

Kompostierung tierischer Exkremente - Einfluß der Sauerstoffkonzentration auf Reaktionskinetik und Emissionsverhalten¹

Composting of Animal Wastes - Influence of Oxygen Concentration on Reaction Kinetics and Emission Control

Shanwu Zhou, Hachem Zaied und Herman Van den Weghe

Forschungs- und Studienzentrum für Veredelungswirtschaft Weser-Ems der Georg-August-Universität Göttingen, Vechta.

Kurzfassung: Um den Einfluß der Sauerstoffkonzentration auf die Reaktionskinetik und das Emissionsverhalten bei der Kompostierung tierischer Exkremente zu untersuchen, wurden drei baugleiche, geschlossene und voll wärmege-dämmte Reaktoren mit aktiver Belüftung erstellt. Es wurde festgestellt, daß sich die Abbaugeschwindigkeit organischer Kohlenstoffsubstanz um 20 bis 30 % erhöht, wenn die Sauerstoffkonzentration in der Zuluft von 21 Vol % auf 25 Vol % steigt. Das gleiche Ergebnis konnte auch durch Erhöhung der Belüftungsrate erzielt werden, dabei mußte eine über-proportionale Steigerung der Ammoniakemission in Kauf genommen werden. Unter anoxischen Bedingungen entstan-den Lachgasemissionen, die bei einer Sauerstoffkonzentration von unter 3 Vol % sprunghaft anstiegen. Der Einfluß der Sauerstoffkonzentration auf die Geruchsemission war gering.

Deskriptoren: Kompostierung, gasförmige Emissionen, Geruchsemission

Abstract: To examine the influence of oxygen concentration on the reaction rate and the behaviour of emission during the composting of animal manure, three reactors were built. The reactors are identical in their dimensions, thermally insulated and aerated with pressurised air. The results show that the decomposition rate of organic substrate can be increased by 20 to 30 % if the oxygen concentration in the air supply is increased from 21 % by volume to 25 % by volume. The same result was obtained by increasing the aeration rate. In this case a strong increase of NH₃-emissions had to be taken in account. Laughing gas is primarily produced under anoxic conditions. If the oxygen concentra-tion is below 3 % by volume, the emission of laughing gas will increase immediately. The influence of an increase in oxygen concentration from 21 to 25 % by volume on odour emission is low.

Keywords: composting, gaseous emissions, odour emission

1 Einleitung und Zielsetzung

Bei der Kompostierung spielt die O₂-Versorgung des Substrates neben einer Reihe anderer physikalisch-chemischer Einflußfaktoren eine elementare Rolle. Mit der O₂-Konzentration steigt die Reaktionsgeschwindigkeit der Kompostierung. Bei einem Sauerstoffdefizit wird der Nitrifikationsvorgang beeinträchtigt und unter anoxischen Bedingungen im Rahmen der Denitrifikation N₂O in erheblichen Mengen emittiert. SCHNEIDER [6] stellt zudem fest, daß die Kompostierung durch eine erhöhte O₂-Konzentration in der Zuluft schneller initiiert wird. Bei der Kompostierung unter Einsatz von techni-schem Sauerstoff wird festgestellt, daß es zu einer star-

ken Reduzierung der Geruchsstoffemission kommt [1]. In der vorliegenden Arbeit wird untersucht, in welchem Umfang die Sauerstoffkonzentration im Substrat den Kompostierungsprozeß tierischer Exkremente positiv beeinflußt, insbesondere in Hinblick auf die Minimie-rung der Emission umwelt- und klimarelevanter Gase und die Erhöhung der Reaktionsgeschwindigkeit.

2 Material und Methoden

Drei geschlossene, wärmege-dämmte Reaktoren mit den Maßen 1800 x 1000 x 1400 mm (L x B x H) verfügen über eine Substratkammer mit einer Höhe von 500 mm. Reaktor 1 (RT1) fungiert als Referenzsystem und wird

¹ Die Verfasser danken der Firma Messer Griesheim GmbH für die finanzielle Unterstützung des Forschungsvorhabens

mit atmosphärischer Luft belüftet. Reaktor 2 (RT2) wird mit atmosphärischer Luft betrieben, die mit technischem Sauerstoff auf eine O_2 -Konzentration von 25 Vol % angereichert wird. Beim dritten Reaktor (RT3) ist die Zusammensetzung der Zuluft dieselbe wie im zweiten Reaktor, aber die Belüftungszeit wird über die O_2 -Konzentration in der Abluft (< 17 Vol %) gesteuert (Bild 1).

Als Kompostsubstrat wurde ein Gemisch von Weizenstroh und Schweinegülle sowie ein Gemisch von Sägemehl und Schweinegülle verwendet. Das Stroh wurde gehäckselt und gespleißt und hatte eine Länge von 2 bis 4 cm. Das Sägemehl hatte eine Korngröße von 1 - 4 mm. Die Schweinegülle wurde im Kühlraum bei $< +4$ °C aufbewahrt, um mögliche Änderungen der Zusammensetzung in der Gülle durch mikrobielle Aktivität zu unterbinden. Angesichts der möglichen Streuung in der Zusammensetzung von Sägemehl, Stroh und Gülle sind die benötigten Mengen für alle Versuchsreihen auf einmal angeschafft worden. Die wichtigsten Parameter für die stoffliche Zusammensetzung von Sägemehl, Stroh und Gülle sind in Tabelle 1 dargestellt.

