

# Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft

## Der Emissionsbilanz zufolge trägt die Abfallwirtschaft mengenmäßig nur unwesentlich zur Feinstaubbelastung bei

Von Uwe Lahl

Die Diskussion in Medien und Politik über das Thema Feinstaub im Frühjahr 2005 führte auch kurzzeitig zu einer Stellungnahme, die die Abfallwirtschaft ins Gespräch brachte. Michael Braungart stellte die Behauptung auf, daß in Städten die Müllverbrennung die Hauptursache für die hohen Feinstaubwerte sei. Sogar seriöse Medien, wie die Süddeutsche Zeitung haben diese Aussage gedruckt. Dieser Beitrag stellt dar, wie sich die Emissionen der Abfallwirtschaft über die vergangenen Jahre entwickelt haben, wobei sich die Darstellung auf die Emissionen in die Luft/Atmosphäre beschränkt. Diese Bestandsaufnahme und einen Ausblick im Jahr 2005 zu machen, ist auch deshalb sinnvoll, weil das Datum der TA Siedlungsabfall (TASI) neben den immissionsschutzrechtlichen Anforderungen an die Abfallwirtschaft, die entscheidende Randbedingung für die Emissionsentwicklung darstellt.

### Feinstaub

Unter Feinstaub werden in dieser Abhandlung die Staubteilchen verstanden, die unterhalb eines Durchmessers von 10 Mikrometer ( $\mu\text{m}$ ) liegen (Synonym:  $\text{PM}_{10}$ ).<sup>1</sup>

Feinstaub ist ein relativ aktuelles umweltpolitisches Thema. Es spielte in der Müllverbrennungsdiskussion der vergangenen Jahre keine Rolle. Dennoch ist die Frage berechtigt, wie hoch die Emissionen aus der Abfallwirtschaft real sind.

Die Verbrennung und Mitverbrennung von Abfällen (einschließlich Klärschlamm und Altholz) unterliegt den anspruchsvollsten Anforderungen zur Emissionsbegrenzung in Deutschland (17. BImSchV – Verordnung über die Verbrennung und die Mitverbrennung von Abfällen). Ähnlich anspruchsvolle Anforderungen werden für die mechanisch

biologische Abfallbehandlung durch die 30. BImSchV (Verordnung über Anlagen zur biologischen Behandlung von Abfällen) festgelegt. In beiden Verordnungen ist ein Staubemissionsgrenzwert von 10 Milligramm pro Kubikmeter ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) festgelegt. Dieser Tagesmittelwert wird durch Einsatz modernster verfügbarer Staubminderungstechniken in der Regel deutlich unterschritten. Im Jahresmittel werden bei heutigen Müllverbrennungsanlagen (MVA) und Anlagen zur Mechanisch Biologischen Abfallbehandlung (MBA) Staubkonzentrationen im Reingas von  $1 \text{ mg}/\text{m}^3$  oder weniger emittiert; bei der Klärschlammverbrennung werden circa 1 bis  $2 \text{ mg}/\text{m}^3$ , bei der Altholzverbrennung circa  $5 \text{ mg}/\text{m}^3$  emittiert.

Tabelle 1 zeigt die Entwicklung der Feinstaubemissionen aus der energetischen Nutzung von Hausmüll/Siedlungsabfällen.

Tabelle 2 zeigt aktuelle Hochrechnungen auch für die anderen Formen der Abfallbehandlung wie MBA oder Altholzverbrennung. Die Angaben für die eingesetzten Abfallmengen, die der Hochrechnung zugrundegelegt wurden, beruhen im Falle der Rest-Siedlungsabfälle auf einer Prognose, die die Länderarbeitsgemeinschaft Abfall für die im Jahr 2005 verfügbaren MVA- und MBA-Behandlungskapazitäten erstellt hat. Beim Einsatz von Klärschlamm wurde auf Erhebungen des Umweltbundesamtes (UBA) und bei Altholz auf Angaben des Instituts für Energetik und Umwelt gGmbH, Leipzig, zu-

Schadstoff	Einheit	1990	1995	2000	2003
PM 10	t	?	287,1	337,8	266,6
PM 2.5	t	?	218,1	256,5	202,4
Gesamstaub	t	1.001,0	352,6	414,7	327,3

Tabelle 1: Jährliche Emissionen an Feinstaub aus der energetischen Nutzung von Hausmüll/Siedlungsabfällen

Anlagenart	Abfallmenge in Mio t	Abgasvolumen in $\text{m}^3/\text{t}$ Abfall	Mittlere Staubkonz. im Abgas in $\text{mg}/\text{m}^3$	Fracht in t
MVA	16,3 <sup>1</sup>	5.500	1	89,65
MBA	6,2 <sup>1</sup>	10.000	1	62
KS-Monoverbrennung	0,48 <sup>2</sup>	5.000	2	4,8
KS-Mitverbrennung in KW	0,658 <sup>2</sup>	5.000	2	6,58
KS-Mitverbrennung in MVA	0,06 <sup>2</sup>	5.500	1	0,33
Summe KS	1,198			11,71
Altholzverbrennung	3,12 <sup>3</sup>	9.000	5	140,4
<b>Gesamt</b>				<b>303,76</b>

<sup>1</sup> LAGA 2004 – Bericht der LAGA zur 63. UMK (Aug. 2004): verfügbare Kapazitäten 2005  
<sup>2</sup> UBA 2004 – eigene Erhebungen  
<sup>3</sup> ie 2005

Tabelle 2: Feinstaubemissionen 2005 aus Anlagen der Abfallwirtschaft

rückgegriffen, wobei angenommen wurde, daß die jeweils für das Jahr 2004 erhobenen Mengen bis 2005 unverändert geblieben sind. Die verwendeten Abgasvolumenströme entsprechen den mittleren Betriebswerten von Praxisanlagen. Damit ergeben sich die in Tabelle 2 aufgelisteten Feinstaubemissionen für 2005.

