

**Co-Verbrennung von Abfallfraktionen aus der MBA im Vergleich zur
Monoverbrennung in der MVA - Ergebnisse einer ökologischen
Bewertung**

Elisabeth Fehre, Dr. Ketel Ketelsen, IBA GmbH, Hannover
Dr. Uwe Lahl, Barbara Zeschmar-Lahl, BZL GmbH, Oyten

Gliederung

1. HINTERGRUND	1
2. VORRANG FÜR DIE UMWELTVERTRÄGLICHERE MAßNAHME.....	2
3. MODELLIERUNG DER UNTERSUCHTEN KOMBINATIONSVERFAHREN	4
4. METHODISCHES VORGEHEN DER ÖKOLOGISCHEN BEWERTUNG	6
5. ERGEBNISSE DER ÖKOLOGISCHEN BEWERTUNG	7
5.1 LOKALE AUSWIRKUNGEN (UV)	7
5.2 GLOBALE AUSWIRKUNGEN (LCA).....	8
5.3 DEFIZITANALYSE	10
5.4 FAZIT.....	11
6. LITERATUR.....	12

Co-Verbrennung von Abfallfraktionen aus der MBA im Vergleich zur Monoverbrennung in der MVA - Ergebnisse einer ökologischen Bewertung

1. Hintergrund

Das zum 7.10.1996 in Kraft getretene Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (KrW-/AbfG) hat das abfallwirtschaftliche Geschehen in der Bundesrepublik erheblich in Bewegung versetzt. Entscheidenden Anteil daran hatte die im Gesetz präziserte Verwertungspflicht, die im Rang der Abfallbeseitigung vorgeht. Die Pflicht entfällt nach § 5 Abs. 4 dann, wenn die Verwertung technisch nicht möglich ist oder sich wirtschaftlich unzumutbar darstellt. „Die wirtschaftliche Zumutbarkeit ist gegeben, wenn die mit der Verwertung verbundenen Kosten nicht außer Verhältnis zu den Kosten stehen, die für eine Abfallbeseitigung zu tragen wären.“

Der Gesetzgeber unterscheidet die stoffliche und die energetische Verwertung, ohne Rangfolge, so daß ihre Gleichrangigkeit gilt, wobei nach § 6 Abs. 1 KrW-/AbfG der Vorrang der *besser umweltverträglicheren* Verwertungsart zugesprochen wird. Allerdings ist diese Anforderung gekoppelt an eine Verordnungsermächtigung für die Bundesregierung. **Diese Verordnung soll für bestimmte Abfallarten den Vorrang der stofflichen vor der energetischen Verwertung festlegen.** Eine diesbezügliche Verordnung ist von der alten Bundesregierung nicht erarbeitet bzw. vorgelegt worden, so daß gegenwärtig ein juristischer Meinungsstreit besteht, ob der § 6 Abs. 1 auch unabhängig von der genannten Verordnung beachtlich ist oder nicht. Die neue Koalition in Bonn hat sich auf eine sog. Technische Anleitung Verwertung (**TA Verwertung**) verständigt, die vermutlich nicht nur diese Lücke schließen soll, sondern auch gleich noch Anforderungen an die Verwertung (technisch, ökologisch) festlegt.

Dieser legislative Klärungsbedarf wird offensichtlich, wenn man die aktuellen Entwicklungen auf dem Feld der energetischen Verwertung von aufbereiteten Abfällen aus Hausmüll, aber auch aus z.B. Gewerbeabfällen, in industriellen Feuerungsanlagen betrachtet.

- So hat das (HMUEJFG) mit Schreiben vom 25. Juli 1997 [1] dem Output aus der Anlage der geplanten Fa. Herhof in Aßlar, dem sog. TROCKENSTABILAT®, den Status *Abfall zur Verwertung* attestiert.
- 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]. Andere Gutachter sehen hier ebenfalls noch erhebliche ökologische Risiken und Nachweislücken [5, 6].
- Die Zementindustrie hat daraufhin ihr Abnahmeinteresse zurückgezogen und will zunächst „mit äußerstem Fingerspitzengefühl die Umweltverträglichkeit prüfen“ [7].
- 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 [8]. Gerichte wiederum haben diese Sichtweise zum Teil bestätigt, ihr zum Teil aber auch widersprochen [9, 10].
- 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.

