

Immissionsschutzrechtliche Regelungen bei der thermischen und biologischen Abfallbehandlung

Legal Requirements for Immission Protection of Thermal and Biological Waste Treatment

U. Lahl, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz
und Reaktorsicherheit, Bonn

1. Zusammenfassung/Abstract

Für die thermische Abfallbehandlung ist insgesamt der höchste Abgasreinigungsstandard in der Abfallwirtschaft erreicht. Dennoch wird es für MVAs aber auch für die Mitverbrennung erforderlich sein, die Anlagen zukünftig mit verbesserter NO_x-Minderung zu betreiben. Hierfür ist eine Verordnung (37. BImSchV) mit verschärften Grenzwerten in der Entscheidungsfindung.

Für die mechanisch-biologische Abfallbehandlung ist der Abgasreinigungsstandard im Vergleich zur thermischen Abfallbehandlung niedriger. Technische Optimierungen haben erst in den letzten Jahren zu teilweisen Erfolgen geführt. Es besteht aber weiterhin ein hoher Optimierungsbedarf. Es ist nicht vorgesehen, durch Abschwächung der Emissionsstandards der 30. BImSchV die beschriebenen Probleme zu lösen.

Bei der biologischen Abfallbehandlung (insbesondere Bioabfallkompostierung) bestehen große Minderungspotentiale für NH₃ und NMVOC. Die vorhandenen Anforderungen der TA-Luft werden in vielen Anlagen nicht eingehalten. Hier besteht daher Handlungsbedarf durch die zuständigen Behörden der Länder.

2. Handlungsbedarf – die Luftqualität in Deutschland und der EU

In dem durch Beschluss Nr. 1600/2002/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Juli 2002 [1] verabschiedeten sechsten Umweltaktionsprogramm der Europäischen Gemeinschaft (6. UAP) wurde festgelegt, dass die Verschmutzung auf ein Maß reduziert werden muss, bei dem schädliche Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit möglichst gering sind, wobei gefährdete Bevölkerungsgruppen und auch die Umwelt insgesamt besonders zu berücksichtigen sind. Zudem müssen die Überwachung und Bewertung der Luftqualität, einschließlich der Ablagerung von Schadstoffen, und die Verbreitung von Informationen an die Öffentlichkeit verbessert werden.

Im Rahmen der Umsetzung des 6. UAP musste eine strategische Entscheidung getroffen werden, welches Schutzniveau für Gesundheit und Umwelt bis 2020 unter Berücksichtigung von Kosten und Nutzen erreicht werden soll. Dieses Niveau wird durch die sog. Thematische Strategie zur Luftreinhaltung beschrieben [2,3].

Mit der im September 2005 veröffentlichten Strategie wurde, werden nun unter diesen Voraussetzungen Ziele für eine weitere Verringerung der Luftbelastung in der EU bis zum Jahr 2020 festgelegt und geeignete Maßnahmen zur Erreichung dieser Ziele vorgeschlagen.

Kernpunkt bei der Entwicklung der Strategie war das CAFE-Programm (Clean Air For Europe) [4]. Dessen allgemeines Ziel war es, eine langfristige, strategische und integrierte Politik zum Schutz gegen die Auswirkungen der Luftverschmutzung auf die menschliche Gesundheit zu entwickeln.

Zur Umsetzung der Strategie sind nach Ansicht der Kommission weitere Maßnahmen zur Verminderung der Luftschadstoffemissionen in den Hauptemittentenbereichen erforderlich, u.a.:

- Zusätzliche rechtliche Regelungen zur Verminderung von Feinstaub-PM_{2,5}
- Verschärfung der Richtlinie über Nationale Emissionshöchstmengen (NEC)
- Neue Abgasstandards für Pkw (Euro 5 und 6) und Lkw (Euro VI)

- Regelungen für kleine Feuerungsanlagen < 50 MW
- Revision der IVU-Richtlinie
- Weitere Begrenzung der Ammoniakemissionen aus der Landwirtschaft

Zusätzlich zu den Verbesserungen durch die bereits beschlossenen Maßnahmen sollen durch die in der Thematischen Strategie vorgeschlagenen Maßnahmen die in Tabelle 1 angegebenen Minderungen bis 2020 in Europa erreicht werden:

Tabelle 1: Erwartete Minderungseffekte durch die Maßnahmen der Thematischen Strategie bis 2020 in Europa

Wirkung	Minderungseffekt in %
Gesundheitliche Auswirkungen von Feinstaub	15%
Akute Todesfälle durch Ozon	7%
Übersäuerte Waldfläche	23%
Übersäuerte Frischwassereinzugsgebiete	10%
Flächen mit zu hohen Nährstoffeinträgen	24%
Ozongeschädigte Waldflächen	8%

Den ermittelten Gesamtkosten der Strategie von ca. 7,1 Mrd. €/Jahr in der EU steht nach den Abschätzungen der Kommission allein im Gesundheitsbereich ein Nutzen von 42 bis 135 Mrd. € gegenüber. Dabei sind weitere Verbesserungen in anderen Umweltbereichen, z.B. durch geringere Versauerung und Eutrophierung, nicht eingerechnet.

Auf Deutschland würden etwa 19% (1,4 Mrd. €) der bei der Umsetzung der Thematischen Strategie in der EU-25 anfallenden Kosten entfallen, davon allein 360 Mio. € für den Verkehrsbereich.

Mit den in der Thematischen Strategie angenommenen zusätzlichen Maßnahmen würden die Emissionen an Luftschadstoffen in Deutschland weiter abnehmen. Im Jahr 2020 würden dann – je nach Schadstoff – die Emissionen zwischen 29% und 58% unter dem Niveau von 2000 liegen (Tabelle 2).

Tabelle 2: Emissionen (in kt) der betrachteten Schadstoffe für Deutschland und Minderungen der Emissionen durch Maßnahmen der Thematischen Strategie gegenüber 2000 sowie die nationalen Höchstmengen 2010 im Vergleich

	2000	2020	Minderung inkl. der Maßnahmen der Thematischen Strategie zu 2000		z. Vgl. Nationale Emissionshöchstmengen 2010
			Thematische Strategie	Deutschland	
SO ₂	643	267	-58%	-82%	520
NO _x	1645	694	-58%	-60%	1051
NM VOC	1528	741	-52%	-51%	995
NH ₃	638	453	-29%	-27%	550
PM _{2,5}	171	90	-47%	-59%	
Quelle: IIASA: CAFE Szenario Analysis Report Nr. 7, September 2005					

Die genannten Zielsetzungen werden nur erreichbar sein, wenn alle Sektoren den erforderlichen Reduzierungsbeitrag liefern. Die in der Thematischen Strategie behandelten Stoffe SO₂, NO_x, NM VOC, NH₃ und PM sind auch die Schadstoffe, die bei der Abfallbehandlung eine Rolle spielen.

