

# IRAS

## Immissionsreduzierte Anlagensteuerung

PC-gestütztes Instrument

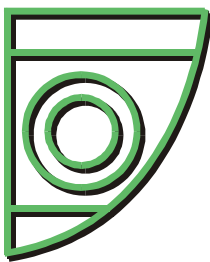
zur Charakterisierung von immissionsrelevanten Ausbreitungssituationen  
und

Reduzierung der Geruchs- und Keimfrachten  
durch Einflußnahme auf die Anlagensteuerung

*Ingenieurgesellschaft*

*Lung & Dr. Müsken*

*Berlin / Stuttgart*



**Dr. Müsken + Partner**

Beratende Ingenieure für Abfallwirtschaft



## 1 Sachstand

Die Kompostierung von nativ organischen Abfällen ist in der Regel mit der Emission von belästigenden Gerüchen und gefährdenden Keimen verbunden. Der Stand der Abluffassungs- und Filtertechnik ermöglicht eine weitgehende Beseitigung der Emissionen von Gerüchen und Keimen durch Kapselung der Anlagen und z. T. mehrstufige Abluftreinigungsverfahren. Dennoch gibt es immer wieder Probleme infolge ungünstiger Standorte oder aufgrund mangelhafter Betriebsführung. Diese Probleme spiegeln sich auf der Seite der betroffenen Anwohner in erhöhten Geruchs- und Keimbelastungen wider.

Immissionen von Gerüchen und Keimen werden im Vergleich mit den „traditionellen“ Luftschadstoffen gesondert beurteilt, da sie lediglich belästigenden Charakter aufweisen bzw. kein festumrissenes Gefahrenpotential beinhalten. Bei Geruchsimmissionen wird im allgemeinen die Überschreitungshäufigkeit vorgegebener Schwellenwerte als Kenngröße für die Belastungssituation herangezogen.

Für das Auftreten von Spitzenkonzentrationen spielen neben betrieblichen Maßnahmen bzw. Betriebszuständen vor allem die meteorologischen Verhältnisse am Anlagenstandort eine entscheidende Rolle. So kann eine im Regelfall ausreichende Verwirbelung und damit Verdünnung von Geruchsstoffen und Keimemissionen bei stabilen Wetterlagen drastisch reduziert sein, so dass stark erhöhte Immissionen auch in weiteren Entfernungen die Folge sind. Dies gilt im besonderen für Kompostwerke in unstrukturiertem, unbebautem Gelände sowie für Anlagen in Hanglagen, die von sogenannten Kaltluftabflüssen betroffen sind.

Immissionsminderungen lassen sich grundsätzlich durch 4 verschiedene Verfahrensweisen erzielen:

1. An der Quelle durch Abluftreinigungseinrichtungen
2. Zeitliche und ggf. auch räumliche Änderung der Emissionsverteilung
3. Umlenkung der wirksamen Strömungsfelder / Abluffahnenüberhöhung
4. Am Immissionsort durch Belüftungsanlagen mit Schadstoff-Filterung o. ä.

Die im folgenden beschriebene immissionsreduzierte Anlagensteuerung gründet sich ausschließlich auf die 2. Verfahrensweise, wobei Kombinationen mit 1. und 3. möglich sind.

## 2 Problemdarstellung und Zielsetzung

Die Immissionssituation im Umfeld einer Kompostanlage wird in der Hauptsache durch drei Größen bestimmt:

- Quellstärke des Werkes
- Meteorologie am Anlagenstandort
- Gebäudeanordnung und Topografie

Insbesondere bei Schwachwind-Wetterlagen mit stabiler atmosphärischer Schichtung (AK-Klasse I und II nach KLUG/MANIER) ergeben sich leeseitig Immissionsprobleme. Das heißt, die Häufigkeit wahrnehmbarer Gerüche wird vorwiegend von diesen Wetterlagen bestimmt.

Liegen Kompostwerke an geruchssensiblen Standorten, wie

- in nächster Nähe von Wohnbebauung
- in ebenem Terrain mit wenig Strömungshindernissen, Vegetation etc.

so ist die Wahrscheinlichkeit sehr hoch, dass es bei austauscharmen Wetterlagen zu Geruchsbeschwerden kommt, selbst wenn in der Anlage keine nennenswerten Betriebsstörungen auftreten.

