

Eberhard Hartung, Hohenheim

Kompostierung von vorgetrocknetem Geflügelkot

Zur Beschreibung des Kompostierungsprozesses von vorgetrocknetem Geflügelkot wurde eine Kompostieranlage im Labormaßstab genutzt, welche aus insgesamt sechs wärmegeprägten Batch-Reaktoren mit Zwangsbelüftung besteht. Das sehr inhomogene Substrat wies äußerst niedrige C/N-Verhältnisse auf. Dies hatte sehr hohe und fast konstant bleibende Ammoniakemissionen über den gesamten dreiwöchigen Versuchszeitraum zur Folge. Für einen guten Verlauf des Kompostierungsprozesses sollte eine Belüftungsrate von etwa 7 bis 8 l/kg Trockensubstanz und Stunde nicht unterschritten und nach Möglichkeit eine ergänzende C-Quelle dem Substrat beigemischt werden.

Dr. Eberhard Hartung ist wissenschaftlicher Assistent des Fachgebietes für Verfahrenstechnik in der Tierproduktion und landwirtschaftliches Bauwesen (Leiter: Prof. Dr. Thomas Jungbluth), Institut für Agrartechnik, Universität Hohenheim, Garbenstr. 9, 70599 Stuttgart; e-mail: vtp@Uni-Hohenheim.de

Schlüsselwörter

Kompostierung, Batch-Reaktoren, Geflügelkot, Ammoniakfreisetzung, Belüftungsraten

Keywords

Composting, batch reactors, poultry droppings, ammonia release, ventilation rates

Die Ziele der vorliegenden Forschungsarbeit resultieren aus einem EU-Forschungsvorhaben zum Einsatz katalytischer Abluftreinigungsreaktoren in der Landwirtschaft [1]. Sie lassen sich in vier Punkte unterteilen: Beschreibung des Kompostierungsprozesses mit vorgetrocknetem Geflügelkot; Bestimmung der Ammoniakfreisetzung in Abhängigkeit von verschiedenen Belüftungsraten; C/N-Verhältnisse und Trockensubstanzgehalte; Bestimmung der Mindest-Lüftungsrate.

Material und Methode

Für die Durchführung von Versuchen unter konstanten und reproduzierbaren Bedingungen wurde eine bereits bewährte Batch-Kompostieranlage genutzt [2]. Die computergesteuerte Kompostieranlage ermöglicht es, im Labormaßstab unterschiedliche Behandlungen in Versuchsserien zu testen. Sie besteht aus sechs wärmegeprägten und zwangsbelüfteten Batch-Reaktoren (Bild 1). Die Temperatur der Zuluft wird in der gemeinsamen Versorgungsleitung für die sechs Reaktoren bestimmt, bevor sich diese auf die sechs Reaktoren aufteilt. Jedem Reaktor ist ein Schwebekörper-Durchflussmesser vorgeschaltet. Er dient zur Einstellung der Belüftungsrate. Die Reaktoren haben ein Brutto-Volumen von rund 60 l. Das Substrat wird auf Siebböden aus Edelstahl bis zu einer Höhe von etwa 0,3 m aufgetragen, was einem Nutzvolumen von etwa 36 l entspricht. Durch die Zuluftöffnung an der unteren Reaktorseite wird das Rottegut von unten mit Luft versorgt. Der Luftraum unterhalb der Siebböden stellt eine Druck-

