalorische Fraktion). Dem steht eine bis dahin realisierte MVA-Kapazität von rund 16 Mio. Mg/a gegenüber.

Unter der Voraussetzung, dass die Scheinverwertung von hausmüllähnlichen Gewerbeabfällen ab 2005 beendet wird (und sich nicht auf den Billigdeponien mit vorgeschalteter Sortieranlage in grenznahen EU-Beitrittsländern fortsetzt), wird eine Entsorgungslücke für Restabfall und hausmüllähnlichen Gewerbeabfall von ca. 4 bis 8 Mio. Mg/a entstehen (siehe Tab. 4).

Um die beschriebene Entsorgungslücke für Hausmüll und hausmüllähnlichen Gewerbeabfall von geschätzten 4 bis 8 Mio. Mg je Jahr zu schließen (2005), können grundsätzlich weitere entsprechende MVAs gebaut werden. Probleme mit der technischen Verfügbarkeit sind nicht erkennbar, abstrahiert man einmal von Fragen einer erforderlichen ausreichenden Kapazität des Anlagenbaus und insbesondere der Verfügbarkeit ausreichender Standorte, was primär eine politische Frage darstellt.

Tab. 4: Fehlende Behandlungskapazität für Restabfall und hausmüllähnliche Gewerbeabfälle im Jahr 2005 (eigene Berechnung)

	Minimalszenario	Maximalszenario
Gewerbeabfall zur Beseitigung	6,3 Mio. Mg/a	6,3 Mio. Mg/a
Gewerbeabfall aus Scheinverwertung	3,0 Mio. Mg/a	5,0 Mio. Mg/a
Restabfall aus Haushalten	12,0 Mio. Mg/a	14,0 Mio. Mg/a
Summe Aufkommen	21,3 Mio. Mg/a	25,3 Mio. Mg/a
MVA-Kapazität, vorhanden	16,0 Mio. Mg/a	16,0 Mio. Mg/a
MBA-Kapazität, vorhanden	2,0 Mio. Mg/a	2,6 Mio. Mg/a
thermischer Nachfolgebedarf MBA = 50 %	1,0 Mio. Mg/a	1,3 Mio. Mg/a
Summe Behandlungskapazität	17,0 Mio. Mg/a	17,3 Mio. Mg/a
Fehlende Behandlungskapazität	4,3 Mio. Mg/a	8,0 Mio. Mg/a

Die Anzahl an hierfür alternativ (oder ergänzend) zu bauenden mechanisch-biologischen, mechanischen oder mechanisch-physikalischen Behandlungsanlagen ist grundsätzlich bis 2005 realisierbar, obwohl die Realisierungszeiträume bereits eng geworden sind. Für die Zukunft der Abfallentsorgung in Deutschland bedeutet dies, dass, abstrahiert man einmal von Details für beispielsweise nachgeschaltete Aufbereitungen dieser Fraktion, um sie für die jeweiligen Entsorgungstechniken nutzbar zu machen, in einem reinen MBA-Szenario (kein Bau weiterer MVAs, sondern nur noch MBAs) immer noch zwischen **2 bis 4 Mio. Mg/a an hochkalorischen Fraktionen** (bei einem Split von 50 % in der MBA) anfallen würden. Offen ist die Frage, wie die erzeugten Ersatzbrennstoffe entsorgt werden können. Hierfür besteht die Möglichkeit, Monoverbrennungsanlagen (energetische Verwertungsanlagen) neu zu bauen oder Kapazitäten im Bereich der Abfallmitverbrennung zu nutzen.

Gegenwärtig ist nicht prognostizierbar, in welchem Umfang zur Schließung der beschriebenen Entsorgungslücke eher auf den Bau von thermischen Neuanlagen (MVA)

oder auf MA- (Gewerbeabfall) und MBA-Konzepte (Hausmüll) zurückgegriffen werden wird. Folgt man dem gegenwärtigen Trend, der aus den Ausschreibungsergebnissen der letzten beiden Jahren folgt, so ist eher mit MBA-Konzepten zu rechnen. Diese Konzepte ziehen einen weiteren Bedarf an thermischer Kapazität zur Behandlung/Verwertung nach sich, der mit dem vorhandenen Anlagenpark nicht abgedeckt werden kann.

In welchem Umfang die jeweiligen Behandlungsoptionen (MVA, energetische Verwertung) gewählt werden, ist noch nicht entschieden und unterliegt den zukünftigen politischen Entscheidungen und dem Marktgeschehen. Im Folgenden wird zunächst untersucht, welche Beiträge die einzelnen Behandlungsoptionen jeweils beitragen können.

3 Markt für Ersatzbrennstoffe

Das Schließen der oben genannten Entsorgungslücke ist im Wesentlichen über den Ausbau von thermischer Behandlungskapazität zu erreichen. Mechanische und mechanisch-biologische Kapazitäten sind bereits heute umfänglich vorhanden und werden sich m.E. auch problemlos auslasten oder ausbauen lassen, führen jedoch zu einem thermischen Nachfolbedarf in Höhe von rund 50 % des Anlageninputs.

Die Entsorgungslücke an thermischen Behandlungskapazitäten kann über den Bau von Neuanlagen oder die Mitverbrennung (als Ersatzbrennstoffe) in vorhandenen Industrieanlagen geschlossen werden. Mit dem Neubau an Behandlungskapazitäten, abstrahiert man einmal von gewissen Problemen des Anlagenbaus, in kurzen Zeiträumen den Markt hochzufahren, könnte die skizzierte Entsorgungslücke geschlossen werden. Die Engpässe sind eher finanzieller Natur, da hierfür ein beachtliches Investvolumen freigesetzt werden müsste, und insbesondere standortbezogen. Es würde in einem derartigen Szenario erforderlich sein, in größerem Umfang Standorte für thermische Abfallbehandlungsanlagen zu erschließen.