Die gewählte Länge des Strohs und die geringe Korngröße des Sägemehls dienen der Erhöhung der spezifischen Oberfläche und der Reduzierung des Diffusionswiderstandes für die Reaktionsteilnehmer, um die Reaktionsgeschwindigkeit zu beschleunigen. MATTHIAS [5]

stellte bei der Kompostierung von Gülle/Stroh-Gemisch fest, daß sich bei intensiv aufbereitetem Spleißstroh gegenüber ungehäckselt oder unvollständig gespleißtem Stroh die Kompostierungstemperatur deutlich erhöht und somit die Kompostierung beschleunigt werden kann.

Tabelle 1: Stoffliche Zusammensetzung von Sägemehl, Stroh und Schweinegülle

Table 1: Material composition of sawdust, straw and pig slurry

Substanz	C_{ges} [%]	N_{ges} [%]	C/N [-]	TS [gew. %]	Korngröße oder Länge
Sägemehl	47,2	0,07	674,3:1	91,0	1 - 4 mm
Stroh	48,7	1,09	44,7:1	86,5	2 - 4 cm
Schweinegülle	39,7	6,27	6,3:1	12,4	—

Die Abluft wurde quasi-kontinuierlich auf die Konzentration von NH_3 , N_2O , O_2 , CH_4 , CO_2 , CO , $H_2O(g)$ simultan analysiert. Die Messung der Geruchsstoffkonzentration erfolgte mit einem Olfaktometer T07 und wurde in der Regel zweimal pro Versuchsreihe durchgeführt. Bei dem Kompostsubstrat wurden der Trockensubstanzgehalt (TS), der Gesamtkohlenstoffgehalt (C_{ges}) sowie weitere Parameter analysiert. Die zu analysierenden Parameter und die eingesetzten Geräte sind in Tabelle 2 aufgelistet.

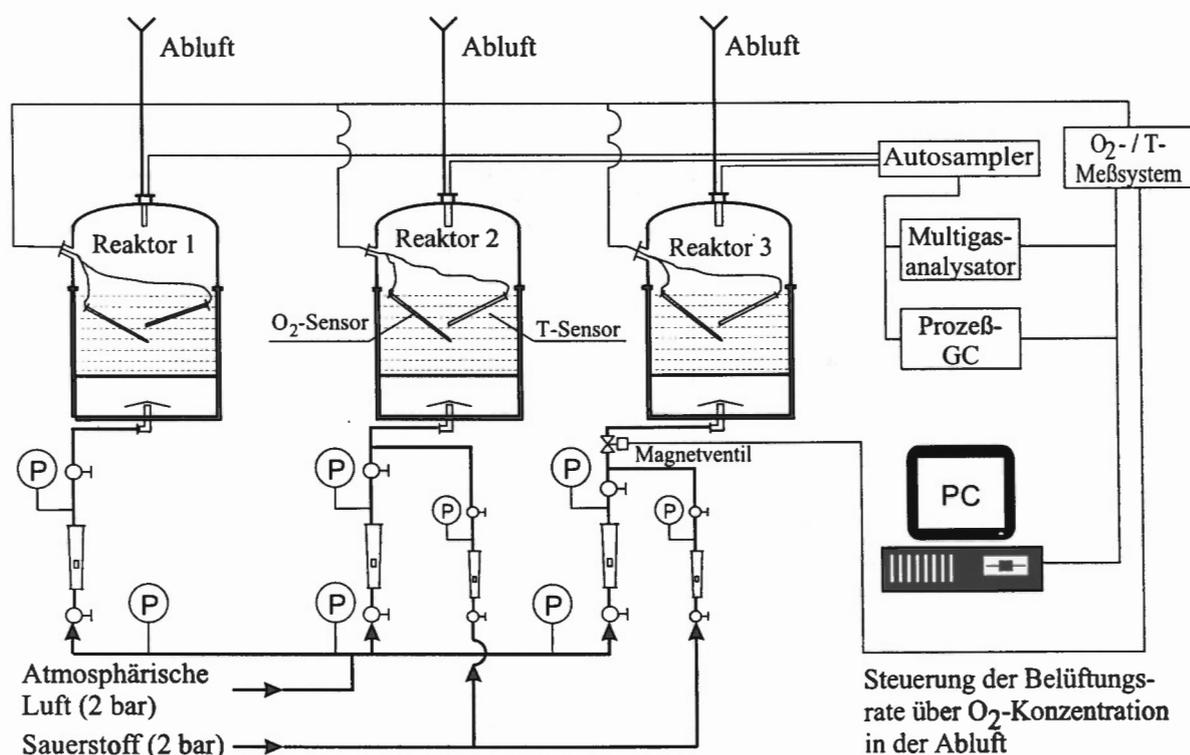


Bild 1: Fließdiagramm der Versuchsanlage
Fig. 1: Flow chart of the experimental plant

Tabelle 2: Analyseparameter, Methode und Geräte

Table 2: Overview of analytic parameters, methods and equipment

Parameter	Methode und Geräte
NH ₃ , N ₂ O, O ₂ , CH ₄ , CO ₂ , CO, H ₂ O(g)	Multigasanalyser (Firma Brüel & Kjær) und/oder Prozeß-GC (Firma Siemens)
O ₂	Prozeß-GC, O ₂ -Analyser Oxygor 610 (Firma Maihak)
Geruchsstoffkonzentration	Olfaktometer T07(Firma Mannebeck)
Uras 10E zur Kontrollmessung. Gemessen wurden O ₂ , CO ₂ , N ₂ O, CH ₄	
Trockensubstanzgehalt (TS)	bei 105 °C getrocknet
Gesamtstickstoffgehalt (N _{ges})	Macro N (Firma elementar)
NH ₄ -N	EPOS [®] -Analyser (Firma Eppendorf)
NO ₂ ⁻ - N, NO ₃ ⁻ - N	Ionenchromatograph (DIONEX, DX100)
pH	Elektrode
Salzgehalt	Elektrische Leitfähigkeit
Gesamtkohlenstoffgehalt, (C _{ges})	Leco-Analysator (NDIR-Meßzelle)
Glühverlust	Verglühen bei 550° im Muffelofen, ca. 5 h
Rottegrad	Dewar-Gefäße

