



## Fachliche Fragestellungen zum Aerosol Fachgespräch am 30.09.04

### FRAGE 3: Wie ist die Geruchsbelästigung in der Umgebung von Kompostierungsanlagen?

**Gibt es Unterschiede zwischen geschlossenen und offenen Anlagen?**

#### FAZIT:

Die Geruchskonzentrationen liegen bei Bioabfallkompostierungsanlagen in vergleichbaren Bereichen, wie sie auch für Hühner- und Schweinehaltung angegeben werden. Einzelne Spitzen können bei Bearbeitungsprozessen während schlechter Rotteprozessführung auftreten.

Die eingehausten Annahme- und Vorrottebereiche können durch Biofiltereinsatz auf einen sehr geringen Anteil an den Gesamtgeruchsfrachten der Anlage reduziert werden (bis 95 % der Rohgaskonzentrationen). Etwa 60 bis 70 % der Geruchsemissionen stammen aus dem in offener Mietenkompostierung erfolgenden Nachrottebereich.

Der geringe Anteil der Annahme und Bunkerung von Bioabfällen am Gesamtumfang der Geruchsfrachten von Bioabfallkompostierungsanlagen liegt meist unter 10 %. Damit kann die allgemeine Forderung der TA-Luft nach Einhausung dieses Prozessabschnittes nicht gerechtfertigt werden. Hier erschließt die Direktbeschickung der Kompostmieten deutlich stärkere Minderungspotenziale.

Bei optimierter Rotteprozessführung werden zulässige Geruchsfrachten in Abständen zwischen 150 bis 300 m erreicht. Einzelfallereignisse (z.B. Umsetzen) können sich bei schlechter Rotteführung bis zu 1.000 m Entfernung auf die Geruchsbelastung auswirken. Für jede Anlage werden Einzelfallentscheidungen empfohlen, deren Ergebnis von den Umfeldbedingungen, vom Abstand zu Wohnbebauungen sowie von der Inputmaterialart- und -durchsatzmenge abhängen.

#### QUELLENZITATE:

*Auszüge aus: Amlinger, F., Hildebrandt, U., Müsken, J., Cuhls, C. und Clemens, J.: Stand der Technik der Kompostierung, Vorläufiger Endbericht, 2004*

### 6.2.3 Entstehung von Geruchsstoffen bei der Kompostierung

Die wichtigsten Randbedingungen zur Unterscheidung der bei der Kompostierung entstehenden Geruchsstoffe hinsichtlich ihrer chemischen Struktur und ihrer Freisetzung in verschiedenen Rottephasen sind Sauerstoffversorgung und Art der jeweils aktiven Mikroorganismen, sowie die Temperatur und der pH-Wert im Kompostmaterial. Kuchta (1994) und Jager, J. et al. (1995) gehen beispielsweise zur Einteilung der jeweils entstehenden Geruchsstoffe von vier verschiedenen lang anhaltenden Rottephasen aus:

- mesophile Startphase,
- Selbsterhitzungsphase,
- thermophile Phase und
- Reifungsphase

Diese Untergliederung folgt zwar der Temperaturentwicklung während des Rottevorganges, setzt aber andere Prioritäten, wie die unter rein biologischen Gesichtspunkten gewählt. Als thermophile Phase wird von den genannten Autoren nur der Abschnitt mit Temperaturen über 70 °C im Rottegut bezeichnet.

Thermophile Organismen sind jedoch bereits ab 45 °C vorherrschend. Zudem engt sich das Artenspektrum beginnend mit 60 °C über 70 °C deutlich ein, was zum einen die Abbaugeschwindigkeit verlangsamt und zum anderen zur Bildung von Stoffwechselprodukten führt, die sich von denen bei niedrigeren Temperaturen deutlich unterscheiden (Rüprich, 1990).

