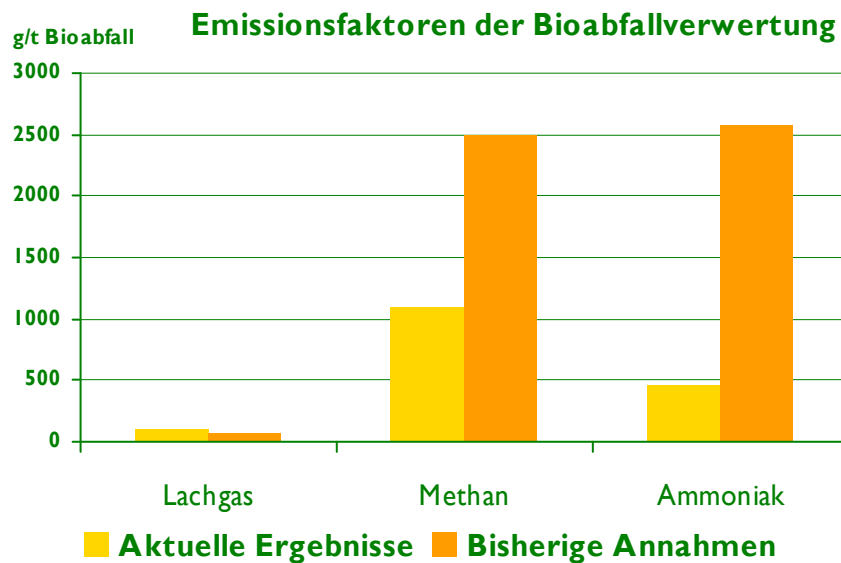


## Klimarelevante Gase bei der Bioabfallverwertung

Im Zusammenhang mit der Emissionsberichterstattung Deutschlands zur Klimarahmenkonvention und dem Kyoto-Protokoll hatte das Umweltbundesamt (UBA) eine Studie zur quantitativen Einschätzung klimarelevanter Emissionen aus der biologischen Abfallbehandlung in Auftrag gegeben.

Die gute Nachricht: Die Emissionen der Kompostierung sind deutlich niedriger als bislang angenommen. Und: Bezogen auf die Summe emittierter CO<sub>2</sub>-Äquivalente in Deutschland beträgt der Beitrag aus der getrennten Sammlung und Verwertung von Bioabfällen nur 0,05 %.



Die andere Nachricht: Die Höhe der Emissionen wird - entgegen der allgemeinen Annahme - nicht so sehr von bautechnischen Unterschieden bestimmt. Entscheidend sind vielmehr die Art und Zusammensetzung der Ausgangsstoffe sowie eine gute fachliche Praxis der Betriebsführung. Hohe Emissionen resultieren meist aus Defiziten im Betrieb.

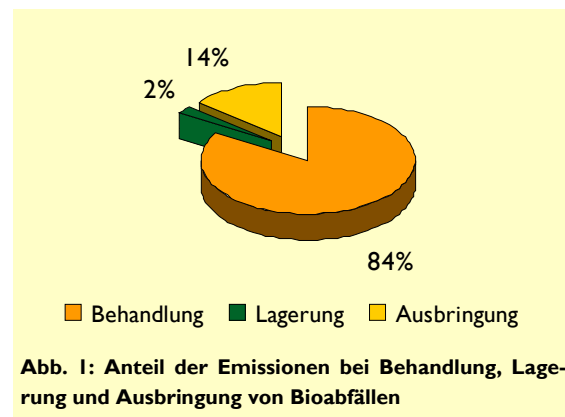
Die Studie geht davon aus, dass in Deutschland derzeit rund 8,6 Mio. t Bio- und Grünabfälle getrennt gesammelt und verwertet werden. Die Behandlung erfolgt überwiegend in Kompostierungsanlagen. Aufgrund der zunehmenden Vergärung von Bioabfällen wurden auch solche Anlagen einbezogen. Insgesamt wurden folgende hauptsächliche Verfahren untersucht:

- Geschlossene und teilgeschlossene Kompostierungsanlagen (inkl. Kompostierung unter semipermeablen Membranen)
- Offene bzw. offen/überdachte Kompostierungsanlagen
- Kompostanlagen mit Trockenvergärung und Nachrotte

In Anlehnung an die Richtlinie VDI 3475 Blatt I und Blatt 2 können sowohl geschlossene Anlagen als auch offene bzw. offen/überdachte Anlagen dem Stand der Technik entsprechen. Neben den hauptsächlichen klimarelevanten Gasen Methan (CH<sub>4</sub>) und Lachgas (N<sub>2</sub>O) wurden auch Emissionen von Ammoniak (NH<sub>3</sub>) und NMVOC (nicht methanhaltige organische Verbindungen) untersucht.