2. Vorrang für die umweltverträglichere Maßnahme

Über die letzten Jahre hatte sich das politische Augenmerk sehr stark auf die Umweltrisiken der verschiedenen Beseitigungsverfahren, insbesondere der Müllverbrennung, ausgerichtet. Dies hat zu einer hohen Regelungsdichte und zu vergleichsweise hohen technischen Standards geführt. **Für Verwertungsverfahren ist ein lückenhaftes Anforderungsprofil und häufig auch ein niedrigerer technischer Standard noch nicht überwunden.**

Der Gesetzgeber hat nun mit seiner eindeutigen Zweckbestimmung für die Kreislaufwirtschaft (Schonung der natürlichen Ressourcen, § 1 Satz 1) vorgegeben, daß Verwertung nicht als Selbstzweck zu betrachten ist. **Folglich hat er an mehreren Stellen des Gesetzes auch auf die anzustrebende Hochwertigkeit der Verwertung abgezielt (so § 5 Abs. 2).** Sollte beispielsweise die Beseitigung die umweltverträglichere Lösung sein, entfällt sogar der Vorrang der Verwertung (§ 5 Abs. 5).

Das nordrhein-westfälische Landesabfallgesetz enthält im neuen § 4a Abs. 2 sogar eine Anordnungsbefugnis für die zuständigen Behörde, wonach sie dem Abfallbesitzer den Weg in die Beseitigung vorgeben kann, wenn diese im Vergleich zur beabsichtigten Verwertung die umweltverträglichere Maßnahme darstellt.

Aus der Sicht des Umweltschutzes kann die Verwertung ebenfalls kein Selbstzweck sein. Verwertung ist nur dann sinnvoll, wenn sie gegenüber der Beseitigung ökologische Vorteile bringt. Es ist wissenschaftlich nicht zutreffend, daß Verwertungsmaßnahmen per Definition immer besser sind als eine Beseitigung. Diese Problematik ist in der populären Literatur mit dem Begriff „Öko-Dumping“ (11, 12) bekannt geworden. Gerade die gegenwärtige Situation eines „Anforderungsvakuums“ an die Verwertung birgt sogar die Gefahr in sich, daß **schwerpunktmäßig kostengünstige** Verfahren praktiziert werden, die aus ökologischer Sicht abzulehnen bzw. sogar als gefährlich anzusehen sind. Diese Einschätzung darf nicht als Rückfall in die Beseitigungs-Abfallwirtschaft diskreditiert werden.

Aus Umweltschutzsicht muß die Debatte über Rechtsauffassungen und Auslegungsbandbreiten zur Abgrenzung von Verwertung und Beseitigung (z.B. (13)) mit einer Meßlatte bewertet werden, die ein Öko-Dumping über umstrittene Verwertungsverfahren verhindert, die qualifizierte Verwertung befördert und die Beseitigung vorschreibt, wenn sie die zweifelsfrei umweltverträglichere Lösung darstellt. Der Gesetzgeber hat für diese Anforderung auch wichtige Entscheidungskriterien genannt, die eindeutig formuliert sind und fachlich u.E. die richtigen Prioritäten vorgeben:

- die zu erwartenden Emissionen,
- die Schonung der natürlichen Ressourcen,
- die einzusetzende und zu gewinnende Energie,
- die Anreicherung von Schadstoffen.

Vor diesem Hintergrund sollen die Ergebnisse einer Studie vorgestellt werden, die sich im Auftrag des UBA/BMBF mit der Frage der Kombination von mechanisch-biologischer Vorbehandlung von Restabfällen und thermischen Verfahren (Restabfallverbrennung, energetische Verwertung in industriellen Anlagen) näher befaßte. Die Studie ist mittlerweile abgeschlossen (14), eine Veröffentlichung ist in Vorbereitung.

3. Modellierung der untersuchten Kombinationsverfahren

Im Rahmen der genannten Studie wurden stoffstromspezifische Kombinationsverfahren zur Restabfallbehandlung, bestehend aus mechanischen, biologischen und thermisch/energetischen Bausteinen untersucht und der thermischen Behandlung von unvorbehandelten Abfällen als Referenzverfahren gegenübergestellt.

Die vergleichende Bewertung erstreckte sich auf technische, ökonomische und ökologische Kriterien.