3. Regelungen zur thermischen Abfallbehandlung – 17. und 37. BImSchV

Für die thermische Abfallbehandlung ist von den genannten Schadstoffen Gesamtstaub (PM), SO₂, NO_x, und NMVOC von Bedeutung. Hierzu liegen Abschätzungen in ausreichender Genauigkeit vor. Aber von herausragender Bedeutung ist NO_x, was im Folgenden näher ausgeführt werden soll.

3.1 NO_x –Emissionen durch die thermische Abfallbehandlung

Die Gesamt-Emissionen an NO_x stammen vor allem aus dem Verkehr und aus der stationären Verbrennung von Brennstoffen zur Erzeugung von Strom und Wärme in der Energieindustrie.

Experten gehen davon aus, dass die NO_x-Emissionen des Straßenverkehrs im Zeitraum 2000 bis 2020 stark zurückgehen werden, weil die zwischenzeitlich beschlossene Gesetzgebung für LKW und PKW zu einer effektiveren Abgasreinigung führen wird. [5] Was die Energieindustrie betrifft, ist dem Energierferenzszenario zufolge zu erwarten, dass nach 2010 verstärkt Braun- und vor allem Steinkohle zur Stromerzeugung eingesetzt werden. In der Folge dürften die NO_x-Emissionen deutlich steigen. Bei dieser Zunahme ist auch die Auswirkung des beschlossenen Ausstiegs aus der Kernenergie zu berücksichtigen, der eine Erhöhung der Energieproduktion aus fossilen Brennstoffen zumindest so lange zur Folge haben wird, bis regenerative Quellen in umfassenden Maße diesen Teil der Energieerzeugung übernehmen können.

Weitere Untersuchungen haben gezeigt, dass eine Reduzierung der NO_x-Emissionen im Kraftwerkssektor technisch verfügbar und wirtschaftlich machbar ist. Da die NEC-Ziele Jahresfrachten darstellen, würde es ausreichend sein, eine Verschärfung der Abgasvorschriften für Kraftwerke auf NO_x-Frachten zu beschränken.

Die folgende Abbildung illustriert noch einmal, welche Emissionsminderung bis 2010 erreicht werden **muss** und welche weitere Absenkung bis 2020 von Deutschland erwartet wird.

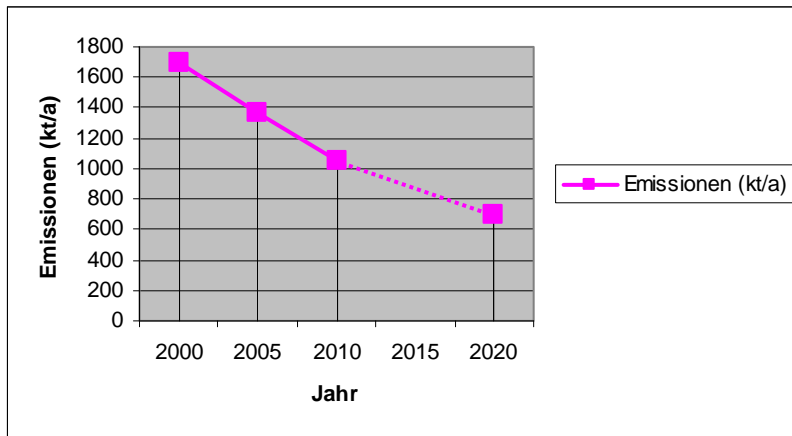


Abb. 1: NOx-Emissionen 2010 und 2020 in Deutschland

3.2 Entwurf der 37. BImSchV

Die Bundesregierung hat am 5. Dezember 2007 einen Verordnungsentwurf für die 37. BImSchV beschlossen, der für Kraftwerksneubauten eine Verschärfung des Emissionswerts für NOx-Emissionsfrachten vorsieht [6]. So wird für Stein- und Braunkohlekraftwerke ein Jahresmittelwert von 100 Milligramm pro Kubikmeter (mg/m^3) – angegeben in Stickstoffdioxid (NO_2) – eingeführt. [7]

Ziel der Verordnung ist es, einem möglichen verstärkten Schadstoffausstoß durch den Zubau fossiler Kraftwerke bzw. durch CCS entgegenzuwirken und darüber hinaus auch angesichts steigender Anforderungen an die Luftqualität Betreibern für Anlagen, die ab 2013 in Betrieb gehen, Rechts- und Planungssicherheit zu geben. Weiter soll durch die 37. BImSchV auch erreicht werden, dass die zusätzlichen Reduzierungsziele bis 2020, die auf europäischer Ebene vorgesehen sind, erreicht werden können.

Die neue Verordnung dient der Umsetzung der Richtlinie 2001/81/EG vom 23. Oktober 2001 über nationale Emissionshöchstmengen für bestimmte Luftschadstoffe (ABl. EG Nr. L 309 S. 22) sowie der Richtlinie 96/62/EG des Rates vom 27. Sep-

tember 1996 über die Beurteilung und die Kontrolle der Luftqualität (ABl. EG Nr. L 296 S. 55) in Verbindung mit der Richtlinie 1999/30/EG des Rates vom 22. April 1999 über Grenzwerte für Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid und Stickstoffoxide, Partikel und Blei in der Luft (ABl. EG Nr. L 163 S. 41). Sie flankiert die Verordnung über Immissionswerte für Schadstoffe in der Luft (22. BImSchV) und die Verordnung zur Verminderung von Sommersmog, Versauerung und Nährstoffeinträgen (33. BImSchV) durch anlagenbezogene Maßnahmen zur Erhaltung der Luftqualität. Aufgrund dieses Zieles und des Gesamtzusammenhangs ist die Verordnung auf § 48a Abs. 1 und 3 BImSchG gestützt.