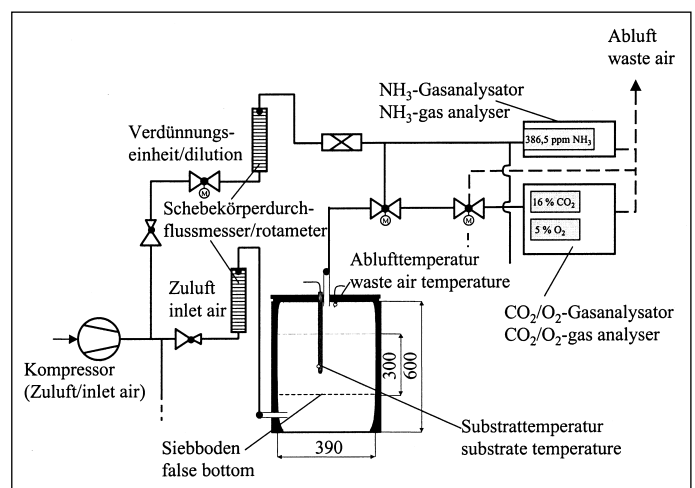
kammer dar, die eine gleichmäßige Durchströmung des Rottegutes sicherstellt (Bild 1). Jeder Reaktor weist im Zentrum eine Abluftöffnung auf, in der auch die Ablufttemperatur bestimmt wird. Durch den Deckel führt ebenfalls ein PVC-Rohr, in dessen Spitze ein Sensor zur Erfassung der Substrattemperatur eingebaut ist. Die Abluft aus den Reaktoren wird mittels eines Messstellenumschalters nacheinander zwei Gasanalysegeräten zugeleitet; eines zur Bestimmung der Ammoniakkonzentration, das andere zur Bestimmung der Sauerstoff- und Kohlendioxidkonzentration (Bild 1). Die sukzessive Bestimmung der drei unterschiedlichen Gaskonzentrationen benötigt 30 Minuten pro Reaktor. Somit werden die Gaskonzentrationen alle drei Stunden für jeden der sechs Reaktoren bestimmt. Um auch Ammoniakkonzentrationen messen zu können, welche oberhalb des Messbereiches des benutzten Messgerätes (5 000 ppm) liegen, ist eine Verdünnung des Abluftstromes mit einer definierten Reinluftmenge möglich.

Ergebnisse

Im Folgenden wird auf die Ergebnisse von drei nacheinander durchgeführten Versuchen B, C und D eingegangen. Innerhalb der einzelnen Versuche wurde die Belüftungsrate bei jeweils zwei oder drei der Reaktoren konstant gehalten. Da in der Literatur von minimalen Belüftungsraten von 7 bis 10 l/kg Trockensubstanzgehalt und Stunde für

Bild 1: Aufbau der Kompostieranlage (Labormaßstab)

Fig. 1: Sketch of one section of laboratory composting unit



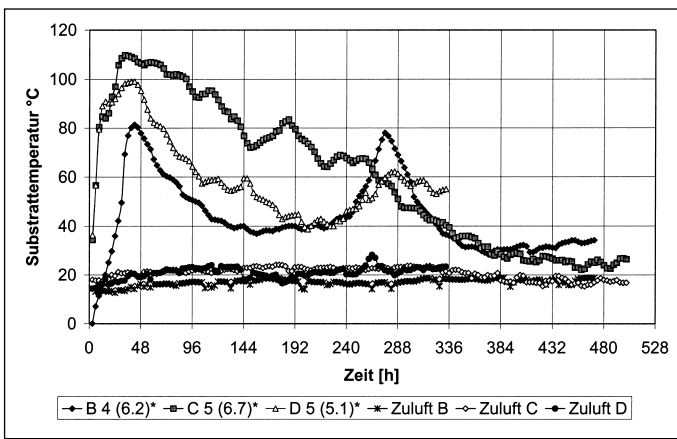


Bild 2: Verlauf der Zuluft- und Substrattemperatur während der Kompostierung von vorgetrocknetem Legehennenkot bei ähnlichen Belüftungsraten (* in $[L\ kg^{-1}\ TS^{-1}\ h^{-1}]$)

Fig. 2: Course of temperature of inlet air and substrate during composting of pre-dried layer hen droppings, compared with similar aeration rates (* in $[L\ kg^{-1}\ dry\ matter^{-1}\ h^{-1}]$) during composting

