

Protokoll des Fachgesprächs
„Mikroorganismen in der Umgebung von
Bioabfallbehandlungsanlagen“
vom 30.09.2004 in Bonn

Inhalt

1	Gesundheitliche Auswirkungen von Mikroorganismenaerosolen	2
2	Beitrag von Kompostierungsanlagen zur Erhöhung der Konzentration an Mikroorganismen in der Umgebungsluft	4
2.1	Natürliche Hintergrundkonzentration von Schimmelpilzen in der Umwelt	4
2.2	Messung von Bioaerosolen in der Bioabfallbehandlung.....	6
2.3	Messung von Mikroorganismen-Emissionen aus Kompostierungsanlagen und Erfassung der Immissionen in deren Umgebung	7
3	Geruchsemissionen und Immissionen in der Umgebung von Kompostierungsanlagen .	10
4	Modellierung	12
5	Derzeitige technische Ausstattung von Kompostierungsanlagen	13
6	Anforderungen der TA Luft im Hinblick auf den Schutz der Bevölkerung vor Bioaerosolen aus Kompostierungsanlagen.....	14
6.1	Technische Maßnahmen.....	14
6.2	Abstandsregelung TA Luft.....	15
6.3	Dynamisierungsklausel zu Mikroorganismen-Emissionen.....	16
7	Zusammenfassung	17
	Anhang Emissionsrelevante Anlagenteile bei biologischen Abfallbehandlungsanlagen und mögliche Minderungsmaßnahmen	19

1 Gesundheitliche Auswirkungen von Mikroorganismenaerosolen

Biologische Aerosole bestehen aus lebensfähigen und nicht lebensfähigen Mikroorganismen (Pilze, Viren, Bakterien) sowie deren Bestandteilen (Endotoxine, Glukane, Allergene) und Stoffwechselprodukten (MVOC, Mykotoxine). Zur Beantwortung der Frage nach der gesundheitlichen Relevanz von biologischen Aerosolen stellte Frau Grüner in ihrem Vortrag zunächst Ergebnisse aus der Arbeitmedizin vor, da es bisher nur wenige umweltmedizinische Untersuchungen dazu gibt. Folgende Wirkungen von Schimmelpilzen sind bekannt:

- Allergien
Alle Schimmelpilze können Allergien auslösen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass auch von nicht kultivierbaren oder abgetöteten Schimmelpilzen eine allergene Wirkung ausgehen kann. Für eine Erstsensibilisierung sind wahrscheinlich relativ hohe Konzentrationen erforderlich. Für allergische Reaktionen (z. B. Asthmaanfälle) bei sensibilisierten Personen reichen aber Konzentrationen von 10^2 Sporen/m³ Luft aus.
- Reizende toxische Wirkungen
Lebende und tote Schimmelpilze können in höheren Konzentrationen toxische Wirkungen (v. a. Entzündungsreaktionen) auslösen. Die daraus resultierenden Krankheitsbilder sind das Mucous Membran Irritation Symptom (MMI), mit Entzündungen der Atemwegsschleimhäute und der Bindehäute und das Organic Dust Syndrom (ODTS), mit Asthma, toxischer Pneumonitis sowie allgemeinen Symptomen wie Müdigkeit und Fieber. Das MMI kann bereits durch mittlere Konzentrationen von Schimmelpilzen ausgelöst werden (10^3 KBE/m³), während das ODTS nur bei sehr hohen Konzentrationen (10^6 - 10^9 KBE/m³) auftritt.
- Infektionen
Einige Arten von Schimmelpilze können Infektionen hervorrufen. Diese treten aber nur sehr selten und bei stark immungeschwächten Personen auf.

Mit Bioaerosolen hoch belastete Arbeitsplätze finden sich z. B. in der Landwirtschaft und in der Abfallwirtschaft. Bei Bauern treten vermehrt Allergien (Typ 1 und Typ 4) gegen Schimmelpilze, Actinomyceten, Tierepithelien, Milben, Heu, Stroh, Futtermittel u.ä. auf. Außerdem finden sich toxische Krankheitsbilder wie MMI und ODTS. Frau Grüner stellte eine Studie vor, bei der Arbeitnehmer an Bioaerosol-belasteten Arbeitsplätzen der Abfallwirtschaft häufiger Beschwerden der oberen Atemwege und der Augenbindehaut angaben und auch öfter an Augen- und Halsentzündungen litten als eine Kontrollgruppen ohne diese Belastung. In arbeitsmedizinischen Studien wurde - im Gegensatz zu umweltepidemiologischen Studien - eine Dosis-Wirkungsbeziehung zwischen der Konzentration der Schimmelpilze in der Luft und dem Auftreten toxisch bedingter Symptome nachgewiesen. Da auch nicht kultivierbare Schimmelpilze diese Symptome auslösen können,

ist die (mikroskopische) Erfassung der Gesamtkonzentration aller vorhandenen Schimmelpilze wichtig.

Auch Bakterien, die oft zusammen mit Schimmelpilzen vorkommen, können Allergien und toxische Wirkungen auslösen. So können Actinomyceten Typ 4 Allergien auslösen und die Endotoxine Gram-negativer Bakterien haben toxische Wirkungen.

Aus diesen Ergebnissen wird deutlich, dass - besonders durch hohe Konzentrationen - biologischer Aerosole gesundheitliche Probleme hervorgerufen werden können. Es stellt sich die Frage, mit welchen Auswirkungen in der Umgebung von Kompostierungsanlagen gerechnet werden muss. Bei sehr hohen Konzentrationen an Schimmelpilzen (Spitzenbelastung 10^6 KBE/m³), wie sie in der Umgebung einer Anlage gemessen wurden (1. Hessenstudie, siehe 2.3), wurden ähnliche gesundheitliche Beschwerden (Atemwegsbeschwerden, Bindehautprobleme) bei den Anwohnern gefunden wie bei den Arbeitnehmern an belasteten Arbeitsplätzen. Diese Befunde lassen sich jedoch nicht verallgemeinern. Normalerweise werden viel geringere Konzentrationen in der Umgebung von Kompostierungsanlagen gemessen (siehe 2), so dass als mögliche gesundheitliche Auswirkungen nur allergische Probleme bei sensibilisierten Personen (ab 10^2 KBE/m³) sowie das MMI (ab 10^3 KBE/m³) in Frage kommen. In einer neuen Studie konnten bei einer untersuchten Kompostierungsanlagen mit niedrigen Keimemissionen bei den umliegenden Bewohnern keine gesundheitlichen Probleme festgestellt werden.

Herr Böhm mahnte in seinem Vortrag (siehe auch 3) zur Vorsicht bei der Interpretation von Messergebnissen im Hinblick auf ihre umweltmedizinische Bedeutung. Er gab zu Bedenken, dass selbst bei Kompostwerkern, die hohen Konzentrationen von Mikroorganismen ausgesetzt sind der Nachweis kausaler Zusammenhänge schwierig sei. Bei niedrigeren Konzentrationen, wie sie in der Umgebung von Kompostierungsanlagen normalerweise auftreten, sei dies ein noch größeres Problem. Außerdem wies er darauf hin, dass im Hinblick auf ubiquitär vorkommende Mikroorganismen eine Serokonversion allein noch keine Krankheit darstellt und es sehr schwierig ist deren Entstehung einer bestimmten Quelle zuzuordnen. Die Beurteilung von Messergebnissen in Bezug auf Kompostierungsanlagen muss auch Expositionen an anderen zum Lebensraum des Menschen gehörenden Außen- und Innenbereichen berücksichtigen (siehe auch 2).