3.3 NO_x-Frachten aus der Abfallwirtschaft

Betrachtet man allein die NO_x-Frachten, dann weisen natürlich die Kraftwerke eine größere Bedeutung als Emittenten auf. Wenn jedoch der Sektor der Abfallverbrennung nicht angepasst wird, dann würden Kohlekraftwerke hinsichtlich der NO_x-Emissionen zukünftig einen höheren Umweltschutzstandard aufweisen als konventionelle Abfallverbrennungsanlagen. Die neue Verordnung strebt nicht an, die Vorgaben für die Abfallverbrennung einseitig zu verschärfen, sondern will eine Gleichbehandlung aller thermischen Verfahren erreichen. Eine Ungleichbehandlung würde zu erheblichen Akzeptanzverlusten für Neuanlagen im Bereich der Abfallwirtschaft führen.

Wichtig ist weiter, dass für die Abfallmitverbrennung ebenfalls eine Absenkung der Emissionswerte vorgesehen ist.

Die folgende Abb. 2 zeigt, dass die vorhandene technische Ausstattung der Müllverbrennungsanlagen in vielen Fällen ausreichend sein wird, die neuen Anforderungen einzuhalten. Während es für Abgasbehandlungssysteme mit SCR-Technik in der Regel relativ problemlos möglich sein dürfte, den neuen Emissionswert einzuhalten, gilt dies nicht für die SNCR-Technologie. Daher ist es insbesondere im Falle von anstehenden Neuinvestitionen anzuraten, auf SCR-Technik zu setzen.

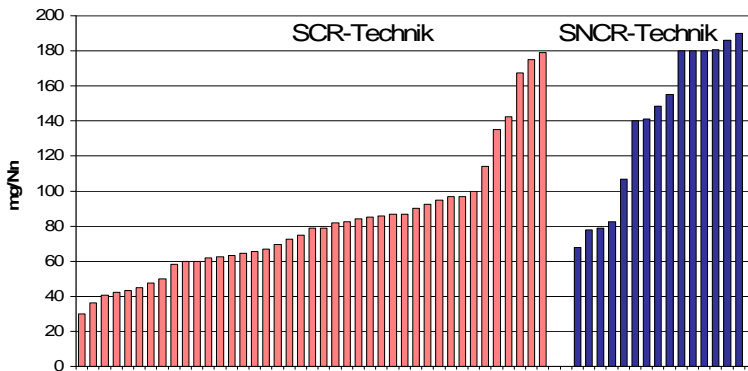


Abb. 2: Techniken zur Emissionsminderung von Stickstoffoxiden in deutschen Abfallverbrennungsanlagen

Die Reduzierung der NO_x-Emissionen der in Betrieb befindlichen deutschen MVAs auf einen Jahresmittelwert von 100mg/m³ würde eine Emissionsminderung von 6000 bis 7000 Mg NO_x/a bringen. Die Minderungskosten würden nach ganz groben Schätzungen des Umweltbundesamtes bei 50 Mio. € pro Jahr liegen und die spezifischen Behandlungskosten je Mg Abfall um 2,50 € steigern.

3.4 Fazit thermische Abfallbehandlung

Für die thermische Abfallbehandlung ist insgesamt der höchste Abgasreinigungsstandard in der Abfallwirtschaft erreicht. Dieser Standard wird im praktischen Betrieb zuverlässig eingehalten und von MVAs in der Regel deutlich unterschritten. Dennoch wird es für MVAs aber auch für die Mitverbrennung erforderlich sein, die Anlagen zukünftig mit verbesserter NO_x-Minderung zu betreiben. Hierfür ist eine Verordnung (37. BImSchV) mit verschärften Emissionswerten in der Entscheidungsfindung.

4. Regelungen zur Mechanisch-biologischen Abfallbehandlung – 30. BImSchV

4.1 Abfallwirtschaft und 30. BImSchV

Neben der thermischen Abfallbehandlung wurde in den 90-Jahren des letzten Jahrhunderts als Alternative die mechanisch-biologische Abfallbehandlung entwickelt. In der ersten Phase dieser Entwicklung traten eine Reihe von Umweltproblemen auf. Daher ergab sich seitens des Gesetzgebers ein Handlungsbedarf.

Mit dem Inkrafttreten der 30. BImSchV [8] wurden 2001 die rechtlichen Rahmenbedingungen für eine umweltverträgliche mechanisch-biologische Abfallbehandlung geschaffen. Ein wichtiges Ziel ist hierbei, für alle Restabfallbehandlungsverfahren ein vergleichbares ökologisches Anforderungsniveau festzulegen. Mit der 30. BImSchV sollten die luftseitigen Emissionen aus den MBA'n in einem Umfang wie bei Müllverbrennungsanlagen gemindert werden.

4.2 Anforderungen der 30. BImSchV

Zur Minimierung der Abgasmengen sind alle emissionsrelevanten Bereiche der MBA (z.B. Abfallannahme, mechanische Aufbereitung, biologische Behandlung) in gekapselter oder einghauster Bauweise zu errichten und mit einer Fassung der Prozessluft und des Abgases zu versehen. Hierbei sollen alle Möglichkeiten der Mehrfachnutzung und Kreislaufführung der Prozessluft (z.B. Verwendung des Abgases aus Anlieferung und mechanischer Aufbereitung zur Belüftung der Rotte) genutzt werden. Die Abgase sind nach dem Stand der Technik zu behandeln und über einen Schornstein abzuleiten. Bei der Errichtung von MBA'n soll ein Mindestabstand von 300 m zur nächsten Wohnbebauung nicht unterschritten werden.

Die 30. BImSchV enthält Emissionsgrenzwerte für Staub, organische Stoffe, Disktstickstoffmonoxid (Lachgas), Geruchsstoffe und Dioxine/Furane in Massenkonzentrationen. Die Massenkonzentration der Emissionen an Staub, organischen Stoffen und Disktstickstoffmonoxid sind kontinuierlich zu ermitteln und zu registrieren.

Tabelle 3: Emissionsgrenzwerte der 30. BImSchV

Konzentrationsgrenzwerte - Tagesmittelwerte	
Gesamtstaub	10 mg/m³
Organische Stoffe (Gesamtkohlenstoff)	20 mg/m³
Konzentrationsgrenzwerte - Halbstundenmittelwerte	
Gesamtstaub	30 mg/m³
Organische Stoffe (Gesamtkohlenstoff)	40 mg/m³
Emissionsfrachten – Monatsmittelwerte für ein Mg Abfall	
Distickstoffoxid (Lachgas)	100 g/Mg
Organische Stoffe (Gesamtkohlenstoff)	55 g/Mg
Einzelmessungen	
Geruchstoffe	500 GE/m³
Dioxine/Furane, angegeben als Summenwert	0,1 ng/m³

Von besonderer Bedeutung ist die Begrenzung der Emissionsfrachten für Distickstoffoxid und organische Stoffe. Die Einhaltung dieser Grenzwerte erfordert eine weitgehende Minimierung der Abgasmengen durch ein optimales Luftmanagement in der MBA und eine effektive Abgasreinigung. Nach dem derzeitigen Stand der Technik kommen hierfür in nahezu allen MBA'n Kombinationen aus einem saurem Wäscher und einer regenerativen thermischen Oxidation (RTO) zum Einsatz.