Als erwartetes Resultat der meteorologie-gesteuerten Betriebsführung sollte sich eine Änderung des Immissionsprofils ergeben, wie es in Abb. 3 schematisch dargestellt ist. Es handelt sich um eine *Verlagerung* der Immissionen vom bewohnten Bereich in unbewohnte, unkritische Gebiete. Die für den immissionskritischen Zeitraum kurzzeitig ausgesetzten oder geänderten Betriebsaktivitäten müssen nach- oder vorgearbeitet werden.

Die Gesamtemission über einen längeren Zeitraum ist bei einer meteorologiegesteuerten Anlage dieselbe wie bei einer „normalen“ Anlage, nur dass eben das Immissionsprofil im Umfeld der Anlage verändert werden kann. Das Konzept dieser reinen Verlagerung ist legitimiert durch die Tatsache, dass die auf Feld, Wald und Wiese „verschobenen“ Gerüche und Keime dort keinen Schaden anrichten – Gerüche gehen ins Leere, Keime werden durch die Bodenökologie eliminiert; bei „echten“ Schadstoffen wie z. B. SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, AOX o. ä. wäre dieser Ansatz unhaltbar.

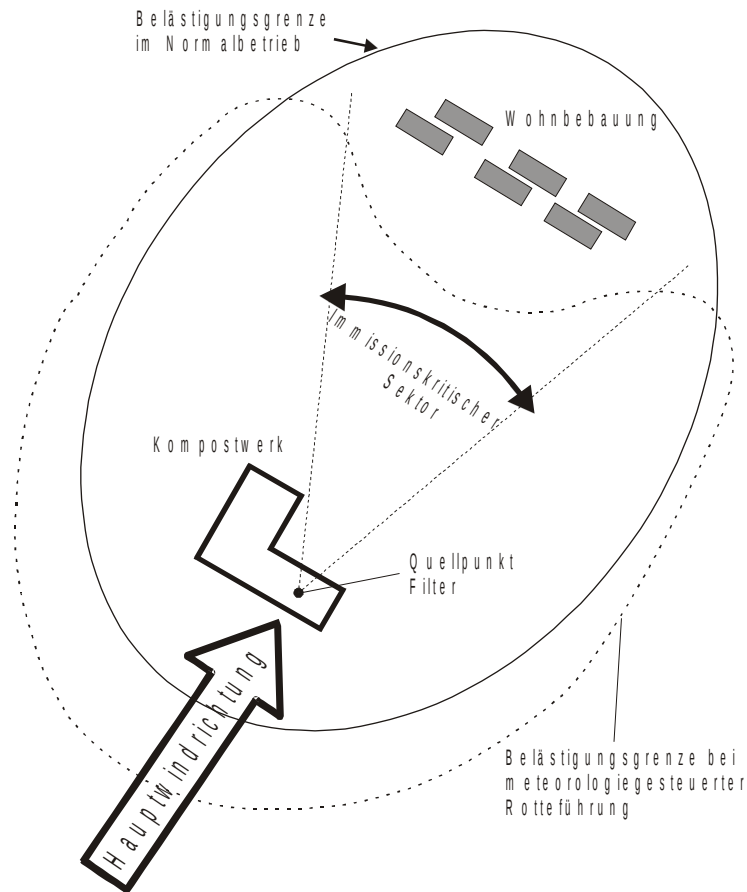


Abb. 3: Zielzustand einer meteorologiegesteuerten Rotteführung

Die Zielsetzung der immissionsreduzierten Anlagensteuerung IRAS ist als Teilmaßnahme einer verbesserten *Betriebsführung* im Sinne der „Besten Verfügbaren Technik“ nach der IVU-Richtlinie zu verstehen, die eine zusätzliche, spürbare Reduzierung von Geruchs- und Keimfrachten nur für den Bedarfsfall vorsieht. Damit sollen zusätzliche Investitionsmaßnahmen im Bereich der Verbesserung der Abluftreinigungstechnik, die in der Regel in Millionenhöhe liegen, bewußt vermieden werden. Durch eine Abluftreinigungseinrichtung werden allgemein die Immissionen vermindert, d. h. hier für ein Anlagenumfeld, das zu 80 – 90 % unbebaut ist und in dem eigentlich keine Reduzierung erforderlich ist. – Das Ziel der immissionsreduzierten Anlagensteuerung IRAS lässt sich somit wie folgt kurz beschreiben:

**Bei kritischen Ausbreitungssituationen ist die Quellstärke des Werkes vorübergehend zu reduzieren.**

### 3 Grundlegendes Konzept

#### 3.1 Hintergrund bei Abluftkontrollierten Anlagen

Die meisten der derzeit installierten und geplanten Abluftkontrollierten Rotteanlagen arbeiten mit einer Zwangsbelüftung des Materials. Dies ist zwingende Voraussetzung einerseits für die kontinuierliche Wärmeabfuhr aus dem Material, andererseits für die stabile Sauerstoffversorgung. Beides sind wichtige Größen, um sowohl Überhitzung des Rottegutes als auch die Ausbildung anaerober Zonen und damit geruchsintensiver Prozesse zu vermeiden. Nach Erfahrungswerten liegt der zur Temperaturstabilisierung notwendige Luftbedarf um den Faktor 8 – 10 über dem zur Stabilisierung aerober Verhältnisse erforderlichen Luftvolumen.

Bei der geschilderten Durchlüftung des Rottegutes treten unvermeidlich Geruchsstoffe in der abzuleitenden Abluft auf. Es sind dies flüchtige „Bruchstücke“ aus der mikrobiellen Zersetzung der Rohstoffe (Zellulose, Polysaccharide, Fette, Eiweißverbindungen etc.), die mit der durchströmenden Luft ausgetragen werden. Aus mikrobiologischen Untersuchungen ist bekannt, daß neben Gerüchen in nennenswertem Ausmaß auch Keime und Pilzsporen emittiert werden.

In geschlossenen Anlagen bzw. Anlagenteilen erfordert die Belastung der Abluft wiederum deren Filterung, die trotz hoher Wirkungsgrade von über 95 % bezogen auf Gerüche immer noch Restemissionen aufweist. Auch die Restemissionen können noch Belästigungen verursachen, wie in Abbildung 3 angedeutet ist. – Wird die Luftzufuhr in das Rottegut zeitweise reduziert, sinkt damit auch der Austrag von Geruchsstoffen und die Filteremission. Durch die verlängerte abbauwirksame Aufenthaltszeit der geruchsstoffbeladenen Abluft in der biologisch aktiven Filtermatrix sinkt neben dem reduzierten Volumenstrom auch die Quellenkonzentration. Beides hat eine erhebliche Minderung des Emissionsmassenstromes zur Folge, der als Produkt des Volumenstromes und der Quellenkonzentration definiert ist.

#### 3.2 Hintergrund bei offenen Anlagen

Bei offen bzw. nur teilweise eingehausten konzipierten Anlagen treten emissionskritische Zustände regelmäßig dann auf, wenn biologisch aktives Material bewegt wird. Regelmäßiges Umsetzen der Kompostmieten ist z.B. bei unbelüfteten Mieten unerlässlich, um die Sauerstoffversorgung und die Durchmischung des Rottegutes zu verbessern. Aber auch belüftete offene Mieten müssen regelmäßig umgesetzt werden, um die Hygienisierung des Kompostes zu gewährleisten.

Im Gegensatz zu geschlossenen Anlagenteilen mit nachgeschalteter Abluftreinigung ist bei offener Betriebsweise eine Absenkung der Emissionen im wesentlichen nur durch Unterlassung emissionsträchtiger Arbeitsschritte bzw. durch Abdeckung kritischer Oberflächen zu erreichen. Einzig bei belüfteten Mieten kann der Emissionsmassenstrom auch durch eine Drosselung der Luftmenge abgesenkt werden.

### 3.3 Ermittlung der immissionskritischen Zustände

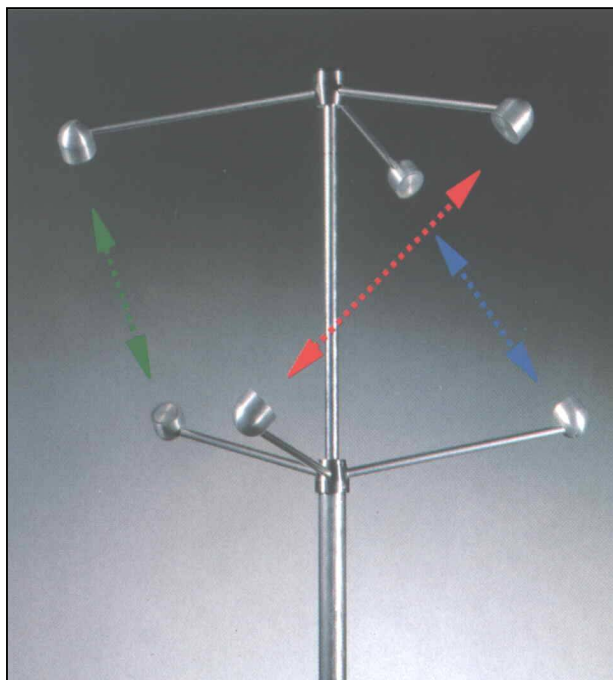
Immissionskritische Zustände sind als Funktion der Stabilität der Atmosphäre und der daraus resultierenden Reichweite der emittierten Frachten von Gerüchen, Keimen und Pilzsporen anzusehen. Eine Erfassung immissionskritischer Zustände ist mit den bisher auf Kompostierungsanlagen verwendeten Wetterstationen nur bedingt möglich, da lediglich Windrichtung und -geschwindigkeit registriert werden. Die Wetterstation signalisiert abhängig vom Differenzierungsgrad die folgenden Anteile der Jahresstunden als „kritische“ Situationen:

- a) nur Windrichtungsanzeige: ca. 30 – 40 %
- b) Windrichtung und -geschwindigkeit: ca. 15 – 25 %

Auch die Anzeige geringer Windgeschwindigkeiten kennzeichnet noch nicht hinreichend das tatsächliche Immissionsrisiko, da die *Stabilität der Atmosphäre* nicht mit erfasst wird. Die von einfachen Wetterwarten angezeigten „Warnhinweise“ sind also zu grob und zu häufig, als dass der Werksbetrieb organisatorisch und technisch konsequent darauf reagieren könnte. Die Verwendung eines Ultraschallanemometers, das auch die Stabilität der Atmosphäre erfasst, reduziert diese Ereignisse auf den für unsere Breiten typischen Bereich von 5 – 10 %. Damit ist die Voraussetzung gegeben, entsprechende Handlungsanweisungen zur Reduzierung der Geruchs- bzw. Keimemissionen zu erteilen bzw. diese automatisch auszulösen. Zur Ermittlung der immissionskritischen Zustände wird das Winddatenerfassungssystem und Online-Geruchsausbreitungsprogramm *OdorSonic* verwendet. Da dieses System vor Ort unter Berücksichtigung der Standortgegebenheiten kalibrierfähig ist, können damit auch kritische Ausbreitungssituationen auf der Grundlage anlagen-spezifischer Betriebszustände sicher erkannt werden.

#### 3.3.1 Erfassung der immissionskritischen Wetterlagen

Die sichere Immissionsberechnung insbesondere für austauscharme Ausbreitungssituationen basiert auf dem Einsatz eines Ultraschallanemometers, das neben dem dreidimensionalen Windvektor und der Lufttemperatur auch Informationen zum Turbulenzspektrum der Atmosphäre liefert. Damit können alle für die Ausbreitung von Geruchsstoffen wichtigen atmosphärischen Einflussgrößen automatisch gemessen und archiviert werden. Der Sensor verfügt über keine beweglichen Teile. Er ist daher praktisch wartungsfrei und kann unter extremen Bedingungen noch arbeiten



Das Meßprinzip beruht auf dem Doppler-Effekt, wonach sich in Abhängigkeit der Windgeschwindigkeit eine Laufzeitänderung der ausgesandten Ultraschallimpulse ergibt. Durch die hohe zeitliche Auflösung (10 Hz bis 20 Hz) kann mit dem Ultraschallanemometer ein breiter Bereich unterschiedlich großer Wirbelstrukturen erfaßt werden, die in ihrem Zusammenwirken den Turbulenzzustand der Atmosphäre kennzeichnen.

Abb. 4: Ultraschallanemometer zur Ermittlung der vertikalen und horizontalen Austauschparameter

### **3.3.2 Berechnung der Emissionsreichweite**

Das System OdorSonic liefert eine Diagnose der Immissionsituation im Einwirkungsbereich der Anlage. Hierbei werden für frei wählbare Zeiträume die Immissionsverteilungen auf der Grundlage der erfassten meteorologischen Daten automatisch berechnet und grafisch dargestellt. Das System ist modular aufgebaut und kann auch für topografisch komplexere Standorte angepasst werden. Die nachfolgende Abbildung 5 zeigt exemplarisch das Immissionsfeld einer Geruchsfahne, wie sie sich vorzugsweise bei morgendlichen Inversionswetterlagen ausbildet.