Fazit:

- Schimmelpilze können Allergien, toxische Wirkungen und (sehr selten) Infektionen hervorrufen. Toxische Wirkungen sind nur bei hohen Schimmelpilzkonzentrationen zu erwarten, wie sie an belasteten Arbeitsplätzen auftreten können. Andere Bestandteile biologischer Aerosole (z. B. Bakterien) tragen zu diesen Wirkungen bei.

- Bei sehr hohen Mikroorganismen-Emissionen aus einer Kompostierungsanlage traten bei den Anwohnern toxische Symptome auf, die vergleichbar waren mit Krankheitsbildern von Arbeitnehmern auf mit Bioaerosolen belasteten Arbeitsplätzen. Bisher ist jedoch nur eine solche Anlage beschrieben worden, die sehr ungünstig zur Wohnbebauung gelegen war und inzwischen geschlossen wurde.
- In einer neueren Studie traten bei den Anwohnern in der Nähe einer Kompostierungsanlagen mit geringeren Mikroorganismen-Emissionen keine gesundheitlichen Probleme auf.

2 Beitrag von Kompostierungsanlagen zur Erhöhung der Konzentration an Mikroorganismen in der Umgebungsluft

Schimmelpilze sind ein wichtiger Teil unserer belebten Natur. Sie können viele unterschiedliche Stoffe (z. B. Holz) abbauen und leisten als Destruenten somit einen essentiellen Beitrag zum Kohlenstoffkreislauf. Schimmelpilze können unterschiedliche Überdauerungsstadien bilden, die im allgemeinen Sprachgebrauch unter dem Begriff Sporen zusammengefasst werden. Diese Sporen verbreiten sich über die Luft. Daher sind in der Außenluft immer Schimmelpilzsporen vorhanden. Gemessene Schimmelpilzkonzentrationen in der Umgebung von Kompostierungsanlagen können daher nicht absolut sondern nur im Vergleich zur natürlichen Hintergrundbelastung beurteilt werden. Entsprechendes trifft auch für Bakterien wie z. B. Actinomyceten zu.

2.1 Natürliche Hintergrundkonzentration von Schimmelpilzen in der Umwelt

Zur Beurteilung der Auswirkung von Kompostierungsanlagen auf die Schimmelpilzkonzentration in der Umgebungsluft ist die Kenntnis von Hintergrundkonzentrationen von Schimmelpilzen unerlässlich. Herr Gabrio stellte in seinem Vortrag zunächst dar, dass die Bestimmung der Hintergrundkonzentration von Schimmelpilzen mit vielen Unsicherheiten verbunden ist.

Zum einen schwanken die natürlich vorkommenden Konzentrationen an Schimmelpilzen in der Luft erheblich je nach Jahreszeit, Witterung (Wind, Regen, Temperatur) und Ort (siehe unten). Die jahreszeitlich und witterungsbedingten Schwankungen können sich je nach Schimmelpilzart über eine, in Einzelfällen sogar über zwei Zehnerpotenzen erstrecken. Zum anderen muss die Messunsicherheit beim Nachweis der Schimmelpilze berücksichtigt werden. Die Streuung der Werte bei Mehrfachbestimmungen liegt in der Regel im Bereich von 30 % - 50 %. Außerdem sind nicht alle Schimmelpilze kultivierbar und die Bestimmung der vorhandenen Schimmelpilzarten ist nicht immer einfach durchzuführen, wie Ergebnisse aus Ringversuchen zeigen. Aus diesen Unsicherheiten bei der Bestimmung der

Hintergrundkonzentration ergibt sich, dass die Bewertung von Schimmelpilzkonzentrationen in der Luft nicht aus Einzelmessungen erfolgen kann und einen hohen Sachverstand voraussetzt.

Herr Gabrio stellte im weiteren Verlauf des Vortrags Ergebnisse zur Hintergrundkonzentration von Schimmelpilzen in der Außenluft vor, die im Forschungsprojekt „Beobachtungsgesundheitsämter Baden-Württemberg“ (1997-2003) und in einem vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit geförderten UFOPLAN-Projekt „Erhebung von Hintergrundwerten für die Bewertung von Schimmelpilzen im Innenraum“ (2002-2004) gewonnen wurden.

Danach lag die Konzentration kultivierbarer Schimmelpilze¹⁾ im Winter im Bereich von 100 KBE/m³. Im Sommer wurden Konzentrationen von mehreren Tausend KBE/m³ nachgewiesen. Dabei gab es bei bestimmten Schimmelpilzarten besonders große Konzentrationsschwankungen (z. B. *Cladosporium* spp. und *Alternaria* spp.). Bei anderen Arten wurden im Sommer und Winter ähnliche Konzentrationen gemessen (z. B. *Aspergillus* spp. und *Penicillium* spp.).

Herr Böhm wies in seinem Vortrag darauf hin, dass auch in „natürlichen“ Umweltkompartimenten, die als weitgehend unbelastet gelten, hohe Konzentrationen an Schimmelpilzen und Bakterien auftreten können. Als Beispiel nannte er u.a. eine Untersuchung im Mischwald, bei der für die Schimmelpilzkonzentration ein Median von ca. 10³ KBE/m³ und ein Maximum von ca. 10⁴ KBE/m³ gemessen wurde. Für Bakterien lagen die Konzentrationen mit einem Median von ca. 10³ KBE/m³ und einem Maximum von 10⁵ KBE/m³ noch darüber.

Als Indikatorart zur Beurteilung von Mikroorganismen-Emissionen aus Kompostierungsanlagen wird oft *Aspergillus fumigatus* vorgeschlagen, da diese Schimmelpilzart während des Kompostierungsprozesses regelmäßig in hohen Konzentrationen auftritt, sonst aber in der Außenluft nur in geringen Konzentrationen vorkommt. Für *Aspergillus fumigatus* wurde in den Projekten von Herrn Gabrio im Winter und im Sommer in der Außenluft ein Median von 0 KBE/m³, ein 95. Perzentil von ca. 50 KBE/m³ und ein Maximalwert von 100 KBE/m³ ermittelt. Ähnliche Werte wurden auch in anderen Studien erhalten. Herr Fischer wies in der Podiumsdiskussion auf eigene Arbeiten²⁾ hin, nach denen Hintergrundwerte von bis zu 20 KBE/m³ in „unbelasteter“ Außenluft angenommen werden können und in der Regel in ländlichen Gebieten mit Konzentrationen < 10 KBE/m³ zu rechnen ist. Herr Böhm stellte in seinem Vortrag Hintergrundwerte vor, die über einen Zeitraum von sieben Jahren an von

¹⁾ Die Konzentration an kultivierbaren Schimmelpilzen in der Luft wird angegeben als Kolonie bildende Einheiten (KBE) pro m³.

²⁾ Fischer et al. (2004): Verfahrensabhängige Emission von Schimmelpilzen und MVOC aus Kompostieranlagen. Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 64: 160-167

Abfallbehandlungsanlage unbelasteten Standorten erhoben wurden. Danach ergab sich für die Konzentration an *Aspergillus fumigatus* ein Medianwert von 0 KBE/m³ und ein Mittelwert von ca. 100 KBE/m³. Als Maximalwert wurden ca. 10⁴ KBE/m³ gemessen. Bei solch hohen Konzentrationen muss eine starke Emissionsquelle in der Nähe des Messortes angenommen werden. Für thermophile Actinomyceten, die ebenfalls als Indikator für Mikroorganismen-Emissionen aus Kompostierungsanlagen diskutiert werden, wurde ein Medianwert von 0 KBE/m³, ein Mittelwert von ca. 100 KBE/m³ und ein Maximalwert von ca. 10⁵ KBE/m³ ermittelt.