4.3 Technische Probleme und Grenzwertüberschreitungen bei der Abgasreinigung von MBA'n (Ergebnisse aus UFOPlanprojekt)-Umsetzung der Anforderungen der 30. BImSchV

In Jahr 2007 wurde vom Umweltbundesamt ein Forschungsprojekt [9] mit dem Ziel vergeben, einen umfassenden Überblick über die gegenwärtige Situation der Anlagen und evtl. vorhandene Probleme bei mechanisch-biologischen Abfallbehandlungsanlagen zu erhalten. Dieser soll eine sachliche Bewertung auf Basis einer gesicherten Datengrundlage ermöglichen. Im Rahmen des Umweltforschungsplanes (UFOPlan) wurde die Firma Wasteconsult International mit der Durchführung einer Datenerhebung und deren Auswertung beauftragt. Ein Schwerpunkt der Datenerhebung war die Auflistung der technischen Probleme bei der Abgasreinigung und der Einhaltung der Grenzwerte der 30. BImSchV.

4.3.1 Betriebsprobleme und Anpassung in der Abgasreinigung

Zu erheblichen Anpassungsschwierigkeiten kam es vor allem bei der regenerativ-thermischen Abgasbehandlung (RTO). Neben Korrosionsproblemen (z. B. durch Kondensation) führten vor allem Siliziumablagerungen in den Wärmetauschern zu beträchtlichem Wartungsaufwand und damit zu Funktionseinschränkungen der Anlagen. In einigen Fällen waren die RTO-Anlagen zu klein dimensioniert worden, so dass eine zusätzliche Linie nachgerüstet werden musste. Auch die Messtechnik, vor allem beim Parameter Staub, lief in vielen Fällen nicht problemlos.

Neben einer Vergrößerung der RTO-Kapazität wurden zur Problemlösung vor allem verkürzte Wartungsintervalle, die Isolierung von Leitungen und Behältern und Verbesserungen an der Messtechnik durchgeführt.

Trotzdem treten nach Aussagen der Forschungsnehmer folgende Probleme auf:

- Siloxanverblockung der RTO
- Korrosion
- hoher Energieverbrauch

- Ausfall von Mess- und Regeltechnik, insbes. Staubmessung (z.B. durch Kondensat)
- nicht ausreichende Verfügbarkeit

4.3.2 Einhaltung von Grenzwerten der 30. BImSchV

Die nachgerüsteten RTO-Linien und verkürzte Wartungsintervalle haben auch auf der Abgasseite insgesamt zu einer wesentlich verbesserten Situation geführt. Dies ist stellvertretend anhand des Parameters organische Stoffe (Abbildung 3) dargestellt.

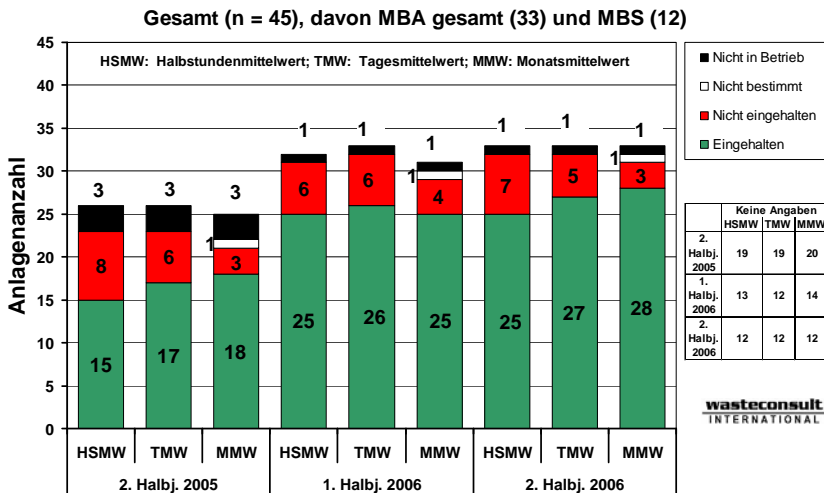


Abbildung 3: Einhaltung der Emissionsgrenzwerte am Beispiel „organischer Stoffe (VOC)“ – bei der mechanisch-biologischen Abfallbehandlung

4.3.3 Geruchsprobleme

Bei 17% aller im Vorhaben betrachteten Anlagen ist das Auftreten von Geruchsproblemen zu verzeichnen. Diese entstehen vor allem beim Umschlag von Abfällen sowie beim Umgang mit Rottematerial. Auch benachbarte Deponien und Zwischenlager werden als Geruchsquellen im weiteren Sinne benannt. Von außen ist schwer zu unterscheiden, ob die MBA, die Kompostierung, das Zwischenlager oder die Deponie die Quelle einer möglichen Geruchsbelastung sind. Die Feststellung der eigentlichen Geruchsquelle ist vor allem im Rahmen von Beschwerden von Anwohnern notwendig.

4.3.4 Bewertung des Forschungsnehmers:

„Mit der großtechnischen Einführung der MBA wurde unter schwierigen Rahmenbedingungen eine anspruchsvolle Pionieraufgabe übernommen. Nicht alle errichteten Anlagen haben sich bewährt, was sich in der geplanten Stilllegung von 2 Anlagen widerspiegelt.

Es sei an dieser Stelle auf die Jahrzehnte dauernde Fortentwicklung der thermischen Abfallbehandlungsanlagen hingewiesen, die auch nach spektakulären Fehlschlägen wie dem Scheitern von Pyrolyseanlagen nach dem Thermoselect® oder dem Schwel-Brenn-Verfahren, die teure Investitionsruinen hinterließen, . Bei der Einführung neuer Techniken müssen meist aufwendige Optimierungsprozesse und auch Rückschläge in Kauf genommen werden.