Die Temperaturen in den Reaktoren (vgl. Bild 1) werden mit Temperaturmeßsonden (6 Meßstellen je Reaktor) erfaßt. Es wurden insgesamt vier Versuchsreihen durchgeführt. Jede Versuchsreihe dauerte 14 Tage. Die Umsetzung des Kompostsubstrates erfolgte eine Woche nach dem Start der Kompostierung. Die jeweiligen Parameter der einzelnen Versuchsreihen sind in **Tabelle 3** aufgelistet.

Das Reaktionsvolumen beträgt 0,9 m³. Der große Unterschied in der Gesamttrockensubstanz (TS_{ges}) zwischen den Versuchsreihen 1 bzw. 2 und den Versuchsreihen 3 bzw. 4 wird durch die unterschiedliche Dichte der Zuschlagstoffe Sägemehl und Stroh verursacht. Die Sollwerte des C/N-Verhältnisses und des TS-Gehaltes betragen jeweils 35:1 bzw. 35 gew. %. Wegen technischer Schwierigkeiten bei der Herstellung des Kompostsubstrates schwanken sie allerdings geringfügig um diese Sollwerte.

Tabelle 3: Versuchsplan

Table 3: Experimental plan

Versuchsreihe (VR)	Substrat	Belüftungsrate [l/h.kg ATS]		
		Reaktor 1 (RT1) C _{O₂,in} =21 Vol %	Reaktor 2 (RT2) C _{O₂,in} =25 Vol %	Reaktor 3 (RT3) C _{O₂,in} = 25 Vol % C _{O₂,out} =17 Vol %
1	Gülle/Sägemehl C/N = 37:1 TS = 30 gew. % TS _{ges} = 100 kg	17	17	17 *
2	Gülle/Sägemehl C/N = 35:1 TS = 36 gew. % TS _{ges} = 100 kg	5	5	5 *
3	Gülle/Stroh C/N = 34:1 TS = 36 gew. % TS _{ges} = 50 kg	5	5	39 *
4	Gülle/Stroh C/N = 35:1 TS = 35 gew. % TS _{ges} = 58 kg	10	10	39 *

* Belüftungszeit wird nach C_{O₂,out} gesteuert

3 Ergebnisse

Verlauf der Temperaturen im Kompostsubstrat und die Veränderung der physikalischen und chemischen Rotteparameter

Die Verläufe der Kompostierungstemperaturen sind bei allen Versuchsreihen tendenziell ähnlich. Bild 2 gibt den Verlauf der Temperatur gegenüber der Rottedauer wieder, wobei T₄ die Temperatur in der Mitte der jeweiligen Reaktoren darstellt.

Am Anfang der Kompostierung steigt die Temperatur im Substrat sehr schnell an und erreicht innerhalb von 48 Stunden eine maximale Temperatur von etwa 70 °C. Danach sinkt die Temperatur allmählich ab. Durch eine Umsetzung wird die Kompostierung wieder beschleunigt. Die Temperatur steigt kurzfristig an und klingt dann wieder langsam ab.

In Bild 2 ist deutlich zu sehen, daß innerhalb der ersten drei Tage die Temperatur im Temperaturbereich zwischen 40 °C und 50 °C langsamer ansteigt als im Temperaturbereich darunter und darüber. Der Grund ist darin zu suchen, daß die Temperatur zwischen 40 °C und 50 °C in dem Übergangsbereich von mesophiler Phase zu thermophiler Phase liegt. In diesem Bereich sind die Aktivitäten, sowohl von mesophilen Mikroorganismen als auch von thermophilen Mikroorganismen, eingeschränkt.

In den einzelnen Versuchsreihen sind umfangreiche chemische Analysen an dem Kompostsubstrat durchge-

führt worden. Als Beispiel wird das Analyseergebnis der Versuchsreihe 3 in Tabelle 4 dargestellt. Nach 14 Tagen Kompostierung werden 30 % des Gesamtkohlenstoffs als gasförmige Kohlenstoffverbindungen, hauptsächlich jedoch in Form von Kohlendioxid emittiert. Der Stickstoffverlust beträgt bei Reaktor 1 und Reaktor 2 jeweils 5 % bzw. 1,5 %. Das C/N-Verhältnis in beiden Reaktoren sinkt von 35:1 auf 25:1.

Abbaugeschwindigkeit der organischen Kohlenstoffsubstanz

Die Abbaugeschwindigkeit der organischen Substanz ist stark von der Sauerstoffkonzentration im Kompostsubstrat abhängig. Nach HAUG [2] steigt die Abbaugeschwindigkeit mit der Sauerstoffkonzentration im Kompostsubstrat. Wenn wir den Einfluß des Sauerstofftransportes der Diffusion in der flüssigen Phase vernachlässigen und die Sauerstoffversorgung über die Belüftung als reaktionsbestimmende Größe ansehen, gilt die Gleichung von Monod-Type für die Beziehung zwischen der Abbaugeschwindigkeit und der Sauerstoffkonzentration. Die positive Wirkung der Sauerstoffkonzentration auf die Abbaugeschwindigkeit wird in der vorliegenden Arbeit ebenfalls bestätigt. Als Beispiel zeigt Bild 3 das Ergebnis der Versuchsreihe 3.