Daher ist verständlich, dass politisch eher auf die Abfallmitverbrennung in vorhandenen Industrieanlagen gesetzt wird. Die Absatzmöglichkeiten in Europa sind – theoretisch – umfänglich gegeben. Im Rahmen einer für die DG XVII der EU-Kommission ausgearbeiteten Studie kommt die TNO zu einem möglichen Marktvolumen von 80 Mio. Mg/a an Ersatzbrennstoffen für die Europäische Union (15). Der nationale Markt in Deutschland ist allerdings noch nicht voll entwickelt. Hier ist von Interesse, wie sich die Marktpotenziale – rein theoretisch – darstellen würden.

3.1 Potenzielle Abnehmer von Ersatzbrennstoffen

Grundsätzlich sind die Absatzmöglichkeiten bzw. die potenziellen Abnehmer für die o.g. Mengen an Ersatzbrennstoffen schon heute beschreibbar. Die folgenden Anlagen zur Abfallmitverbrennung sind angesprochen:

- Zementwerke,
- Kraftwerke,
- Eisen- und Stahlindustrie,
- sonstige industrielle Anlagen.

3.1.1 Zementwerke

In Deutschland sind rund 60 Zementöfen im Betrieb. Die gesamte Brennstoffleistung der deutschen Zementwirtschaft liegt bei 84 Mio. GJ/a. Eine 50 %ige Substitution mit Ersatzbrennstoffen (16.000 MJ/Mg), was sicherlich hohe betriebliche Anforderungen an die Zementwirtschaft stellen würde, hätte einen Ersatzbrennstoff-Bedarf von 2,6 Mio. Mg/a zur Folge. Folgt man den Bekundungen der Zementindustrie, derartigen Abfall nur in der Primärfeuerung einsetzen zu wollen, sinken die Einsatzpotenziale auf Werte unter 50 %. Dann sind aktuell bereits 15 % der genannten Brennstoffleistung über vorhandene Ersatzbrennstoffe aus dem Gewerbe gebunden (Reifen, Altöl, Lösemittel, Ersatzbrennstoffe aus Gewerbeabfällen, etc.). So sind in den Jahren 1999 und 1998 in insgesamt 30 Zementwerken rund 945.000 Mg/a Abfälle zur energetischen Verwertung eingesetzt worden (Tab. 5).

Tab. 5: Eingesetzte Abfallarten und Abfallmengen in 30 Zementwerken in Deutschland im Jahr 1999 oder 1998 sowie Verteilung auf die Bundesländer (Angaben in Mg/a; für 6 Anlagen geschätzt) (16)

	NRW	Baden- Württem- berg	Bayern	Sonstige Bundes- länder	BR Deutsch- land
Anzahl der Anlagen ^{*)}	10 (8)	6 (3)	6	9 (8)	30 (24)
Abfallarten	Eingesetzte Abfälle zur Mitverbrennung in Mg/a				
Altreifen	52.614	43.600	39.300	81.456	216.970
Altöle und ölhaltige Abfälle	19.500	6.142	25.300	139.400	190.342
Lösemittel, Lösemittelgemische	6.985	-	8.200	-	15.185
Holzabfälle	8.000	34.800	14.900	19.300	77.000
Kunststoff- und Textilabfälle	24.750	7.989	-	15.875	48.614
Spuckstoffe, Papierschlämme	7.000	-	-	100	7.100
Brennstoffe aus aufbereiteten Produktionsabfällen	160.500	40.600	58.700	74.950	334.750
Brennstoffe aus Siedlungsabfällen	1)	-	-	1)	1)
Sonstige Abfälle	-	38.700 ²⁾	-	15.488 ³⁾	54.188
Summe	279.349	171.831	146.400	346.569	944.149

*) in Klammern: Anlagen für die Abfallmengen für 1998 oder 1999 erhoben werden konnten, für die übrigen Anlagen sind die Angaben jeweils geschätzt; kursiv gedruckt und grau hinterlegt: keine vollständigen Informationen vorhanden; Angaben für einzelne Anlagen geschätzt

1) Angaben in Brennstoffe aus aufbereiteten Produktionsabfällen enthalten

2) die sonstigen Abfälle umfassen: Bleicherde, Wachse, Paraffine, Ölschlamm, fluor- und rußhaltige Abfälle (Elektrodenkoks)

3) die sonstigen Abfälle umfassen: Bleicherde, Schlamm aus Öltrennanlagen, Rußpellets, organische Destillationsrückstände, ölverunreinigte Böden

Die bislang genehmigte Gesamtkapazität zur Abfallmitverbrennung in deutschen Zementwerken beläuft sich auf 2.673.600 Mg/a (16). Zieht man die bereits ausgeschöpften Mengen ab, verbleiben rein rechnerisch 1,7 Mio. Mg. Allerdings ist unklar, wie sich dieser Bereich insgesamt entwickeln wird. Der Absatz von Ersatzbrennstoffen aus Restabfall steht in Absatzkonkurrenz zu den hochwertigen Abfällen aus dem Gewerbe (17). Insgesamt dürften die inländischen Absatzmöglichkeiten für Ersatzbrennstoffe aus Siedlungsabfällen in der Zementindustrie eher bei rund 1 Mio. Mg/a liegen.

Schließlich ist auch hier der sog. „Sonderabfall“ anzusprechen. Zwar sind die deutschen Betreiber von Zementwerken beim Einstieg in diesen Markt gegenwärtig noch zögerlich. Die Wertschöpfungsraten für derartige Brennstoffe liegen allerdings recht hoch. Hinzu kommt, dass andere europäische Nachbarländer (Südeuropa) in Ermangelung eigener Entsorgungsinfrastruktur auf Zementwerke setzen und diese Entsorgungsvariante gegenwärtig etablieren. Daher wird insgesamt erwartet, dass Zementwerke eher in untergeordnetem Umfang den Markt für Ersatzbrennstoffe aus Siedlungsabfällen abdecken werden.