Nach Auflösen der Inversion im Verlauf der ersten Stunden nach Sonnenaufgang erfolgt durch Sonneneinstrahlung ein Übergang zu stärkeren atmosphärischen Turbulenzen, welche die meteorologischen Ausbreitungsbedingungen entscheidend verändern und damit die Geruchsreichweite signifikant verkürzen. Der Vergleich der Abbildungen 5 und 6 zeigt daneben sehr deutlich, dass die Aufnahme von Windrichtung und -geschwindigkeit allein nicht ausreicht, um einen immissionskritischen Zustand als solchen zu identifizieren.

## **3.4 Einflußnahme auf die Anlagensteuerung – die meteorologiegesteuerte Rotteführung**

Mit Kenntnis einer immissionsgefährlichen Wetterlage besteht erstmalig die Möglichkeit, die Emissionen von belästigenden Gerüchen und auch von potentiell gesundheitsgefähr-

denden Keimen und Pilzsporen über das durch die installierte Filtertechnik vorgegebene Maß mit rein betrieblichen Maßnahmen weiter zu senken. Dazu muß der betriebliche Ablauf gezielt auf eine mehrstufige Emissionsminderung eingestellt werden:

Im ersten Schritt durch bewußtes Vermeiden von zusätzlich emittierenden Betriebsabläufen, wie Umsetzen von offenen Mieten

Im zweiten Schritt durch Reduzierung der durch den Biofilter geförderten Luftvolumina bzw. emissionsmindernde Maßnahmen bei offenen Mieten

Der zweite Schritt ist besonders für vollgekapselte Anlagen von Bedeutung, die über keine offenen und damit emissionsrelevanten Flächen verfügen, sondern vielmehr durch eine nahezu vollständige Kapselung ca. 90 % der Emissionen über den Biofilter abgeben.

Um diese Luftmengen gezielt zu reduzieren, bedarf es eines gestuften Maßnahmenkataloges, der sowohl die unterschiedlichen, betrieblichen Abläufe je nach Tageszeit, als auch die Zustände der Rotte angemessen berücksichtigt. Zielsetzung ist immer, daß die Aufrechterhaltung des Luftvolumenstroms, der zur Belüftung des Rottegutes benötigt wird, die Richtschnur bildet. Damit wird das Augenmerk auf die Belüftung der besonders emissionsstarken Intensivrotte gerichtet.

Wenn in einem letzten Schritt auch die Luftzufuhr in das Rottegut zeitweise reduziert wird, sinkt zwangsläufig die Emission von Gerüchen, Keimen und Pilzsporen und beeinflusst damit die Filterrestemission. Neben der reinen Emissionsreduzierung führt eine Verringerung des Luftvolumenstroms darüber hinaus zu einer Verlängerung der abbauwirksamen Aufenthaltszeit der Abluft in der biologisch aktiven Filtermatrix.

Die immissionsreduzierte Anlagensteuerung IRAS zeichnet sich im wesentlichen durch eine Änderung der zeitlichen und auch räumlichen Verteilung der Emissionen aus. Der immissionskritische Sektor wird dabei nachweislich weniger stark belastet, als dies ohne Einsatz der meteorologisch bedingten Emissionssteuerung der Fall ist.