Durch eine Erhöhung der O₂-Konzentration in der Zuluft von 21 Vol % auf 25 Vol % steigt die CO₂-Fracht in der Versuchsreihe 3 (VR3) um 30 %. Die Beschleunigung der Abbaugeschwindigkeit kann auch durch eine

Steigerung der Belüftungsrate erzielt werden. Im Vergleich der Versuchsreihen 3 und 4 im Reaktor 1 (RT1) ist die CO₂-Emission bei einer Belüftungsrate von 10 l/(h·kg TS) in den ersten 4 Rottetagen doppelt so hoch wie bei einer Belüftung von 5 l/(h·kg TS). Dabei steigt die NH₃-Fracht allerdings auch um ca. 100 % an. Die Reaktionsgeschwindigkeit bei der Kompostierung hängt nicht nur von dem Gesamtkohlenstoffgehalt ab, sondern sehr stark von dem Kohlenstoffgehalt, der den Mikroorganismen zeitnah zur Verfügung steht. In den Versuchsreihen 2 und 3 wird festge-

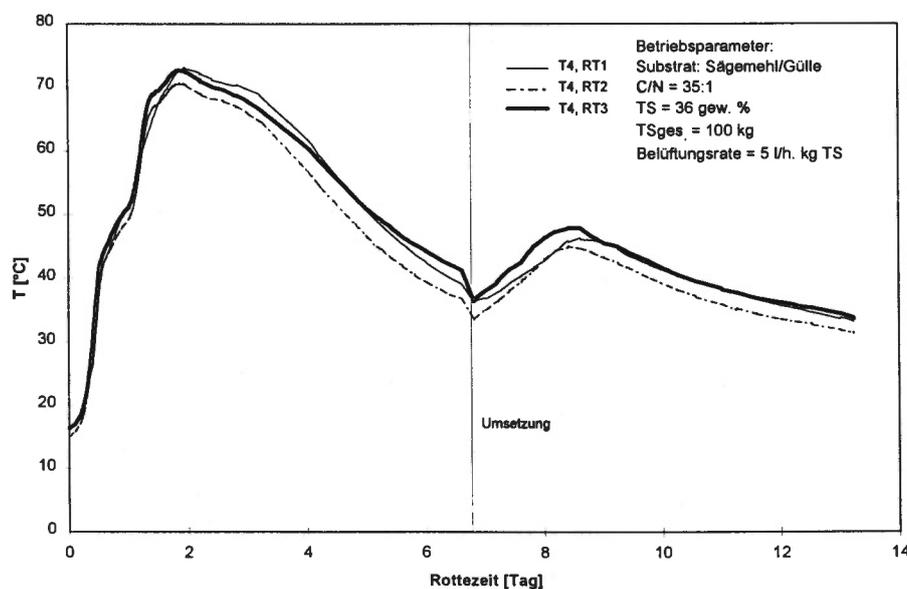


Bild 2: Verlauf der Temperatur T₄ in den Reaktoren 1 bis 3 (RT1 bis RT3) der Versuchsreihe 2 (VR2)

Fig. 2: Course of temperature in the reactors 1 to 3 (RT1 to RT3) of experiment 2 (VR2)

Tabelle 4: Veränderung der physikalischen und chemischen Rotteparameter in der Versuchsreihe 4
 Table 4: Change of physical and chemical composting parameters in experiment 4

Parameter	Reaktor 1 (RT1)		Reaktor 2 (RT2)	
	Rottedauer [Tage]		Rottedauer [Tage]	
	0	14	0	14
N _{ges.} [g/kg ATS]*	13,2	12,6	13,2	13,0
C _{ges.} [g/kg ATS]*	453,9	317,1	453,9	314,7
C/N-Verhältnis [-]	34:1	25:1	34:1	24:1
Organische Substanz [gew. %]	93,79	91,42	93,79	91,2
NO ₃ -N [g/kg TS]	4,79x10 ⁻¹	5,6x10 ⁻²	4,79x10 ⁻²	3,41x10 ⁻²
NO ₂ -N [g/kg TS]	2,04x10 ⁻¹	1,45x10 ⁻²	2,04x10 ⁻¹	1,58x10 ⁻²
NH ₄ -N [g/kg TS]	2,17	6,10	2,17	6,70
TS-Gehalt [gew. %]	36	29	36	33
pH [-]	7,55	8,52	7,55	8,53
Salzgehalt [gKCl/kg FS]	12,37	11,04	12,37	12,389

* ATS: Ausgangstrockensubstanz

stellt, daß die Kompostierung mit Stroh viel schneller verläuft als die mit Sägemehl. Bild 4 verdeutlicht den großen Unterschied in der Abbaugeschwindigkeit der organischen Substanz bei der Kompostierung mit Stroh und mit Sägemehl.

Aus Bild 4 wird ersichtlich, daß sich unter vergleichbaren Bedingungen die CO₂-C-Fracht bei der Kompostierung mit Stroh am 14. Tag auf 0,118 kg/(kg TS) beläuft, während die CO₂-C-Fracht bei der Kompostierung mit Sägemehl am 14. Tag dagegen nur 0,028 kg/(kg TS) beträgt.