2.2 Messung von Bioaerosolen in der Bioabfallbehandlung

Herr Böhm wies in seinem Vortrag zunächst nochmals auf die Unsicherheiten bei der Erfassung von Bioaerosolen hin. Bioaerosole sind von ihrer qualitativen und quantitativen Zusammensetzung her einer erheblichen Dynamik unterworfen (Art und Anzahl der Partikel, Art der Mikroorganismen, Überlebensfähigkeit, Stressfaktoren, Strömungsverhältnisse). Die kurze Sammeldauer bei der Luftkeimmessung liefert daher oft keine repräsentative Probe. Beliebig viele Wiederholungen der Messung sind in der Praxis aber nicht möglich. Außerdem wird durch die Art des Sammelgeräts und die Probenaufarbeitung das Ergebnis beeinflusst. Ergebnisse aus Luftkeimmessungen müssen daher mit Sachverstand interpretiert werden.

Im weiteren Verlauf des Vortrages stellte Herr Böhm Ergebnisse von Bioaerosolmessungen in verschiedenen Bereichen von Kompostierungsanlagen vor. Als Quelle für die Bioaerosole kommen primäre Quellen (Bioabfall, Kompost) und sekundäre Quellen (Mensch, Maschinen, Biofilter) in Frage. Die Zuordnung der gemessenen Mikroorganismen zu einer bestimmten Quelle ist meist schwierig, außer es gibt Mikroorganismen, die spezifisch für bestimmte Prozesse sind. Je weiter man sich von der Quelle entfernt, desto schwieriger wird die Zuordnung, da es auch noch andere als die anlagenbezogenen Quellen in der Umgebung gibt. In sechs Kompostierungsanlagen wurde die Emission an Bakterien und an *Aspergillus fumigatus* bei verschiedenen Prozessschritten (Anlieferung, Sortierung, Umsetzung, Feinaufbereitung) untersucht. Bakterien wurden in Konzentrationen von 10³ KBE/m³ bis 10⁸ KBE/m³ (Median 10⁵ KBE/m³), *Aspergillus fumigatus* in Konzentrationen von < 10² KBE/m³ bis 10⁷ KBE/m³ (Median 10⁴ KBE/m³) nachgewiesen. Bei der offenen Mietenkompostierung waren die Anlieferung mit Schreddern und die Nachrotte mit Absieben die Prozessschritte mit der höchsten Mikroorganismen-Emission.

Auch in der von Herrn Kämpfer durchgeführten BMBF-Studie (siehe auch 2.3) wurden in der Anlage beim Umsetzen von Mieten, beim Schreddern und beim Absieben des Fertigungskompostes teilweise sehr hohe Konzentrationen an Schimmelpilzen (10⁶ KBE/m³)

nachgewiesen. Neben diesen diffusen Quellen waren auch die Biofilter für die Freisetzung von Mikroorganismen verantwortlich (siehe 2.3).

2.3 Messung von Mikroorganismen-Emissionen aus Kompostierungsanlagen und Erfassung der Immissionen in deren Umgebung

Frau Szewzyk verwies in einer kurzen Einführung auf die Aktivitäten des Länderausschusses für Immissionsschutz, Unterausschuss Wirkungsfragen hin. Dort werden Informationen zu Schimmelpilzmessungen in der Umgebung von Kompostierungsanlagen in einer Tabelle zusammengetragen, die laufend aktualisiert wird.

Frau Schilling stellte eine Untersuchung des Landesumweltamtes Nordrhein-Westfalen zu Emissions- und Immissionsmessungen an Kompostierungsanlagen vor.

Für die Emissionsmessungen wurden 5 Anlagen mit Biofilter untersucht. Diffuse Emissionen wurden nicht erfasst, da es dafür bisher keine Messstrategie gibt. Es wurden mesophile Pilze, thermotolerante Pilze, *Aspergillus fumigatus*, Gesamtbakterien (37 °C) und thermophile Actinomyceten untersucht.

Bei allen Messungen wurden im Gas nach dem Biofilter geringere Konzentrationen an anlagenspezifischen Mikroorganismen (z. B. *A. fumigatus*, thermophile Actinomyceten) gefunden, als im unbehandelten Rohgas. Der Grad der Rückhaltung variierte aber sehr stark; teilweise wurde die Konzentration um mehrere Zehnerpotenzen verringert, teilweise war nur eine geringe Rückhaltung nachweisbar. Insgesamt zeigt dies, dass sich diese Mikroorganismen in ordnungsgemäß betriebenen Biofiltern nicht vermehren, sondern dass im Gegenteil eine Reduzierung kompostspezifischer Mikroorganismen erreicht wird.

Bei den Immissionsmessungen wurden drei Kompostierungsanlagen mit unterschiedlicher Bauweise ausgewählt: offen, teilweise eingehaust mit Biofilter und vollständig eingehaust mit Biofilter. Mit Hilfe von Fächermessungen (mit zeitgleicher Messung an allen Messorten) in Windrichtung wurden entfernungsabhängige Immissionsprofile aufgenommen und mit den in Luv der Anlage gemessenen Hintergrundkonzentrationen verglichen. Anlagennah wurden für die kompostierungsspezifischen Mikroorganismen (*A. fumigatus* und thermophile Actinomyceten) Maximalwerte von 10^2 KBE/m³ (eingehauste Anlage), 10^4 KBE/m³ (teileingehauste Anlage) und 10^5 KBE/m³ (offene Anlage) ermittelt. Die Konzentration der kompostierungsspezifischen Parameter erreichte bei der vollständig eingehausten Anlage in 200 m Entfernung und bei der teileingehausten und der offenen Anlage in 500 m die Größenordnung der Hintergrundkonzentration. Bei der offenen Anlage wurden allerdings an einem (von vier) Messtagen auch in 500 m Entfernung noch erhöhte Konzentrationen festgestellt. Betriebsaktivitäten - insbesondere Umsetzen der Mieten - führten zu höheren Immissionskonzentrationen bei der teilweise eingehausten und der offenen Anlage. Diese Untersuchung zeigt, dass die Bauart der Anlage einen maßgeblichen Einfluss auf die Reichweite der Immission hat.

Herr Kämpfer wies in seinem Vortrag zunächst darauf hin, dass in das SRU-Gutachten die neuen Ergebnisse der BMBF-Studie noch nicht eingeflossen sind. Das SRU-Gutachten bezieht sich u.a. auf die „1. Hessenstudie“, die 1997-1999 durchgeführt wurde. In dieser Studie wurde die Ausbreitung von Bioaerosolen unter „*worst case*“ Bedingungen gemessen d.h. es wurden meteorologisch besonders ungünstige Verhältnisse (nächtliche Kaltluftabflüsse) mit Arbeitsaktivitäten in der Anlage kombiniert. Unter diesen Bedingungen wurden in einer Entfernung von 550 m noch 10^5 KBE/m³ *A. fumigatus* und thermophile Actinomyceten gefunden. Bei dieser Anlage wurden auch gesundheitliche Beschwerden bei den Anwohnern in der Umgebung festgestellt (siehe auch 1).

