



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und Reaktorsicherheit

Referat Öffentlichkeitsarbeit

11055 Berlin

Fax: (01888) 3 05–20 44

E-Mail: service@bmu.bund.de

Internet: www.bmu.de

Stand: Juli 2005

Müllverbrennung – ein Gefahrenherd?

Abschied von der Dioxinschleuder



DAS HAT ZUKUNFT.

In den achtziger Jahren waren Müllverbrennungsanlagen (MVA) *das* Symbol für die Vergiftung der Umwelt: Die Bürger wehrten sich gegen die Wegwerf-Gesellschaft und gegen die „Dioxin-Schleudern“ am Stadtrand. Der Protest war erfolgreich. Heute wird mehr als die Hälfte des Hausmülls (55 %) als Biomüll, Altpapier, Altglas oder Verpackungen verwertet. Seit dem 1. Juni 2005 geht kein Müll mehr unbehandelt auf die Deponie. Und durch strenge Regelungen (siehe die Kapitel am Ende dieses Papiers) spielen Müllverbrennungsanlagen heute bei den Emissionen von Dioxinen, Staub und Schwermetallen keine Rolle mehr. Und das, obwohl die Kapazität der Müllverbrennung sich seit 1985 fast verdoppelt hat (siehe Tabelle 1).

| Jahr | Anzahl | Kapazität in 1000 Tonnen pro Jahr (1000 t/a) |
|-------------|---------------|--------------------------------------------------------------|
| 1965 | 7 | 718 |
| 1970 | 24 | 2.829 |
| 1975 | 33 | 4.582 |
| 1980 | 42 | 6.343 |
| 1985 | 46 | 7.877 |
| 1990 | 48 | 9.200 |
| 1995 | 52 | 10.870 |
| 2000 | 61 | 13.999 |
| 2005 | 66 | 16.900 |
| 2007 | 72 | 17.800 |

Tabelle 1: Müllverbrennungskapazitäten in Deutschland,
Quelle: Umweltbundesamt (UBA) 2005

Dioxine und Furane

Dioxin aus Müllverbrennungsanlagen geht auf ein Tausendstel zurück

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

Auch in anderen Industrien hat es starke Rückgänge der Dioxinmissionen 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 %. Alleine Kamin und Kachelöfen in Privathaushalten tragen rund 20 Mal mehr Dioxin in die Umwelt ein als Müllverbrennungsanlagen¹. Das sieht man auch daran, dass die Dioxinbelastung der Luft im Winter bis zu fünf

¹ Quelle: www.umweltbundesamt.de/uba-info-daten/daten/dioxine.htm.

Mal so hoch ist wie im Sommer, wenn die Heizungen nicht brennen². Die höchsten Dioxin-emissionen kommen allerdings aus der Metallgewinnung und -verarbeitung.

| | Emissionen pro Jahr in g TE | | |
|-----------------------------------|--------------------------------|------|-------|
| | 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 |
| Gesamtemission Luft | 1.200 | 330 | << 70 |

Tabelle 2: Dioxin-Emissionsquellen in Deutschland, jährliche Frachten an Dioxin in Gramm je Toxizitäts-Einheit (g TE); Daten aus dem Jahr 2000 sind Schätzungen des UBA

Erläuterung:

Dioxine und Furane sind Sammelbegriffe für eine Gruppe von mehr als 200 Einzelverbindungen, die alle unterschiedlich giftig sind. Sie lösen Chlorakne aus und sind krebserregend. Dioxine und Furane entstehen spontan aus Chloratomen, nicht voll oxidiertem Kohlenstoff und verschiedenen Katalysatoren im abkühlenden Rauch; in der Müllverbrennung also genauso wie im Kachelofen. Jede der 200 Dioxin- und Furan-Verbindungen ist unterschiedlich giftig; darum werden ihre so genannten Toxizitäts-Einheiten (TE) bestimmt und in der Einheit Gramm je Toxizitäts-Einheit (g TE) zusammengefasst.