Um den Einfluß zu verdeutlichen, wird die Stoffzusammensetzung des Strohs und Sägemehls nach [4] in Bild 5 dargestellt. Die Rangfolge der Stoffgruppe auf der Abszisse wird nach absinkender Abbaubarkeit sortiert. In Bild 4 wird außerdem deutlich, daß die CO₂-Emissionen und damit die Reaktionsgeschwindigkeiten der Kompostierung sowohl mit Sägemehl als auch mit Stroh während der ersten 2 Rottetage fast gleich hoch sind. Erst danach sinkt die Abbaugeschwindigkeit der Kompostierung mit Sägemehl drastisch ab, während die Abbaugeschwindigkeit der Kompostierung mit Stroh

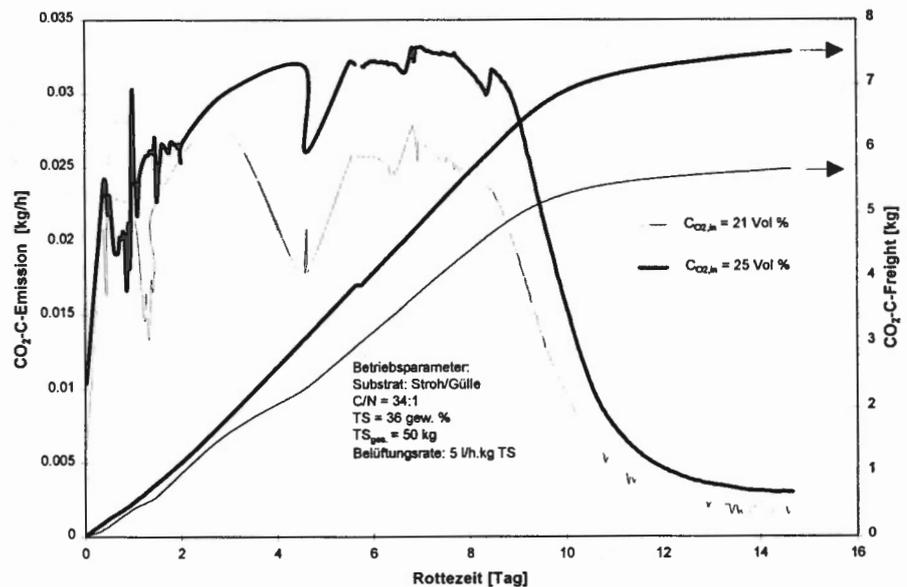


Bild 3: Vergleich der CO₂-Emission und -Fracht in Abhängigkeit von der O₂-Konzentration in der Zuluft für die Versuchsreihe 3 (VR3)

Fig. 3: Comparison of CO₂ emissions and freight as a function of the O₂-concentration in the air supply

weiter auf einem hohen Niveau bleibt. Dies ist ein eindeutiges Indiz dafür, daß die Kompostierung mit Sägemehl wegen auftretendem Mangel an leicht abbaubarer organischer Substanz (Hemizellulose) gedrosselt wird. Im Versuch mit Sägemehl wird ab dem dritten Tag kein positiver Einfluß einer erhöhten O₂-Konzentration in der Zuluft auf die Reaktionsgeschwindigkeit mehr festgestellt; nach dem Verzehr der leicht verfügbaren Kohlenstoffsubstanzen ist die Kohlenstoffversorgung der limitierende Faktor, nicht aber die O₂-Versorgung.

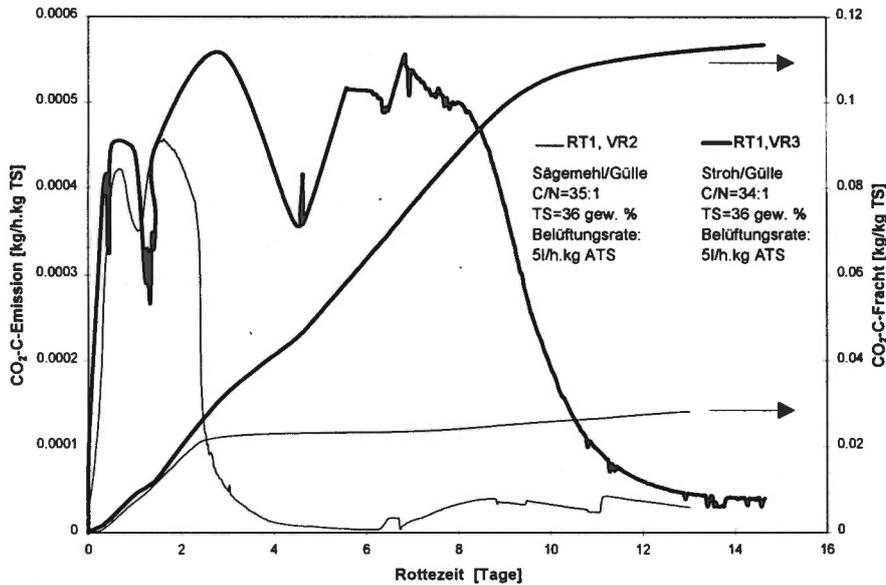


Bild 4: Vergleich der CO₂-Emission und -Fracht bei unterschiedlichen Zuschlagsstoffen ($C_{O_2,in} = 21$ Vol %)

Fig. 4: Comparison of CO₂ emissions and freight as a function of supplementary materials ($C_{O_2,in} = 21$ % by vol.)