3.1.2 Kraftwerke

Die gesamte Brennstoffleistung der öffentlichen Kraftwerke und der Industriekraftwerke liegt im Bereich von 100.000 MW. Würden rein rechnerisch im Mittel 5 % des Brennstoffbedarfs, wie im Rahmen aktueller Projekte geplant, durch Ersatzbrennstoffe gedeckt, ergäbe sich eine Absatzmöglichkeit von rund 7,5 Mio. Mg/a (16.000 MJ/Mg). Gallenkemper und Braungart geben 6,9 Mio. Mg/a an (18). Die bereits heute genehmigte Kapazität für Abfallmitverbrennung beläuft sich allein im Bundesland NRW immerhin auf rund 3,25 Mio. Mg/a, die aber derzeit nur zu gut einem Drittel (1,11 Mio. Mg/a) ausgeschöpft werden (16).

Allerdings ist dieses Szenario für viele Anlagen nur realistisch, wenn die Abfälle nicht direkt, sondern über Applikationsformen (Pyrolysetrommeln (Hamm), Satellitenrost (Saarland) o.ä.) in die Kraftwerksanlagen eingebracht werden. Es laufen aber auch Versuche, die aufbereiteten Material direkt in den Brennraum zu applizieren (Ibbenbüren).

Die Betreiber von Kraftwerken agieren gegenwärtig, wenn man von Klärschlammmitverbrennung einmal absieht, mehrheitlich eher zurückhaltend. Aber gerade an Standorten, die von Werksschliessungen bedroht sind, wird mit größerer Risikobereitschaft in das Abfallgeschäft eingestiegen.

Insgesamt verfügen die Kraftwerke in Deutschland über ein hohes rechnerisches Potenzial, derartige Ersatzbrennstoffe einzusetzen.

3.1.3 Eisen- und Stahlindustrie

In diesem Industriezweig liegt der Absatzmarkt im Wesentlichen im Bereich der Eisenerzreduktion (Hochofen). In Deutschland werden rund 40 Mio. Mg/a Roheisen erzeugt. Unterstellt, dass je Mg Roheisen 1.000 MJ an Ersatzbrennstoffen (als Reduktionsmittel) eingesetzt werden können (Erfahrungen Stahlwerke Bremen), ergibt sich ein theoretischer Absatz von 2,5 Mio. Mg/a.

Gegenwärtig werden rund 0,15 Mio. Mg an DSD-Kunststoffen in drei Hochöfen Deutschlands eingesetzt, was die genannte Absatzmöglichkeit nur unmerklich schmälert.

Die Prüfungen für den Markteinstieg haben an einzelnen Standorten begonnen. Insgesamt wird aber nicht erwartet, dass größere Mengen in diesem Segment abgesetzt werden können. Weiter ist im Falle des Markteintritts der Eisen- und Stahlindustrie die Konkurrenz zur Verwertung der Shredderleichtfraktion aus dem Altagautorecycling zu sehen (vgl. geplantes Altfahrzeug-Gesetz).

3.1.4 Sonstige Industrieanlagen

Unter „Sonstige Industrieanlagen“ fallen recht vielfältige Absatzmöglichkeiten. Zu nennen sind hier exemplarisch Gießereien, Asphaltmischanlagen, Kalksteinindustrie, Ziegeleien sowie das Sekundärrohstoffverwertungszentrum Schwarze Pumpe (SVZ). In der Regel sind die Absatzmöglichkeiten, rein rechnerisch, für die Branche insgesamt nur gering. So betragen die Brennstoffleistungen für Asphaltmischanlagen rund 600 MW. Hieraus würden sich bundesweite Absatzmöglichkeiten von 0,2 Mio. Mg/a an Ersatzbrennstoffen ergeben. Dennoch ist dieser Bereich, da er Einzellösungen eröffnen kann, regional interessant.

Eine Sonderstellung nimmt das SVZ ein, das Abfälle/Ersatzbrennstoffe stofflich und energetisch verwertet. Seit Ende 1997 beträgt die jährliche Verarbeitungskapazität des SVZ ca. 450.000 Mg feste Rest- und Abfallstoffe und bis zu 50.000 Mg belastete Öle und Öl-Wasser-Gemische (19). Das SVZ wollte nach den bisherigen Planungen bis 2005 zwei weitere BGL-Vergaser für die Verwertung von Abfällen/hochkalorischen Fraktionen zu Methanol errichten und damit seine Verwertungskapazität auf rund eine Mio. Mg/a ausweiten. Diese Planungen dürften aufgrund aktueller Entwicklungen zwischenzeitlich zurückgestellt worden sein (20).

3.2 Anforderungen an Ersatzbrennstoffe

Zu unterscheiden sind Anforderungen an Ersatzbrennstoffe, die sich aus dem Bereich der jeweiligen Betriebstechnik ergeben, von denen, die sich aus dem Immissionsschutz ableiten.

Zu den betriebstechnischen Anforderungen gehören insbesondere Fragen der Applikation des Brennstoffes. Je nach Einsatzbereich ist es nicht ganz einfach, den Ersatzbrennstoff in den jeweiligen Feuerraum so einzubringen, dass keine betrieblichen Probleme resultieren. Weiter stellt häufig der Prozess selbst betriebstechnischen Anforderungen. So sind Korrosionsprobleme zu vermeiden, die Reisezeiten der Aggregate dürfen nicht verkürzt und die Abgasreinigungseinrichtungen dürfen in ihrer Leistungsfähigkeit nicht beeinträchtigt werden.