Bei der Emissionsermittlung handelt es sich um eine konservative Betrachtung, unter anderem weil die prognostizierten Behandlungskapazitäten von MVA und MBA für Siedlungsabfälle in 2005 nicht vollständig erreicht wurden. Dies gilt insbesondere für MBA, bei denen mehrere für 2005 geplante Anlagen sich noch im Bau oder im Probebetrieb befinden. Der Ausbau der MBA-Kapazitäten für 6,2 Millionen Tonnen Siedlungsabfälle wird voraussichtlich erst im Jahr 2006 abgeschlossen sein; eine Erweiterung der Kapazitäten bis 2010 wird nicht erwartet.

Insgesamt werden nach dieser Betrachtung von den untersuchten Quellgruppen der Abfallwirtschaft heute etwa 0,3 Kilotonnen (kt) Feinstaub (PM<sub>10</sub>; primäre Partikel) emittiert. Damit trägt dieser Bereich der Abfallwirtschaft im Vergleich zu den Gesamtfinstaubemissionen (PM<sub>10</sub>, primäre Partikel) in Höhe von circa 134,6 kt, die von den relevanten anthropogenen Quellen in Deutschland verursacht werden (Bezugsjahr 2002; ohne Landwirtschaft und Abrieb im Straßenverkehr<sup>2</sup>), nur unwesentlich zur Feinstaubbelastung bei. Der Anteil liegt bei circa 0,22 Prozent.

Wenn Abfallwirtschaft lokal beziehungsweise temporär eine gewisse Rolle bei der Feinstaubbelastung spielt, dann ist hier nicht die Müllverbrennung, sondern das Betreiben von Baustellen und die Bauschuttaufbereitung zu nennen.

Wenn die Müllverbrennung oder die Abfallwirtschaft keine große Bedeutung für die Feinstaubbelastung beziehungsweise Belastung mit PM<sub>10</sub> hat, dann stellt sich dennoch die Frage, wo die relevanten Quellen liegen. Auch diese Darstellung kann helfen, die aufgestellte Behauptung von der besonderen Rolle der Müllverbrennung zu widerlegen.

Wichtig zum Verständnis ist, zwischen Emissionen und Immissionen zu unterscheiden.

Zunächst zeigt Tabelle 3 die Quellen, die für die Emissionen von Bedeutung sind.

Soweit man die gesamten PM<sub>10</sub>-Emissionen in der Europäischen Union oder eines einzelnen Landes betrachtet, dominieren die Emissionen aus Industrie und Gewerbe<sup>3</sup>. In Deutschland betragen die Emissionen an PM<sub>10</sub> (primäre Emissionen) im Jahr 2002 durch Industrieprozesse 56,7 kt und durch Verkehr 34,8 kt (siehe Tabelle 3). Auch die Landwirtschaft trägt nicht unerheblich zu den PM-Emissionen bei. So liegt der Beitrag der Landwirtschaft zu den europäischen Primäremissionen von PM<sub>10</sub> zur Zeit bei circa 9 Prozent, wobei die Tierhaltung den größten Anteil ausmacht<sup>2</sup>.

Betrachtet man die Immissionssituation, also die Außenluftkonzentration in einem Ballungszentrum beispielsweise, so verändert sich die Ursachenanalyse: Der Verkehrsbe-

Quellgruppe	Gesamtstaub		PM <sub>10</sub>				> PM <sub>10</sub>			
	Emissionen		Anteil am Gesamtstaub		Emissionen		Anteil Quellgruppen		Emissionen	
	2000 (in kt)	2002 (in kt)	2000 (in %)	2002 (in %)	2000 (in kt)	2002 (in kt)	2000 (in %)	2002 (in %)	2000 (in kt)	2002 (in kt)
<b>Deutschland gesamt</b>	<b>227</b>	<b>209</b>	<b>65,7</b>	<b>64,4</b>	<b>148,8</b>	<b>134,6</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>77,8</b>	<b>74,4</b>
<b>Verbrennungsbedingte Emissionen einschließlich Verkehr</b>	<b>80</b>	<b>70</b>	<b>98,3</b>	<b>98,1</b>	<b>78,2</b>	<b>69,1</b>	<b>52,6</b>	<b>51,3</b>	<b>1,4</b>	<b>1,4</b>
davon: Verkehr <sup>1</sup>	43	35	100	100	43	34,8	28,9	25,9	<<0,1	<<0,1
<b>Sonstige Emissionen</b>	<b>147</b>	<b>139</b>	<b>48</b>	<b>47,3</b>	<b>70,6</b>	<b>65,5</b>	<b>47,4</b>	<b>48,7</b>	<b>76,4</b>	<b>73</b>
davon Industrieprozesse	103	95	60	60	61,8	56,7	41,5	42,1	41,2	37,8
davon Schüttgutumschlag	44	44	20	20	8,8	8,8	5,9	6,5	35,2	35,2

<sup>1</sup> ohne folgende nicht verbrennungsbedingte Emissionen: Reifenabrieb (geschätzte Emission 70 kt/a, davon PM<sub>10</sub>-Fraktion knapp 10 %, Emission von der Straßenoberfläche (erheblicher PM<sub>10</sub>-Anteil) und der Bremsabrieb (5,5–8,5 kt/a, im wesentlichen PM<sub>10</sub>).