**Tabelle 6-3: Phasen der Entstehung geruchsaktiver Substanzen beim Rotteprozess (zusammengestellt nach (Pöhle, 1994; Mayer, 1990; Jager, J. et al., 1995) und eigenen Untersuchungen)**

Rottephase und Temperaturbereich	Charakteristische geruchsaktive Substanzen <sup>1</sup>	Bestimmender Geruchseindruck	Geruchsstoffkonzentration [GE m <sup>-3</sup> ]	Dauer der Phase <sup>2</sup>	pH-Wert
Mesophile Startphase (15-45 °C)	Niedere Karbonsäuren, Aldehyde, Alkohole, Karbonsäureester, Ketone, Terpene, auch Sulfide	alkoholisch-fruchtig bis käsig-schweißartig	6.000 - 25.000 <sup>3</sup>	wenige Tage bis max. eine Woche	4 bis 6
Selbsterhitzungsphase (45-65 °C)	wie Startphase	wie Startphase	Spitzenwerte über 30.000 <sup>4</sup>	wenige Tage bis max. eine Woche	4 bis 6
Heißrottephase (> 65 °C, teilweise bis > 70 °C)	Ketone, schwefelorganische Verbindungen, Terpene, Pyrazine, Pyridine, HDMF, auch Ammoniak	süßlich-pilzig, Heißrottegeruch, unangenehm-muffig	1.000 - 9.000 <sup>3</sup> bis über 10.000 <sup>4</sup>	wenige Tage bis zu mehreren Wochen	6 bis über 7
Abkühlungsphase (65 - 45 °C)	Sulfide, Ammoniak, auch Terpene	muffig-stechend, ammoniakalisch	150 - 3.000 <sup>3</sup>	bis zu 12 Wochen	bis über 8
Reifungsphase (< 45 °C)	Huminstoffe	pilzig, erdig	unter 500 <sup>4</sup>	mehrere Wochen	> 7

<sup>1</sup> ohne Anspruch auf Vollständigkeit  
<sup>2</sup> stark abhängig vom gewählten Rotteverfahren  
<sup>3</sup> nach (Pöhle, 1994)  
<sup>4</sup> eigene Untersuchungen

## 6.2.4 Mögliche Fehler in Anlagenplanung und -betrieb (Betriebsführung)

Die Analyse von geruchstechnischen Problemen zeigt, dass folgende Problemkreise regelmäßig relevant sind:

### (a) Planungsfehler

- Unterschätzung der Geruchsemissionsstärke der gewählten Kompostierungstechnik bereits im Planungsstadium und entsprechend ungenügende Maßnahmen zum Emissionsschutz.
- Falsche Bemessung des Rotteteils, daraus resultierend nicht ausreichende Stabilisierung bzw. Humifizierung (Abbaugrad) im Fertigprodukt und verstärkte Geruchsemissionen bei der Kompostkonfektionierung und im Lagerbereich.<sup>6</sup>
- Ungenügend ausgestattete bzw. falsch dimensionierte Abluftreinigungsanlagen sowie schlechtes Luftmanagement (Stichworte: Filtermaterial, Rohgaskonditionierung) bei ganz oder teilweise geschlossen ausgeführten Anlagen.

- Technische Probleme beim Betrieb der Kompostierungsanlage mit der Folge nicht eingepplanter Betriebszustände und entsprechend höheren Emissionen (zB kein „Notfallsplan“ bei Ausfall eines Aggregats).

### **(b) Betriebsführung**

- Nachlässige Betriebsführung, die den Belangen des Emissionsschutzes nicht genügend Rechnung trägt (Stichworte: keine Berücksichtigung der vorherrschenden oder der erwarteten Wetterverhältnisse bei der Betriebsführung von offenen Anlagen bzw. offene Tore und andere diffuse Quellen bei gekapselten Anlagen).
- Unterschätzung der Wirkung „kleiner“ Geruchsquellen, wie zB offene Reststoffcontainer, Prozesswasserspeicher oder die offene Verladung von Frischkompost.
- Unzureichende (Eigen-)Kontrolle und Wartung der Abluftreinigungsanlagen (Stichwort: Filterpflege).