Auf der Grundlage einer umfassenden Sachstandsanalyse der Grundbausteine MBA, Thermische Behandlung, Energetische Verwertung und Deponie erfolgte eine Eingrenzung der möglichen Verfahrenskombinationen. Ausgehend von einheitlichen Ausgangs- und definierten Randbedingungen wurden für das Referenzverfahren und 11 Verfahrenskombinationen umfassende Stoff- und Energiebilanzen erarbeitet:

Tab. 1: Untersuchte Verfahrenskombinationen

Referenz- verfahren	Kombinationsverfahren K1	Kombinationsverfahren K2
keine MBA	MBA: Trockenstabilisierung	MBA: Endrotte
R0 Rostfeuerung	K1.1 Rostfeuerung, wassergekühlt	K2.1 Rostfeuerung, wassergekühlt
	K1.2 Wirbelschichtfeuerung	K2.2 Wirbelschichtfeuerung
	K1.3 Zementwerk (FLUFF)	K2.3 Zementwerk (FLUFF)
	K1.4 Zementwerk (Pellets)	K2.4 Zementwerk (Pellets)
		MBA: Vergärung
		K2.5 Rostfeuerung, wassergekühlt
		K2.6 Wirbelschichtfeuerung
		K2.7 Zementwerk (FLUFF)

Für den Bereich der MBA wurde auf der Basis von Betriebs- und Versuchsergebnissen ein Bilanzmodell entwickelt, das abhängig von Anlageninput und gewählter Verfahrenstechnik die Berechnung der Stoffstromaufteilung, der Stoffkennwerte und Emissionen erlaubt. Die Bilanzmethode wurde angelehnt an die Methoden zur Bilanzierung thermischer Verfahren, so daß eine direkte Hochrechnung der einzelnen Bilanzmodule auf die Ebene des Gesamtverfahrens möglich wurde.

Bei den thermischen Verfahren wurden die klassische Rostfeuerung, die Rostfeuerung mit wassergekühltem Rost, die Mitverbrennung in Heizkraftwerken sowie in der Zementindustrie untersucht, wobei im Rahmen von Falluntersuchungen der Emissionsstandard der Anlagen variiert wurde. Für jede der gewählten zwölf Verfahrenskombinationen wurden drei Fallkonstellationen berechnet:

Tab. 2: Untersuchte Fallkonstellationen

	Fall A	Fall B	Fall C
MBA	<ul style="list-style-type: none"> durchschnittlicher Standard Abluftreinigung 	<ul style="list-style-type: none"> optimierte Abluftreinigung 	
MVA/RfW	<ul style="list-style-type: none"> durchschnittlicher Standard Abluftreinigung Energienutzung durch Verstromung ($\eta_{\text{netto}} = 20 \%$) 	<ul style="list-style-type: none"> Abluftreinigung hoher Standard, Beispielanlage MVA Bielefeld Energienutzung durch Verstromung ($\eta_{\text{netto}} = 8 \%$) und Fernwärmeaus-schleusung ($\eta_{\text{netto}} = 27 \%$) Beispielanlage Bielefeld 	<ul style="list-style-type: none"> durchschnittlicher Standard Abluftreinigung Energienutzung durch Verstromung ($\eta_{\text{netto}} = 20 \%$)
Kraftwerk (Wirbelschicht-technik)	<ul style="list-style-type: none"> durchschnittlicher Standard Abluftreinigung Annahme einer Zusatzbelastung der Emissionen bei Einsatz von EBS im Vergleich zu reiner Kohlefeuerung Energienutzung durch Verstromung ($\eta_{\text{netto}} = 33 \%$) 	<ul style="list-style-type: none"> Energienutzung durch Verstromung ($\eta_{\text{netto}} = 15 \%$) und Fernwärme ($\eta_{\text{netto}} = 30 \%$) 	
Zementwerk	<ul style="list-style-type: none"> durchschnittlicher Standard Abluftreinigung Annahme einer Zusatzbelastung der Emissionen bei Einsatz von EBS im Vergleich zu reiner Kohlefeuerung 	<ul style="list-style-type: none"> optimierte Abluftreinigung keine Zusatzbelastung der Emissionen bei Einsatz von EBS aufgrund optimierter Abluftreinigung 	