Tabelle 3: Staubemissionen in Deutschland 2000 und 2002 – Anteil der PM<sub>10</sub>-Emissionen am Gesamtstaub<sup>2</sup>

reich steht wegen seines hohen Beitrags zur Immissionsbelastung, insbesondere an Hot Spots, im Mittelpunkt der Diskussion. In aktuellen Untersuchungen schwanken beispielsweise die lokalen Verkehrsbeiträge an hoch belasteten Straßen zwischen etwa 10 und 60 Prozent, für städtische Hintergrundstationen ergaben sich Beiträge von 20 bis 35 Prozent aus dem Verkehr<sup>4, 5, 6</sup>. Die Berliner Umweltbehörden haben in aufwendigen Analysen die Zusammensetzung und Herkunft der durchschnittlichen Feinstaubbelastung in hoch belasteten Straßen Berlins ermitteln lassen (siehe Abbildung 1). Danach gilt:

- Zu rund einem Viertel trägt der lokale Straßenverkehr zur Belastung bei. Die direkten Abgasemissionen sind dabei für circa die Hälfte dieses lokalen Beitrags verantwortlich. Die zweite Hälfte wird durch Abrieb von Bremsmaterial und Reifen sowie durch Aufwirbelung verursacht.
- Das zweite Viertel stammt aus dem „städtischen Hintergrund“, mehrheitlich aus dem Verkehrsbereich, aber auch aus Industrie und Haushalten.
- Die verbleibende knappe Hälfte wird Emissionen im „regionalen und überregionalen Hintergrund“ – zum großen Teil sekundäre Partikel – zugerechnet. Auch hier ist der Verkehr beteiligt.

Der Straßenverkehr ist auch nach der Berliner Analyse somit für rund die Hälfte der Feinstaubimmissionen verantwortlich.

Das Berliner Beispiel zeigt damit die prinzipiellen Quellen der Immissionsbelastung. Jeder einzelne Standort in Deutschland zeigt aber seine Eigenheiten, die durch die Stärke, die Ausprägung und die Entfernung der einzelnen Quellen, aber auch durch die Bebauung und Meteorologie geprägt sind. So haben der Anteil der Nutzfahrzeuge (inklusive Busse) sowie die Flottenzusammensetzung (Alter, Abgasminderung) einen großen Einfluß auf die Quellenanteile.

In den hochindustrialisierten Gebieten können vor allem durch folgende Industriezweige hohe lokale Immissionsbelastungen mit Feinstaub hervorgerufen werden (Beispiel NRW): Braunkohletagebau, Kokereien, Teerverarbeitung, Sinteranlage, Stahlwerke, Edelstahlwerke, Zinkhütten, Hafengebiete, Schüttgutumschlag.

Da aber bei Industrieanlagen in den zurückliegenden Jahren zahlreiche Minderungsmaßnahmen durchgeführt wurden, ist heute bundesweit die Anzahl der Hot Spots, die der Industrie zuzurechnen sind, deutlich geringer als die Zahl der Hot Spots, die auf den Verkehr zurückzuführen sind<sup>8</sup>.

Zur PM-Belastung tragen neben den lokalen und städtischen Quellen auch überregiona-

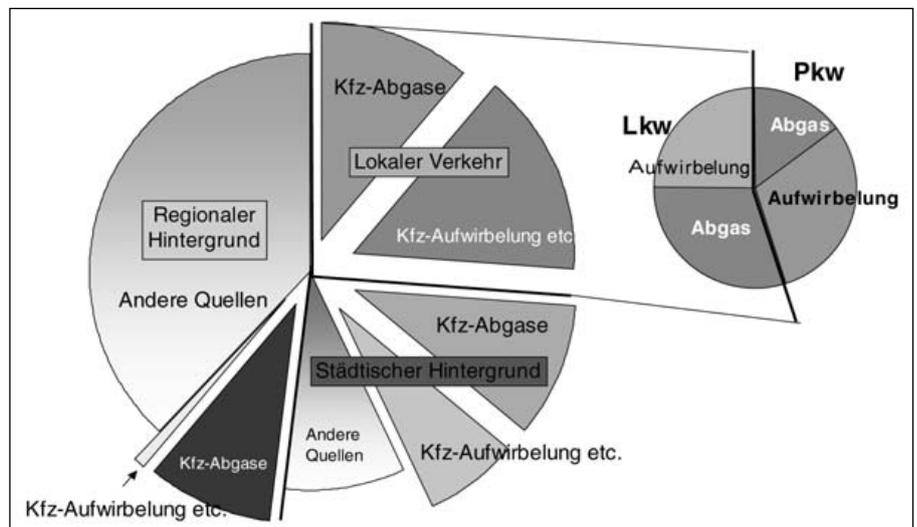


Abbildung 1: Quellgruppen straßennaher Feinstaubkonzentrationen am Beispiel Berlin<sup>7</sup>

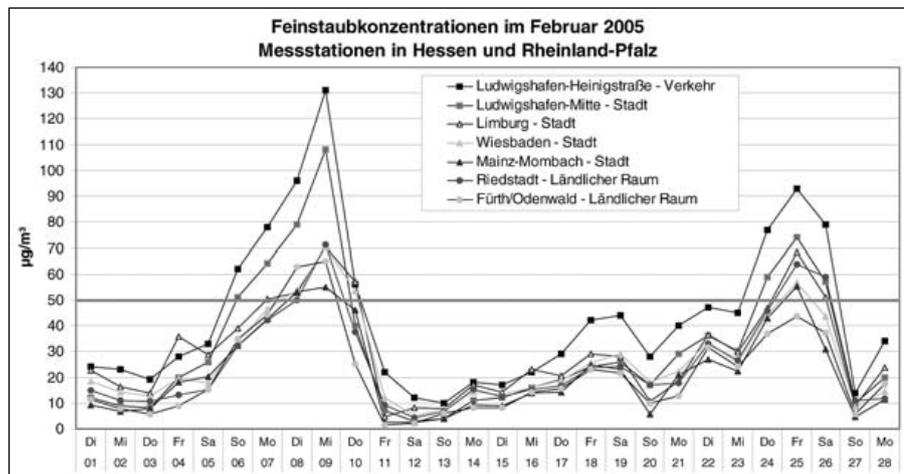


Abbildung 2: Feinstaubkonzentrationen in Hessen und Rheinland-Pfalz im Februar 2005<sup>9</sup>

le Quellen bei. Einen erheblichen Anteil der PM-Belastung in Mitteleuropa verursacht der Ferntransport, wobei die dominierende Rolle in der Regel Feinstäube spielen, die sekundär aus den Vorläufergasen Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>) Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>), Ammoniak (NH<sub>3</sub>) und flüchtige organische Verbindungen ohne Methan (NMVOC) gebildet werden.