## Unterschiede zwischen den Verfahren

Die Emissionsfaktoren der Bioabfälle wurden für die Bereiche Behandlungsprozess bzw. die Behandlungstechnik, sowie für die Lagerung und Anwendung der erzeugten Komposte als Dünge- und Bodenverbesserungsmittel jeweils separat abgeleitet. Der überwiegende Anteil der Emissionen (85 %) stammt aus dem Behandlungsprozess (Abb. 1). Unterschiede zwischen eingesetzten Verfahren beim Behandlungsprozess sind für die wesentlichen Treibhausgase Methan und Lachgas in Abb. 2 veranschaulicht.



## Unterschiede innerhalb der Verfahren

Die Unterschiede innerhalb der Verfahren sind größer als die Unterschiede zwischen den Verfahren. Die festgestellten weiten Spannen in der Höhe der Emissionen sind als Ausdruck unterschiedlicher Einflüsse zu werten. Bei Anlagen der offenen Kompostierung wird für Methan-Emissionen in Praxisanlagen eine Spanne von 470 bis 2.000 g/t Bioabfall (Unterschiede um Faktor 4) angegeben. Bei der geschlossenen Kompostierung reicht die Spanne von 300 bis 1.500 g/t (Faktor 5). Für Lachgas werden innerhalb der einzelnen Verfahren Spannen von Faktor 2 bis 5 angegeben. Bei gestörter Rotte sind auch deutlich höhere Emissionen möglich. Als Gründe für signifikant hohe Emissionen werden genannt: Ungünstige Geometrie der Rottekörper (d.h. zu hohe Mieten), unzureichender Strukturanteil sowie mangelnde Umsetzhäufigkeit, was sich insgesamt negativ auf die Sauerstoffversorgung der Rottekörper auswirkt.

Optimierungsmaßnahmen zeigen, dass bei Einhaltung einer guten fachlichen Praxis der Kompostierung deutliche Vermeidungspotentiale realisiert werden können.

## Einhausung kein Allheilmittel

Die Einhausung von Mieten bringt für die Begrenzung der Emission von Treibhausgasen keine wirkliche Lösung. Durch ein geschlossenes Verfahren mit Abluftreinigung in einem Biofilter wird grundsätzlich keine Reduktion der beiden hauptsächlichen Treibhausgase Methan und Lachgas erreicht. Methan wird im Biofilter nicht oder nur gering abgebaut und Lachgas aus  $\text{NH}_3$ -Verbindungen im Biofilter sogar neu gebildet. Bei ammoniakreichen Abgasen kann daher eine Senke für  $\text{NH}_3$  (saure Wäsche) sinnvoll sein.

## Gute Betriebsführung gefragt

Entscheidend für die Klimagasemissionen sind die Prozessbedingungen (Materialmix, Struktur, Sauerstoffversorgung). Es lassen sich sowohl offene als auch geschlossene Kompostanlagen (mit und ohne Vergärung) optimieren. Die Bundesgütegemeinschaft Kompost (BGK) hat nicht zuletzt vor diesem Hintergrund bei ihrer letzten Revision der Güte- und Prüfbestimmungen zu den RAL-Gütesicherungen Kompost und Gärprodukte zusätzliche Anforderungen an die „Betriebsqualität“ bzw. „Prozessqualität“ gestellt und auch die hier vorgestellte UBA-Studie aktiv begleitet. In Zusammenarbeit mit den Auftragnehmern, der Gewitra mbH, ist die BGK in einem weiterführenden Projekt dabei, die praktischen Einfluss- und Handlungsmöglichkeiten im Hinblick auf einen emissionsarmen Anlagenbetrieb weiter zu konkretisieren. Dabei sollen auch die Rahmenbedingungen angesprochen werden, ohne die eine gute Betriebsführung nicht möglich ist.