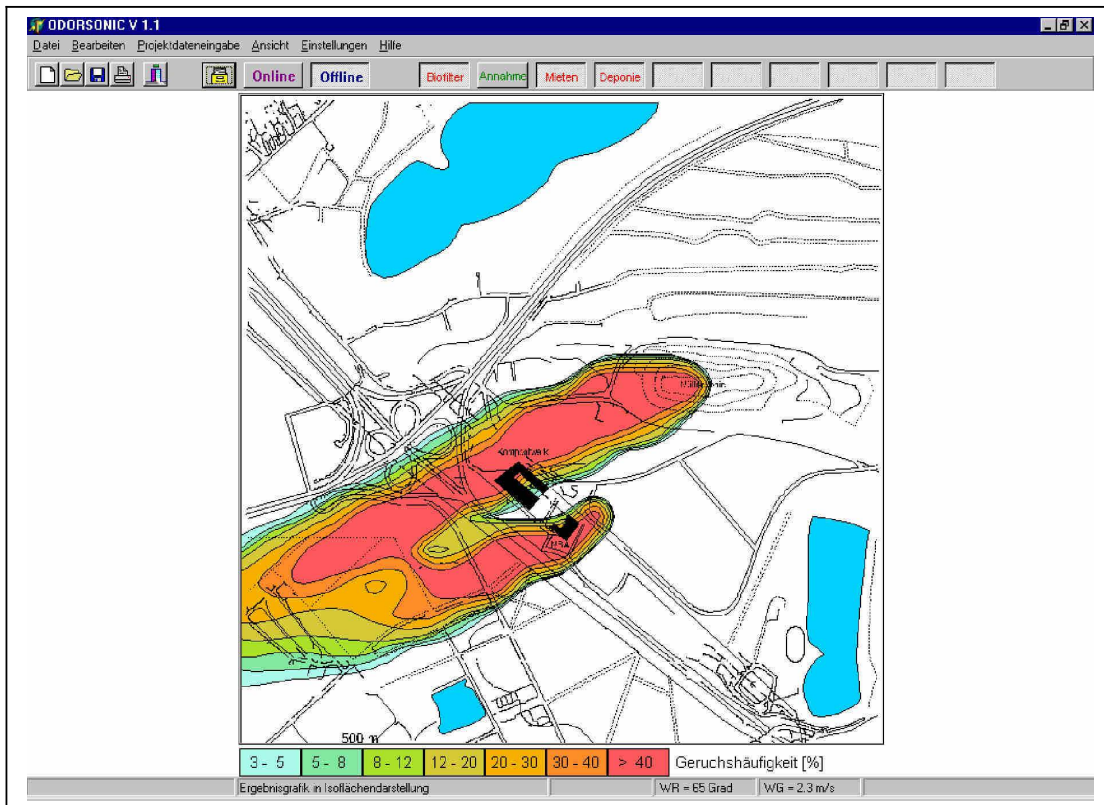


Abb. 5: Geruchsfahne bei stabiler Schichtung der Atmosphäre

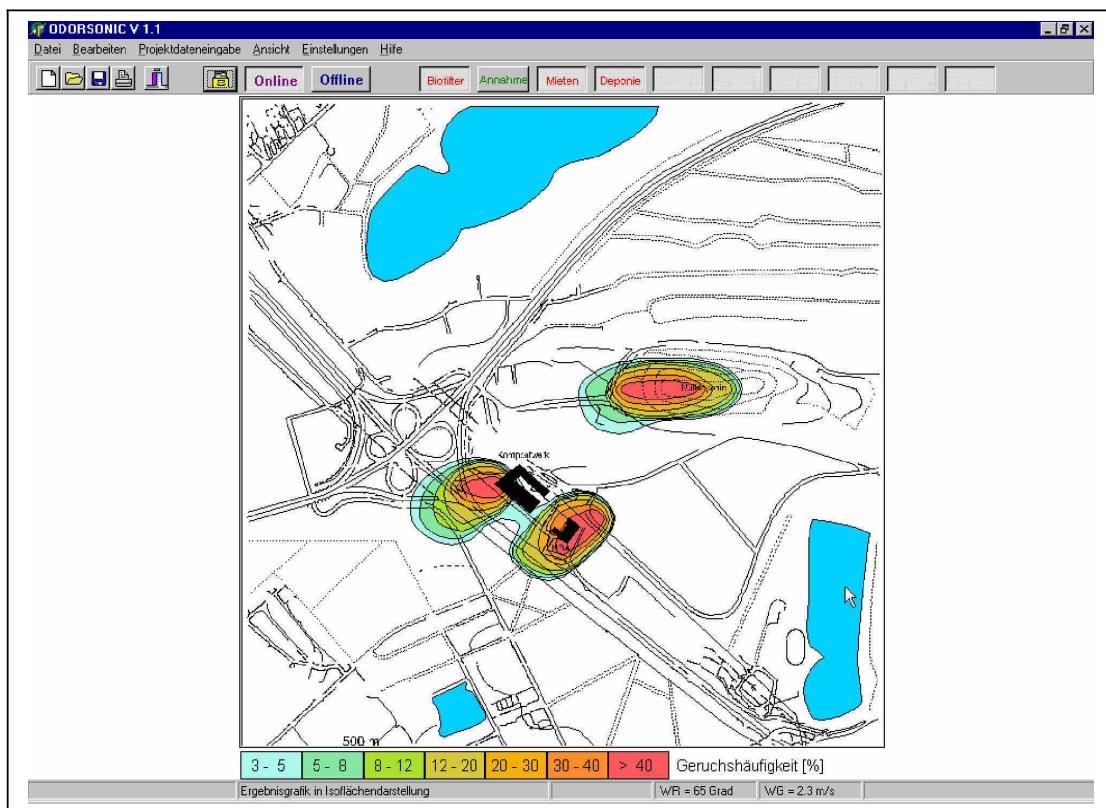


Abb. 6: Geruchsfahne bei labiler Schichtung der Atmosphäre

### 3.5 Überprüfung der Auswirkungen auf die Mikrobiologie im Rotteprozeß

Mit einer gestuften Reduzierung der Luftmengen sind keine unmittelbaren Konsequenzen für die Rottebiologie verbunden. Solche treten erst dann ein, wenn die Luftversorgung der Mieten drastisch reduziert wird. Wenn vorher das Temperaturniveau über die angepaßte Luftversorgung bei ca. 55 °C im mikrobiell „abbauoptimalen“ Bereich gehalten wurde, steigt mit Reduzierung der Belüftung die Temperatur mangels Wärmeabfuhr bis zu einem Bereich von über 70 °C, bei dem die aktive Mikrobiologie durch Überhitzung zusammenbricht.

Diese negativen Konsequenzen treten durch das schnelle Abklingen der Erst-Aktivität für die Hauptmasse des Rottematerials jedoch mit einer Verzögerung auf, da der Rottekörper reaktionsträge ist. Empirisch steigt beim Reduzieren der Belüftung auf reine Sauerstoffversorgung (d. h. auf 15 % des Normal-Belüftungszustandes) die Temperatur um 0,2 bis 0,8 °C pro Stunde an, abhängig vom Alter des Materials. Im Zustand höchster Reaktivität des Rottegutes können also bis zu 15 Stunden „Luftaussetzen“ realisiert werden. Das ist ein ausreichend langer Zeitraum, um die belästigende bzw. gefährdende Wirkung kritischer Wetterlagen mit in der Regel deutlich kürzen Auftrittszeiten erheblich zu reduzieren.

Es ist gerade die unterschiedliche biologische Reaktivität des Rottegutes nach Alter und Inputart, die einen differenzierten Eingriff nach Intensität und Dauer ermöglicht. Je geringer die Reduktion der Luftmenge, desto länger ist die tolerable Dauer der Maßnahme. Natürlich muß die im immissionskritischen Zustand ausgesetzte