### **(c) Einflüsse von außen**

- Verharmlosung von Beschwerden von Nachbarn durch den Anlagenbetreiber und damit Eskalation der Auseinandersetzung über erträgliche Bedingungen im Umfeld des betroffenen Werkes, aber auch Ausnutzung der Situation durch Nachbarn, die sich einen materiellen Gewinn versprechen, wenn sie an sich zumutbare Immissionen problematisieren.
- Zögerliches Vorgehen bei der Problemlösung, sei es aus Kosten- oder aus Imagegründen.
- Heranrücken von Wohnbebauung oder Gewerbe an die Grenzen des Kompostwerkes durch Neubauten nach der Inbetriebnahme.

Die Kapselung aller Geruchsstoffe emittierenden Anlagenteile macht den aus der Abluftreinigung austretenden Luftstrom i.d.R. zum Hauptträger der insgesamt abgegebenen Geruchsfracht bei der Kompostierung von Abfällen. Daher ist ein störungsfreier und emissionsarmer Betrieb der zur Abluftdesodorierung meist eingesetzten Biofilter für das Gesamtergebnis aller Maßnahmen zur Verhinderung von Geruchsemissionen aus geschlossenen Anlagen bzw. Anlagenteilen entscheidend.

#### **6.2.9.4 Vorschläge für angepasste Emissionsbegrenzungen und Regelungen zum Immissionsschutz**

Die mittlerweile verfügbare Datenbasis erlaubt es, mit genügender Genauigkeit eine Emissionsprognose für jedwede Anlagentechnik zu erstellen, auf deren Basis die Immissionshäufigkeiten in der Umgebung eines Standortes berechnet und dargestellt werden können. Kleinklimatischen Besonderheiten, wie z.B. Kaltluftabflüssen oder Inversionswetterlagen, muss dabei über eine differenzierte Betrachtungsweise Rechnung getragen werden.

Werden Maßnahmen zur Begrenzung von Geruchsemissionen aus Kompostierungsanlagen diskutiert, so sollten mindestens folgende Randbedingungen berücksichtigt werden:

- Anlagendurchsatz,
- Art der verarbeiteten Abfälle,
- Standortabhängigkeiten (z.B. Abstand zur nächsten Bebauung, meteorologische Gegebenheiten),
- integrierte Emissionsminderung, Abluftreinigungseinrichtung,
- verfügbare Messtechnik zur Überprüfung der Anforderungen.

Zudem ist es sinnvoll, Geruchsstoffströme, deren hedonische Tönung als nicht unangenehm eingestuft wird, nicht in die Berechnung der Gesamtfracht einer Anlage aufzunehmen. Dies gilt v.a. für die Reingase von Abluftfiltern, kann aber auch für bestimmte andere Emissionsquellen (z.B. Verladung von Fertigkompost) gelten.

Abstandsregelungen haben den Vorteil, das einfachste Regelungskriterium, jedoch relativ unflexibel zu sein. Je nach Standort und angewandter Technik ist eine flexiblere, die Gegebenheiten des Einzelfalles berücksichtigende Vorgehensweise vorzuziehen. Aufgrund der zur Verfügung stehenden Techniken, sei es bei der Rotteführung, der Emissionsminderung bei offenen Rotteanlagen oder bei der Abluftreinigung in geschlossenen Anlagen, kann die Emissionsstärke so weit reduziert werden, dass unzumutbare Belästigungen im Anlagenumfeld nicht auftreten.