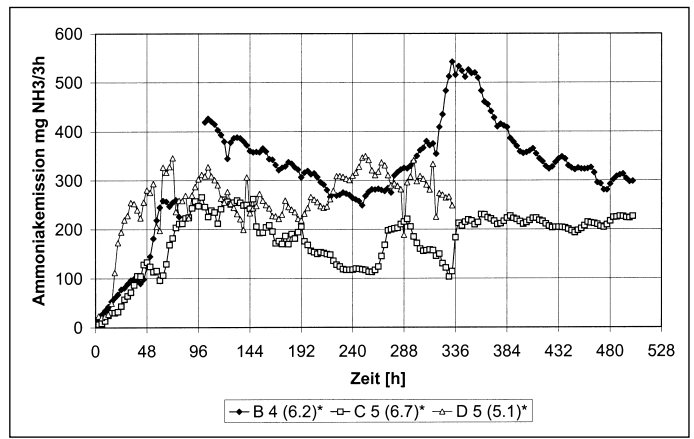


Bild 3: Verlauf der Ammoniakemissionen aus der Kompostierung von vorgetrocknetem Legehennenkot bei ähnlichen Belüftungsraten (* in $[L\ kg^{-1}\ TS^{-1}\ h^{-1}]$)

Fig. 3: Course of the ammonia emission released from pre-dried layer hen manure treated with similar aeration rates (* in $[L\ kg^{-1}\ dry\ matter^{-1}\ h^{-1}]$) during composting

Schweine- und Rindermist berichtet wird [1, 2, 3], wurden diese, insbesondere um die Mindest-Belüftungsrate zu bestimmen, in einem Bereich von etwa 2 bis etwa 12 l/kg Trockensubstanz und Stunde variiert. Insgesamt zeichnete sich der vorgetrocknete Geflügelkot durch seine starke Inhomogenität aus. Daher gestaltete sich sowohl die möglichst gleichmäßige Verteilung auf die Reaktoren als auch die repräsentative Beprobung des Substrates zur Analyse der Inhaltsstoffe schwierig. Der Trockensubstanzgehalt des Substrates streute zwischen 35 und 75%, das C/N-Verhältnis reichte von 2 : 1 bis 5 : 1 und lag damit sehr niedrig. In allen Versuchsserien lag die Zulufttemperatur auf einem ähnlichen Niveau und konnte über die gesamte Versuchsdauer (zwei bis drei Wochen) recht konstant gehalten werden (Bild 2). Unmittelbar nach Versuchsstart stieg die Substrattemperatur in allen Reaktoren schnell an und erreichte ein erstes Maximum zwischen 24 und 48 Stunden (Bild 2). Wie erwartet, stieg die Substrattemperatur in allen Reaktoren der Versuchsserie B bis auf mindestens 85°C an. In Versuchsreihe C und D hingegen stieg die Temperatur sogar auf 100 und 116 °C an. In Versuchsserie B und D konnte bei allen Reaktoren ein zweites

Maximum der Substrattemperatur nach etwa zehn bis zwölf Tagen verzeichnet werden (Bild 2; Behandlung B4 und D5). Um den Einfluss der Substrattemperatur auf die Höhe der Ammoniakfreisetzung darzustellen, werden in Bild 3 die Verläufe der Ammoniakemissionen bei Reaktoren mit gleicher Belüftungsrate, aber unterschiedlichen Temperatur-Niveaus (Bild 2) betrachtet. Zu Beginn des Kompostierungsprozesses folgt der Verlauf der Ammoniakfreisetzung dem Verlauf der Substrattemperatur und erreicht ein Maximum nach etwa 48 bis 72 Versuchsstunden (Bild 3). Überdurchschnittlich hohe Substrattemperaturen ($\geq 100\ ^\circ C$) führen zu einer verzögerten Ammoniakfreisetzung auf einem vergleichsweise niedrigeren Niveau (Bild 3; Behandlung C5). Ein zweites Maximum der Substrattemperatur hat ein ebensolches Maximum bei der Ammoniakfreisetzung zur Folge (Bild 3; Behandlung B4). Die Höhe der Ammoniakfreisetzung hängt sehr stark von der jeweiligen Belüftungsrate ab, die Ammoniakemissionen steigen also, wenn höhere Belüftungsraten eingestellt werden (Bild 4) oder finden sich in einem ähnlichen Bereich, wenn gleiche Belüftungsraten eingestellt werden (Bild 3). Nur bei höheren Belüftungsraten (etwa 11