In der neuen BMBF-Studie wurden an insgesamt neun Anlagen Emissions- und Immissionsmessungen durchgeführt. Dabei wurde sowohl unter Normalbedingungen (häufigste meteorologische Situation mit normalem Arbeitsbetrieb) als auch unter „*real worst case*“ Bedingungen gemessen (ungünstigste meteorologische Situation aber ohne zusätzliche Simulation von Arbeitsschritten). Als mikrobiologische Parameter wurden u. a. thermophile Pilze und thermophile Actinomyceten untersucht. Gleichzeitig wurden auch Geruchserfassungen vorgenommen (siehe 3). Bei den Emissionsmessungen wurden sowohl unterschiedliche Arbeitsschritte in der Anlage, als auch die Biofilter untersucht. Biofilter können bei schlechter Wartung statt eine Reduzierung der Bioaerosole zu bewirken, eine Quelle für Bioaerosole darstellen. Neben den Biofiltern waren diffuse Flächenquellen bei Aktivitäten in der Anlage in erheblichem Umfang für die Freisetzung von Mikroorganismen verantwortlich (siehe auch 2.2). Bei den Immissionsmessungen wurde an allen Anlagen eine Reduktion der Mikroorganismenkonzentration mit zunehmender Entfernung der Anlage festgestellt. Bereits relativ anlagenah bei 300 m war die Konzentration deutlich reduziert. Eine weitere Abnahme in größerer Entfernung war weniger stark ausgeprägt. Bei den meisten Untersuchungen erreichten die Konzentrationen der thermotoleranten Schimmelpilze und thermophilen Actinomyceten in Entfernungen von 300-500 m Größenordnungen die der Konzentration im Luv der Anlage entsprachen (10^1 - 10^2 KBE/m³). Diese Konzentrationen sind gegenüber den normalerweise gemessenen Hintergrundkonzentrationen (siehe 1) leicht erhöht und deuten darauf hin, dass möglicherweise der im Luv gelegene Messpunkt teilweise von der Anlage beeinflusst gewesen sein könnte. Besonders unter ungünstigen meteorologischen Bedingungen (*real worst case*) zeigte sich der Anlageneinfluss auch noch über weitere Entfernungen, in Einzelfällen bis zu 1500 m. Die Konzentration der Mikroorganismen nahm dann mit der Entfernung zur Anlage kaum ab. Unter bestimmten meteorologischen Gegebenheiten (z. B. Wind in Richtung eines Wohngebiets) sollte daher auf freisetzungsrelevante Tätigkeiten verzichtet werden.

Fazit:

- Mikroorganismen-Emissionen aus Kompostierungsanlagen können nur im Vergleich zu natürlichen Hintergrundkonzentrationen beurteilt werden. Dies ist schwierig da die Hintergrundkonzentrationen starken Schwankungen (Jahreszeit, Witterung, Ort) unterworfen sind.
- Die Messung von Schimmelpilzen ist mit einer großen Unsicherheit verbunden. Die Streuung von Mehrfachmessungen liegt in der Regel bei 30 % - 50 %. Aus einzelnen Messwerten lassen sich keine Schlussfolgerungen ableiten. Bei zukünftigen Messungen sollten einheitliche (möglichst genormte) Vorgehensweisen und Nachweisverfahren verwendet werden, um eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu ermöglichen.
- Typische Hintergrundkonzentrationen kultivierbarer Schimmelpilze im Winter sind 100 KBE/m³, im Sommer einige Tausend KBE/m³. Vereinzelt werden aber auch höhere Werte (10⁴) gemessen.
- Thermotolerante Schimmelpilze und thermophile Actinomyceten können als Indikatoren für Mikroorganismen-Emissionen aus Kompostierungsanlagen dienen. Die normale Hintergrundkonzentrationen von *Aspergillus fumigatus* ist sehr gering (Median 0 KBE/m³). Vereinzelt können aber auch unabhängig von Kompostierungsanlagen hohe Werte (10⁴ KBE/m³) auftreten, aufgrund anderer Emissionsquellen. Hohe Konzentrationen im Luv von Kompostierungsanlagen sollten nicht als normale Hintergrundkonzentration herangezogen werden.
- In Kompostierungsanlagen werden - insbesondere bei Prozessschritten wie Schreddern, Mietenumsetzten und Sieben – hohe Konzentrationen an Schimmelpilzen und Bakterien freigesetzt.
- Allgemein gültige Abstandsregelungen lassen sich aus den Studien zur Immission nicht ableiten.
- Die Bauart der Anlage hat einen großen Einfluss auf die Reichweite der Immissionskonzentration. Die geringste Reichweite findet sich bei geschlossenen Anlagen mit gut funktionierendem Biofilter.
- Biofilter unterscheiden sich sehr stark in ihrem Rückhaltevermögen für kompostspezifische Mikroorganismen. Hier besteht Forschungsbedarf zur Optimierung der Biofilter.
- Topographische und meteorologische Faktoren haben ebenfalls einen großen Einfluss auf die Immission und müssen bei der Standortentscheidung berücksichtigt werden.
- Unter bestimmten meteorologischen Bedingungen sollte auf freisetzungrelevante Tätigkeiten verzichtet werden.

3 Geruchsemissionen und Immissionen in der Umgebung von Kompostierungsanlagen

Die von Anwohnern in der Nähe von Kompostierungsanlagen wahrgenommene Belästigung bezieht sich auf schlechte Gerüche. Mikroorganismen-Aerosole sind nicht sichtbar und können von den Anwohnern daher auch nicht registriert werden. Starke Geruchsbelästigungen können zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen führen. Dies ergab sich bei umweltmedizinischen Studien an einer Anlage mit starker Mikroorganismen- und Geruchsimmission in einem nahe gelegenen Wohngebiet (1. Hessenstudie). Diese Beeinträchtigungen bleiben auch nach der Ausschaltung der Geruchsquelle (Schließung der Anlage) erhalten, wie in einer follow-up Studie gezeigt werden konnte (Memoryeffekt). Daher kommt der Kontrolle von Gerüchen eine große Bedeutung zu.

Herr Both stellte in seinem Vortrag zunächst die gesetzlichen Regelungen zu Geruchsbelästigung im Umfeld von Bioabfallbehandlungsanlagen dar. Im Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) wird in § 1 und § 3 der Schutz vor Immissionen, die „Gefahren, erhebliche Nachteile oder erhebliche Belästigungen“ herbeiführen als Schutzziel definiert. Geruchsimmissionen fallen unter den Begriff „erhebliche Belästigungen“. In der TA Luft 2002 sind zur Minderung von Geruchsbelästigungen genauere Vorgaben enthalten. Für Kompostierungsanlagen wird ein Emissionsgrenzwert von 500 GE/m³ eingeführt. Bei geschlossener Bauweise wird ein Mindestabstand von 300 m zur Wohnbebauung gefordert. Für offene Anlagen muss ein größerer Mindestabstand von 500 m eingehalten werden. Für Anlagen > 10.000 t/Jahr muss eine geschlossene Bauweise vorgesehen werden. Außerdem gibt es Anforderungen zur Emissionsminderung. So sind geruchsintensive Abgase in der Regel einer Abgasreinigungseinrichtung zuzuführen (z. B. Biofilter) oder es sind gleichwertige Maßnahmen zu treffen. Die Leistung der Biofilter ist jährlich zu überprüfen. In der Geruchsimmissions-Richtlinie werden die Erhebungsmethoden zur Erfassung von Geruchsimmissionen festgelegt. Es werden außerdem Geruchsimmissionswerte festgelegt: für Wohn-/Mischgebiete dürfen Geruchsimmissionen in höchstens 10 % der Zeit auftreten; in Gewerbe-/Industriegebieten in maximal 15 % der Zeit.