**Tabelle 6-10: Vorschlag für Richtwerte für eine obligatorische detaillierte Einzelfallbetrachtung (siehe 6.2.9.5) in Abhängigkeit der verarbeiteten Materialart, des Jahresdurchsatzes und des Abstands zwischen Kompostanlage und Wohngebiet bzw. „empfindlicher“ Nachbarschaft.**

Jahresdurchsatz	< 1.000 t	1.000-5.000 t	5.000 – 10.000 t		10.000 – 20.000 t		> 20.000
Abstand Wohngebiet *	< 300 m	< 300 m	< 300 m	300–500 m	< 500 m	500-1.000 m	< 1.000 m
Bioabfall & Klärschlammkompostierung	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Grünschnittkompostierung **	–	✓	✓	–	✓	–	✓
Empfindliche Nachbarschaft: Krankenhaus, Kurgebiet etc.	detaillierte Einzelfallbetrachtung unabhängig von Materialart und Mengendurchsatz ab einem Abstand von weniger als 1.000 m						

✓ ... detaillierten Einzelfallbetrachtung erforderlich;

– ... detaillierten Einzelfallbetrachtung nicht

erforderlich

\* Die Entfernungsmessung erfolgt ab der zum Wohngebiet nächstgelegenen Außengrenze jenes Anlagenteils einer Kompostierungsanlage, von dem eine Geruchsemission zu erwarten ist (z.B.: Begrenzung der Hauptrottefläche, Außenkante des Biofilters oder der Rottehalle) bis zur Parzellengrenze des nächstgelegenen Grundstücks.

\*\* Als Grünschnittkompostierung kann auch eingestuft werden, wenn bis zu ca. 10 % biogene Abfälle aus Haushalten mitverarbeitet werden.

**Auszüge aus: Hausmann, A.: Keime aus Kompostierungsanlagen - Überprüfung des Ausbreitungsverhaltens von Keimen im Vergleich zu dem von Gerüchen, Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie (LfUG), 1998**

Hinsichtlich der Entstehung und Charakterisierung der Geruchsstoffe gilt:

- In Abhängigkeit von der Rottephase entstehen Geruchsstoffe unterschiedlicher Zusammensetzung. In der ersten Phase treten insbesondere organische Säuren (z. B. Butter- und Valeriansäure) auf. Während der anschließenden thermophilen Phase sind Ammoniak, Aminosäuren, Eiweiße und Kohlenhydrate für die Entstehung von Gerüchen verantwortlich. Es wurden bereits zahlreiche einzelne Geruchsstoffe identifiziert, die mit der Kompostierung in Verbindung zu bringen sind (z. B. durch Krauß et al., 1992).
- Bei unbefriedigender Rotteführung können anaerobe Zonen im Rottematerial entstehen, die zur Freisetzung besonders geruchsintensiver Fäulnis- und Gärstoffwechselprodukte (z. B. Schwefelwasserstoff, Merkaptane) führen.
- Im weiteren Verlauf der Kompostierung gehen die organischen Geruchsstoffanteile zurück, da ein weiterer Abbau der Zwischenprodukte zu CO<sub>2</sub> und H<sub>2</sub>O erfolgt. Vom fertigen Kompost geht ein erdiger und allgemein als angenehm empfundener Geruch aus

Geruchsemissionswerte liegen nur für einzelne Anlagen und Betriebszustände vor. Die Übertragung auf andere Anlagen ist nicht ohne weiteres möglich. Die Geruchsstoffkonzentration im Reingas von funktionstüchtigen Biofiltern liegen etwa zwischen 100-500 GE/m<sup>3</sup>. Nach den vorliegenden Erfahrungen sind - vor allem in ländlich strukturierten Gebieten - diese Gerüche in einem Abstand von 100-150 m von der Emissionsquelle nicht mehr wahrnehmbar bzw. unterscheidbar. Dagegen wurden für Umsetzungvorgänge im Freien 14.000 GE/m<sup>3</sup> und mehr genannt. Für die Geruchsemission aus ruhenden Mieten liegen Messwerte - in Abhängigkeit von Rottezeit, Mietenform, und Materialzusammenstellung - von 100 - 7.000 GE/m<sup>3</sup> vor.