Krebserzeugende Gifte / Feinstaub

Ohne Müllverbrennungsanlagen wäre mehr Gift in der Luft

Dioxine entstehen im Rauchgas des Feuers, sie sind nur zu einem sehr kleinen Teil von Anfang an im Müll. Arsen, Cadmium, Nickel und andere krebserzeugende giftige Schwermetalle kommen dagegen mit dem Abfall in die Müllverbrennungsanlage. Damit sie die Müllverbrennungsanlage nicht über den Schornstein wieder verlassen, wurden in Folge der 17. Bundesimmissionsschutz-Verordnung (17. BImSchV) bis 1996 aufwändige Filter eingebaut. Resultat: Vor 1990 wurden Schadstoffe mit der Giftigkeit vergleichbar der von 188 Tonnen Arsen

² Bund-Länder-Arbeitsgruppe Dioxine, 3. Bericht, Daten zur Dioxinbelastung der Umwelt, Kapitel 6: Luft; die Emissionen aus dem Hausbrand bauen sich besonders bei austauscharmen Wetterlagen auf.

in der Luft verteilt, heute³ werden der Luft mindestens 3 Tonnen *entzogen*. Zugegeben, ein gewöhnungsbedürftiger Gedanke. Aber diese Gutschrift ergibt sich aus der Strom- und Wärmeproduktion der Verbrennung von Hausmüll⁴. Wenn diese Energie in herkömmlichen Kraftwerken erzeugt würde, wären 3 Tonnen mehr Gift in der Luft.

Ähnliches gilt für Staub. Alle Müllverbrennungsanlagen zusammen emittierten vor 1990 noch 25.000 Tonnen Staub (oder maximal 30 Milligramm je Kubikmeter (mg/m^3) Abluft). Dieser Wert ist 2001 auf unter 3.000 Tonnen zurückgegangen. Heute dürfen Müllverbrennungsanlagen höchstens eine Konzentration von $10 \text{ mg}/\text{m}^3$ Staub im Abgas emittieren; praktisch liegen sie in der Regel jedoch bei $1 \text{ mg}/\text{m}^3$. Rechnet man die vermiedenen Staubemissionen in herkömmlichen Kraftwerken ein, werden etwa 5.000 Tonnen vermieden⁵. Im Vergleich zu den 171.000⁶ Tonnen Feinstaub, die jährlich in Deutschland emittiert werden, fallen die Müllverbrennungsanlagen ohnehin nicht ins Gewicht.

Erläuterung:

Arsen ist ungefähr doppelt so giftig wie Cadmium, fünf Mal so giftig wie Chrom und 500 Mal so giftig wie Benzol. Um einen einzigen Maßstab für die Giftigkeit der kanzerogenen Schwermetalle und organischen Verbindungen zu finden, rechnet man die einzelnen Giftigkeiten in Arsen-Werte um. Zwei Kilogramm Cadmium sind so giftig wie ein Kilogramm Arsen oder entsprechen einem Kilogramm Arsen-Äquivalent. Auch die Giftigkeit von Dioxinen wird auf Arsen „umgerechnet“ und ist hier enthalten. Das Äquivalenz-Modell hat man sich bei den Klimaforschern abgeschaut, die mit CO_2 -Äquivalenten arbeiten.

Nicht krebserregende Gifte

Höchstens ein Fünfzigstel der kritischen Dosis

Auch andere Schwermetalle wie Blei und Quecksilber werden in den Filtern der Müllverbrennungsanlagen aufgehalten. Im Gegensatz zu den oben genannten Stoffen sind sie nicht krebserregend (siehe Erläuterung unten). Ob sie für den Menschen giftig sind oder nicht hängt davon ab, ob sie ihre Wirkungsschwelle erreichen.

Auch hier ist der Rückgang der Emissionen beeindruckend: Wurden 1990 bei der Verbrennung von Hausmüll in Müllverbrennungsanlagen noch 57.900 Kilogramm (kg) Blei und 347

³ Institut für Energie- und Umweltforschung (IFEU): Beitrag der Abfallwirtschaft zur nachhaltigen Entwicklung in Deutschland, November 2004, im Auftrag des UBA. Im Folgenden abgekürzt als IFEU 2004.

⁴ IFEU 2004; Seite 88.

⁵ Laut IFEU 2004, Seite 51, Tabelle 3-2 und IFEU 2004, Seite 90, Abb 4-8.