4. Methodisches Vorgehen der ökologischen Bewertung

Zur Bilanzierung der ökologischen Auswirkungen wurde eine **Methodenkombination** eingesetzt, die nicht nur die standortbezogenen Auswirkungen erfaßt und bewertet, sondern die den Bilanzraum weiter faßt und damit auch die überregionalen bzw. globalen Aspekte mit einbezieht. Für die standortbezogene Bewertung wurde methodisch an die Umweltverträglichkeitsuntersuchung (**UVU**) angeknüpft, für die globalen Aspekte wird die Methodik der Ökobilanz (**LCA**) sinngemäß angewandt. Die toxikologischen Wirkungskategorien umfassen carcinogene Stoffe und toxische Schwermetalle (Methodik: kritische Volumina), die ökologischen Wirkungskategorien umfassen Treibhauspotential (GWP), Ozonabbaup. (ODP), Photoxidantienbildungsp. (POCP), Versauerungsp. (AP) und Eutrophierungsp. (NP) (Methodik: Äquivalenzfaktoren für Indikatorparameter). Eine weitere Wirkungskategorie sind die Ressourcen (Abfallaufkommen, kumulierte Primärenergie). Die Produktqualität (Schadstoffanreicherung im Produkt) als weitere zu berücksichtigende Wirkungskategorie wurde ebenfalls thematisiert. Die Methodik soll an dieser Stelle nicht detaillierter dargestellt werden, es wird vielmehr auf den Abschlußbericht des Vorhabens verwiesen [14].

5. Ergebnisse der ökologischen Bewertung

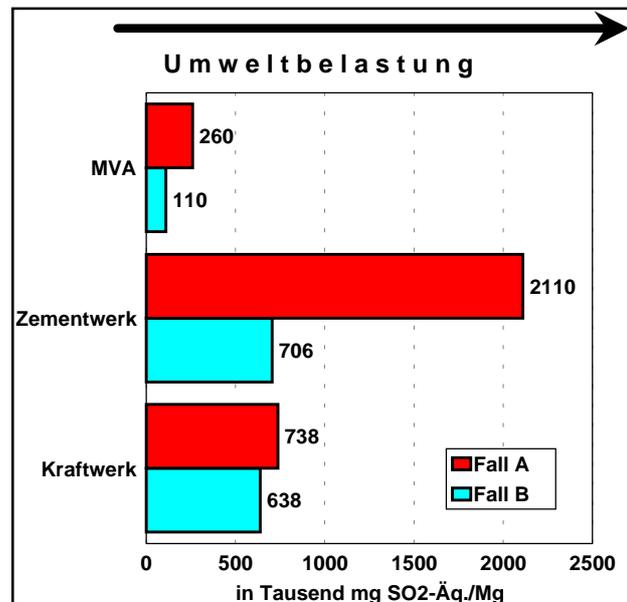
Die anhand der verschiedenen Fallkonstellationen durchgeführten Berechnungen ergeben zusammengefaßt das folgende Ergebnis.

5.1 Lokale Auswirkungen (UVU)

Die Berechnungen zeigen für die Stoffe mit Versauerungspotential eine vergleichsweise hohe lokale Auswirkung der Verfahren bei der industriellen Mitverbrennung (insbesondere Zementwerk, aber auch Kraftwerk) gegenüber der klassischen Müllverbrennung.

Diese Aussage trifft auch weiter zu, wenn auch in geringerem Umfang, wenn der Anlagenstandard höher ausfällt (z.B. optimierte Abluftreinigung beim Zementwerk) oder die Nutzung der ausgeschleusten Energie verbessert wird (zusätzlich Fernwärmeauskopplung beim Kraftwerk).

Abb. 1: Versauerungspotential (lokal) in mg SO₂-Äq./Mg jeweils für Standard-Anlagen (Fall A) und optimierte Anlagen (Fall B) - MBA-Variante: Trockenstabilat -