Für die **Jahresbetrachtung** sind die Unterschiede zwischen den Berechnungen mit dem Gauß- und mit dem Lagrange-Modell abgesehen von den Werten in unmittelbarer Quellnähe erwartungsgemäß gering. Geruchshäufigkeiten über 10 % wurden bis zu einer maximalen Entfernung von 300 m von der Emissionsquelle ermittelt. Die Geruchseinwirkung der Anlage ist im berechneten Fall bis zu einer Entfernung von ca. 1 km deutlich wahrnehmbar.

Die Berechnung unter den dargestellten Randbedingungen lässt vermuten, dass die **Geruchswahrnehmungen tendenziell weitreichender** sind als relevante Anlageneinflüsse durch Keime. Die berechneten Werte für Mikroorganismen und Gerüche stehen nicht im Widerspruch zu *an anderen Standorten und Anlagen* gemessenen Werten, z. B.:

- Biofiltereigengeruch in ca. 100-150 m Entfernung nicht mehr wahrnehmbar bzw. unterscheidbar
- Umsetzungvorgänge bei offenen Mieten können Riechweiten bis 1 km und mehr erreichen

**Auszüge aus Bidlingmaier, W. und Müssen, J. Emissionen/Immissionen in: Biotechnologie in der Abfallwirtschaft, Bauhausuniversität Weimar, Lehrstuhl Abfallwirtschaft 2000**

Nach heutigem Stand der Technik und bei guter Wartung des Filters kann mit einer maximalen Geruchsstoffkonzentration auf der Output-Seite von 100 - 150 GE/m<sup>3</sup> ausgegangen werden. Mit entsprechender Messtechnik und Wartung können Wirkungsgrade bis 95 % erreicht werden.

**Tab. 7.8: Geruchsstoffkonzentrationen am Biofilter einer Kompostanlage**

Quelle	Geruchsstoffkonzentration [GE/m <sup>3</sup> ] Z50	Erläuterung
[65]	336 - 977 93 - 163	Input Biofilter Output Biofilter
[1]	2.000 100 1.300 84	Rohgas, beim Umsetzen Reingas, beim Umsetzen Rohgas, in Ruhe Reingas, in Ruhe
[3]	10 - 88	Output Biofilter
[4]	772 - 1.396 60 - 106	Rohgas Reingas
[20]	100 - 287	-
[22]	373 39 129 - 313 16 - 44	Rohgas Filter, nachts Reingas Filter, nachts Rohgas Filter, am Tag Reingas Filter, am Tag
[23]	50 - 250	-

Für eine Beispielsanlage (12.500 t Jahresinput) mit eingehaustem Annahme und Vorrottebereich, einschließlich nachgeschaltetem Biofilter und offener Mietenkompostierung in 2 Nachrottephasen wurde bei optimierter Rotteprozessführung eine Geruchsfracht mit 2.550 GE/s berechnet, mit folgender Verteilung der Geruchsfracht auf die einzelnen Anlagenteile.

Die anschließend erstellte Immissionsprognose zeigt, dass in etwa 250 m Abstand zur Kompostierungsanlage in Hauptexpositionsrichtung keine unzulässigen Geruchsbelastungen mehr vorliegen. Näher an der Anlage befindliche Wohnbebauungen können in geringem Maße beeinträchtigt werden.