Anforderungen aus immissionsschutzrechtlichen Gründen berühren insbesondere Fragen der in den Betriebsgenehmigungen jeweils festgelegten Reingasgrenzwerte. Aber auch Anforderungen an die erzeugten Reststoffe können berührt sein.

Im Folgenden wird der heutige Stand der Diskussion in konzentrierter Form zusammengefasst.

3.2.1 Zementwerke

Im Falle der Mitverbrennung in Zementwerken ist zwischen den Einsatzorten Primär- und Sekundärfeuerung zu unterscheiden.

Für die Primärfeuerung sind aufgrund der erforderlichen hohen Temperaturen, die erreicht werden müssen, Brennstoffe mit hohen Heizwerten erforderlich. Die Zementwirtschaft nennt hier Anforderungen im Bereich > 18.000 oder gar > 20.000 MJ/Mg. Unterhalb dieser Heizwerte verringert sich das Energieaustauschverhältnis deutlich unter 1, was dazu führt, dass der Bedarf an Regelbrennstoff steigt (21).

Für den Einsatz in der Sekundärfeuerung sind keine Anforderungen an einen Mindestheizwert bekannt. Zusätzlich zur Sekundärfeuerung gibt es in einem Fall auch eine Applikationsmöglichkeit für Abfälle über eine Wirbelschichtvergasung (Zementwerk Rüdersdorf). Auch in diesem Fall können Abfälle mit vergleichsweise niedrigem Heizwert verwertet werden.

Neben Heizwertanforderungen stellt der Prozess auch Anforderungen an die Belastung mit Schadstoffen. Zu nennen sind insbesondere Quecksilber, Chrom und Chlor/Chlorid. Quecksilber kann als flüchtiges Schwermetall zu Problemen mit den Reingasgrenzwerten führen. Chrom bzw. Chromat führt zu Arbeitsschutzproblemen beim Umgang mit Zement (22).

Chlor/Chlorid kann im Klinkerbrennprozess zu betrieblichen Problemen führen. Faulstich nennt als stoffliche Voraussetzung für den Einsatz von Ersatzbrennstoffen im Zementprozess einen Chlorgehalt $< 1 \%$, einen Quecksilbergehalt von $< 0,02 \text{ mg/MJ}$ und einen Chromgehalt $< 3,7 \text{ mg/MJ}$ (23).

Schliesslich ist es erforderlich, dass der Ersatzbrennstoff eine hohe Homogenität und eine Stückigkeit, die es erlaubt, optimal in den Prozess eingebracht zu werden. Für die Primärfeuerung bedeutet dies Korngrößen im Bereich von 10 bis 30 mm. Für die Sekundärfeuerung können die Anforderungen geringer ausfallen. Neben der Korngröße sind Anforderungen an die Freiheit von Störstoffen anzusprechen. Störstoffe, beispielsweise Metallteile, können zu Störungen des gesamten Prozesses bis hin zur Abschaltung der Anlage führen. Daher hat diese Anforderung eine hohe Priorität.

Die folgende Tab. 6 aggregiert die Anforderungen an Ersatzbrennstoffe für den Einsatz in Zementwerken am Beispiel des Zementwerks Rüdersdorf.

Tab. 6: Anforderungen an Ersatzbrennstoffe beim Zementwerk Rüdersdorf (24)

Parameter	Einheit	Anforderungen Rüdersdorfer Zement
Heizwert Hu	MJ/kg FS	> 11
Feuchte	% FS	$< 40 \%$
Störstoffe	% FS	FE-NE- Metallfreiheit
Korngröße	mm	$< 50 \text{ mm}$
Pelletqualität	-	-
Chlor	% TS	2
Arsen	mg/kg TS	20
Blei	mg/kg TS	350
Cadmium	mg/kg TS	10
Chrom	mg/kg TS	200
Kobalt	mg/kg TS	20
Kupfer	mg/kg TS	750
Nickel	mg/kg TS	100
Quecksilber	mg/kg TS	1,5
Thallium	mg/kg TS	3
Zinn	mg/kg TS	-

Hinzu kommen die erforderlichen technischen Voraussetzungen wie Erweiterung der Rauchgasreinigung mit Katalysator, Gewebe- oder Aktivkohlefilter (23).

3.2.2 Kraftwerke

Bezüglich des Heizwertes stellt der Kraftwerksprozess eher geringere Anforderungen (> 11.000 MJ/Mg). Dies gilt auch für das Problemelement Chlor/Chlorid. Hinsichtlich Quecksilber stellen sich die Randbedingungen ähnlich wie für den Zementprozess. Zusätzlich können Elemente wie Arsen ein Problem darstellen, um die Reisezeit des Katalysators nicht zu verkürzen.

Für den Einsatz in Kraftwerken hängen die physikalischen Anforderungen an den Ersatzbrennstoff von der Art der Feuerungsanlage ab.

Die *Staubfeuerung* stellt hier die höchsten Anforderungen, die in Korngrößen von wenigen Millimetern gehen können. Diese Anforderung ergibt sich nicht nur aufgrund der technischen Randbedingungen für das Einblasen des Ersatzbrennstoffes in den Prozess. Kritisch ist die Vollständigkeit der Verbrennung zu sehen. Restmengen an Unverbranntem im Staub der Rauchgasreinigung haben erhebliche ökonomische Konsequenzen zur Folge. Die Stäube aus der Staubfeuerung werden als hydraulischer Zuschlagstoff für Spezialzemente eingesetzt. Hierfür werden seitens der Kraftwerksbetreiber Einnahmen erzielt. Im Falle der Verunreinigung mit unverbrannten Resten aus dem Einsatz von Ersatzbrennstoffen besteht die Gefahr, dass diese Verwertungsmöglichkeit nicht mehr zugänglich ist.