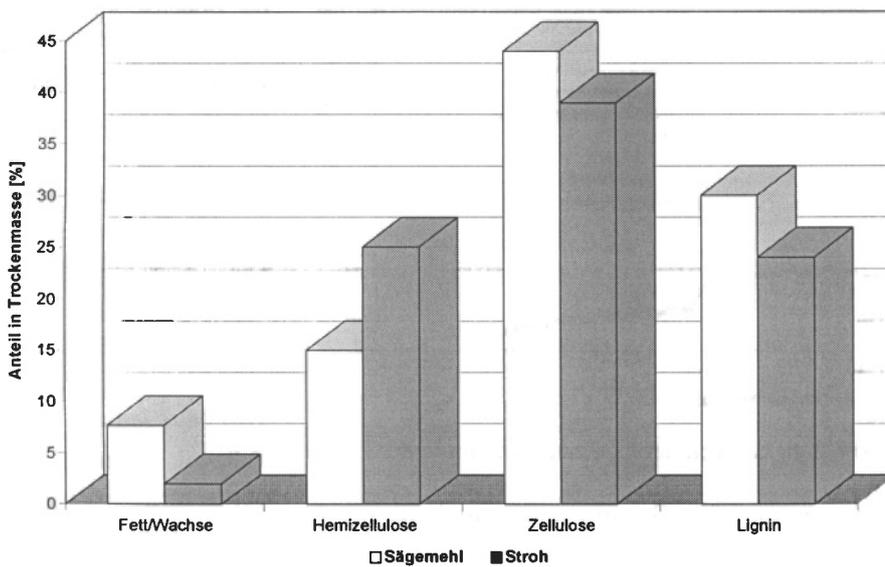


Bild 5: Zusammensetzung des Sägemehls und Strohs (nach [4])

Fig. 5: Composition of sawdust and straw (according to [4])

Stickstoffhaltige Emissionen

Bei der Kompostierung tierischer Exkremente emittiert der gasförmige Stickstoff hauptsächlich als NH₃ und N₂O. Bei der Kompostierung von Gülle liegt ein großer Anteil der Stickstofffraktion im Kompostsubstrat in Form von NH₄⁺ (>50 %) vor. Die Ergebnisse in Tabelle 5 geben den Einfluß der Belüftungsrate auf die NH₃-Emission wieder. Die NH₃-Emission steigt überproportional mit der Belüftungsrate an. Die Untersu-

chungen von KÄCK [3] wurden diesbezüglich auch für Sägemehlsubstrat bestätigt.

Als Beleg für den Einfluß einer erhöhten Sauerstoffkonzentration in der Zuluft auf das Emissionsverhalten werden die Ergebnisse aus zwei Versuchsreihen in Bild 6 und Bild 7 dargestellt.

In der Versuchsreihe 1 (VR1) liegt die NH₃-Fracht im Fall der Sauerstoffkonzentration in der Zuluft von 25 Vol % (RT2) ein wenig höher als im Fall der Sauerstoffkonzentration in der Zuluft von 21 Vol % (RT1). In der Versuchsreihe 4 (VR4) dagegen liegt die NH₃-N-Fracht bei einer Sauerstoffkonzentration in der Zuluft von 21 Vol % (RT1) etwas höher als bei einer Sauerstoffkonzentration in der Zuluft von 25 Vol % (RT2). Insgesamt konnte kein eindeutiger Einfluß der Sauerstoffkonzentration in der Zuluft auf die Ammoniakemission festgestellt werden. Da die Änderung der Sauerstoffkonzentration in der Zuluft insgesamt gering war, sind weitere Untersuchungen erforderlich, in denen die O₂-Konzentration in einem breiteren Bereich variiert wird, um den Einfluß der O₂-Konzentration auf die Ammoniak-

emission abschließend zu beurteilen.

Lachgas (N₂O) ist eine wichtige klimarelevante Gas-komponente, die im wesentlichen im Rahmen der Denitrifikation unter anoxischen Bedingungen entsteht und emittiert wird.

Bild 8 zeigt den gegenläufigen Konzentrationsverlauf von Sauerstoff und Lachgas in der Abluft. Hierin wird deutlich, daß bei einer Sauerstoffkonzentration unterhalb 3 Vol % die Lachgaskonzentration stark ansteigt.

Tabelle 5: Emission des Ammoniakstickstoffs in Abhängigkeit von der Belüftungsrate in Reaktor 1 (RT1) für die Versuchsreihen VR1 und VR2

Table 5: Emission of ammonia nitrogen as a function of the aeration rate

Versuchsreihe	1	2
Belüftungsrate	17 l/(h·kg TS)	5 l/(h·kg TS)
Sonstige Parameter	Sägemehl/Gülle (RT 1) C/N=37:1 TS = 30 gew. %	Sägemehl/Gülle (RT 1) C/N=35:1 TS = 36 gew. %
Rottezeitpunkt [Tag]	NH ₃ -N-Fracht [g/kg TS]	NH ₃ -N-Fracht [g/kg TS]
2	0,8	0,04
5	1,7	0,12
14	2,7	0,24

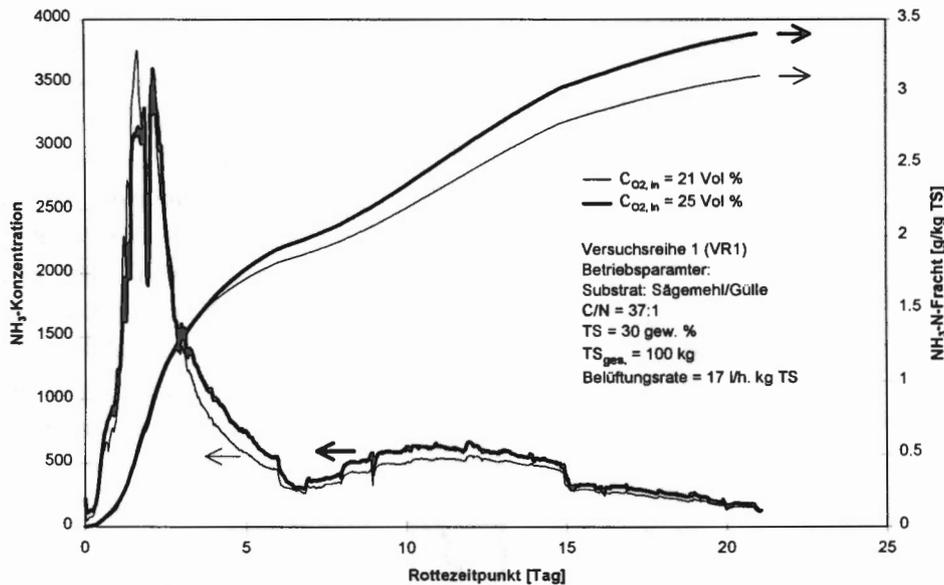


Bild 6: Vergleich der NH₃-Fracht in Abhängigkeit von der O₂-Konzentration in der Zuluft für die Versuchsreihe 1 (VR1)