⁶ Reduzierung von Partikelemissionen – eine gesundheitspolitische Aufgabe, U. Lahl, W. Steven, Gefahrstoffe-Reinhaltung der Luft, Heft 7/8 – 2004, S. 326, Tabelle 2.

kg Quecksilber ausgestoßen, gingen die Werte auf 130,5 kg (entspr. 0,2 % der Ausgangsemissionen) und 4,5 kg (1,3 % der Ausgangsemissionen) im Jahr 2001⁷ zurück. Damit spielen auch die Blei- und Quecksilber-Emissionen aus der Verbrennung von Hausmüll für die Schadstoffbelastung der Menschen keine Rolle mehr. Zwar gibt es keine neuen Zahlen dazu, wie hoch die Blei- und Quecksilber-Emissionen 2005 sind. Aber die Emissionen aller Verursacher – vom Auto bis zum Heizkraftwerk – betragen laut UBA 624.000 kg für Blei und 31.000 kg für Quecksilber⁸. Also ein tausendfaches der Emissionen aus der Müllverbrennung.

Wie sieht die Situation aber für die Anwohner aus? Bei neuen Müllverbrennungsanlagen und den nachgerüsteten Müllverbrennungsanlagen ist die Konzentration der giftigen Schwermetalle in der Luft selbst in der direkten Nachbarschaft so gering, dass sie maximal ein bis zwei Prozent der Wirkungsschwelle erreichen⁹.

Erläuterung:

Bei Giften braucht es eine bestimmte Dosis, ab der die Giftwirkung einsetzen kann. Unterhalb dieser Schwelle sind sie meist harmlos, können sogar heilend sein. Gift ist „ein Stoff, der Lebewesen über die Stoffwechselfvorgänge Schaden zufügen kann“. Hier greifen wir Blei und Quecksilber stellvertretend für alle nicht krebserregenden Schwermetalle heraus. Wegen der Wirkungsschwelle trennt man aber krebserregende Gifte und nicht krebserregende Gifte. Krebserregende Stoffe können auch in geringsten Konzentrationen Tumore auslösen. Mit der Dosis und der Expositionsdauer ändert sich (nur) die Wahrscheinlichkeit des Krebses, ganz harmlos sind krebserregende Stoffe streng genommen nie.

Deutsches Recht

Die Praxis ist besser als das Gesetz

Mit der Verordnung zum Bundes-Immissionsschutzgesetz über Verbrennungsanlagen für Abfälle und ähnliche brennbare Stoffe – der 17. BImSchV – trat am 1.12.1990 eine Regelung in Kraft, die für Müllverbrennungsanlagen in Deutschland die weltweit schärfsten Emissionsgrenzwerte vorschrieb. Das galt besonders für Dioxine und Furane sowie für Schwermetalle.

Dies war erforderlich, weil bei Müllverbrennungsanlagen (MVA) zum Teil dramatische Schadstoffkonzentrationen in der Abluft gemessen wurden: In einzelnen Fällen bis zu 400

⁷ Berechnungen des IFEU aufgrund gemessener Emissionswerte und Betreiberangaben in mg/m³ Abluft in IFEU 2004, Seite 51, Tabelle 3-2.

⁸ Angaben Quecksilber und Blei für 1995 laut Umweltbundesamt, laut Forschungsbericht 94-104 03 524 „Die Entwicklung der Schwermetallemissionen in der Bundesrepublik Deutschland von 1985 bis 1995“, www.umweltbundesamt.de/luft/emissionen/bericht/aktuelle_daten/schadstoffe/daten_schwermetalle/schadstoff_schwermetalle_prio.pdf.

⁹ Erfahrungen in der Ausbreitungsrechnung im Genehmigungsverfahren laut IFEU, unveröffentlicht.

Nanogramm je Toxizitäts-Einheit (ng TE) Dioxin je Kubikmeter Abluft. Dazu kamen Stäube und alle denkbaren Schwermetalle. Die Müllverbrennung verteilte die Schadstoffe aus dem Müll gleichmäßig in der Atmosphäre.