Die bei den MBA bestehenden Probleme konnten deutlich reduziert werden. Die MBA hat sich im Allgemeinen als geeignete Technik zur Behandlung von Siedlungsabfall entsprechend der gesetzlichen Vorgaben erwiesen. Die noch bestehenden Schwierigkeiten konzentrieren sich im Wesentlichen auf Anlagen mit anaeroben Verfahrensstufen, vor allem Perkolat* und Vollstrom-Nassvergärung.“

*massive Probleme traten bei zwei Anlagen auf, die mittlerweile außer Betrieb genommen wurden.

4.4 Technische und ökologische Bewertung der RTO

Die Anforderungen der 30. BImSchV für mechanisch-biologische Abfallbehandlungsanlagen (MBA) erfordern den Einsatz thermischer Abgasreinigungs-

verfahren. Zur Minimierung des Energiebedarfes der Abgasreinigung ist neben einer weitgehenden Reduzierung der Abgasmengen durch Mehrfachnutzung und Kreislaufführung der Prozessluft ein hohes Maß an Wärmerückgewinnung in der thermischen Abgasreinigungsstufe erforderlich. Als Abgasreinigungsverfahren haben sich in modernen MBA'n die regenerativ-thermischen Oxidationsverfahren (RTO) durchgesetzt, bei denen die Wärmerückgewinnung durch das wechselweise Durchströmen eines Wärmetauschers mit kaltem Roh- und heißem Reingas erfolgt. Die Belastung des MBA-Abgases mit organischen Siliziumverbindungen führt bei der Verbrennung in der RTO zu der Ablagerung von Siliziumdioxid auf den Wärmetauschermaterialien. Dieser Prozess verringert den Durchsatz der Abgasreinigung durch Verblockung und reduziert die Verfügbarkeit der RTO durch verkürzte Wartungs- und Reinigungsintervalle. Das „Siliziumproblem“ ist seit Jahrzehnten aus dem Bereich der thermischen Deponiegasnutzung bekannt. Bei der Planung der vorhandenen MBA'n wurde das Siliziumproblem nicht ausreichend berücksichtigt, so dass in vielen Anlagen bei der Auslegung der RTO-Kapazitäten keine ausreichenden Redundanzen zur Überbrückung der wartungsbedingten Ausfälle vorgesehen wurden. In der Regel verfügen die MBA'n über zwei getrennte RTO-Linien, die jedoch meist keine vollständige Redundanz gewährleisten.

Ein wartungsbedingter Ausfall einer RTO-Linie hat daher zur Folge, dass über mehrere Tage aus den MBA'n nur deutlich geringere Prozessluftmengen ausgeschleust werden können oder bei Anlagen mit Biofilter ein höherer Abgasanteil über dieses Aggregat gereinigt werden muss. Eine reduzierte Ausschleusung von Prozessluft führt zu höheren Konzentrationswerten sowie geringerem Unterdruck innerhalb der MBA und begünstigt so diffuse Emissionen, die zu erheblichen Geruchsbelastungen im Anlagenumfeld führen können. Eine verstärkte Abgasableitung über den Biofilter ist aufgrund der gegenüber einer RTO geringeren Reinigungsleistung eine Hauptursache für die bei MBA 'n auftretenden Überschreitung der Emissionsgrenzwerte (insbesondere beim Parameter organische Stoffe).

Als Lösung hat sich die Erhöhung der RTO-Kapazität durch Nachrüstung einer zusätzlichen Linie bewährt. Ein solcher Ansatz – der schon bei einigen MBA'n um-

gesetzt wurde – ist jedoch mit erheblichen Investitionen - und damit höheren Behandlungskosten in der MBA – verbunden. Die unerwartet hohen Kosten für Energie und Wartung sowie der sich abzeichnende Investitionsbedarf in der Abgasreinigung führten in jüngster Zeit auf Fachtagungen und in Fachveröffentlichungen zu einer verschärften Kritik an den Anforderungen der 30. BImSchV. Zur Untermauerung dieser Kritik wurden bereits in mehreren Veröffentlichungen die Umweltauswirkungen von MBA-Abgasreinigungskonzepten mit Biofilter und RTO verglichen. Diese Vergleiche beschränkten sich bisher weitgehend auf die Beiträge zum Treibhauseffekt durch Energieeinsatz und MBA-Emissionen.

4.5 ASA Studie: „Vergleichende Bewertung der Umweltauswirkungen verschiedener Abluftreinigungskonzepte einer mechanisch-biologischen Restabfallbehandlung“

4.5.1 Untersuchungsrahmen

Die ASA hat daher die Studie „Vergleichende Bewertung der Umweltauswirkungen verschiedener Abluftreinigungskonzepte einer mechanisch-biologischen Restabfallbehandlung“ [10] erstellen lassen, um die mit den Anforderungen der 30. BImSchV verbundenen Umweltauswirkungen zu hinterfragen und eine Grundlage zur Bewertung alternativer Abgasbehandlungsverfahren zu erhalten.

Die ASA-Studie geht beim Umfang der bewerteten Umweltauswirkungen über bisher vorliegenden Veröffentlichungen zur MBA-Abgasreinigung hinaus, die sich meist auf eine Energie- und Treibhausgasbilanz beschränken. Im Rahmen einer Ökobilanz werden unterschiedliche MBA-Konzepte und Abgasreinigungsverfahren neben den Beiträgen zum Treibhauseffekt auch hinsichtlich der Wirkungskategorien Beanspruchung fossiler Ressourcen, Ozonzerstörungspotential, Versauerung, terrestrische Eutrophierung, Ozonbildungspotential, Humantoxizität (Krebs- und PM10-Risiko) hin untersucht.

Im Rahmen der Studie wurden sieben unterschiedliche MBA-Konzepte mit dem Bilanzrahmen „biologische Abfallbehandlung inkl. zugehöriger Abgasreinigung“ untersucht.

Bei der Betrachtung der Varianten mit thermischen Abgasreinigungsverfahren wurden die mittlerweile überwiegend eingesetzte RTO mit thermischen Nachverbrennungsverfahren (TNV) ohne Wärmerückgewinnung verglichen, da bei der TNV geringere Beeinträchtigungen durch die Siliziumoxidbildung erwartet werden. Für die aeroben Verfahren wurde eine Stützfeuerung der thermischen Abgasbehandlung mit Erdgas und bei anaeroben hierzu der Einsatz von Biogas vorausgesetzt.

Die zugrunde gelegten Daten stammen aus Messungen an realen Abfallbehandlungsanlagen oder basieren auf realistischen Annahmen.