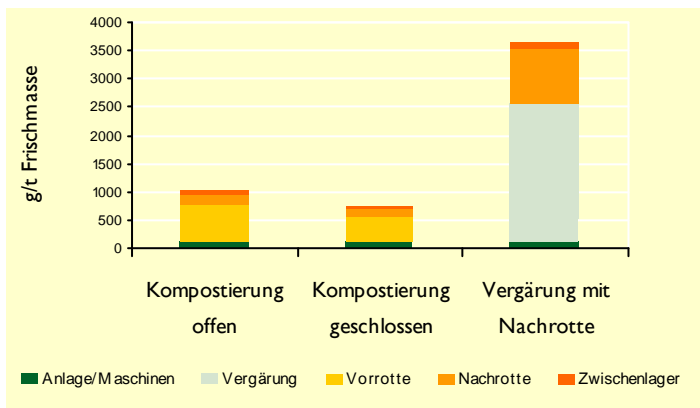
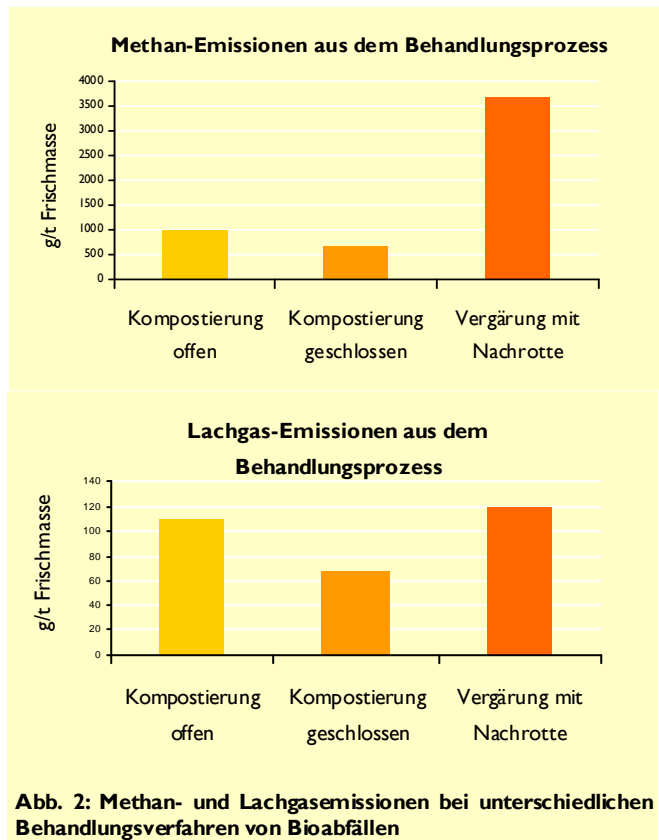
## Klärungsbedarf bei der Vergärung

Die Emissionsfaktoren für die Verfahren „Trockenvergärung mit Nachrotte“ wurden, wie bei den reinen Kompostierungsverfahren, unter praxisüblichen Betriebsbedingungen ermittelt. Dabei hat sich gezeigt, dass die Emissionen bei der Vergärung, insbesondere von Methan, deutlich höher sind als bei der Kompostierung (Abb. 2).

Hauptsächliche Quellen sind die frischen Gärrückstände sowie Emissionen aus ihrer Nachrotte (Abb. 3).

Ein Klärungsbedarf dieses Sachverhaltes besteht insofern, weil die Anzahl an Vergärungsanlagen, die in die Untersuchungen einbezogen waren, vergleichsweise gering ist. Aus diesem Grunde ist das Umweltbundesamt dabei, weitere Untersuchungen an Vergärungsanlagen durchführen zu lassen.

Allerdings sind die vorliegenden Ergebnisse nicht unrealistisch: Bei der Überführung anaerober Gärrückstände in einen aeroben Prozess ist immer davon auszugehen, dass die anaeroben methanbildenden Prozesse nicht



**Abb. 3: Methanemissionen aus den betrieblichen Einrichtungen und Behandlungsstufen von Kompostierungsverfahren mit und ohne vorgeschaltete Vergärung.** (Kompostierung offen: Bio- und Grünabfälle als Fertigungskompost. Kompostierung geschlossen: Bio- und Grünabfälle als Fertigungskompost. Vergärung mit Nachrotte als Fertigungskompost)

sofort beendet werden, sondern in Teilbereichen des Materials noch eine gewisse Zeit weiterlaufen. Die Aerobisierung kann optimiert werden, indem den strukturarmen und nassen Gärrückständen hohe Anteile an frischem Material insbesondere strukturreichen, d.h. ligninreichen Stoffen hinzugefügt werden. Zur Vermeidung überhöhter Emissionen in der Nachrotte, auch von Ammoniak und Lachgas, ist ein ausreichender Strukturgehalt der Rottekörper unabdingbar (z.B. > 30 Vol.-% Grünabfälle).