Belüftung „nachgearbeitet“ werden, um den Rottekörper wieder auf ein niedrigeres Temperaturniveau zu bringen. Dies geschieht durch eine anschließend höhere Belüftung. Die Emissionen an Gerüchen und Keimen steigen in diesem Fall, treffen jedoch – wie in Abbildung 3 dargestellt – das „freie Feld“, wo weder Belästigungen noch Schäden zu erwarten sind.

Auch die betriebliche Vorbereitung einer absehbaren Luftreduzierung in der Intensivrotte ist möglich. Sind z. B. nach der regionalen Wetterprognose immissionskritische Ausbreitungssituationen zu erwarten, so kann vorab die Rottetemperatur durch verstärkte Belüftung leicht abgesenkt werden; rottetechnisch gesehen sind 50 – 65 °C abbauintensiver als 55 – 70 °C. Auch ist die Immissionsminderung dann schon wirksam, wenn die kritische Wetterlage bereits eingetreten ist und betrieblich beeinflusste Geruchsschwaden die Anlage verlassen. Trägheiten des Regeleingriffs könnten somit ausgeglichen werden.

Auch bei vollständig oder teilweise offenen Anlagen lassen sich emissionsmindernde Maßnahmen z. B. durch Abdeckung der emittierenden Oberflächen oder Aufspannung von Windschutzplanen im voraus einleiten.

## 4 Bewertung des Erfolgs der immissionsreduzierten Anlagensteuerung

### 4.1 Beurteilung der Verbesserung der Immissionssituation

Um die Wirksamkeit des vorgestellten Systems zu überprüfen, werden Geruchsfahnenbegehungen während kritischer Ausbreitungssituationen zunächst im Normalbetrieb der Anlage durchgeführt. Sodann werden die Fahnenbegehungen bei gleichen oder ähnlichen Ausbreitungsbedingungen, jedoch mit Maßnahmen zur Emissionsminderung wiederholt. Diese Vorgehensweise kann auf die immissionskritischen Sektoren begrenzt werden. Die Differenzen in den ermittelten Belastungen können als Erfolg der immissionsreduzierten Anlagensteuerung bewertet werden.