bis 12 l/kg Trockensubstanz und Stunde) konnte ein deutliches Maximum der Ammoniakemissionen festgestellt werden (Bild 4; Behandlung C3 und C4). Insgesamt ist auch nach dreiwöchigem Kompostierungsprozess kein Abklingverhalten bei den Ammoniakemissionen zu erkennen, sondern es findet weiterhin eine konstante Freisetzung statt.

Schlussfolgerungen

Das sehr niedrige C/N-Verhältnis des untersuchten Substrates hatte sehr hohe und über den gesamten dreiwöchigen Versuchszeitraum fast konstant bleibende Ammoniakemissionen zur Folge. Für einen guten Verlauf des Kompostierungsprozesses sollte eine Belüftungsrate von etwa 7 bis 8 l/kg Trockensubstanz und Stunde nicht unterschritten werden und nach Möglichkeit eine ergänzende C-Quelle dem Substrat beigegeben werden. Mittels der durchgeführten Versuche konnten die Wirkung einzelner, den Kompostierungsprozess beeinflussender Faktoren beschrieben werden. Für eine genauere Beschreibung der Wechselwirkung zwischen den unterschiedlichen Einflussfaktoren sind weitere Untersuchungen notwendig.

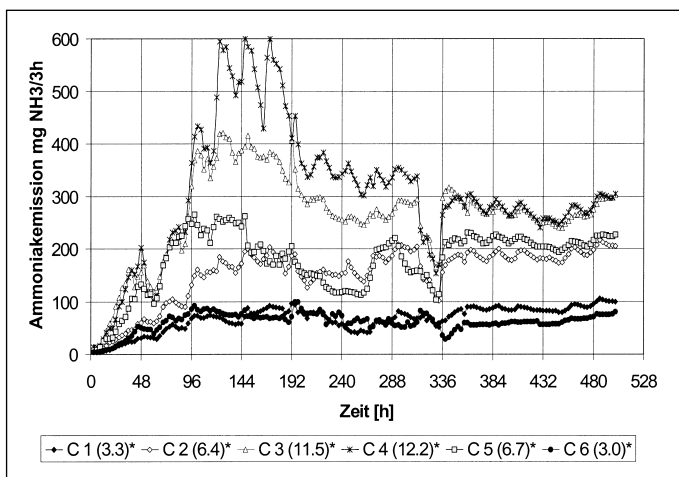


Bild 4: Verlauf der Ammoniakemissionen aus der Kompostierung von vorgetrocknetem Legehennenkot bei unterschiedlichen Belüftungs-raten (* in $[L\ kg^{-1}\ TS^{-1}\ h^{-1}]$)

Fig. 4: Course of the ammonia emission released from pre-dried layer hen manure treated with different aeration rates (* in $[L\ kg^{-1}\ dry\ matter^{-1}\ h^{-1}]$) during composting

Literatur

Bücher sind mit • gekennzeichnet

- [1] Monteny, G.J., M. Verhaak and E. Hartung: Technical and economical feasibility of integration of a catalytic reactor system for the removal of aerial pollutants from livestock operations. IMAG-DLO, confidential report, 1998
- [2] • Käck, M.: Ammoniakfreisetzung bei der Kompostierung separierter Feststoffe aus Flüssigmist in belüfteten Reaktoren. Dissertation, Hohenheim, VDI-MEG Schrift 285, 1996
- [3] Burton, C.H., J. Beck, P.F. Bloxham, P.J.L. Derikx and J. Martinez: Manure Management „Treatment Strategies for Sustainable Agriculture“. Silsoe Research Institute, Bedford, UK, 1997, ISBN 0953128202