Mit einer Übergangsfrist von sechs Jahren mussten bestehende Anlagen nachgerüstet oder stillgelegt werden. Neue Anlagen mussten von Anfang an die vorgeschriebenen Grenzwerte einhalten. Daneben galten bereits strenge Anforderungen an die Emissionsüberwachung. Um Schadstoffe vollständig zu zerstören, wurden Mindesttemperaturen und eine Mindestverweildauer für Schadstoffe im Verbrennungsbereich vorgeschrieben. Diese Anforderungen gelten im europäischen und deutschen Recht bis heute fort.

Spätestens seit 1996 halten alle Anlagen die strengen Emissionswerte ein. Dioxine dürfen sich nur noch bis zu einer Konzentration von 0,1 ng TE je Kubikmeter in der Abluft finden. Ähnliche Verschärfungen gab es für Schwermetalle, Stäube und saure Gase wie Schwefeldioxid, Chlorwasserstoff und andere. Mit dem Erfolg, dass sie nicht mehr gesundheitlich relevant sind. Bei vielen Schadstoffen sind die Grenzwerte für die Müllverbrennung strenger, als es bei sonstigen Anlagen nach dem Stand der Technik möglich ist, die der Technischen Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA Luft) oder der Verordnung für Großfeuerungsanlagen (13. BImSchV) unterliegen.

| Schadstoff | TA Luft Allgemeine Anforderungen | 13. BImSchV Großfeuerung wie Kohle >300 Mega- watt | 17. BImSchV für MVA | reale MVA, gemessen |
|----------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------------------------------|------------------------|------------------------|
| Org. Stoffe (C-ges.) | 50 | - | 10 | 1 |
| Kohlenmonoxid (CO) | - | 200 | 50 | 10 |
| Chlorwasserstoff (HCl) | 30 | –nicht relevant | 10 | 1 |
| Fluorwasserstoff (HF) | 3 | –nicht relevant | 1 | 0,1 |
| Schwefeldioxid (SO ₂) | 350 | 200 | 50 | 1,5 |
| Stickoxide (NO ₂) | 350 | 200 | 200 | 60 |
| Staub | 20 | 20 | 10 | 1 |
| Dioxine | 0,1 ng TE | - | 0,1 ng TE | 0,005 ng TE |
| Dioxine in Anlagen der Metallindustrie | 0,4 ng TE | - | - | - |

Tabelle 3: Vergleich der Abluftwerte nach den „Allgemeinen Anforderungen zur Emissionsbegrenzung“ der TA Luft, 13. BImSchV und 17. BImSchV¹⁰ und aus Messungen an realen Anlagen¹¹ in mg/m³, soweit nicht anders eingetragen

¹⁰ Siehe: www.bayern.de/lfu/abfall/einwirk/emi2.htm und TA Luft.

Bei den Grenzwerten für Dioxine und andere gesundheitsrelevante Schadstoffe liegen TA Luft und 17. BImSchV inzwischen gleichauf. Ausnahme ist die Metallindustrie, die auch deshalb heute der bei weitem größte Dioxin-Emittent in Deutschland ist. Außerdem zeigt die Tabelle, dass die Anforderungen der 17. BImSchV heute bei Müllverbrennungsanlagen bei allen Schadstoffen weit unterschritten werden. Das Institut für Energie- und Umweltforschung in Heidelberg (IFEU) hat die „wahren“ Emissionsdaten knapp der Hälfte aller Verbrennungsanlagen in Deutschland untersucht und dabei für Dioxin Werte zwischen 0,001 und 0,01 ng TE je Kubikmeter Abluft gefunden. Also ein Zehntel bis Hundertstel des Emissionsgrenzwertes. Durchschnittlich rechnet das IFEU in Deutschland mit einem Dioxingehalt von nur noch 0,005 ng TE je Kubikmeter Abluft. Das IFEU errechnet daraus Gesamtemissionen aus der Hausmüllverbrennung von 0,2 g TE für das Jahr 2001¹², das Umweltbundesamt schätzt 0,4 g TE für das Jahr 2000¹³. IFEU und Umweltbundesamt weichen zwar leicht voneinander ab, liegen aber in derselben Größenordnung.