Im weiteren Verlauf des Vortrags stellte Herr Both einige Geruchsmessungen in der Umgebung von Kompostierungsanlagen vor. Bei einer Grünabfallkompostierungsanlage mit offener Mietenkompostierung war der Immissionswert in einer Entfernung von ca. 300 m eingehalten. Die Reichweite der Kompostiergerüche war geringer als 500 m. Bei einer Bioabfallanlage wurde der Immissionswert ebenfalls in einer Entfernung von ca. 300 m eingehalten. Die Reichweite der Kompostiergerüche war jedoch – wahrscheinlich aufgrund von diffusen Quellen – weiter als 500 m. Daraus ergibt sich, dass Grünabfallkompostierungsanlagen auch bei nicht eingehaustem Betrieb bei Einhaltung der Mindestabstände unproblematisch hinsichtlich Geruchsimmissionen sind. Probleme treten nur auf bei

unsachgemäßem Betrieb wie z. B. Anlieferung auf zu hohen Haufen, zu langes Liegenlassen, anaerobe Zustände in der Miete, problematischer Rottegrad des Endprodukts. Bei Bioabfallkompostierung sieht der Stand der Technik bereits eine Einhausung bei der Anlieferung/Aufbereitung und bei der Hauptrotte vor, wobei die Abluft über Biofilter behandelt wird. Auch bei der Bioabfallkompostierung ergeben sich Probleme mit Gerüchen nur bei nicht sachgerechtem Betrieb wie z. B. lange Verweilzeit in der Biotonne mit vielen Störstoffen, anaerobe Zustände in der Miete, Rottegrad des Endprodukts oder mangelnde Wartung des Biofilters. Sachgerecht gefahrene Biofilter sind in der Lage die Geruchsemissionen erheblich zu reduzieren. Zusammenfassend sah Herr Both Geruchsprobleme bei Kompostierungsanlagen insgesamt nur bei nicht sachgerechtem Betrieb. Anforderungen der 30. BImSchV an die regenerative Nachverbrennung sind für die Begrenzung der Geruchsimmissionen bei Kompostierungsanlagen daher nicht erforderlich.

Herr Kämpfer berichtete in seinem Vortrag über Geruchsmessungen im Rahmen des BMBF-Forschungsprojektes. Es wurden zum einen Emissionsmessungen durchgeführt (Flächenquellen und Biofilter). Zum anderen wurden durch Fahnenbegehungen Geruchsimmissionen im Umfeld der Anlage erfasst. Bei den Emissionsmessungen zeigte sich, dass die Biofilter Gerüche deutlich reduzieren. Im Vergleich zur Rohluft wurden in der Reinluft 1 bis 1,5 Zehnerpotenzen weniger Geruchsemissionen festgestellt (Wirkungsgrad 90-95 %). Trotzdem stellten Biofilter eine wesentliche Quelle für Gerüche dar. Diffuse Quellen setzten relativ gesehen weniger Gerüche frei. Bei den Immissionsmessungen gingen die Geruchshäufigkeiten in 500-800 m Entfernung auf 0-10 % zurück.

Ein Zusammenhang zwischen Mikroorganismen und Gerüchen ergab sich in den meisten Fällen weder bei den Emissions- noch bei den Immissionsmessungen. Nur bei einer Anlage mit flacher Topographie im Umfeld zeigte sich ein Zusammenhang zwischen der Konzentration an Mikroorganismen und den Geruchshäufigkeiten.

Fazit:

- Geruchsprobleme bei Kompostierungsanlagen ergeben sich bei Einhaltung der Mindestabstände nur bei nicht sachgerechtem Betrieb. Die Betriebsführung sollte regelmäßig kontrolliert werden.
- Anforderungen der 30. BImSchV an die regenerative Nachverbrennung sind für die Begrenzung der Geruchsimmissionen bei Kompostierungsanlagen nicht erforderlich.
- In der Regel gibt es keine Korrelation zwischen Mikroorganismen-Immissionen und Geruchshäufigkeiten.

4 Modellierung

Die detaillierte Erfassung der Ausbreitung von Mikroorganismen und Gerüchen durch Messungen für jede Anlage mit unterschiedlichen topographischen und meteorologischen Gegebenheiten ist aus Zeit- und finanziellen Gründen nicht durchführbar. Eine Modellierung von „normal case“ und „worst case“ Szenarien könnte v. a. bei der Planung neuer Anlagen bei der Standortfrage eine große Hilfe sein.

Herr Müller stellte in seinem Vortrag zunächst das Modell AUSTAL 2000G vor, das die Modellierung der Ausbreitung von Gerüchen ermöglicht und auf dem Modell zur Ausbreitungsrechnung für Schadstoffe der TA Luft (AUSTAL 2000) aufbaut. Dieses Modell eignet sich im Prinzip – ev. mit einigen Erweiterungen – auch für die Modellierung der Ausbreitung von Mikroorganismen. Schwierigkeiten bereitet die Emissionsbeschreibung v. a. bei offenen Anlagen mit bodennahen diffusen Quellen und komplexen Ausbreitungssituationen. Außerdem muss berücksichtigt werden, dass auf dem Weg von der Emission zur Immission (Transmission) sich die Konzentration der Mikroorganismen durch zusätzliche Faktoren (z. B. Absterben) verändern kann. Trotz dieser Schwierigkeiten können mit der Modellierung die potentiellen Belastungen der Anwohner durch eine Kompostierungsanlage bei der Standortauswahl geschätzt werden und ggf. entsprechende Minderungsmaßnahmen gefordert werden. Für eine generelle Empfehlung von Abstandsregelungen reichen die vorhandenen Daten jedoch noch nicht aus.

Herr Müller forderte für eine sinnvolle Modellierung die Festlegung einer relevanten Immissionsdauer. Bei anderen Parametern werden als Datengrundlage Jahresmittelwerte, Tagesmittelwerte oder z. B. 1 h Mittelwerte herangezogen. Bei der Erfassung der Mikroorganismen-Emission werden oft nur einzelne Kurzzeitmessungen zugrunde gelegt. Eine systematische Ermittlung der Immissionsbelastung ist bei zukünftigen Studien notwendig. Es sollten bessere Emissionsmessungen erfolgen und das Immissionsfeld sollte durch gleichzeitige Messungen (wie in der Studie in NRW, siehe 2) unter Berücksichtigung der Meteorologie erfasst werden. Die Datenerhebung sollte unter Beachtung von Qualitätssicherungsmaßnahmen durch ein interdisziplinäres Team erfolgen. Die aus solchen Studien hervorgehenden validierten Daten können dann zur Fortentwicklung des Modellsystems herangezogen werden.

Fazit:

- Das Modell Austal 2000 eignet sich – evtl. mit einigen Ergänzungen – auch für die Modellierung der Ausbreitung von Mikroorganismen.
- Durch Modellrechnungen können bei der Standortauswahl potentielle Belastungen der Anwohner geschätzt werden.
- Für eine generelle Abstandsregelung ist die Datenlage noch nicht ausreichend.

- Zur Verbesserung des Modellsystems sind validierte Ausgangsdaten zur Emission und Immission erforderlich.

5 Derzeitige technische Ausstattung von Kompostierungsanlagen

Die Diskussion um die technische Ausstattung der Kompostierungsanlagen und auch die Ausführungen von Herrn Kehres zu diesem Thema fokussierten sich auf die Frage der offenen oder geschlossenen Bauweise und die damit verbundene Möglichkeit der Ablufterfassung und -reinigung. Aus den Anforderungen der Nr. 5.4.8.5 der TA Luft geht hervor, dass Kompostierungsanlagen die mehr als 3000 t Durchsatz pro Jahr haben, möglichst geschlossen ausgeführt werden sollen. Anlagen mit einem Durchsatz von mehr als 10.000 t/a *müssen* geschlossen ausgeführt werden.