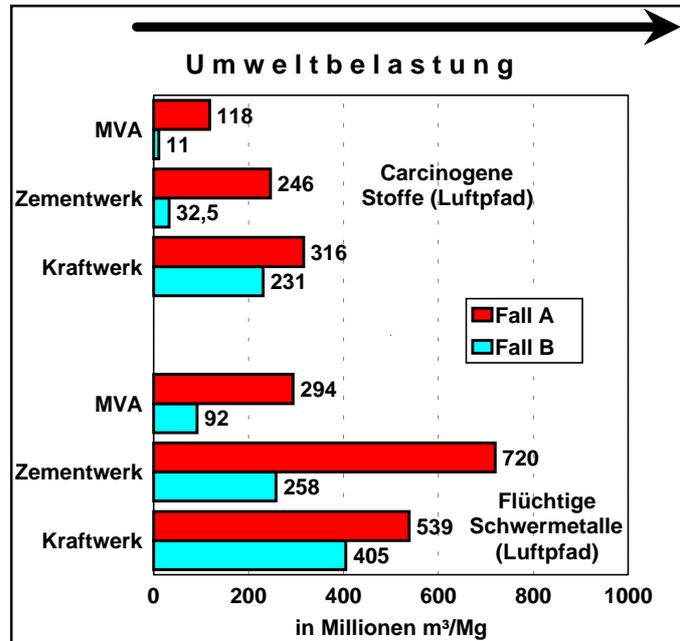


Unsicherheiten sind vorhanden, die durch Abfallmitverbrennung verursachte Zusatzbelastung exakt zu berechnen. Mittels der eingesetzten Bilanzmethode sind für den Zementprozeß insbesondere die erhöhten Emissionen durch flüchtige resp. carcinogene Schwermetalle kritisch anzumerken.

Für die Wirkungskategorie photooxidantienbildende Stoffe muß die MBA als lokale Quelle einbezogen werden. Diese Kategorie ist für thermische Behandlungsverfahren lokal nicht relevant (siehe die deutlich niedrigeren Werte für R11-Äquivalente des Referenzverfahrens R0 im Vergleich mit allen anderen Kombinationsverfahren). Zusätzlich ist die MBA als lokale Quelle für carcinogene Stoffe zu sehen, wobei deren Bedeutung mit einer effektiven Abgasreinigung deutlich reduziert werden kann.

Die Wirkungskategorien carcinogene Stoffe und flüchtige Schwermetalle werden maßgeblich vom Anlagenstandard bestimmt. So liegen die Ergebnisse bei der Müllverbrennung (Variante R0) im Fall B (hoher Standard) deutlich unter denen von Fall A und C, beim Zementwerk (Variante K1.3, K1.4, K2.3, K2.4) weisen die Fälle B und C deutlich niedrigere kritische Luftvolumina auf als der Fall A (durchschnittlicher Abluftreinigungsstandard). Im Quervergleich der verschiedenen Fallkonstellationen weist die Müllverbrennung (R0) bzw. die Kombination von MBA mit wassergekühlter Rostfeuerung (K1.1, K2.1) lokal die vergleichsweise niedrigeren kritischen Luftvolumina auf.

Abb. 2: Kritisches Luftvolumen (lokal) in m³/Mg jeweils für Standard-Anlagen (Fall A) und optimierte Anlagen (Fall B) - MBA-Variante: Trockenstabilat -



5.2 Globale Auswirkungen (LCA)

Bei den globalen Auswirkungen zeichnet sich ebenfalls die bereits bei den lokalen Auswirkungen angesprochene Abhängigkeit des Ergebnisses vom Anlagenstandard ab, so z.B. ganz deutlich bei der Wirkungskategorie Humantoxizität. So findet in der Referenzvariante R0 und der Kombinationsvariante K1.1 (Trockenstabilat/wasseregekühlter Rost) auf globaler Ebene bei den toxischen Schwermetallen sowohl im Luft- als auch im Wasserpfad eine Anlagenstandard-abhängige Umweltentlastung statt (negativer Zahlenwert), bei den carcinogenen Stoffen ist diese Entlastung auf den Fall B (hoher Abluftreinigungsstandard und optimierte energetische Nutzung) beschränkt. Ähnliches gilt für die übrigen Kombinationsverfahren:

Abb. 3: Kritisches Luftvolumen (global) für carcinogene Stoffe in m³/Mg jeweils für Standard- (Fall A) und optimierte Anlagen (Fall B)