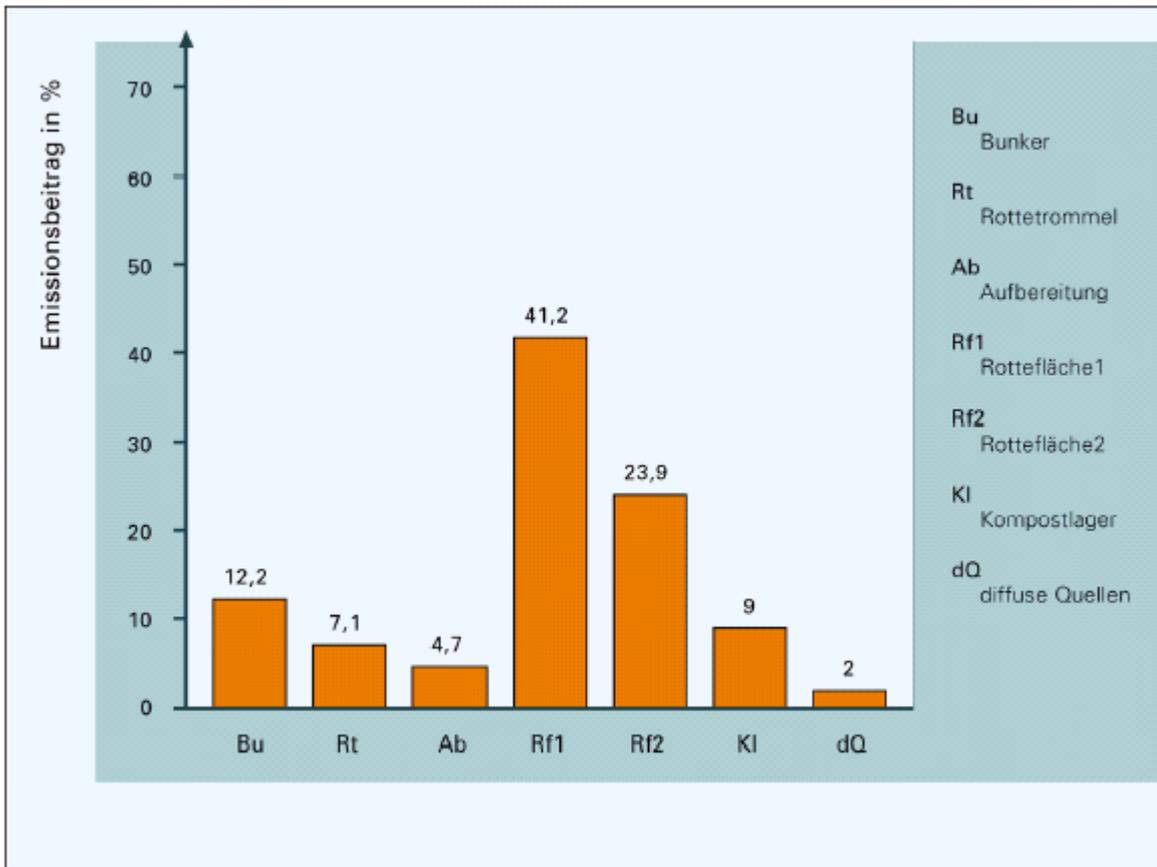
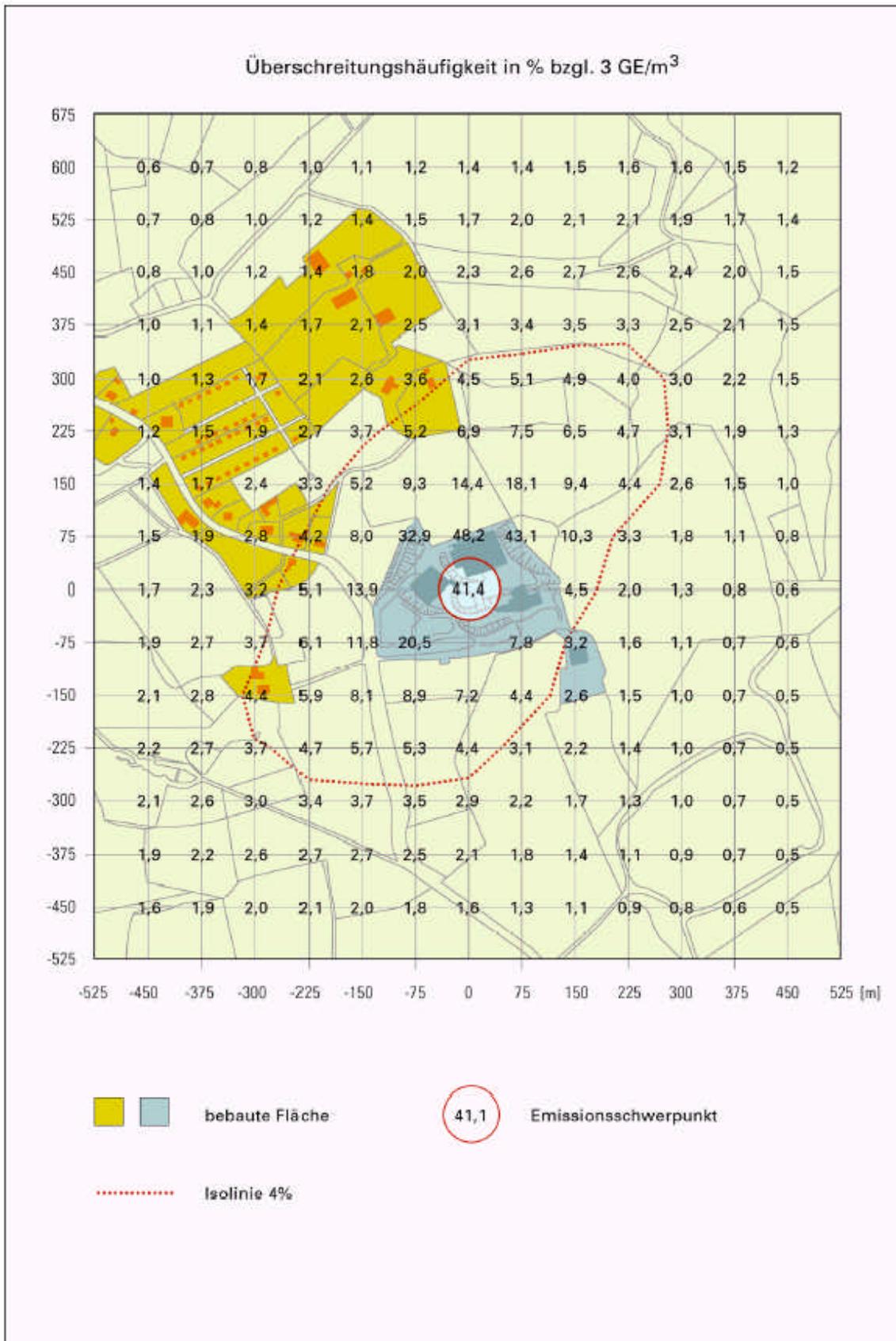