Die Ausführungen von Herrn Kehres (Bundesgütegemeinschaft Kompost) ergaben folgendes Bild zur Frage der geschlossenen oder offenen Ausführung der Anlagen:

Die Bundesgütegemeinschaft vertritt zur Zeit 431 Kompostierungsanlagen, das sind etwa die Hälfte aller Anlagen. 29 % dieser Anlagen verarbeiten reine Garten- und Parkabfälle. Von diesen Garten- und Parkabfallkompostierungsanlagen werden 99 % als offene Anlagen betrieben, obwohl 23 % dieser Anlagen eine Kapazität >10.000 t/a haben und weitere 57 % mit ihrer Jahreskapazität zwischen 3.000 und 10.000 t liegen.

Auch von den Anlagen zur Kompostierung von gemischten Bioabfällen werden mehr als die Hälfte (54 %) offen betrieben. Von den Kompostierungsanlagen für gemischte Bioabfälle haben 36 % eine Kapazität über 10.000 t/a und weitere 59 % liegen zwischen 3.000 und 10.000 t/a.

Von den heute schon geschlossen betriebenen Anlagen haben 85 % eine Kapazität von mehr als 10.000 t/a. Nur 15% der geschlossenen Anlagen liegen mit ihrer Kapazität zwischen 3.000 und 10.000 t/a.

Für Altanlagen gibt es bei der Umsetzung der Anforderungen der TA Luft eine Übergangsfrist von 5 Jahren nach Inkrafttreten. Das bedeutet, dass die Forderung nach einer geschlossenen Bauweise für Altanlagen bis zum 30.10.2007 umgesetzt sein muss.

Ein Unterschied im technischen Standard zeigt sich im Vergleich zwischen alten und neuen Bundesländern. Während in den alten Ländern 54 % der Kompostierungsanlagen für gemischte Bioabfälle geschlossen betrieben werden, sind dies in den neuen Ländern nur 23 %.

Diese Unterschiede sind nach Aussage von Herrn Kehres noch gravierender, wenn man auch die Anlagen betrachtet, die nicht in der Bundesgütegemeinschaft organisiert sind.

Eine uneinheitliche Anwendung der TA Luft führt zu wirtschaftlichen Vorteilen für Anlagen mit geringer technischer Ausstattung, da diese auf Grund der niedrigeren Behandlungskosten die Bioabfälle von besser ausgestatteten Anlagen abziehen.

Aus Sicht der Bundesgütegemeinschaft Kompost sollte für Kompostierungsanlagen für Garten- und Parkabfälle grundsätzlich keine Einhausung gefordert werden. Die Einhausung sollte grundsätzlich von dem Einsatz von geruchsintensiven Einsatzstoffen abhängig gemacht werden, wie dies gemäß TA Luft bisher nur für Anlagen <10.000 t/a gilt.

Fazit:

- Die TA Luft ist in Bezug auf geschlossene Bauweise bei weitem nicht vollständig umgesetzt. Für die Umsetzung der Anforderungen bei Altanlagen gilt eine Übergangsfrist bis zum 30.10.2007.
- Bei der technischen Ausstattung der Anlagen besteht ein erhebliches Gefälle von den alten zu den neuen Bundesländern.
- Um eine Lenkung der Bioabfallströme in technisch mangelhaft ausgestattete und betriebene Kompostierungsanlagen zu verhindern, ist eine bundesweit einheitliche Umsetzung der Anforderungen der TA Luft erforderlich.

6 Anforderungen der TA Luft im Hinblick auf den Schutz der Bevölkerung vor Bioaerosolen aus Kompostierungsanlagen

6.1 Technische Maßnahmen

Die in der TA Luft formulierten Anforderung hatten ursprünglich das Ziel Staubemissionen und Gerüche zu vermeiden. Dies gilt auch für die Forderung nach einer geschlossenen Bauweise und die Erfassung und Reinigung der Abluft. Es kann jedoch festgestellt werden, dass eine geschlossene Bauweise oder eine Planenabdeckung von Mieten auch zu einer Reduzierung der Keimemissionen führt (Schilling, Kummer). Herr Kummer stellte darüber hinaus dar, dass die Abluftbehandlung mit Biofiltern eindeutig zu einer Reduzierung kompostspezifischer Mikroorganismen (thermotolerante Schimmelpilze, thermophile Actinomyceten) führt. Andererseits sind Biofilter auch eine Quelle für Mikroorganismen-Emissionen. Die Vielfalt an Ausgestaltungsmöglichkeiten und Betriebsweisen bei Biofiltern erschweren Aussagen zum Abscheidegrad für Mikroorganismen. Hier ist weitere Forschung zur Optimierung von Biofiltern notwendig (siehe auch 2).

Die thermisch-regenerative Abluftreinigung (RTO) ermöglicht nach ersten Untersuchungen Rückhalteeffizienzen für Mikroorganismen zwischen 95 und 100% (Kummer). Bisher wird die RTO jedoch zur Reinigung der Abluft von Kompostierungsanlagen nicht eingesetzt.

Wesentlichen Einfluss auf die Emissionen von Mikroorganismen aus Kompostierungsanlagen haben sogenannte freisetzungrelevante Tätigkeiten, dies sind vor allem Tätigkeiten bei denen das Rottematerial bewegt wird, wie z. B. Umsetzen von Mieten und Absieben von Störstoffen. Herr Kämpfer forderte, dass zu einem sachgerechten Anlagenbetrieb gehört, solche freisetzungrelevanten Tätigkeiten nicht bei ungünstigen Wetterlagen durchzuführen (siehe auch 2.3). Das bedeutet, dass Anlagenbetreiber über eventuell mögliche problematische Wetterlagen informiert sein müssen, um in den entsprechenden Fällen Mikroorganismen-Emissionen minimieren zu können.

Herr Kummer schlug eine Reihe von technischen Maßnahmen vor (siehe Anhang), mit denen die folgenden Ziele verfolgt werden:

- Minimierung der Emissionen bei Materialbewegungen
- Minimierung von meteorologischen Einflüssen, hauptsächlich hinsichtlich Verwehungen
- Minimierung von Luft- und Abluftmengen
- Minimierung der Emissionen am Entstehungsort (z. B. Aggregatkapselung).

Unabhängig von den genannten technischen Maßnahmen lassen sich Keimemissionen wesentlich reduzieren, wenn die Anlagen ordnungsgemäß und sauber betrieben werden. Nach Herrn Kehres gibt es Anlagen, bei denen dies nicht gewährleistet ist. Es muss also geprüft werden, mit welchen Mitteln ein solcher ordnungsgemäßer Betrieb durchgesetzt werden kann.

6.2 Abstandsregelung TA Luft

Die TA Luft regelt in Nr. 5.4.8.5 auch Mindestabstände zur Wohnbebauung. Bei der Errichtung von Anlagen mit über 3.000 t Durchsatz pro Jahr ist ein Mindestabstand zur Wohnbebauung von 500 m vorgesehen. Wenn die Anlagen geschlossen ausgeführt sind (Bunker, Haupt- und Nachrotte), kann dieser Abstand auf 300 m reduziert werden.

Im Gegensatz zu den in der TA Luft formulierten technischen Anforderungen (z. B. geschlossene Bauweise) lässt sich bei Altanlagen die Forderung nach einem Mindestabstand nicht nachträglich umsetzen. Diese Mindestabstände wurden zur Reduktion von Gerüchen eingeführt, sie tragen aber natürlich auch zu einer Reduktion der Mikroorganismen-Immission bei.