Die *Schmelzkammerfeuerung* stellt zwar nicht ganz so hohe Anforderungen an die Stückigkeit und Störstofffreiheit des Ersatzbrennstoffes; die Anforderungen begründen sich schwerpunktmässig aus den Notwendigkeiten der verwendeten Applikationstechnik. Daher ist also auch in diesem Fall von einem sehr feinkörnigen, störstoffbefreiten und homogenen Material auszugehen.

Die *Wirbelschichtfeuerung* bedingt geringere Anforderungen an das aufbereitete Material. Je nach Technik können Ersatzbrennstoffe eingesetzt werden, die eine Stückigkeit von bis zu 100 mm haben. Als Anlagenbeispiel kann die Wirbelschichtfeuerung in Lenzing (A) genannt werden, die vollständig mit Ersatzbrennstoffen betrieben werden kann. Als weitere stoffliche Voraussetzung wird ein Chlorgehalt < 1,0 % genannt (23).

3.2.3 Eisen- und Stahlindustrie

Der Einsatz von Ersatzbrennstoffen in der Eisen- und Stahlindustrie konzentriert sich auf den Einsatzort Hochofen. Hier ist es der Einsatz als Reduktionsmittel und Substitut für beispielsweise Koks oder Schweröl. Die Anforderungen für diesen Einsatzbereich sind ähnlich, wie für die Fälle der bereits beschriebenen Verfahren.

Zu hohe Quecksilberbelastungen führen u.U. zu Problemen bei der Einhaltung der gesetzlich vorgegebenen Reingaswerte. Chlor/Chlorid kann zu Beeinträchtigungen des betrieblichen Prozesses führen. Die physikalischen Anforderungen richten sich danach, was insbesondere die jeweils eingesetzte Applikationstechnik für Randbedingungen definiert.

Als Voraussetzungen für den Einsatz von Ersatzbrennstoffen im Hochofen wird die Einhaltung zahlreicher Qualitätsanforderungen, u.a. Zerkleinerung auf < 5 mm, Homogenisierung, Chlorgehalt < 1,5 %, ausreichender Kohlenwasserstoffgehalt, limitierter Asche- und Kupfergehalt, sowie die einzuhaltenden technischen Voraussetzungen (Umbau der Blasformen, Erweiterung der Rauchgasreinigung, Störstoffauslese zur Vermeidung von Schäden an den Düsen) (23) genannt.

3.2.4 Sonstiges

Die sonstigen Verwertungsmöglichkeiten haben in der Regel ein eigenes Anforderungsprofil an den einsetzbaren Ersatzbrennstoff. Dies an dieser Stelle näher darzustellen, würde den Rahmen dieser Ausarbeitung sprengen.

Ein mengenmässig bedeutsames „sonstiges“ Verfahren zur Abfallverwertung stellt die Vergasungsanlage des Sekundärrohstoffverwertungszentrum Schwarze Pumpe (SVZ) dar. Bezüglich der eingesetzten Technik wird auf die weiterführende Literatur verwiesen (25). Tab. 7 zeigt das Anforderungsprofil, was an die einzusetzenden Abfallstoffe gestellt wird.

Tab. 7: Anforderungen der Ersatzbrennstoffe für den Einsatz im SVZ (24)

Parameter	Einheit	Anforderungen
Heizwert Hu	MJ/kg FS	> 9
Feuchte	% FS	< 20
Störstoffe	% FS	-
Korngröße	mm	Pellets
Pelletqualität	-	thermische und mechanische Standfestigkeit
Chlor	% TS	-
Arsen	mg/kg TS	2.000
Blei	mg/kg TS	10.000
Cadmium	mg/kg TS	1.000
Chrom	mg/kg TS	20.000
Kobalt	mg/kg TS	-
Kupfer	mg/kg TS	100.000
Nickel	mg/kg TS	5.000
Quecksilber	mg/kg TS	200
Thallium	mg/kg TS	-
Zinn	mg/kg TS	10.000

3.2.5 Fazit Anforderungen

Insgesamt zeigt die obige Übersicht, dass die Anforderungen an Ersatzbrennstoffe sehr unterschiedlich ausfallen. Die Anforderungen sind schwerpunktmässig nach den Randbedingungen ausgelegt, die der Verwertungsprozess selbst vorgibt.

Anforderungen, die sich aus Umweltsicht (immissionschutzrechtlich) ableiten, sind nur für das Element Quecksilber (ggf. Chlor und Schwefel) relevant. Anforderungen aus dem Blickwinkel „Anreicherung im Erzeugnis“ spielen bis dato keine Rolle. Gegenwärtig ist offen, ob sich aus diesem Anforderungsbereich (Erzeugnis) konkrete Grenzwerte durchsetzen werden. Dennoch führen die beschriebenen Anforderungsprofile an Ersatzbrennstoffe dazu, dass nur aufbereitete Abfälle für den Einsatz geeignet sind. So sind allein die Anforderungen, die sich aus betrieblicher Sicht stellen, beachtlich. Daher wird von der Aufbereitungstechnologie für gemischte Gewerbeabfälle, Hausmüll und ggf. Sonderabfälle Erhebliches zu verlangen sein.

3.3 Abschätzung des rechnerischen Absatzpotenzials

Die skizzierten Fragestellungen und Probleme werden dazu führen, dass das rechnerische Verwertungspotenzial in der Praxis nicht vollständig an den Markt zu bringen ist. Schwierig ist die Prognose, in welchem Umfang die voraussichtlichen Verwertungspotenziale sich nach 2005 darstellen werden.