Für die Höhe der kurzzeitigen Feinstaubbelastung spielt an allen Standorten neben den bisher genannten Quellen die meteorologische Situation eine entscheidende Rolle. Hohe kurzzeitige Konzentrationen treten überwiegend in winterlichen Episoden mit geringer Mischungsschichthöhe (Inversionswetterlagen) und dadurch stark eingeschränktem vertikalen Luftaustausch auf. Durch Wind und Niederschläge kann die Feinstaubkonzentration – auch großräumig – schnell wieder absinken.

Beispielhaft für den Einfluß der meteorologischen Bedingungen wird der Verlauf der Feinstaubkonzentrationen im Februar 2005 an verschiedenen Orten in Rheinland-Pfalz und Hessen herangezogen. Die in Abbildung 2 dargestellten Konzentrationsverläufe repräsentieren Standorte, die sich in der Nähe von verkehrsreichen Straßen, im städtischen Hintergrund oder in wenig besiedelten ländlichen Gebieten befinden. Trotz Entfernungen von teilweise über 100 Kilometer zeigen alle Stationen ein sehr ähnliches Profil des Konzentrationsverlaufs. Während der Episoden mit stabilen Wetterlagen und geringen Windgeschwindigkeiten (3. bis 9. Februar) zeigt sich ein kontinuierlicher Aufbau der Feinstaubbelastung an den einzelnen Orten. Niederschläge (10. – 13. Februar) führen zu einer schnellen, starken Abnahme der Konzentrationen.

Ferneinträge, die ebenfalls zu einer starken Erhöhung der Feinstaubbelastung führen können, spielen bei Inversionswetterlagen wegen der geringen Windgeschwindigkeiten meist eine geringere Rolle. Es wird angenommen, daß in diesem Fall hauptsächlich die lokalen Emissionen die Höhe der Feinstaubbelastung und eine mögliche Überschreitung des Tagesgrenzwerts bestimmen. Auch bei kurzzeitigen Belastungssituationen liegen die Werte an verkehrsdominierten Standorten (siehe Abbildung 2 –

Ludwigshafen-Heinigstr.) deutlich höher als im städtischen oder gar ländlichen Hintergrund. Eine Reduktion der Emissionen des Verkehrs führt damit – neben der Verringerung der Jahresmittelwerte – auch zu einer Reduktion der Kurzzeitbelastungen.

**Fazit:** Das Feinstaubthema ist ein umweltpolitisch wichtiges und komplexes Thema. Es hat mit der Abfallwirtschaft aber relativ wenig zu tun. Wir hätten in Deutschland eine deutlich entspanntere Situation, wenn alle In-

dustrieanlagen ihre realen Staubemissionen auf das Niveau der Müllverbrennungsanlagen senken würden. Viele MVA fahren stabile Betriebswerte für Gesamtstaub im Bereich von unter 1 bis 3 Milligramm pro Kubikmeter (mg/m<sup>3</sup>).

## Schadstoffe

Tabelle 4 zeigt, wie sich die Emissionen aus der Abfallverbrennung in den vergangenen Jahren insgesamt entwickelt haben.

Man erkennt, daß die Emissionen in erheblichem Umfang reduziert wurden. Parallel wurden in diesem Zeitraum die Müllverbrennungskapazitäten deutlich ausgebaut (siehe Tabelle 5).

Eine besondere Bedeutung in der Diskussion über Müllverbrennung und Emissionen kam in den vergangenen Jahren dem Thema Ultragifte oder Dioxine zu. Tabelle 6 zeigt, wie sich diese Emissionsbilanz entwickelt hat.

Die Emissionen giftiger Schadstoffe aus der Müllverbrennung sind seit 1990 drastisch zurückgegangen. Die gesamte Dioxin-Emission aus allen heute betriebenen 66 Müllverbrennungsanlagen in Deutschland ist durch gesetzlich vorgeschriebene Filteranlagen auf etwa ein Tausendstel gesunken: von 400 Gramm auf weniger als 0,5 Gramm.

Schadstoff	Einheit	1990	1995	2000	2003
CH <sub>4</sub>	t	500,5	141,7	77,0	60,7
CO	t	2.6227,5	2.798,6	983,4	776,0
CO <sub>2</sub>	kt	9.384,0	5.451,9	6.413,3	5.061,1
N <sub>2</sub> O	t	187,7	109,0	128,3	101,2
NH <sub>3</sub>	t	919,6	534,3	628,5	496,0
NMVOC	t	500,5	141,7	77,0	60,7
NO <sub>x</sub>	t	8.570,7	5.052,13	3.292,2	2.598,1
SO <sub>2</sub>	t	6,256,0	2.798,6	983,4	776,0

Tabelle 4: Emission ausgewählter Schadstoffe aus der energetischen Nutzung von Hausmüll/Siedlungsabfällen

Jahr	Anzahl	Kapazität in 1000 Tonnen pro Jahr
1990	48	9.200
1995	52	10.870
2000	61	14.000
2005	66	16.900

Tabelle 5: Ausbau der Müllverbrennungskapazitäten seit 1990<sup>10</sup>

Auch in anderen Industrien hat es starke Rückgänge der Dioxin-Emissionen gegeben: Bei der Metallgewinnung und Verarbeitung beispielsweise von 740 auf 40 Gramm – etwa ein Zwanzigstel. So drastisch wie bei der Verbrennung von Hausmüll war der Rückgang aber nirgends. Die Folge: Kamen 1990 ein Drittel aller Dioxin-Emissionen in Deutschland aus Müllverbrennungsanlagen, waren es im Jahr 2000 weniger als 1