4.5.2 Ergebnisse der ASA-Studie:

Ein wichtiges Ergebnis der Studie ist, dass eine TNV nicht als Alternative zur RTO empfohlen werden kann. Thermische Abgasbehandlungsverfahren ohne bzw. nur mit geringer Wärmerückgewinnung erfordern einen deutlich höheren Energieeinsatz und emittieren deutlich größere Mengen verbrennungstypischer Schadstoffe (insbesondere NO_x).

MBA Konzepte mit einer weitgehenden Minimierung der Abgasmengen und einer RTO in der Abgasreinigung weisen hinsichtlich der Minderung organischer Stoffe, des Beitrages zum Treibhauseffekt, Photosmogpotential, Ozonabbaupotential und Emissionen karzinogener Stoffe deutliche Vorteile auf. Abgasreinigungsverfahren mit RTO, die den Energiebedarf (Strom/Stützfeuerung) aus der Nutzung von Biogas (z.B. aus der anaeroben MBA) decken, erhalten auch in der Wirkungskategorie „Beanspruchung fossiler Ressourcen“ eine hervorragende Bewertung.

Aus den Ergebnissen der ASA-Studie ist jedoch auch erkennbar, dass der Aufwand einer weitgehenden Prozessluftminimierung und der RTO-Einsatz nicht unter allen betrachteten Rahmenbedingungen gegenüber dem Biofilter ökologische Vorteile aufweist. Dies gilt insbesondere für die Wirkungskategorien, die stark durch Stick-

oxide und Verbrennungsprozesse bestimmt werden (z.B. Versauerungspotential, Feinstaub).

4.5.3 Bewertung der Ergebnisse:

Eine eindeutige Empfehlung hinsichtlich bestimmter Abgasreinigungsverfahren lässt sich aus der ASA-Studie nicht begründen. Sowohl RTO wie auch Biofilter weisen bei unterschiedlichen Wirkungskategorien Vor- und Nachteile auf.

Gute Bewertungen erhalten MBA-Konzepte mit RTO in der Abgasreinigung vor allem dann, wenn die Abgasmengen – und damit auch der Energiebedarf zur Abgasreinigung – durch ein optimales Prozessluftmanagement im MBA-Prozess weitgehend minimiert werden und der erforderliche Energiebedarf durch Biogas aus einer anaeroben Behandlungsstufe der MBA gedeckt werden kann.

Die ökologische Einstufung der Abgasreinigungsverfahren RTO oder Biofilter ist damit weitgehend vom vorgeschalteten MBA-Konzept abhängig. Durch Optimierungen der Behandlungsschritte und der Verfahrenstechnik der MBA (z.B. Prozessluftmanagement, Nachrüstung anaerober Behandlungsstufen) können mögliche negative Umweltauswirkungen der Abgasreinigung mit RTO deutlich verringert werden.

4.6 Fazit mechanisch-biologische Abfallbehandlung

Aus den Ergebnissen der ASA-Studie lässt sich kein Handlungsbedarf hinsichtlich der Änderung der Anforderungen der 30. BImSchV ableiten. Aufgrund bestehender technischer Probleme und hoher Betriebskosten wird die RTO als Abgasreinigungsverfahren für die MBA - und damit auch die Anforderungen der 30. BImSchV - weiterhin in einer kritischen Diskussion stehen.

Ein Absenken der Anforderungen oder Erhöhung der Emissionsgrenzwerte für die mechanisch-biologische Abfallbehandlung ist jedoch kein vertretbarer Lösungsansatz. Entsprechend den Ergebnissen der ASA-Studie gilt es, die weniger umweltverträglichen MBA-Konzepte zu optimieren. MBA'n mit anaeroben Behandlungsstufen sind in der Energiebilanz, bei den Treibhausgasemissionen und anderen Um-

weltwirkungen den reinen Rotteanlagen deutlich überlegen, der „ökologische Optimierungsbedarf“ ist bei diesen Anlagen deutlich geringer.

In der aeroben MBA werden biogene Abfallbestandteile weitgehend ohne Energienutzung auf biologischem Wege oxidiert. Dieses Potential – das ein Vielfaches des Energiebedarfes der Abgasbehandlung mittels RTO beträgt- gilt es noch für eine energetische Nutzung zu erschließen. Hierfür stehen unterschiedliche Wege zur Verfügung.

Die Maßnahmen reduzieren auch den Prozessluftbedarf und damit die behandlungsbedürftigen Abgasmengen gegenüber klassischen Rotteanlagen, so dass sich der Energiebedarf und damit auch die Kosten der Abgasbehandlung deutlich verringern.

5. Regelungen zur Bioabfallbehandlung – TA Luft

5.1 Schadstoffemissionen aus Kompostierungs- und Vergärungsanlagen

Bei der Bioabfallbehandlung sind nur NH₃- und NMVOC-Emissionen von Bedeutung. SO₂- und NO_x-Emissionen dürften vernachlässigbar gering sein.

– NH₃

Bei der Bioabfallbehandlung kann die Kompostierung und die Vergärung mit Biogasgewinnung unterschieden werden. Bei der Kompostierung kann Ammoniak sowohl während des Prozesses der Rotte als auch bei der Ausbringung des Kompostes emittiert werden. Der jeweilige Anteil hängt von dem erreichten Rottegrad des Kompostes ab (Frischkompost, Fertigungskompost). Die Ammoniakemissionen aus der Kompostierung können durch eine Erfassung der Rotteabgase und einer anschließenden Reinigung in einem sauren Wäscher wesentlich reduziert werden.

Bei der Vergärung treten Ammoniakemissionen erst nach dem geschlossenen Gärprozess in der Nachrotte und/oder bei der Ausbringung des Gärsubstrates auf. Die Ammoniakemissionen bei der Ausbringung hängen wie bei der Klärschlamm- oder Gülleausbringung stark von der Einbringungsart in den Boden ab.

Für die Kompostierung von Bio- oder Grünabfall schätzte das IFEU-Institut 2003 einen Emissionsfaktor von 2,17 bis 2,98 kg NH₃ pro Tonne Abfall. Andere Untersuchungen kommen zu Emissionsfaktoren von 0,6 kg NH₃ pro Tonne Bioabfall. Hinzu kommen Emissionen bei der Ausbringung der fertigen Komposte von etwa 0,4 kg NH₃ pro Tonne Bioabfall. Bei der folgenden Berechnung wird konservativ ein Wert von 1 kg NH₃ pro Tonne Bioabfall inklusive der Ausbringung angenommen. Bei der Vergärung liegen die Werte nach bisherigen Erkenntnissen in einem ähnlichen Bereich.