Tab. 8 versucht daher eine pessimistische und eine optimistische Prognose abzuschätzen. Die pessimistische Variante ergibt sich unter der Bedingung, dass alle die heute bekannten Probleme und Restriktionen auch eintreten bzw. nicht zu lösen sind (Anforderungen an Qualität und Technik). Die optimistische Prognose ergibt sich, wenn nur die nach heutiger Sicht nicht lösbaren Probleme zum Tragen kommen. Man erkennt hieraus, dass das Angebot an energetischer Verwertungskapazität in Deutschland selbst unter pessimistischen Annahmen beachtliche Ausmaße erreichen wird.

Tab. 8: Prognose des Angebots an energetischer Verwertungskapazität nach 2005

	Pessimistische Prognose	Optimistische Prognose
Zementwerke	1,0 Mio. Mg/a	1,7 Mio. Mg/a
Kohlekraftwerke	2,5 Mio. Mg/a	5,0 Mio. Mg/a
Eisen- und Stahlindustrie	0,5 Mio. Mg/a	2,0 Mio. Mg/a
Sonstiges (Kalksteinindustrie, Asphaltmischanlagen, SVZ etc.)	0,5 Mio. Mg/a	1,0 Mio. Mg/a
Summe Angebot	4,5 Mio. Mg/a	9,7 Mio. Mg/a

4 Das aktuelle Marktgeschehen im Sektor Ersatzbrennstoffe

Stellt man das voraussichtliche Angebot an Verwertungskapazität dem Bedarf bzw. der zu erwartenden Nachfrage gegenüber, so ergibt sich das folgende Bild.

Tab. 9: Gegenüberstellung von Angebot und Nachfrage an Ersatzbrennstoffen in Mio. Mg/a (ohne Klärschlamm, Tiermehl, Ersatzbrennstoffe aus produktionsspezifischen Abfällen)

	Minimal-Szenario	Maximal-Szenario
Angebot an Ersatzbrennstoffen (Tab. 4, Split = 50 %)	2,15 Mio. Mg/a	4,0 Mio. Mg/a
	Pessimistisches Szenario	Optimistisches Szenario
Theoretisches Verwertungspotenzial (Tab. 8)	4,5 Mio. Mg/a	9,7 Mio. Mg/a

Auf den ersten Blick scheint kein Risiko zu bestehen, dass das Nachfragepotenzial für die Abnahme von Ersatzbrennstoffen höher ausfällt, als dies seitens der Anlagenbetreiber angeboten wird. Hierzu ist allerdings zweierlei anzumerken. Zum einen konkurrieren die verschiedenen Ersatzbrennstoffe untereinander (also MBA-Fraktion gegen Gewerbeabfall-Ersatzbrennstoff), zum anderen werden weitere Abfälle, die mengenmäßig schwer zu prognostizieren sind, ebenfalls in die energetische Verwertung drängen, und das zukünftig mit teilweise deutlich höheren Wertschöpfungsraten:

- Klärschlamm
- Tiermehl
- Ersatzbrennstoffe aus produktionsspezifischen Abfällen
- Sonderabfälle (besonders überwachungsbedürftige Abfälle)
- Altholz
- Biomasse.

Insbesondere aufgrund der neuen gesetzlichen Regelungen bezüglich der attraktiven Vergütung von aus erneuerbaren Quellen erzeugter Energie dürften die mengenmäßig relevantesten potenziellen Abnehmer von Ersatzbrennstoffen (Kraftwerke) neben Klärschlamm eher auf Altholz und Biomasse und weniger auf Ersatzbrennstoffe aus Abfällen setzen. Letztere fallen qua Gesetz nicht unter das EEG und gelten auch nicht als Biomasse nach BiomasseV, auch wenn ihr Kohlenstoff zu mehr als 50 % aus regenerativen Quellen stammt.

Es ist daher davon auszugehen, dass für hochkalorische MBA-Fraktionen Absatzprobleme vorprogrammiert sind, da diese mit anderen, attraktiveren Abfallarten konkurrieren. Schon

heute ist die Nachfrage nach Verwertungskapazitäten größer als das Angebot – auf mengenmäßig niedrigem Niveau.

Für Ersatzbrennstoffe aus Abfällen (hier: hochkalorische MBA-Fraktionen) werden derzeit keine Erlöse erzielt, im Gegenteil. Vielmehr werden vom MBA-Betreiber für die Abnahme des erzeugten Ersatzbrennstoffes gegenwärtig Zuzahlungen von 80 DM/Mg bis hin zu 150 DM/Mg erwartet. Man sollte dies m.E. auch als gewisses Signal interpretieren, dass seitens der Anbieter an Verwertungsdienstleistungen nicht das Interesse besteht, durch Überkapazitäten die Preise nach unten zu drücken.

Der große Konkurrent der hochkalorischen MBA-Fraktion um die knappen Verwertungskapazitäten ist der Ersatzbrennstoff, der aus dem Gewerbeabfall gewonnen wird (MA-Fraktion). Auf diesem Feld kann beobachtet werden, wie die Aufbereiter derartiger Abfälle eine Diskussion um Güteklassen begonnen haben (siehe das BPG-Konzept von RWE/Trienekens (17)). Auch die Bundesgütegemeinschaft für Sekundärbrennstoffe hat mit ihrem Grenzwertkonzept zwei Güteklassen geschaffen und sogar mit RAL-Gützeichen (26) „veredeln“ lassen:

- SBS aus Gewerbeabfällen,
- SBS aus Hausmüll.

Es wird von der Entsorgungsbranche argumentiert, dass die Ersatzbrennstoffe aus dem Gewerbeabfall hochkalorischer sind und auch niedriger mit Schadstoffen belastet wären. Woher kommt dieses Interesse an hoher Qualität?