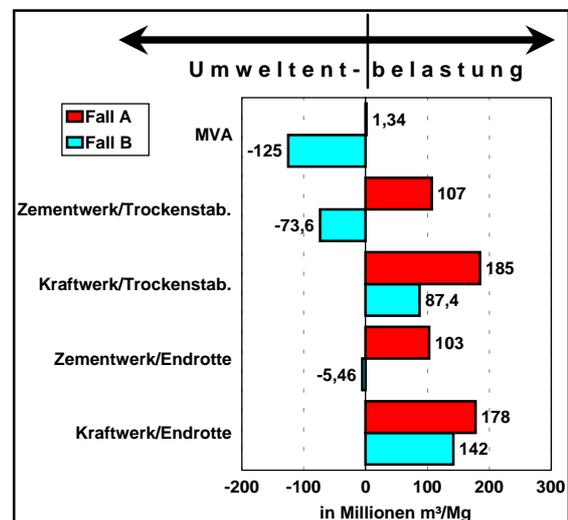
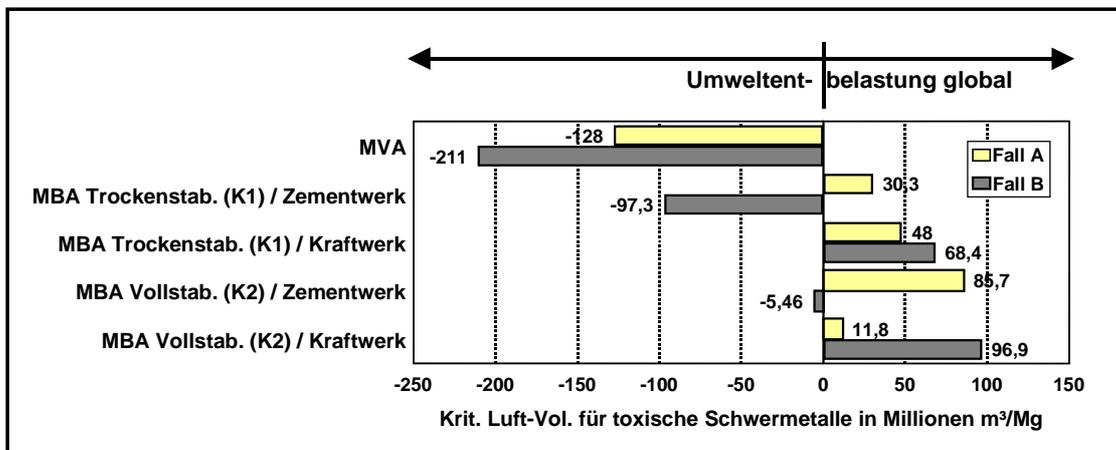


Abb. 4: Kritisches Luftvolumen (global) für flüchtige Schwermetalle in m³/Mg jeweils für Standard-Anlagen (Fall A) und optimierte Anlagen (Fall B)



Der Standard des Zementwerkes oder des Kraftwerkes entscheidet über Umweltbe- oder -entlastung mit carcinogenen Stoffen und toxischen Schwermetallen.

Die Ergebnisse bzgl. des Treibhauspotentials sind stark abhängig vom Energieverbrauch und von der Art der Energiebereitstellung.

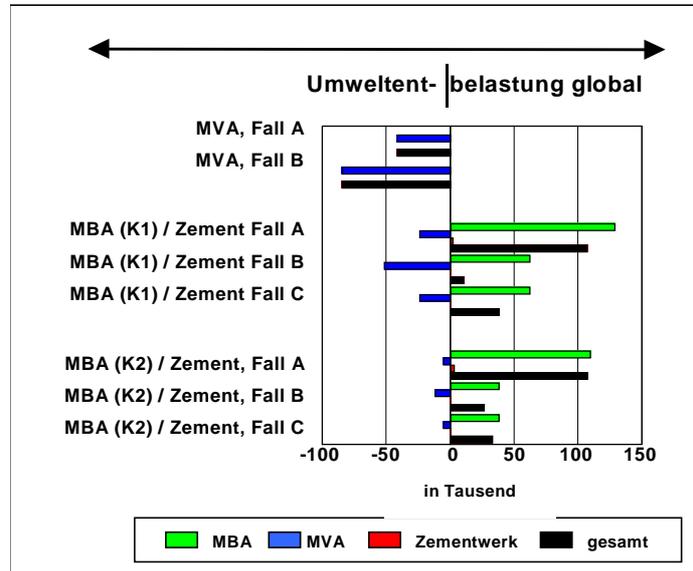
Die Verfahren der Gruppe K1 weisen beim Treibhauspotential gegenüber den Verfahren der Gruppe K2 Vorteile auf, da größere Mengenanteile der Verbrennung zugeführt werden und damit ein deutlich größerer Anteil des Energiegehaltes des Restabfalls genutzt wird. Auch hier macht sich immer noch der Anlagenstandard bemerkbar (vgl. z.B. die Ergebnisse für Fall A bei den Varianten K1.1, K2.1 und K2.5 mit den jeweiligen Fällen B und C).