Ein derzeit laufendes Forschungsvorhaben soll neue Erkenntnisse über die Höhe der Emissionsfaktoren für NH₃ für Kompostierung und Vergärung liefern sowie Empfehlungen für emissionsarme Techniken erbringen.

– NMVOC

Die Methanemissionen der Bioabfallbehandlung belaufen sich laut Angaben des aktuellen National Inventory Reports (NIR 2007) bundesweit auf 26.000 Mg/a.

Nach Ergebnissen der BMBF-Forschungsprojekte (1999) setzen sich die Emissionen an organischen Kohlenstoffverbindungen aus biologischen Abfallbehandlungsanlagen etwa zu zwei Dritteln aus Methan und einem Drittel aus NMVOC zusammen. [11]

Insgesamt ergeben diese Schätzungen folgende Emissionen aus der Behandlung und Verwertung von etwa 12,3 Mio. Tonnen biogenen Abfällen im Jahr (2003):

NH₃ 12.300 Mg/a (ca. 2,2 % der NEC-Emissionshöchstmenge)

NMVOC 13.000 Mg/a (ca. 1,3 % der NEC-Emissionshöchstmenge)

Die folgende Tabelle 4 zeigt die Emissionen und die Emissionshöchstmengen der NEC-Stoffe.

Tabelle 4: Emissionen und Emissionshöchstmengen für Deutschland in der NEC-Richtlinie

Emissionen und Emissionshöchstmengen	SO₂(kt)	NO_x(kt)	NH₃(kt)	NMVOC(kt)
Emissionshöchstmengen NEC-Richtlinie 2010	520	1.051	550	995
Emissionen in Deutschland im Jahre 2000	643	1.645	638	1.528

5.2 Regelungen der TA Luft

Die TA Luft von 2002 enthält unter Punkt 5.4.8.5 konkrete Regelungen für den Betrieb von Kompostierungsanlagen. Unter dem Aspekt der Verminderung von Ammoniak- und NMVOC-Emissionen sind vor allem die unter *Bauliche und betriebliche Anforderungen* genannten Regelungen zur geschlossenen Bauweise und zur Abgasbehandlung von Bedeutung:

„c) Anlagen sollen möglichst geschlossen ausgeführt werden. Dies gilt besonders für solche Anlagen, die geruchsintensive nasse oder strukturarme Bioabfälle (z.B. Küchen- und Kantinenabfälle) oder Schlämme verarbeiten. Bei einer Durchsatzleistung der Anlagen von 10 000 Mg je Jahr oder mehr sind die Anlagen (Bunker, Hauptrotte) geschlossen auszuführen. ...

e) In geschlossenen Anlagen oder offenen Anlagen mit einer Absaugeinrichtung sind staubhaltige Abgase an der Entstehungsstelle, z.B. beim Zerkleinern, Absieben oder Umsetzen, soweit wie möglich zu erfassen. Abgase aus Reaktoren und belüfteten Mieten sind einem Biofilter oder einer gleichwertigen Abgasreinigungs-

einrichtung zuzuführen. Biofilter sind einer regelmäßigen Leistungsüberprüfung zu unterziehen, um ihre bestimmungsgemäße Reinigungsleistung zu gewährleisten; dies kann z.B. durch eine mindestens jährliche Prüfung der Einhaltung der Geruchsstoffkonzentration von 500 GE/m^3 im Abgas erfolgen.“

Bioabfälle aus Haushalten und Gewerbe können als geruchsintensive Einsatzstoffe eingeschätzt werden und sie sind zudem reich an Stickstoffverbindungen, was die Grundlage für hohe Ammoniakemissionen ist.

Weitere Regelungen zu Ammoniakemissionen aus Kompostierungsanlagen finden sich im allgemeinen Teil der TA Luft. Nr. 5.2.4 TA Luft enthält eine für alle Anlagen geltende NH_3 -Begrenzung von $0,15 \text{ kg/h}$ für den Massenstrom oder von 30 mg/m^3 für die Massenkonzentration im Abgas. Diese Emissionsbegrenzungen gelten auch für Bioabfallbehandlungsanlagen.

Eine Kompostierungsanlage mit 3000 Tonnen Jahresdurchsatz und einem Emissionsfaktor von $0,6 \text{ kg NH}_3$ pro Tonne Bioabfall liegt rein rechnerisch über der Frachtbegrenzung von $0,15 \text{ kg NH}_3$ pro Stunde (ca. $0,205 \text{ kg NH}_3/\text{h}$ bei 8760 Jahresstunden Betrieb). Daraus folgt, dass im Abgas die Konzentration von $30 \text{ mg NH}_3/\text{m}^3$ eingehalten werden muss.

Bestehende Anlagen (Altanlagen) mussten bis zum 30.10.2007 so nachgerüstet werden, dass sie die Anforderungen der TA Luft einhalten. Im Ergebnis bedeutet die Umsetzung der TA Luft aus Sicht des BMU, dass Kompostierungsanlagen, die Bioabfälle aus Haushalten und Gewerbe verarbeiten, faktisch ab einem Durchsatz im Bereich von 3.000 Tonnen jährlich (untere Gültigkeitsgrenze der TA Luft bzw. der 4. BImSchV) mit geschlossenem Annahmehbereich und einer geschlossenen Hauptrotte zu betreiben sind. Das Abgas aus diesen Bereichen muss gefasst und behandelt werden. Notwendig ist hierfür eine Kombination von Biofilter und vorgeschaltetem saurem Wäscher. Verschiedene Untersuchungen haben gezeigt, dass der Wäscher zur Abtrennung von Ammoniak von großer Bedeutung ist, da andernfalls der Abbau von Ammoniak im Biofilter zur verstärkten Entstehung von Lachgas (N_2O), einem extrem starken Treibhausgas, führt. Hohe Ammoniakkonzentrationen

können außerdem durch Vergiftung die gesamte Wirkung des Biofilters beeinträchtigen. Ein Biofilter ohne vorgeschalteten sauren Wäscher kann also unter dem Aspekt des Klimaschutzes mehr Schaden anrichten als er Nutzen bringt.

NMVOE-Emissionen lassen sich durch einen ordnungsgemäß betriebenen Biofilter wirkungsvoll reduzieren.