	Emissionen pro Jahr in gTE		
	1990	1994	2000
Metallgewinnung und -Verarbeitung	740	220	40
Müllverbrennung	400	32	< 0,5
Kraftwerke	5	3	3
Industrielle Verbrennungsanlagen	20	15	<10
Hausbrandfeuerstätten	20	15	<10
Verkehr	10	4	<1
Krematorien	4	2	< 2
<b>Gesamtemission Luft</b>	<b>1.200</b>	<b>330</b>	<b>&lt;&lt; 70</b>

Tabelle 6: Dioxin-Emissionsquellen in Deutschland, jährliche Frachten an Dioxin in Gramm je Toxizitäts-Einheit (g TE)

Prozent. Alleine Kamin und Kachelöfen in Privathaushalten tragen heute rund 20 Mal mehr Dioxin in die Umwelt ein als Müllverbrennungsanlagen<sup>11</sup>. Dies erklärt, warum die Dioxinbelastung der Luft im Winter bis zu fünf Mal so hoch ist wie im Sommer, wenn die Heizungen nicht brennen. Die höchsten Dioxinmissionen kommen allerdings aus der Metallgewinnung und -Verarbeitung.

Diese erfolgreiche Entwicklung insgesamt war nur möglich, weil im Bereich der Abgasreinigung in den Anlagen ein sehr hoher Standard realisiert wurde. Tabelle 7 zeigt aktuelle Betriebswerte einer MVA.

## Klimagase

Neben den klassischen Schadstoffen, die die Diskussion in der Abfallwirtschaft der vergangenen Jahre geprägt haben, sind auch die Emissionen an Klimagasen zu betrachten, um ein komplettes Bild zu erhalten. Unter Klimagasen werden hier die Stoffe feststanden, die vom Kioto-Protokoll erfaßt sind.

Für die Abfallwirtschaft sind alle im Kioto-Protokoll genannten Klimagase von Bedeutung, wobei die Emissionsschwerpunkte in Abhängigkeit von der Technik variieren. So stellt Methan schwerpunktmäßig ein Problem der Deponierung dar. CO<sub>2</sub>-Emissionen entstammen im Wesentlichen den Verbrennungsprozessen und Lachgas (N<sub>2</sub>O) wird im Rahmen der „low-budget“-Kompostierung gebildet. Die fluorierten Treibhausgase (H-FKW, FKW und SF<sub>6</sub>) wiederum werden bei der MBA ungefiltert freigesetzt.

Zur Bedeutung der Abfallwirtschaft für den Klimaschutz hat das BMU, gemeinsam mit dem Bundesverband der Deutschen Entsorgungswirtschaft (BDE) und dem Naturschutzbund Deutschland e.V. (NABU) eine Untersuchung durch das Öko-Institut Freiburg durchführen lassen, deren Ergebnisse im August 2005 veröffentlicht wurden<sup>13</sup>.

Wie aus der Untersuchung hervorgeht, wurde in Deutschland für alle Emittentengruppen zusammen zwischen 1990 und 2003 die Emission an Treibhausgasen insgesamt um rund 18 Prozent reduziert (auf 1.017,5 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalente). Im Nationalen Inventarbericht (NIR) werden dem Abfallbereich hierbei durch das Deponierungsverbot allein 20 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalente zugerechnet. Damit hat die Abfallwirtschaft den von ihr erwarteten Beitrag zum Minderungsziel des nationalen Klimaschutzprogramms aus dem Jahr 2000 erreicht. Bis 2012 wird eine weitere Einsparung von 8,4 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalenten durch die Stilllegung der Deponien prognostiziert. Für die Zeitspanne von 1990 bis 2012 ergibt sich damit eine Reduktion von 28,4 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalenten, die im nationalen Klimaschutzprogramm nach Beschluß der Bundesregierung vom 13. Juli 2005<sup>14</sup> dem Entsorgungsweg der Deponie zugesprochen werden.

Das Bilanzergebnis in der Studie des Öko-Instituts<sup>13</sup> weist dagegen für den Zeitraum von 1990 bis 2005 eine deutlich höhere Entlastung von circa 46 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalente auf. Der Unterschied erklärt sich auf

Schadstoff	Meßwerte Jahresmittel VL 1-3 [mg/m <sup>3</sup> ]	Grenzwerte Tagesmittel Genehmigungsbescheid [mg/m <sup>3</sup> ]	Meßwerte Unterschreitung der 17. BImSchV %	Grenzwerte Tagesmittel 17. BImSchV [mg/m <sup>3</sup> ]
Fluorwasserstoff	<0,05	1,0	< 95	1,0
Chlorwasserstoff	<0,5	10,0	< 95	10,0
Staub	<0,3	10,0	< 97	10,0
Gesamtkohlenstoff	0,26	10,0	< 97	10,0
Schwefeldioxid	< 1	50,0	< 98	50,0
Kohlenmonoxid	6,3	50,0	87	50,0
Stickoxide	27,9	100,0	86	200,0
Quecksilber	<0,0025	0,05	92	0,03

Tabelle 7: Betriebswerte einer gut ausgestatteten MVA<sup>12</sup>

grund unterschiedlicher Bilanzmethoden in der Studie und im Klimaschutzprogramm der Bundesregierung beziehungsweise im NIR. Insbesondere werden im NIR für bereitgestellte Energie aus der thermischen Nutzung von Abfällen (MVA) keine Gutschriften für die Abfallwirtschaft verrechnet. Aufgrund der Bilanzgrenzen und von statistischen Zuordnungen entstehen die Gutschriften in anderen Sektoren, wie zum Beispiel der Energiewirtschaft. Das heißt im NIR taucht der MVA-Strom als Einsparung des Sektors Energiewirtschaft auf. Diese Berechnungsmethodik ist nicht zu kritisieren, wenn das Ziel darin besteht, eine Gesamtbilanz für die deutsche Volkswirtschaft aufzustellen. Allerdings führt diese Methodik dazu, daß der Gesamtbeitrag nicht erkannt wird, den die Abfallwirtschaft zum Erreichen der Klimaschutzziele leistet. Daher wurde die Abfallwirtschaft in der Studie des Öko-Instituts separat betrachtet.