Fig. 6: Comparison of NH₃-freight as a function of the O₂-concentration in the air supply in experiment 1

Geruchsstoffemission

Um den Einfluß der Sauerstoffkonzentration auf die Geruchstoffkonzentration zu untersuchen, wurden Messungen in der Abluft mit Hilfe eines Olfaktometers T07 durchgeführt. Die Probenahme erfolgte mit PE-Bratschlauch (Toppits®, Melitta Haushaltsprodukte GmbH & Co. KG). Bei jeder Probenahme wurden die Proben quasi gleichzeitig entnommen, die Geruchsmessung erfolgte innerhalb von zwei Stunden. In Tabelle 6 sind die Ergebnisse der Geruchstoffkonzentrationen in der Abluft aufgelistet.

Innerhalb der Versuchsreihen sind die Bedingungen mit Ausnahme die O₂-Konzentration in der Zuluft identisch.

Es ist ersichtlich, daß die Messungen keine eindeutigen Unterschiede der Geruchstoffkonzentration bei unterschiedlichen O₂-Konzentrationen in der Zuluft aufweisen.

Aus den Ergebnissen in Tabelle 6 können dennoch keine generellen Schlußfolgerungen gezogen werden, weil die gemessenen Geruchstoffkonzentrationen, bedingt durch die relativ hohen Belüftungsrate, insgesamt auf einem niedrigen Niveau liegen und die O₂-Konzentration in der Zuluft lediglich um 5 Vol % variiert.

4 Zusammenfassung

Die Untersuchungen zeigen, daß die Kompostierung tierischer Exkremate durch Erhöhung der O₂-Konzentration in der Zuluft deutlich beschleunigt werden kann.

In Versuchen mit einem Gemisch aus Stroh und Gülle als Kompostsubstrat wird die Abbaugeschwindigkeit der organischen Substanz um 20 bis 30 % erhöht, wenn die O₂-Konzentration in der Zuluft von 21 Vol % mit technischem Sauerstoff auf 25 Vol % angereichert wird. Die Abbaugeschwindigkeit kann auch durch Erhöhung der Belüftungsrate erreicht werden, allerdings muß in diesem Fall mit einer überproportionalen Steigerung der Ammoniakemission gerechnet werden.

Tabelle 6: Einfluß der O₂-Konzentration in der Zuluft auf die Geruchstoffkonzentration [GE/m³]

Table 6: Influence of the O₂-concentration in the air supply on odour concentration [GE/m³]

Versuchsreihe (VR)	Rottezeit [Tag]	C _{odour} [GE/m ³]	
		O _{2,in} = 21 Vol %	O _{2,in} = 25 Vol %
1	7	683	645
	13	724	767
2	2,5	1024	1218
	9	456	575
4	6	1100	1100
	9	816	870

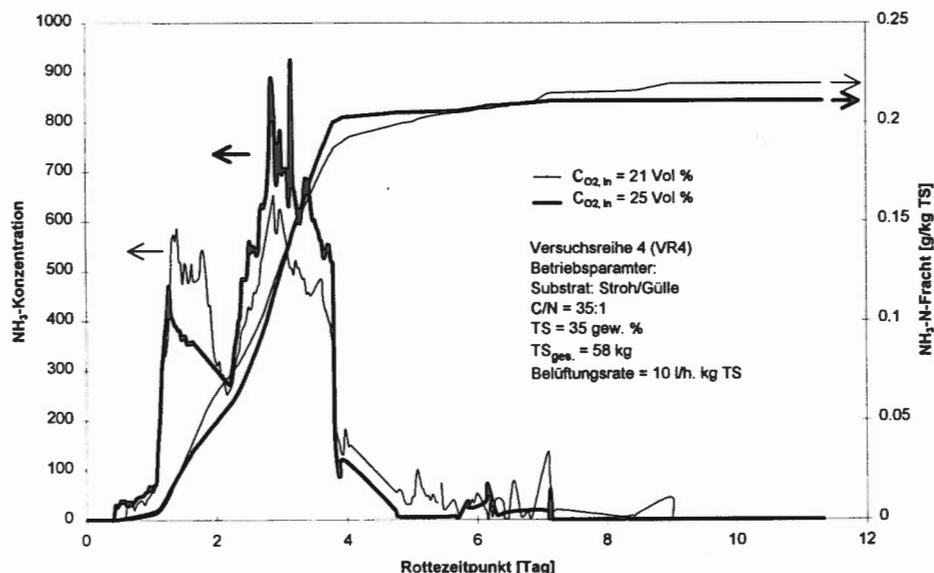


Bild 7: Vergleich der NH_3 -Fracht in Abhängigkeit von der O_2 -Konzentration in der Zuluft für die Versuchsreihe 4 (VR4)

Fig. 7: Comparison of NH_3 -freight as a function of the O_2 -concentration in the air supply in experiment 4