5.3 Fazit Behandlung von Bioabfällen

Die Kompostierung von Bioabfällen trägt nicht unerheblich zu den Ammoniak- und NMVOE-Emissionen in Deutschland bei. Besonders bei den Ammoniakemissionen ist mit einer Überschreitung der Emissionshöchstgrenzen der NEC-Richtlinie zu rechnen, wenn nicht zusätzliche Maßnahmen ergriffen werden. Zur Erreichung der Ziele der NEC-Richtlinie und im Sinne eines wirkungsvollen Umweltschutzes müssen die Ammoniak- und NMVOE-Emissionen aus der Bioabfallbehandlung reduziert werden.

Die Umsetzung der TA-Luft hinsichtlich der geschlossenen Bauweise und der Abgasreinigung kann zu einer deutlichen Reduzierung dieser Emissionen beitragen und dient somit der geforderten Zielerreichung der Luftreinhaltung. Eine Kombination von saurem Wäscher und Biofilter kann sowohl Ammoniak- als auch NMVOE-Emissionen deutlich reduzieren, ohne dass es dabei zur Erhöhung von klimaschädlichen Lachgasemissionen kommt.

6. Gesamtfazit

Die erhöhten Anforderungen an die Luftreinhaltung, die für die Zeithorizonte bis 2010 und anschließend mit einer weiteren Verschärfung bis 2020 umzusetzen sind, zwingen auch den Abfallbereich, weitere Verbesserungen der Abgasreinigung zu realisieren.

Für die thermische Abfallbehandlung ist insgesamt der höchste Abgasreinigungsstandard in der Abfallwirtschaft erreicht. Dieser Standard wird im praktischen Betrieb zuverlässig eingehalten und von MVAs in der Regel deutlich unterschritten.

Dennoch wird es für MVAs aber auch für die Mitverbrennung erforderlich sein, die Anlagen zukünftig mit verbesserter NO_x-Minderung zu betreiben. Hierfür ist eine Verordnung (37. BImSchV) mit verschärften Grenzwerten in der Entscheidungsfindung.

Für die mechanisch-biologische Abfallbehandlung ist der Abgasreinigungsstandard im Vergleich zur thermischen Abfallbehandlung niedriger. Weiter musste festgestellt werden, dass die Altanlagenregelung der 30. BImSchV (5 Jahre) nicht genutzt wurde, um die im praktischen Betrieb auftretenden technischen Schwierigkeiten fristgerecht zu lösen. Durch technische Optimierungen konnten erst in den letzten Jahren Erfolge erreicht werden. Diese Optimierungen sind aber noch nicht in allen Fällen befriedigend abgeschlossen, so dass weitere Anstrengungen durch einzelne Anlagenbetreiber erforderlich sind. Eine Abschwächung der Emissionsstandards der 30. BImSchV, um die beschriebenen Probleme zu lösen, ist nicht vorgesehen.

Bei der biologischen Abfallbehandlung (insbesondere Bioabfallkompostierung) sind große Minderungspotentiale für NH₃ und NMVOC gegeben. Die vorhandenen Anforderungen der TA-Luft werden in vielen Anlagen nicht eingehalten. Hier besteht daher Handlungsbedarf durch die zuständigen Behörden der Länder.

7. Literaturverzeichnis

- [1] ABl. L 242 vom 10.9.2002, S. 1.
- [2] KOM (2005) 446 endgültig: Mitteilung der Kommission an den Rat und das Europäische Parlament – Thematische Strategie zur Luftreinhaltung; 21. September 2005
- [3] Questions and answers on the Thematic Strategy on air pollution, Kommission, Brüssel 21.9.2005, S. 4; <http://ec.europa.eu/environment/air/caf/e/index.htm>
- [4] KOM (2001) 245 endgültig: Mitteilung der Kommission: Das Programm "Saubere Luft für Europa" (CAFÉ). Eine Thematische Strategie für die Luftqualität

- [5] Nationales Programm zur Verminderung der Ozonkonzentration und zur Einhaltung der Emissionshöchstmengen gemäß § 8 der 33. BImSchV, BMU, 2007; http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/nationales_programm_ozon.pdf
- [6] Entwurf und Begründung: Verordnung zur Absicherung von Luftqualitätsanforderungen – 37. BImSchV; <http://www.bmu.de/luftreinhaltung/downloads/doc/40513.php>
- [7] U. Lahl. Neue Anforderungen an die Abgasreinigung – die 37. BImSchV. Vortrag Berliner Abfallwirtschafts- und Energiekonferenz, 30.1.2008: Link siehe BMU-Website
- [8] Verordnung über die umweltverträgliche Ablagerung von Siedlungsabfällen und über biologische Abfallbehandlungsanlagen; Bundesgesetzblatt – Teil 1 Nr. 10, Bonn den 27.02.2001
- [9] Wasteconsult International: Anlagen zur mechanisch-biologischen Restabfallbehandlung, UFOPLAN-FKZ 206 33 301, Juni 2007
- [10] IFEU – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg: Vergleichende Bewertung der Umweltauswirkungen verschiedener Abluftreinigungskonzepte einer mechanisch-biologischen Restabfallbehandlung, Heidelberg 2007
- [11] Soyez, K.; Thrän, D.; Hermann, T.; Koller, M.; Plickert, S.: Ergebnisse des BMBF-Verbundvorhabens mechanisch-biologische Abfallbehandlung. In: Hösel, G.; Bilitewski, B.; Schenkel, W.; Schnurer, H.: Müll-Handbuch, Bd. 5, Tz. 5613. Loseblattsamml. Berlin: E. Schmidt, Ergänzungslieferung 4/01

8. Links

1. BMU:

<http://www.bmu.de/abfallwirtschaft/aktuell/aktuell/3794.php>

http://www.bmu.de/fb_abf/

http://www.bmu.de/fb_abf/

<http://www.bmu.de/luftreinhaltung/feinstaub/doc/36607.php>

<http://www.bmu.de/luftreinhaltung/aktuell/aktuell/1704.php>

2. NRW:

<http://www.lanuv.nrw.de/luft/gesetze.htm>

<http://www.bmu.de/luftreinhaltung/feinstaub/doc/37087.php>

3. UBA:

<http://www.umweltbundesamt.de/abfallwirtschaft/index.htm>

4. EU:

http://www.bmu.de/fb_abf/?fb=2968 mit weiteren Links

<http://europa.eu.int/comm/environment/air/index.htm>

<http://europa.eu.int/comm/environment/air/cafe/index.htm>

5. OECD:

http://www.bmu.de/fb_abf/?fb=36456 mit weiteren Links

6. Auskunftsstellen EU und national:

http://www.bmu.de/fb_abf/?fb=2970