In dieser Studie wird weiter untersucht, welche zusätzlichen Potentiale zum Klimaschutz noch vorhanden wären. Hierzu werden weitere mögliche Emissionsreduzierungen anhand von drei verschiedenen Szenarien bis ins Jahr 2020 betrachtet, um die Potentiale zum Klimaschutz und zur Ressourcenschonung aufzuzeigen, die eine konsequente Weiterentwicklung der Abfallwirtschaft beinhalten könnte.

In den einzelnen Szenarien sind folgende Aspekte variiert:

1. Verstärkte stoffliche Verwertung von Eisen und Nicht-Eisen-Metallen (MBA, MVA-Schlacke)
2. Steigerung der Mitverbrennung
3. Kapazitätsausweitung und Effizienzsteigerung, unter anderem Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) und der MVA für Siedlungsabfälle
4. Umstellung von der Kompostierung zur Vergärung von Bioabfällen – mit motorischer Biogasnutzung
5. Ersatz der rohstofflichen Kunststoffverwertung durch werkstoffliches und energetisches Recycling.

Im Jahr 1990 bestimmten ganz überwiegend die Methanemissionen aus der Deponie die Bilanz. Da im Jahre 2005 bereits ohne Deponierung bilanziert wird, können die Reduktionen bei den Belastungen und die Bilanzergebnisse zwischen 2005 und 2020 nicht mehr in dem Umfang erfolgen

wie dies zwischen 1990 und 2005 der Fall war. Aber es verbleibt nach den Berechnungen des Öko-Instituts immer noch ein Potential von über 5 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalenten als wichtiger Beitrag zum Deutschen Klimaschutzziel.

Insgesamt zeigen die Entsorgungswege der MVA und der Mitverbrennung das höchste Minderungspotential für die Emission von Treibhausgasen. Auch ist das Altpapierrecycling noch von großer Bedeutung, alle anderen Wege haben geringere Klimaschutzbeiträge und auch die Aufwendungen für die Erfassung der Abfälle sind relativ unbedeutend (vgl. Tabelle 8).

Über den Einfluß der Entsorgungswege beziehungsweise -kapazitäten hinaus, wurde für die MVA zusätzlich der Effekt *variierender Gutschriften* untersucht. In den einzelnen Szenarien bis 2020 bilden die Gutschriften die Bandbreite in Abhängigkeit des Substitutionsprozesses für den gegenüber 2005 zusätzlich produzierten Strom: 1. durch Erdgas-GuD (Basisszenarien 2020), 2. durch Importkohle (2020 optimiert).

Allein durch diese Variation der Substitutionsprozesse steigt die Netto-Gutschrift der MVA zwischen den Szenarien um fast das Doppelte an, um circa 3 Mio. t Kohlestrom gegenüber etwa 1,5 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalente für Strom aus Gas- und Dampfturbinen-Kraftwerken (GuD-Strom) auf der Basis von Erdgas. Die Entscheidung über die Substitutionsprozesse hat also einen wesentlichen Einfluß auf das Bilanzergebnis. Der Einfluß wirkt sich für die MVA stärker aus als eine 10-20prozentige Variation bei der Kapazitätsauslastung. Aus diesen Ergebnissen wird deutlich, daß möglichst solche politischen Instrumente gewählt werden sollten, die dazu führen, daß heute besonders ungünstige Prozesse ersetzt werden. Dieser Philosophie folgend, empfiehlt das Öko-Institut in der Studie ein Set an Instrumenten und Maßnahmen, die nach einer detaillierten Umwelt- und Wirkungsanalyse zu einem sinnvollen System vernetzt werden sollten.

Deutschland hat zugesagt, bis 2020 die Treibhausgas-Emissionen um 40 Prozent gegenüber dem Bezugsjahr 1990 zu reduzieren<sup>15</sup>. Gegenüber der Reduzierung, die bis 2003 erreicht worden ist, müßte die Minderung der jährlichen Treibhausgasemissionen von 2003 bis 2020 also nochmals ge-

Entsorgungswege	Emissionen 1990	Emissionen 2005	Emissionen 2020-optimiert	Reduktionspotenzial Von 2005 zu „2020-optimiert“
MVA	- 1,00	- 2,47	- 5,42	- 2,95
Mitverbrennung	- 0,05	- 2,16	- 3,55	- 1,39
Bioabfall	0,10	0,19	- 0,06	- 0,25
LVP	0	- 0,54	- 0,63	- 0,09
Altpapier	- 0,31	- 1,71	- 1,65	0,06
Altglas	- 0,39	- 0,61	- 0,61	0
Sperrmüll/Altholz	- 0,005	- 0,27	- 0,3	- 0,03
Metalle	- 0,28	- 0,78	- 1,55	- 0,77
Sammlung	0,48	0,36	0,36	0
MBA	0	0,21	0,19	- 0,02
Deponie	39,23	0,09	0,02	- 0,07

Emissionen mit negativem Vorzeichen bedeuten, dass die CO<sub>2</sub>-Emissionen durch diesen Entsorgungsweg (Belastung) geringer ist als die Gutschrift für die substituierten Prozesse