Europarecht

Mitverbrennung unterliegt jetzt den Anforderungen der Müllverbrennung

Die 17. BImSchV stand Pate für die EG-Richtlinie über die Verbrennung von Abfällen aus dem Jahr 2000. Die Richtlinie gibt europaweit einheitliche Grenzwerte für Müllverbrennungsanlagen vor. Für die Mitverbrennung von Abfällen in industriellen Feuerungsanlagen enthält die Richtlinie eindeutigere und schärfere Anforderungen als die deutsche Regelung aus dem Jahr 1990. Die Richtlinie muss von allen Mitgliedstaaten umgesetzt werden und stellt sicher, dass die Müllverbrennung und die Mitverbrennung auch europaweit höchsten immissionschutzrechtlichen Anforderungen genügen.

Darum wurde die 17. BImSchV zuletzt im August 2003 geändert. Die „Richtlinie über die Verbrennung von Abfällen“ (RL 2000/76/EG) von Dezember 2000 bewirkt, dass die strengen Grenzwerte der 17. BImSchV auch für Zementöfen oder Kraftwerke gelten, in denen Hausmüll die Brennstoffe Kohle oder Öl ersetzt.

Großfeuerungen in der Industrie und vor allem Zementwerke verbrennen schon lange Altreifen oder Altöl und ersetzen damit fossiles Öl – die Bezeichnung der thermischen Verwertung ist hier gerechtfertigt. In Zukunft wird es nicht mehr erlaubt sein, unbehandelten Müll auf Deponien abzulagern. Darum wird erwartet, dass nach den Altreifen auch einzelne heizwert-

¹² Berechnet nach Verbrennungsrechnung für MVA von IFEU nach den Emissionsfaktoren für Dioxin (IFEU 2004, Tabelle 3-2, Seite 51) und der Menge der Hausmüllabfälle in der MVA (9 Millionen Tonnen, IFEU 2004, Tabelle 2-18, Seite 41).

reiche Stoffe oder Stoffgemische aus dem Hausmüll den Kraftwerken und Zementwerken zum Verbrennen angeboten werden – auch das eine sinnvolle thermische Verwertung. Im Gespräch sind neben Zementwerken die Metall-Hochofenprozesse (für vorsortierte Kunststoffe) und kohlebefeuerte Kraftwerke.

Die Anpassung der 17. BImSchV an das Europarecht garantiert nun, dass auch diese Anlagen die strengen Grenzwerte der Müllverbrennung einhalten müssen. Allerdings scheinen vor allem die Kohlekraftwerke derzeit noch nicht besonderes erpicht auf den Müll zu sein. Als Brennstoff sind der Hausmüll und Teile des Hausmülls schwer ausrechenbar: Die Chloranteile können hoch sein; die sich bildende Salzsäure könnte die teuren Kessel der Kraftwerke zerstören. Der genaue Brennwert ist nicht vorab bekannt, und anders als etwa bei Kohlestaub sind Transport, Lagerung und Dosierung des Brennmaterials schwierig und erfordern Investitionen in neue Technik. Darum ist bisher nicht absehbar, in welchem Maße der Müll den Weg in die Kraftwerke finden wird. Das könnte sich ändern, wenn der Handel mit CO₂-Emissionsrechten voll einsetzt.

Erläuterung:

Bis zum August 2003 galt für die Mitverbrennung: Wenn man etwa ein Viertel Abfall und drei Viertel Brennstoff (Kohle, Öl etc.) einsetzt, dann gilt für ein Viertel des Abgases (bezogen auf die Feuerungswärmeleistung) die strenge 17. BImSchV, für drei Viertel die weniger strenge 13. BImSchV. Praktisch galt für die ganze Anlage also ein gemittelter Grenzwert (Mischungsrechnung). Nach der geänderten 17. BImSchV vom August 2003 gilt nunmehr insbesondere bei den gesundheitlichen Schadstoffen (zum Beispiel Schwermetalle und Dioxine) einheitlich der gleiche Grenzwert wie bei der Monoverbrennung von Abfällen. Wird unaufbereiteter, gemischter Siedlungsabfall eingesetzt, gelten unabhängig von der eingesetzten Menge für alle Parameter grundsätzlich die gleichen Grenzwerte wie für die Monoverbrennung.