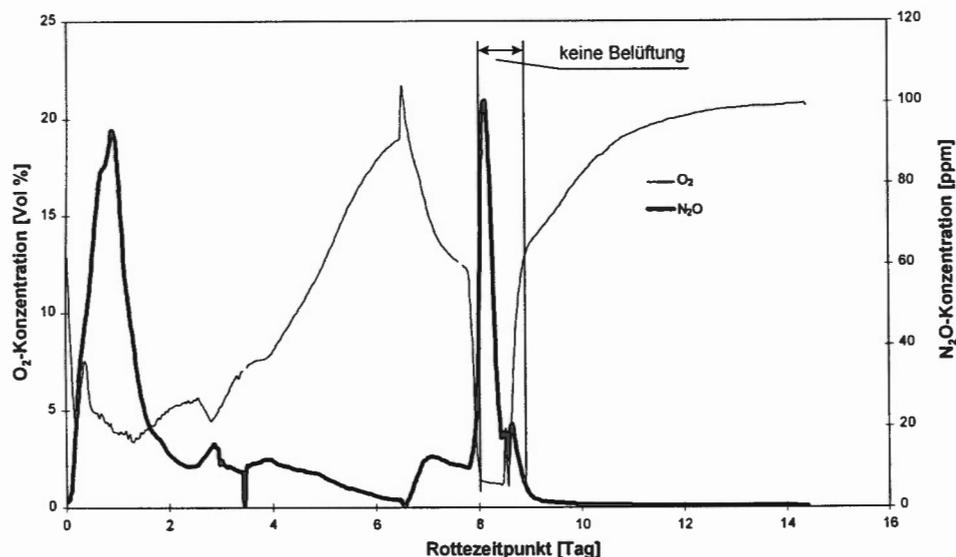


Bild 8: Verlauf der O_2 - und N_2O -Konzentrationen in der Abluft in Reaktor 1 für eine Versuchsreihe

Fig. 8: Course of O_2 - and N_2O -concentrations in the outlet air of reactor 1 in one experiment

Die positive Wirkung einer erhöhten Sauerstoffkonzentration ist allerdings gering, wenn leicht abbaubarer Kohlenstoff nicht ausreichend verfügbar ist. In dem Versuch mit einem Gemisch aus Sägemehl und Gülle als Kompostsubstrat hat der Einsatz von technischem Sauerstoff wegen der schlechten Abbaubarkeit des Sägemehls nur eine geringe Erhöhung der Reaktionsgeschwindigkeit bewirkt.

Verzeichnis der Symbole und Indizes

Symbole

ATS	Ausgangstrockensubstanz	
c	Konzentration	[Vol %]
C	Kohlenstoffgehalt	[g/kg TS]
C/N	Kohlenstoff/Stickstoff-Verhältnis	[-]
FS	Frischsubstanz	
GE	Geruchseinheit	[1/m ³]
N	Stickstoffgehalt	[g/kg TS]

Ab einer O_2 -Konzentration unterhalb 3 Vol % steigt die Lachgaskonzentration im Reaktor sprunghaft an. Beim Strohs substrat kann die O_2 -Versorgung, auch bei hohen Belüftungsrate, in Verbindung mit einer erhöhten O_2 -Konzentration wegen der hohen Reaktionsgeschwindigkeit und des hohen O_2 -Verbrauchs nicht in einem Bereich gehalten werden, um N_2O -Emission zu vermeiden. Ein signifikanter Einfluß der O_2 -Konzentration auf die Ammoniakemission und Geruchsstoffkonzentration im Reaktor konnte nicht nachgewiesen werden.

Ungeachtet der positiven Wirkung einer erhöhten O_2 -Konzentration auf die Abbaugeschwindigkeit des organischen Substrates sollte der Einsatz des technischen Sauerstoffs auf die Phase der intensiven Rotte (10. bis 12. Rottetag) beschränkt werden.

pH	pH-Wert	[-]
RT	Reaktor	
T	Temperatur	[°C]
TS	Trockensubstanz	
TS-Gehalt	Trockensubstanzgehalt	[gew. %]
VR	Versuchsreihe	

Indizes

ges.	gesamt
O ₂	Sauerstoff
odour	Geruch
in	Zufuhr
out	Abluft

Literatur

- [1] Anonymus (1996): Versuchsbericht zum Einsatz von Sauerstoff bei der biologischen Reststoffbehandlung, Schönackers Umweltdienste Entsorgung GmbH & Co. KG und Messer Griesheim GmbH
- [2] Haug, R.T., (1993): The practical handbook of compost engineering, Lewis publishers, ISBN 0-87371-373-7
- [3] Käck, M. (1996): Ammoniakemissionen bei der Kompostierung separierter Feststoffe aus Flüssigmist in belüfteten Rottereaktoren. Forschungsbericht Agrartechnik des Arbeitskreises Forschung und Lehre der Max-Eyth-Gesellschaft Agrartechnik im VDI (VDI-MEG), 285
- [4] Krogmann, U., (1994): Kompostierung, Economica Verlag, ISBN 3-87081-004-1
- [5] Matthias, J., (1992): Mechanische Aufbereitung als Mittel zur Verbesserung der Kompostierbarkeit pflanzlicher Reststoffe. Forschungsbericht Agrartechnik des Arbeitskreises Forschung und Lehre der Max-Eyth-Gesellschaft Agrartechnik im VDI (VDI-MEG), 214
- [6] Schneider, H.U. (1997): Einfluß der Sauerstoffkonzentration auf das Rotteverhalten von Restmüll, Diplomarbeit, Fachbereich Sicherheitstechnik der bergischen Universität-Gesamthochschule Wuppertal