## „Rezepte“ zur Emissions-Vermeidung

Die Erkenntnis, dass die Höhe von Treibhausgasemissionen bei der Bioabfallbehandlung stark von der Betriebsführung abhängt, hat die Autoren der Studie veranlasst, auch einige Schlussfolgerungen für den praktischen Anlagenbetrieb zu ziehen. Dass sie dies über ihren eigentlichen Auftrag hinaus geleistet haben, war nicht unbedingt selbstverständlich.

Aus der Kenntnis der mikrobiologischen Zusammenhänge und den Prozessabläufen heraus können folgende Maßnahmen zur Reduzierung der Emissionen genannt werden:

**Strukturmaterial:** Strukturmaterial ist z.B. Schreddergut aus Grünabfall oder Siebüberlauf. Es schafft im Rottekörper das erforderliche Luftporenvolumen für eine aerobe Behandlung und

ausreichende Luftführung. Der Anteil sollte mindestens 30 Vol.-% betragen. Dieser Anteil sollte nicht der thermisch/energetischen Verwertung zugeführt werden. Ist das Luftporenvolumen gering, entstehen anaerobe Zonen mit der Folge erhöhter Methanemissionen. Hohe Wassergehalte und hohe Mieten verstärken diesen Prozess.

C/N-Verhältnis: Das Rottegut (Materialmix) sollte ein günstiges Verhältnis von Kohlenstoff (C) und Stickstoff (N) aufweisen. Günstig sind Werte zwischen etwa 25 und 40. Ein zu niedriges C/N-Verhältnis, d.h. ein deutlicher N-Überschuss, kann zu einer Erhöhung der Ammoniakemissionen führen und später zu Lachgasbildung. Bei hoher Ausgasung von Ammoniak kann in geschlossenen Systemen vor der Abluftbehandlung eine NH<sub>3</sub>-Abscheidung in Form eines schwefelsauren Wäschers vorgeschaltet werden. Das entstehende Ammoniumsulfat kann als Düngemittel verwendet werden.

Umsetzen: Ein mehrfaches Umsetzen von Kompostmieten mit entsprechendem Strukturanteil verringert die Bildung von Methan. Für Lachgas bestehen dagegen Hinweise, dass eine reduzierte Intensität der Bearbeitung in der Nachrotte die N<sub>2</sub>O-Emissionen verringert. Da die Prozesse der CH<sub>4</sub>-Bildung und N<sub>2</sub>O-Bildung also gegenläufig sind, ist der Betrieb zu Beginn der thermophilen Phase (CH<sub>4</sub>-lastig) auf eine Reduktion der Methanbildung und im fortgeschrittenen Stadium der Rotte (N<sub>2</sub>O-lastig) auf eine Minimierung der Lachgasbildung abzustellen.

Mietengeometrie: Grundsätzlich problematisch sind zu hohe Mieten, v.a. in der Vor- und Hauptrotte. Das hohe Eigengewicht des Rottekörpers presst die Luftporen so zusammen, dass anaerobe Zonen zunehmen, in denen dann Methan entstehen kann. Die Faktoren Mietengeometrie, Anteil strukturwirksamer Bestandteile, Feuchte des Rottegutes und Materialmix im Hinblick auf ein günstiges C/N-Verhältnis spielen wechselseitig zusammen. Optimierungen sind immer ein Zusammenspiel von günstigen Verhältnissen im Rottekörper (C/N, Struktur, Feuchte), erforderlichenfalls unterstützt durch aktive Belüftung sowie einem an das Stadium der Rotte und die jeweilige Mietenhöhe (Mietenquerschnitt) angepassten Umsetzrhythmus.

Die Studie „Ermittlung der Emissionssituation bei der Verwertung von Bioabfällen“ umfasst 172 Seiten und ist auf unserer Homepage unter [www.kompost.de](http://www.kompost.de) verfügbar.

*Quelle: H&K aktuell, S.1-3, Dr. Bertram Kehres (BGK e.V.)*