Abb. 7.18: Emissionsbeitrag der Orte/Anlagenteile bei 12.500 Mg/a (Szenario II)



**Abb. 7.19: Immissionsprognose des Szenarios II (12.500 Mg/a) gemäß Auflage [60]**

*Auszug aus: Berding, M: Abluftreinigungsmöglichkeiten für intensiv geführte Masteschweine- und Mastgeflügelställe unter besonderer Berücksichtigung eines speziellen Biowä-scherkonzeptes für neue Mastschweine-ställe, Fachhochschule Osnabrück, FB Agrarwis-senschaften, Dipl.-Arbeit 2001*

**Tabelle 6: Geruchsstoffkonzentrationen in der Stallabluft von Geflügel- und Schweineställen (Frohlich 1994, S. 92)**

<b>Autor und Jahr</b>	<b>Tierart</b>	<b>Geruchsstoffkonzentration in GE/m<sup>3</sup></b>	<b>Bemerkung:</b>
MARTINEC et al. nach CLARKSON et al. (1990)	Masthähnchen Bodenhaltung	800 – 2.400 300 – 600	Glockentränke Bechertränke
MARTINEC et al. nach KTBL (1991)	Legehennen Batteriehaltung	657 155	Flüssigkot Trockenkot
MARTINEC et al. nach Landes- umwelt-amt Brandenburg (1995)	Mastputen	77,3 – 86	
MARTINEC et al. nach SIEMERS und VAN DEN WEGHE (1997)	Mastschweien	423 – 441 310 – 425	Vollspaltenboden Teilspaltenboden