Tabelle 8: Treibhausgasemissionen und verbliebene Einsparoptionen im Szenariozeitraum bis 2020, Angaben in [ Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalente ]

steigert werden. Hierzu kann die Abfallwirtschaft durch verschiedene Maßnahmen mit insgesamt 2 bis 4,6 Prozent beitragen. Damit alle die Minderung der jährlichen Treibhausgasemissionen ausgeschöpft werden können, sind entsprechende Maßnahmen notwendig. Die MVA trägt bei optimierter Energienutzung etwa zu einem Drittel zu dem Reduktionspotential bei. Alle energetischen Verfahren haben unter den Rahmenbedingungen dieser Bilanz einen Anteil von circa 90 Prozent an dem erreichbaren Reduktionspotential. Die gegebenenfalls möglichen Steigerungspotentiale der stofflichen Verwertung wurden nicht untersucht. Für den gesamten Zeitraum von 1990 bis 2020 ist der Anteil der Abfallwirtschaft aufgrund der erheblichen Reduktion der Methanemissionen auf Deponien noch deutlich höher. An der Reduktion im Umfang von 500 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalenten, die in dieser Zeitspanne insgesamt erfolgen müsste beziehungsweise geplant ist, besitzt die Siedlungsabfallwirtschaft dann einen Anteil in Höhe von circa 50 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalenten, also circa 10 Prozent. Dazu hätten dann die eingesparten Deponiegasemissionen zu 76 Prozent, die energetische Verwertung zu circa 7 Prozent, die stoffliche Verwertung zu 5 Prozent und die MVA zu 9 Prozent beigetragen.

## Fazit

Die Emissionsbilanz zeigt, daß die Abfallwirtschaft mengenmäßig nur geringfügig zur Feinstaubbelastung bei trägt. Allenfalls lokal oder temporär kann die Immissionsbelastung durch einzelne Anlagen oder Maßnahmen im Bereich des Baustoffrecyclings beziehungsweise bei Baumaßnahmen von Bedeutung sein.

Bei den klassischen Schadstoffen führten die verschärften gesetzlichen Vorgaben in den zurückliegenden Jahrzehnten zu erheblichen Reduktionen, obwohl gleichzeitig die Kapazitäten ausgebaut wurden.

Durch die Beendigung der Deponierung unvorbehandelter Abfälle in 2005 und durch den Ausbau der thermischen Verwertung (MVA, MBA) hat die Abfallwirtschaft dazu beigetragen, daß die Emissionen an Klima-

gasen um circa 46 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalente reduziert wurden. In den nächsten Jahren bestehen weitere Optimierungspotentiale, die die Gesamteinsparung auf über 50 Millionen Tonnen steigern können. ♦

## Literatur

- 1 PM<sub>10</sub>, engl. Particulate Matter; Feinstaub mit einem aerodynamischen Durchmesser von bis zu 10 Millionstel Meter (10 Mikrometer). Dient als Indikator für die „Exposition der städtischen Bevölkerung gegenüber gesundheitschädlichen Feinstäuben“; Siehe hierzu: Environmental Health Indicators for Europe – A Pilot Indicator-Based Report, WHO-European Region, E82938, Kopenhagen 2004 (<http://www.who.dk/document/E82938.pdf>)
- 2 **Umweltbundesamt:** UBA Hintergrundpapier zum Thema Staub/Feinstaub (PM), Umweltbundesamt, 2005
- 3 Lahl, U.; Steven, W.: Reduzierung von Partikelmissionen – eine gesundheitspolitische Schwerpunkt Aufgabe, Gefahrstoffe Reinhaltung der Luft, Nr. 7/8 und Nr. 9, 2004; <http://www.bmu.de/luftreinhaltung/doc/6513.php>
- 5 **Umweltbundesamt Berlin (Hrsg.):** IUTA-Workshop „PMx-Quellenidentifizierung – Ergebnisse als Grundlage für Maßnahmenpläne“. Bericht zum Workshop am 22./23.01.2004, Berlin 2004.
- 6 **Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz:** Luftreinhalteplan für die Stadt München, September 2004.
- 7 **Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz:** Luftreinhalteplan für den Ballungsraum Rhein-Main, 2005.
- 7 Nach M. Lutz (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin): Luftreinhalteplanung in Berlin – Konzepte und erste Ergebnisse. Vortrag zum Workshop Analyse der Luftreinhaltungssituation mit Blick auf die EU-Rahmenrichtlinien unter besonderer Berücksichtigung der modellgestützten Ursachenanalyse in Berlin, November 2004.
- 8 **Hartmann, U; Geiger, J.:** Repräsentative Beurteilung der Luftqualität in Wohngebieten und an Belastungsschwerpunkten – ein Lösungsansatz, KRdL-Expertenforum Partikel und Stickstoff, Bonn 2005
- 9 Daten des Landesamtes für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz und des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie, 2005.
- 10 Umweltbundesamt (UBA) 2005: aktuelle Statistik
- 11 [www.umweltbundesamt.de/uba-info-daten/daten/dioxine.htm](http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-daten/daten/dioxine.htm)
- 12 Umweltbericht der MVA Bielefeld-Herford GmbH, Bielefeld 2005
- 13 **Öko-Institut e.V.:** Statusbericht zum Beitrag der Abfallwirtschaft zum Klimaschutz und mögliche Potentiale, [http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/klima\\_abfall050907.pdf](http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/klima_abfall050907.pdf)
- 14 Beschluß der Bundesregierung vom 13. Juli 2005: [http://www.bmu.de/klimaschutz/nationale\\_klimapolitik/doc/5698.php](http://www.bmu.de/klimaschutz/nationale_klimapolitik/doc/5698.php)
- 15 Eine Reduktion von 40 Prozent wurden unter der Bedingung zugesagt, daß Europa insgesamt eine Reduktion von 30 Prozent durchsetzt.