Die Entsorgungsbranche hat zunächst ein beachtliches Problem nach 2005. Durch das Ausfallen der Deponie (und der Scheinverwertung) sind neue Entsorgungsmöglichkeiten für Gewerbeabfälle zu finden. Gelingt dies nicht, so landet das Gewerbe, so will es das Gesetz, mit seinen Abfällen wieder bei dem Öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträger. Gelingt dies, bleibt das Geschäftsfeld Gewerbeabfall für die private Entsorgungswirtschaft erhalten.

Die zweite Randbedingung, die bis 2005 zu lösen ist, sind die Kosten. Die Entsorgungsmöglichkeiten für Gewerbeabfälle müssen preislich so günstig sein, dass das Entsorgungsgewerbe dem Gewerbetreibenden günstigere Konditionen anbieten kann, als dies die Kommune tut. In der Vergangenheit war dies möglich, weil kostengünstige Deponien insbesondere in den neuen Ländern im Hintergrund vorhanden waren. Nach 2005 muss hierfür die höhere Güteklasse des Ersatzbrennstoffes dienen. Schon heute kann dieser gesplittete Markt beobachtet werden. So werden SBS aus Gewerbeabfällen heute zu deutlich günstigeren Konditionen im Zementwerk verwertet verglichen mit Ersatzbrennstoffen aus der MBA.

Weiteren Aufschluß liefert auch ein Blick auf die Marktstruktur in Deutschland. So existieren insbesondere auf der Kraftwerksstrecke sog. „Cluster“. Hier ist zu erwarten, dass knappe Verwertungskapazitäten von den Marktteilnehmern auch strategisch eingesetzt werden.

Auch dies spricht für eine bevorzugte „Behandlung“ von Ersatzbrennstoffen aus dem Gewerbe. In diese Bild passt auch, dass die wichtigsten Nachfrager nach Verwertungs-kapazität sich zu „Nachfrage-Cluster“ zusammenschließen. So haben sich die Unternehmen RWE/Trienekens/Edelhoff/Rethmann die Therm-Wert GmbH gegründet. Die Unternehmen Herhof und Nehlsen haben sich ebenfalls kürzlich über eine gemeinsame Vermarktungs-strategie verständigt. Durch die Clusterbildung wird nicht nur erreicht, dass dem Angebotsmonopol eine Nachfrage-Macht gegenübersteht. Zugleich wird auch erreicht, dass Dritte einen schwierigeren Marktzugang haben. „Epizentrum“ der gesamten Entwicklung ist NRW. Dort sind knapp 60 % der rechnerischen energetischen Verwertungskapazitäten vorhanden und die wesentlichen Marktkräfte beheimatet.

Eine Sonderrolle auf dieser Bühne nimmt das SVZ ein. Hier ist abzuwarten, ob das Unternehmen 2005 noch am Markt ist. Derzeit ist die Zukunft ungewiß, da der letzte Erwerber, Global Energy, den Kaufpreis nicht gezahlt hat und der Vertrag voraussichtlich rückabgewickelt werden wird (20). Weiter ist abzuwarten, ob sich die wirtschaftlichen und technischen Probleme (Aufbereitung und Kompaktierung des Restabfalls) lösen lassen.

5 Fazit

Die obigen Ausführungen zeigen, dass in den nächsten Jahren eine beachtliche Entsorgungslücke zu schließen ist, um die rechtlichen Vorgaben bis 2005 zu erfüllen. Hierbei zeigt es sich, dass diese Entsorgungslücke im Wesentlichen eine heute nicht gegebene **thermische** Abfallbehandlungskapazität darstellt.

In welchem Umfang dies durch die Abfallmitverbrennung in Industrieanlagen zu lösen ist, wird insbesondere davon abhängen, wie sich der Ordnungsgeber bei der Umsetzung der EU-Abfallverbrennungsrichtlinie in deutsches Recht einlässt.

Die ökonomische Analyse zeigt, dass es in unserer Prognose eine höhere Nachfrage nach thermischen Verwertungskapazitäten geben kann, als angeboten werden. Daher bestehen Risiken für die Besitzer von MAs und MBAs, die erzeugten Ersatzbrennstoffe kostengünstig absetzen zu können.

Vor diesem Hintergrund stellt die Investition in eine eigene thermische Behandlungsanlage (Monoverbrennung) eine sicherlich besser kalkulierbare Zukunftsentscheidung dar, auch wenn die Investition auf den ersten Blick hoch erscheint. Daher fällt m.E., was Ökonomie und Entsorgungssicherheit anbelangt, meine Gesamtempfehlung zur Schließung der vorhandenen Entsorgungslücke klar aus: **Wo immer die Standortentscheidung für eine wirtschaftlich betreibbare Mono-Verbrennungsanlage (ob für Restabfall oder für Ersatzbrennstoffe) politisch möglich erscheint, sollte ihr der Vorzug gegeben werden.**

6 Literatur

- 1 Schnurer H.: Neues zum Deponierecht: EG-Deponie-Richtlinie und die Umsetzung in eine deutsche Deponie-Verordnung, Juni 2001, http://www.bmu.de/download/dateien/eg_deponierecht.pdf; 65 KB (67.303 bytes)
- 2 BMU, WA II 1: Entwurf der Verordnung über die Verwertung von Siedlungsabfällen aus dem Gewerbe (Gewerbeabfallverordnung – GewAbfV), Stand 24.07.2001
- 3 siehe Begründung für die Verordnung über die Verwertung von Siedlungsabfällen aus dem Gewerbe (Gewerbeabfallverordnung – GewAbfV), Stand 24.07.2001, hier Abschnitt A.I.2 Abs. 3
- 4 Lahl U., Zeschmar-Lahl B., Weiler C.: Gewerbeabfälle in Baden-Württemberg - Wege und Verbleib. Studie im Auftrag von Bündnis 90/DIE GRÜNEN im Landtag von Baden-Württemberg, November 1997
- 5 Daten für 1997: 5,225 Mio. Mg, davon 65 % entsorgt auf Deponien; Zahl gemittelt über alle Abfallarten, ohne besonders überwachungsbedürftige Abfälle; Statistisches Bundesamt, zitiert nach UBA (Hrsg.): Daten zur Umwelt 2000. Erich-Schmidt-Verlag, 2001, hier Tab. 6.2 und Tab. 6.17
- 6 Prognos: Branchen-Report Entsorgungswirtschaft. Der Markt der Entsorgungsleistungen bis zum Jahr 2010. Teilreport A: Siedlungsabfälle. Köln, Basel, Berlin, Mai 2000, hier aus Anhang I:

Körperschaft	Bundesland	Restabfall in kg/E*a
LK Main-Tauber-Kreis	Baden-Württemberg	74
LK Nürnberger Land	Bayern	76
LK Freudenstadt	Baden-Württemberg	77
LK Aschaffenburg	Bayern	81
LK Rottweil	Baden-Württemberg	83
LK Bodenseekreis	Baden-Württemberg	89
LK Haßberge	Bayern	90
LK Aurich	Niedersachsen	96
LK Zollernalbkreis	Baden-Württemberg	97
LK Neuburg-Schrobenhausen	Bayern	97
LK Calw	Baden-Württemberg	99
LK Sigmaringen	Baden-Württemberg	99
LK Fürth	Bayern	100
LK Gotha	Thüringen	100

- 7 Daten des Umweltbundesamtes
- 8 Prognos: Branchen-Report Entsorgungswirtschaft; s.o.
- 9 Zeschmar-Lahl B., Jäger J., Ketelsen K., Lahl U., Scheidl K., Steiner M., Heckmann A.: Mechanisch-biologische Abfallbehandlung in Europa. Hrsg.: VKS e.V., A.S.A. e.V., Blackwell Wissenschafts-Verlag, Berlin, 1999

- 10 Harant M., Nelles M., Hofer M., Lorber K.E., Raninger B.: Stoffflussanalyse bei der mechanisch-biologischen Restabfallbehandlung. Montanuniversität Leoben, IED, Berichte Band 6, Februar 1999
- 11 Lahl U., Zeschmar-Lahl B., Angerer T.: Entwicklungspotenziale der mechanisch-biologischen Abfallbehandlung – Eine ökologische Analyse. Umweltbundesamt: Monographien Bd. 125, Wien, Juni 2000
- 12 Fricke K., Münnich K., Ziehmann G., Turk T., Wallmann R.: Auswirkungen der Artikelverordnung auf die MBA- und Deponietechnik. In: Wiemer K., Kern M. (Hrsg.): Bio- und Restabfallbehandlung V, 559 – 590, 2001
- 13 Fricke K., Münnich K., et al., s.o., hier Abb. 11
- 14 Fricke K., Münnich K., et al., s.o., hier Abb. 10
- 15 Krajenbrink G.W. et al: Fuel and energy recovery. Report DG XVII, TNO-MEP-R98/220, Brüssel 1998
- 16 Prognos: Tischvorlage: Mitverbrennung in ausgewählten industriellen Anlagen in Deutschland. Zusammenfassung aus den beiden Untersuchungen für das Umweltbundesamt und das MUNLV für die Sitzung des länderoffenen Arbeitskreises am 11. Juli 2001
- 17 Glorius T., Roos H.-J. (Trienekens AG): Umsetzung des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes. Produktbezogene Beispiele – Qualitätsgesicherte Sekundärbrennstoffe. Münsteraner Abfalltage, 1999
- 18 Gallenkemper, B., Braungart, M. et al.: Untersuchung zur Umwelt- und Gesundheitsverträglichkeit von Substitut-Brennstoffen. Rethmann Entsorgung, Dieselstr. 3, 44805 Bochum
- 19 <http://www.svz-gmbh.de/D/Seiten/rahmen.html>
- 20 EUWID Recycling und Entsorgung Nr. 35 vom 28.08.2001, S. 3
- 21 Schulenburg F., Scholz R.: Energetische Bilanzierung von Verfahrenslinien aus mechanisch-biologischer und nachgeschalteter thermischer Abfallbehandlung. In: Veröffentlichungen des Zentrums für Abfallforschung der Technischen Universität Braunschweig, Heft 13: Stoffstromspezifische Abfallbehandlung im Hinblick auf thermische Verfahren. Braunschweig, September 1998
- 22 Berufsgenossenschaften der Bauwirtschaft: Gefahrstoffe beim Bauen, Renovieren und Reinigen, 1995, hier S. 283
- 23 Faulstich M., Rabus J.: Thermische Verwertung heizwertreicher Fraktionen aus der mechanisch-biologischen Restmüllbehandlung (MBR). Hengerer D., Lorber K.-E., Nelles M., Wöber G.L.F. (Hrsg.): DepoTech 1998, 65 – 71, 1998
- 24 IGW/Prof. Urban/ICU: „Energetische Verwertung heizwertreicher Fraktionen aus Berliner Abfällen“. Untersuchung im Auftrag der Berliner Stadtreinigungsbetriebe BSR. Kurzfassung, Mai 2001
- 25 Obermeier T., Seifert W., Buttke B.: Betriebserfahrungen des SVZ Schwarze Pumpe. Vortrag zur 5. Fachtagung Abfallverbrennung 9. – 11. Oktober 2000 in Kassel
- 26 Bundesgütegemeinschaft Sekundärbrennstoffe e.V.: RAL-Gütezeichen Sekundärbrennstoffe, Schlußfassung Mai 2001, Schreiben des RAL vom 31.05.2001