Bei den Verfahren der Gruppe K2 sieht das Behandlungskonzept von vornherein eine geringere energetische Nutzung vor, da die biologische Behandlung mit dem Ziel des weitergehenden Organikabbaus (und damit Verlust von Energieträgern) durchgeführt und eine Teilmenge des Inputs abgelagert wird. Die Vergärungsverfahren demhingegen können durch die Biogaserzeugung und -nutzung die Energieausnutzung wieder erhöhen, gelangen bei der Wirkungskategorie Treibhauspotential aber in der Regel nicht in den Bereich der Umweltentlastung der K1-Varianten bzw. der Referenzvariante (wiederum abhängig vom Anlagenstandard).

Das Treibhauspotential liegt bei Kombinationsverfahren mit Einsatz der heizwertreichen Abfallfraktion im Kraft- oder Zementwerk in der gleichen Größenordnung wie beim Referenzverfahren R0 (Anlagenstandard beachten!). Der Energieverbrauch in der MBA wird durch den gegenüber der MVA höheren energetischen Wirkungsgrad in Kraft- und Zementwerken ausgeglichen. Bei Kombinationsverfahren mit Einsatz der heizwertreichen Abfallfraktionen in Anlagen mit gleichem energetischen Wirkungsgrad wie im Referenzverfahren R0 kann der Energieverbrauch der MBA nicht ausgeglichen werden, so daß das Treibhauspotential höher bzw. die Umweltentlastung beim Treibhauspotential niedriger ausfällt.

Das Photooxidantienbildungspotential fällt bei Kombinationsverfahren nicht nur lokal, sondern auch global höher aus als im Referenzverfahren R0, da die MBA der wesentliche Emittent hinsichtlich der photooxidantienbildenden Stoffe ist. Hier schneiden die Verfahren der Gruppe K2 mit Vergärung je nach Anlagenstandard teilweise besser ab (K2.5 und K2.7, jeweils Fall B) als die übrigen Kombinationsverfahren (Umweltentlastung).

Abb. 5: Vergleich der Beiträge der Verfahren zum Gesamtergebnis POCP; Angaben in mg Ethylen-Äq./Mg



Für die Stoffe mit Versauerungspotential zeigen die Berechnungen auf globaler Ebene für alle untersuchten Kombinationsverfahren und das Referenzverfahren R0 eine Umweltentlastung, allerdings mit unterschiedlichem Ausmaß. So fällt die Entlastung durch die Zementwerke vergleichsweise am geringsten aus (jeweils Fall A), während die Kraftwerke und die wassergekühlte Rostfeuerung sich dem Bereich der Referenzvariante R0 nähern. Mit zunehmendem Anlagenstandard (Fall B und C) verwischt sich das Bild, und die Zementwerke können teilweise mehr zur Umweltentlastung beitragen als die Kraftwerke. Die Entlastung fällt jedoch bei beiden Anlagentypen nie so hoch aus wie bei der Rostfeuerung oder dem Referenzverfahren R0, das in allen drei Fällen die höchste Umweltentlastung beim Versauerungspotential erbringt.

5.3 Defizitanalyse

Das Abfallsplitting kann somit unter Einsatz optimierter Luftreinhaltetechniken im Zementwerk eine sinnvolle Ergänzung der vorhandenen abfallwirtschaftlichen Möglichkeiten darstellen. Neben der genannten verbesserten Luftreinhaltetechnik im Zementwerk sind hierzu allerdings drei Fragenkomplexe näher zu betrachten:

- Die Vorteile des geringen Deponiebedarfs für UTD sind aber die Kehrseite der beinahe quantitativen Verlagerung des Schwermetallinputs ins Produkt Zement bzw. Klinker. Es fehlen Bewertungsgrundlagen, ob diese Verteilung ins Produkt unter langfristigen ökologischen Gesichtspunkten problematisch ist oder nicht. Deswegen ist in den Ergebnistabellen bei den Verfahren mit Zementwerken die Wirkungskategorie Produktqualität ohne Eintrag.