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

## MÜLLMAGAZIN

Fachzeitschrift für ökologische Abfallwirtschaft, Abfallvermeidung und Umweltvorsorge  
(Gegründet 1988 vom IföR-Institut)  
ISSN-Nr. 0934-3482  
18. Jahrgang 2005

### Herausgeber, Verlag und Redaktion:

RHOMBOS-VERLAG, Bernhard Reiser  
Fachverlag für Forschung, Wissenschaft und Politik  
Kurfürstenstraße 17, D-10785 Berlin, Telefon: 030/261 94 61 oder 261 68 54, Fax 030/261 63 00  
eMail: [verlag@rhombos.de](mailto:verlag@rhombos.de), Internet: [www.rhombos.de](http://www.rhombos.de)  
und [www.muellmagazin.de](http://www.muellmagazin.de)

**Redaktion:** Dipl.-Pol. Bernhard Reiser (verantwortlich), Dipl.-Ing. Kerstin Wessel (International)

**Wissenschaftlicher Beirat:** Andreas Ahrens, Ökopol-Institut, Hamburg/ Prof. Dr.-Ing. habil. Werner Bidlingmaier, Bauhaus-Universität Weimar/ Prof. Dr. Jan Bongaerts, Interdisziplinäres Ökologisches Zentrum, TU Bergakademie Freiberg/ Prof. Dr. Franz Daschner, Institut für Umweltmedizin und Krankenhaushygiene, Freiburg/ Dipl. Ing. Günther Dehast, Öko-Institut Darmstadt/ Dr. Heidi Fichter, Institut für Regionalentwicklung und Strukturplanung (IRS), Erkner/ RA Joachim Garbe-Emden, Berlin/ Prof. Dr. Jürgen Hahn, Direktor beim Umweltbundesamt, Berlin/ Dr. Markus Heering, Fachverband Thermoprozess- und Abfalltechnik im VDMA, Frankfurt a. M./ Prof. Dr. Sabine Hofmeister, Institut für Umwelstrategien, Universität Lüneburg/ Prof. Dr. rer. nat. Johannes Jäger, Institut WAR, Technische Hochschule Darmstadt/ Dr. Christoph Klages, Richter am Verwaltungsgericht Trier/ Dr. Norbert Kopytzki, Umweltwissenschaftler, Berlin/ Dr. Uwe Lahl, Bundesumweltministerium, Leiter der Abteilung IG (Immissionsschutz und Gesundheit)/ Dr. Michael Meetz, uve GmbH, Berlin/ Dipl.-Ing. Udo Meyer, ATUS GmbH, Hamburg/ Dr.-Ing. Hans-Joachim Pietrzniuk, Abteilungsleiter beim Ministerium für Umwelt, Raumplanung und Forstwirtschaft des Landes Nordrhein-Westfalen/ Dr. Martin Pohlmann, Europäische Kommission, Brüssel/ Rolf Praml, Vorsitzender der SPD-Stadterordnetenfraktion Wiesbaden/ Christa Reetz, Bundesverband Bürgerinitiativen Umweltschutz, Bonn/ Dr. Martin Runge, Universität München/ Dipl.-Ing. Harald Schönberger, Regierungspräsidium Freiburg/ Dipl. Architekt Walter R. Stahel, Product Life Institut, Genf/ Prof. Dr. Hans van Weenen, Centre for Sustainable Technology, Universität INHOLLAND Alkmaar/ Prof. Dr. Volrad Wolny, Fachhochschule Mainz/ Dr. rer. nat. Barbara Zeschmar-Lahl, BZL Kommunikation und Projektsteuerung GmbH, Oytten

### Abonnementbetreuung/Vertriebsleitung:

Steffi Müller (Anschrift siehe Verlag)  
Telefon: 030/261 94 61  
eMail: [abo-service@rhombos.de](mailto:abo-service@rhombos.de)

**Anzeigen:** Steffi Müller (Telefon: 030/261 94 61, eMail: [verlag@rhombos.de](mailto:verlag@rhombos.de)) Anschrift siehe Verlag  
Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 16 vom 1. 1. 2005.  
Anzeigenschluß für MüllMagazin Heft 1, 2006 ist der 20. Februar 2006.

**Satz/Layout:** cognitio Verlag, Tel.: 056 24 - 92 50 23  
**Titelfoto:** „Flyke“ – das fliegende Fahrrad, Dr.-Ing. Stefan Wode, [www.fresh-breeze.de](http://www.fresh-breeze.de)

**Druck:** Meiling Druck Haldensleben

### Erscheinungsweg:

Das MüllMagazin erscheint vierteljährlich, jeweils zur Mitte eines Quartals (Febr., Mai, Aug., Nov.). Ein Abonnement gilt zunächst für vier Ausgaben und verlängert sich automatisch um ein weiteres Jahr, wenn es nicht sechs Wochen vor Ablauf des Bezugszeitraums schriftlich gekündigt wird.

### Bezugspreise:

Einzelheft 15,50 Euro (incl. Versandkosten und MwSt.). Jahresabonnement Inland 52,- Euro (incl. MwSt. und Versand). Jahresabonnement Ausland 59,- Euro (incl. Versand, ohne MwSt.). Für Bezieher in Ausbildung 31,- Euro (incl. MwSt. und Versand). Ausbildungsnachweis erforderlich. Bei Luftpostlieferungen ins Ausland erfolgt ein Zuschlag auf die Versandkosten.

**Hinweis gemäß § 4 Abs. 3 Postdienstschutzverordnung:** Mit der Unterschrift unter eine Abo-Bestellung wird gleichzeitig das Einverständnis erklärt, daß die Deutsche Bundespost berechtigt ist, eine Anschriftenänderung an den MüllMagazin-Vertrieb mitzuteilen.

### © by RHOMBOS-VERLAG, Berlin

Wiedergabe und Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit ausdrücklicher Genehmigung des Rhombos-Verlages (die er auf Anfrage gerne erteilt). Für unangeforderte eingesandte Manuskripte und Fotos können Verlag und Redaktion keine Gewähr übernehmen. Für mit Namen gezeichnete Beiträge übernimmt der Einsender die Verantwortung. Redaktionelle Überarbeitungen und Kürzungen eingesandter Manuskripte liegen im Ermessen der Redaktion.

Redaktionsschluß für MüllMagazin, Heft 1, 2006, ist der 20. Februar 2006.

### Beilagenhinweis:

Witzenhausen Institut für Abfall, Umwelt und Energie GmbH, Witzenhausen  
[www.i5A.net](http://www.i5A.net), Düsseldorf