Zusätzlich lassen sich von unplausiblen Angaben bereinigte Beschwerdeprotokolle betroffener Anwohner zur Reichweitenbestimmung der Geruchsfahnen sowie als Belästigungsindex heranziehen. Die Beschwerdeprotokolle können über einen ausreichend langen Zeitraum statistisch ausgewertet werden, um einen signifikanten Rückgang der Belästigungssituation zu dokumentieren.

### 4.2 Prognosefähigkeit der IRAS

Das in der IRAS integrierte Programmsystem *OdorSonic* verfügt über eine Meteorologie-Datenbank, in der die gemessenen Wind- und Turbulenzgrößen abgespeichert werden. Auf Grundlage der registrierten Messdaten können damit für zurückliegende Zeiträume meteorologische Daten und die entsprechenden Immissionsfelder dargestellt werden, um die Plausibilität von Beschwerden zu überprüfen. Weiterhin sind statistische Auswertungen möglich, um Aussagen über Auftrittshäufigkeiten und typische Zeiten immissionskritischer Zustände zu erhalten. Z. B. lassen sich Informationen in folgender Form gewinnen: *Erhöhtes Auftreten von kritischen Ausbreitungssituationen in den Monaten a, b und c bevorzugt im Zeitraum von x bis y Uhr.* Des Weiteren können mit der ein- oder mehrjährigen meteorologischen Datenbasis Korrelationen zwischen den Anwohnerbeschwerden und der Häufigkeitsverteilung von Windgeschwindigkeit und Turbulenzintensität festgestellt werden, die weiterführend dazu beitragen, die Beschwerdesituationen einzuordnen und zu entschärfen. Nicht zuletzt lässt sich mit der standortbezogenen meteorologischen Statistik eine Immissionsprognose für den Einwirkungsbereich der Anlage erstellen, deren Aussagesicherheit gegenüber den üblicherweise verwendeten Ausbreitungsklassenstatistiken mit weit entlegenem Erhebungsort deutlich höher ist.

## 5 Zusammenfassung

Aufwendungen zur nahezu vollständigen Reduzierung der Geruchs- und Keimfrachten aus Kompostwerken mit kritischen Standorten sind häufig unnötig, in jedem Fall aber unwirtschaftlich. Dies gilt für die meisten Kompostwerke im Randbereich von Siedlungen, bei denen der immissionsproblematische Sektor nur 10 – 25 % des Anlagenumfeldes ausmacht. Ein dauerhaft beschwerdefreier und wirtschaftlicher Betrieb kann hier durch die kurzzeitige Reduzierung der Anlagenemission während austauscharmer und damit immissionskritischer Ausbreitungssituationen in dem „sensiblen“ Sektor des Anlagenumfeldes realisiert werden.

Die Immissionsreduzierte Anlagensteuerung IRAS bietet ein Konzept zur organisatorischen und technischen Ausführung. Dabei werden auf der Basis eines neuartigen Prognose-systems Eingriffe in das Belüftungsmanagement des Rottematerials vorgenommen, so daß während der austauscharmen Ausbreitungssituationen durch gezielte Reduzierung des Lüftungsvolumens und/oder andere Maßnahmen die Emissionsstärke vorübergehend gemindert wird.

Mit solchen emissionsseitigen Maßnahmen läßt sich der Geruchsbelästigung an besonders kritischen Immissionsorten im Einwirkungsbereich von Kompostierungsanlagen wirksam begegnen. Der Betriebsleitung werden somit erstmals verlässliche Informationen über die jeweils aktuelle Reichweite der Geruchsfahne bzw. der Immissionsstärke ihrer Anlage an die Hand gegeben, die sie zu einer kurzfristigen Reduzierung der Emissionen und damit zur Minderung der Immissionsbelastung befähigt.

### *Ingenieurgesellschaft Lung & Dr. Müsken*

**Dipl.-Phys. T. Lung**                    Tel.    0 30 / 34 70 38 00  
Eosanderstraße 17                    Fax    0 30 / 34 70 38 01  
10587 Berlin                            e-mail: [t.lung@gmx.de](mailto:t.lung@gmx.de)  
    [www.ip-lung.de](http://www.ip-lung.de)

Dr. Müsken + Partner                    Tel.    07 11 / 6 15 90 82  
Reinsburgstraße 110                    Fax    07 11 / 6 15 15 33  
70197 Stuttgart                        e-mail: [mail@muesken-partner.de](mailto:mail@muesken-partner.de)  
    [www.muesken-partner.de](http://www.muesken-partner.de)