Nach den bisherigen Untersuchungen reichen die in der TA-Luft geforderten Abstände in der Regel auch aus, um die Gefährdung der Anwohner durch kompostspezifische Bioaerosole zu minimieren. So wurden in einer Studie in Nordrhein-Westfalen (siehe Bericht Frau Schilling 2.3) bei einer eingehausten Kompostierungsanlagen für die kompostierungsspezifischen Parameter thermotolerante Pilze und *Aspergillus fumigatus* die Hintergrundwerte bereits bei

einem Abstand von 200 m zur Anlage erreicht. Bei einer teileingehausten und einer offenen Anlagen waren in der Regel in einem Abstand von 500 m zur Anlage keine erhöhten Werte mehr messbar. (siehe auch 2.3). Auch in den von Kämpfer durchgeführten Untersuchungen hat sich gezeigt, dass im Regelfall im Abstand von 500 m zur Anlage die Konzentration von kompostspezifischen Mikroorganismen im Bereich der gemessenen Hintergrundkonzentrationen von 10^1 und 10^2 KBE/m³ liegt. In wieweit dies den durchschnittlichen Hintergrundkonzentrationen entspricht war umstritten (siehe 2).

Unter bestimmten meteorologischen und topographischen Gegebenheiten können jedoch in Ausnahmefällen auch noch weiter entfernt von der Kompostierungsanlage erhöhte Konzentrationen von kompostspezifischen Mikroorganismen nachgewiesen werden. Dies wurde besonders deutlich in der 1. Hessenstudie (nächtlicher Kaltluftabfluss, siehe 1) und auch bei den neueren Untersuchungen von Herrn Kämpfer (siehe 2.3) traten im Einzelfall kompostspezifische Mikroorganismen-Immissionen bis zu 1.500 m von der Anlage auf. Herr Kämpfer zieht daraus den Schluss, dass unter bestimmten meteorologischen Gegebenheiten auf freisetzungrelevante Tätigkeiten in der Kompostierungsanlage verzichtet werden sollte.

Bereits während der Planung neuer Anlagen müssen daher die topografischen Bedingungen in Verbindung mit regelmäßig auftretenden meteorologischen Ereignissen untersucht werden, um Fehlplanungen wie im Falle der Kasseler Anlage zu verhindern.

Herr Kummer kommt zu dem Schluss, dass Mindestabstände ein sinnvolles Planungselement sind, dass aber trotzdem die lokalen topografischen und meteorologischen Verhältnisse sachgerecht zu berücksichtigen sind. Die Abschätzung sinnvoller Maßnahmen zur Emissionsminderung muss in jedem Fall standortbezogen erfolgen.

6.3 Dynamisierungsklausel zu Mikroorganismen-Emissionen

Zur Emission von Keimen und Endotoxinen ist in der TA Luft festgelegt, dass Maßnahmen zu prüfen sind, diese nach dem Stand der Technik zu vermindern (Dynamisierungsklausel).

Ein Schwerpunkt der Podiumsdiskussion, die sich an die einzelnen fachlichen Vorträge anschloss, war, ob nach heutigem Stand des Wissens zur Minderung der Mikroorganismen-Emissionen über die TA-Luft hinaus gehende bauliche Anforderungen notwendig sind.

Im Ergebnis waren sich die Experten einig, dass aus Vorsorgegründen eine Minderung der Mikroorganismen-Emissionen aus Kompostierungsanlagen notwendig ist und dass dieses Ziel mit den bestehenden Vorgaben erreicht werden kann. Es wurde betont, dass die Defizite nicht bei weitergehenden Anforderungen baulicher Art liegen, sondern bei der einheitlichen

Durchsetzung der technischen Vorgaben und einer guten fachlichen Betriebspraxis. Wie eine bessere Kontrolle der bestehenden Anlagen erreicht werden kann (verschärften Kontrollen? Leitfaden zur guten fachlichen Praxis? Anlagen-TÜV?) wurde kontrovers diskutiert.

Besonders kontrovers wurde auch die Forderung nach einer Einhausung der Anlagen diskutiert, insbesondere im Hinblick auf Grünschnittkompostierungsanlagen und kleinere Anlagen. Herr Böhm gab z. B. zu Bedenken, dass aus Arbeitsschutzgründen eine Einhausung kontraproduktiv sei und daher nicht generell gefordert werden solle.

Von Herrn Kehres wurde argumentiert, dass Schimmelpilz-Emissionen zu einem großen Anteil aus der Nachrotte stammen, für die die Anforderung der geschlossenen Bauweise in keinem Fall gilt.

Fazit:

- Die Vorsorgeanforderungen nach Nummer 5.4.8.5 der TA Luft 2002 stellen den heutigen Stand der Technik dar. Weitergehende bauliche Vorsorgeanforderungen an Kompostierungsanlagen – über die TA Luft hinaus – sind nicht erforderlich. Durch die Einhaltung der Anforderungen der TA Luft und eine gute fachliche Betriebspraxis wird eine sehr gute Minderung der Mikroorganismen-Immissionen aus Kompostierungsanlagen erreicht.
- Ungünstige meteorologische und topografische Gegebenheiten (z. B. nächtlicher Kaltluftabfluss) können jedoch zu erhöhten Mikroorganismen-Immissionen führen, die bei der Planung von Kompostierungsanlagen berücksichtigt werden müssen und bei Altanlagen zu weitergehenden Maßnahmen führen können.
- Beim Betrieb einer Kompostierungsanlage gibt es eine Reihe technischer Maßnahmen, mit denen sich Mikroorganismen-Emissionen verringern lassen.
- Wichtig für eine Minimierung der Emissionen ist, dass eine Anlage entsprechend den Regeln für eine gute fachliche Praxis betrieben wird. Dieser ordnungsgemäße Anlagenbetrieb könnte zukünftig z. B. durch eine Art Anlagen-TÜV regelmäßig überprüft werden. Es sollte geprüft werden, ob die Genehmigung von Anlagen von einer Teilnahme an einem Qualitätssicherungssystem abhängig gemacht werden kann.
- Zur Verbesserung möglicher Maßnahmen zur Minderung von Keimemissionen aus Kompostierungsanlagen wäre die Bildung einer interdisziplinären Arbeitsgruppe sinnvoll.

7 Zusammenfassung

- Mikroorganismen-Aerosole können – insbesondere in hohen Konzentrationen – gesundheitliche Auswirkungen haben. Daher müssen Mikroorganismen-Immissionen aus

Kompostierungsanlagen aus Vorsorgegründen durch emissionsmindernde Maßnahmen und Abstandsregelungen minimiert werden.