- Der Einsatz einer hochkalorischen Fraktion in der Primärfeuerung eines Zementwerkes kann mit erhöhten Energieverbräuchen gegenüber Primärbrennstoffen verbunden sein. Es ist daher zu untersuchen, welche Energieäquivalenzen gegeben sind. Hierbei kann sich herausstellen, daß für die Konzipierung der Aufbereitung in der MBA eine Orientierung auf einen möglichst hohen Heizwert erforderlich ist.
- Der Einsatz in der Sekundärfeuerung wirkt, je nach Zementwerk, Fragen der Vollständigkeit der Verbrennung auf. Hier sind ebenfalls entsprechende Grundlagen und Anforderungen zu erarbeiten.

Ein Splittingkonzept unter Einbezug eines Kraftwerkes wirkt ebenfalls, je nach Kraftwerkstechnik, neben Fragen der Emissionserhöhung und negativer Einflüsse auf die Anlagenverfügbarkeit, Fragen der gegebenen Energieäquivalenz auf. Dies gilt insbesondere für die Techniken der Staub- und Schmelzkammerfeuerung.

5.4 Fazit

Trotz deutlicher Unterschiede bei einzelnen Betrachtungsebenen und Wirkungskategorien ergeben sich für die untersuchten Verfahrenskombinationen untereinander und im Vergleich zum Referenzverfahren aus der ökobilanziellen Bewertung aufgrund des maßgebenden Einflusses der jeweiligen Randbedingungen keine eindeutige Empfehlung für eine Rangfolge der Verfahren.

Nach dem Ergebnis der Falluntersuchungen und Sensitivitätsanalysen bestimmt der jeweilige technische Anlagenstandard des Einzelfalls maßgeblich das Bilanzergebnis. Es ist daher nicht zulässig, aus generischen Daten (Mittelwerte o. ä.) direkt Systemaussagen abzuleiten.

Danksagung

Wir danken dem Umweltbundesamt und dem Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie für die finanzielle Förderung und inhaltliche Unterstützung dieses F + E –Vorhabens.

6. Literatur

- 1 Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Jugend, Familie und Gesundheit: Mechanisch-biologische Restabfallbehandlungsanlage der Firma Herhof Umwelttechnik GmbH in ABlar, 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 BZL GmbH: Mechanisch-biologische Abfallbehandlung. Trockenstabilat – abfallwirtschaftliche Einordnung. Gutachterliche Stellungnahme im Auftrag des Thüringer Ministeriums für Landwirtschaft, Naturschutz und Umwelt, Mai 1998
- 6 UBA nimmt zu Entsorgungskonzept für Trockenstabilat Stellung. EUWID Recycling, Nr. 35, 25.8.98, S. 14/15
- 7 VDZ, zitiert in Wirtschaftskurier: Geplantes Abfallentsorgungssystem im Lahn-Dill-Kreis: die wackeligen Säulen eines neuen Konzepts brechen. Februar 1998
- 8 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
- 9 Verwaltungsgericht Stade, Beschluß vom 9.5.1997, 6 B 480/07
- 10 Verwaltungsgericht Minden, Beschluß vom 13.6.1997, 8 L 438/97
- 11 DPU: Öko-Dumping auf dem Vormarsch? Verwertungs- und Beseitigungswege von besonders überwachungsbedürftigen Abfällen und überwachungsbedürftigen Reststoffen aus Deutschland; Essen, November 1996
- 12 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
- 13 Dolde K.-P., Vetter A.: Abgrenzung von Abfallbeseitigung und Abfallverwertung nach dem Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz. Rechtsgutachten im Auftrag des Ministeriums für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg, Stuttgart, August 1997
- 14 IBA GmbH, Hannover, BZL GmbH, Oytzen, CUTEC GmbH, Clausthal-Zellerfeld: Möglichkeiten der Kombination von mechanisch-biologischer und thermischer Behandlung von Restabfällen. F + E- Vorhaben Nr. 1471 114 im Auftrag des BMBF/UBA, 1998