- Die Ermittlung des Anlageneinflusses sollte durch Messung „anlagenspezifischer Mikroorganismen“ wie *Aspergillus fumigatus* und thermophile Actinomyceten erfolgen, da deren natürliche Hintergrundkonzentration niedrig und keinen starken Schwankungen unterworfen ist. Dabei muss die Messunsicherheit beachtet werden. Es sollten genormte Verfahren (KRdL im VDI und DIN) zum Nachweis der Mikroorganismen verwendet werden.
- Die Vorsorgeanforderungen nach Nummer 5.4.8.5 der TA Luft 2002 stellen den heutigen Stand der Technik dar. Weitergehende bauliche Vorsorgeanforderungen an Kompostierungsanlagen – über die TA Luft hinaus – sind nicht erforderlich. Durch die Einhaltung der Anforderungen der TA Luft und eine gute fachliche Betriebspraxis wird eine sehr gute Minderung der Mikroorganismen-Immissionen aus Kompostierungsanlagen erreicht.
- Ungünstige meteorologische und topografische Gegebenheiten (z. B. nächtlicher Kaltluftabfluss) können jedoch zu erhöhten Mikroorganismen-Immissionen führen, die bei der Planung von Kompostierungsanlagen berücksichtigt werden müssen und bei Altanlagen zu weitergehenden Maßnahmen führen können. Durch Modellrechnungen können bei der Standortauswahl potentielle Belastungen der Anwohner geschätzt werden (Einzelfallprüfung).
- Geruchsprobleme bei Kompostierungsanlagen ergeben sich bei Einhaltung der Mindestabstände nur bei nicht sachgerechtem Betrieb. In der Regel gibt es keine Korrelation zwischen Mikroorganismen-Immissionen und Geruchshäufigkeiten.
- Zur Optimierung von Biofiltern besteht Forschungsbedarf.
- Wichtig ist eine bundesweit einheitliche Umsetzung der bestehenden Anforderungen der TA Luft sowie eine regelmäßige Kontrolle der Betriebsführung in den Anlagen, um eine Lenkung der Bioabfallströme in technisch mangelhaft ausgestattete und betriebene Kompostierungsanlagen zu verhindern. Es sollte geprüft werden, ob die Genehmigung von Anlagen von einer Teilnahme an einem Qualitätssicherungssystem abhängig gemacht werden kann.
- Zur Verbesserung möglicher Maßnahmen zur Minderung von Keimemissionen aus Kompostierungsanlagen wäre die Bildung einer interdisziplinären Arbeitsgruppe sinnvoll.

Emissionsrelevante Anlagenteile bei biologischen Abfallbehandlungsanlagen und mögliche Minderungsmaßnahmen

Bereich	Emissionsrelevanz	Minderungsmaßnahmen abhängig von Standort, Verfahren		
		betriebliche Vorkehrungen	maschinentechnische Vorkehrungen	bauliche Vorkehrungen
Anlieferung (ggf. Bunkerbereich)	gering	zeitnahe Aufbereitung der Abfälle, regelmäßige Reinigung der Verkehrsflächen, zeitnahe Einbringung des Materials in den Aufbereitungs-/Behandlungsprozess	Ausrüstung der Sammelfahrzeuge mit Presswasserauffangbehältern, gezielte aktive Entlüftung des entsprechenden Bereiches, Einhausung (z.B. gekapselter Aufgabebunker)	Überdachung, Windschutz, Einhausung, Schmutzwasserfassungssystem
Zwischenlagerbereich für strukturarme, biogene Abfälle (z.B. aus Biotonnen oder organische gewerbliche Abfälle)	mittel	langfristige Lagerungen möglichst vermeiden, regelmäßige Reinigung der Verkehrs- und Lagerflächen, Vermeidung von Wasserzutritt (z.B. Folienabdeckung), Auffangen und Ableiten von Presswasser, Abdeckung mit Planen	gezielte aktive Entlüftung des entsprechenden Bereiches, Einhausung (z.B. gekapselter Aufgabebunker)	Überdachung, Windschutz, Einhausung, Schmutzwasserfassungssystem
Zwischenlagerbereich für strukturreiche biogene Abfälle z.B. Grünschnitt aus Garten-/Parkanlagen	gering bis mittel	siehe Ausführungen zum Zwischenlagerbereich für strukturarme, biogene Abfälle, mit Presswasseraustritt ist jedoch in der Regel nicht zu rechnen, Abdeckung mit Planen	siehe Ausführungen zum Zwischenlagerbereich für strukturarme, biogene Abfälle, aufgrund der Relevanz wird auf eine aktive Entlüftung in der Regel verzichtet werden können	siehe Ausführungen zum Zwischenlagerbereich für strukturarme, biogene Abfälle, aufgrund der Relevanz wird in der Regel ein Windschutz, max. eine zusätzliche Überdachung ausreichen.
Aufbereitungsbereich	mittel bis hoch	Materialbewegungen auf ein Minimum reduzieren, Staubemissionen vermeiden (Bewässerung, Sprühnebel), möglichst geringe Betriebszeit	geringe Fallhöhen bzw. Übergabestellen gekapselt, Maschinenaggregate nach Möglichkeit kapseln, Bewässerungs- bzw. Staubniederschlagssysteme an den Aggregaten, aktive Entlüftung der gekapselten Aggregate bzw. der geschlossenen Bereiche	Überdachung, Windschutz, Einhausung

Bereich	Emissionsrelevanz	Minderungsmaßnahmen abhängig von Standort, Verfahren		
		betriebliche Vorkehrungen	maschinentechnische Vorkehrungen	bauliche Vorkehrungen
biologische Behandlung	je nach Verfahren gering (z.B. Teilschritt Vergärung) bis hoch, Spitzen bei Umsetzungsvorgängen (Rotteverfahren)	Materialbewegungen auf ein Minimum reduzieren, Staubemissionen vermeiden (Bewässerung, Sprühnebel) Rotteverfahren: Sicherstellung eines opt. Wassergehalts in den jeweiligen Behandlungsschritten, Vermeidung von anaeroben Zonen (z.B. Anordnung einer Häckselmatte unterhalb der Mieten), Berücksichtigung der meteorologischen Daten bei relevanten Behandlungsschritten, Abdeckung des Materials mit Planen	geringe Fallhöhen bzw. Übergabestellen gekapselt, Maschinenaggregate nach Möglichkeit kapseln, Bewässerungs- bzw. Staubniederschlagssysteme an den Aggregaten, aktive Entlüftung der gekapselten Aggregate bzw. der geschlossenen Bereiche, aktive Belüftung (Absaugung)	Überdachung, Windschutz, Einhausung
Konfektionierung (z.B. Frisch- und Fertigungskompost, heizwertreiche Fraktion)	mittel bis hoch	Materialbewegungen auf ein Minimum reduzieren, Staubemissionen vermeiden (Sprühnebel)	geringe Fallhöhen bzw. Übergabestellen gekapselt, Maschinenaggregate nach Möglichkeit kapseln, Staubniederschlagssysteme an den Aggregaten, aktive Entlüftung der gekapselten Aggregate bzw. der geschlossenen Bereiche, aktive Belüftung (Absaugung)	Überdachung, Windschutz (besonders wichtig), Einhausung
Lager	gering (ohne Materialbewegung) bis mittel	Abstimmung der erforderlichen Lagerkapazitäten auf das jeweilige Verwertungs-/Entsorgungskonzept, möglichst geringe Lagerzeiten und Lagermengen realisieren. Materialbewegungen auf ein Minimum reduzieren, Staubemissionen minimieren (Folienabdeckung, Sprühnebel), optimalen Wassergehalt beachten, Abdeckung des Materials mit Planen	maschinelle Lagerbewirtschaftung und dadurch Realisierung von geringen Fallhöhen und Staubniederschlagssysteme (wirtschaftlich nur bei großen Anlagen vertretbar)	Überdachung, Windschutz (besonders wichtig), Einhausung
Verladung und Abtransport	gering bis mittel	Materialbewegungen auf ein Minimum reduzieren, Transportfahrzeuge abdecken	maschinelle Verladung (z.B. Containerverladung, Absackanlagen)	Überdachung, Windschutz (besonders wichtig), Einhausung
Verkehrswege	mittel (gering bis hoch)	regelmäßige Wartung, nach Möglichkeit feucht	Kehrmaschinen, bei trockener Reinigung Absaugsysteme einsetzen	

Quelle: Volker Kummer: Bioaerosolemissionen bei der biologischen Abfallbehandlung und mögliche Minderungsmaßnahmen. In: 67. Darmstädter Seminar - Abfalltechnik - "Emissionen aus der Abfallbehandlung - Energie, Emissionen, Messtechnik" 14. November 2002