

Steffen Kaiser und Herman Van den Weghe, Vechta

Kompoststall für Mastschweine

Einfluß verschiedener Einstreumaterialien auf den Kompostierungsprozeß

In zwei Versuchen über jeweils drei Monate sind Sägespäne und gespleißtes, kurzgehäckseltes Stroh auf ihre Eignung als Einstreusubstrat im Vechtaer Kompoststall untersucht worden. Stickstoffemissionen, Kompostparameter sowie eine Nährstoff- und Massenbilanzierung sollen Rückschlüsse auf die Eignung der genannten Trägersubstanzen für die in situ-Kompostierung ermöglichen.

Die in situ-Kompostierung in Tierställen nimmt im Vergleich zu Kompostierungstechniken der Abfallwirtschaft eine Sonderrolle ein. Sie ist gekennzeichnet durch den allmählichen Aufbau eines N-Pools und ein anfangs sehr weites C/N-Verhältnis (je nach Einstreuart 60 bis 500 : 1) [1]. Neben der Fähigkeit der Einstreu zur hohen Flüssigkeitsabsorption sind die im Substrat enthaltenen Kohlenhydrate als Energiequelle für die mikrobielle Proteinsynthese essentiell. Bei Kohlenstoffmangel oder schwer abbaubaren Zellulose-Lignin-Komplexen wird die Proteinsynthese der Mikroorganismen gehemmt. Hohe Stickstoffverluste, meist als NH_3 , sind die Folge [2, 3].

Die physikalische Beschaffenheit der Einstreusubstanz, ihre Strukturstabilität, ist wichtig für die Sauerstoffversorgung der Einstreu. Bei mangelnder Struktur, hoher Oberflächenbelastung und Wassergehalten über 70% stellen sich schnell anaerobe oder anoxische Bedingungen ein. Stickstoffemissionen besonders als klimarelevantes N_2O sind die Folge [4].

Material und Methoden

Stallsystem und Tiere

Gegenstand der Untersuchungen ist der bereits in dieser Zeitschrift detailliert vorgestellte Kompoststall für 24 Mastschweine, System Vechta [5]. Die vier Buchten des Stalles verfügen über eine Flächenaufteilung in Funktionsbereiche. Etwa 40 % der Buchtenfläche sind als eingestreuter Bereich ausgeführt (Kot-, Wühlbereich). Die restlichen 60 % sind betoniert und mit Ruhekisten ausgestattet

Dipl.-Ing. agr. Steffen Kaiser ist wissenschaftlicher Mitarbeiter im Fachgebiet Verfahrenstechnik am Forschungs- und Studienzentrum für Veredlungswirtschaft Weser-Ems der Georg-August-Universität Göttingen, Prof. Dr. Ir. Herman Van den Weghe leitet dieses Fachgebiet, Driverstr. 22, 49377 Vechta.

(Freß-, Liegebereich). Den sechs Tieren je Bucht stehen je $0,54 \text{ m}^2$ Kompostfläche oder $0,32 \text{ m}^3$ Einstreu zur Verfügung (Einstreuhöhe: 50 bis 60 cm).

Einstreu

Die verwendeten *Sägespäne* (Weichholzspäne) waren von hoher Qualität (trocken, entstaubt, Korngröße 1 - 4 mm). Etwa 90 % der Sägespäne besaßen eine Korngröße von 1 - 3,5 mm, 10 % waren größer als 3,5 mm (Siebanalyse).

Sägespäne haben ein Wasseraufnahmevermögen von 350 bis 400 % des Eigengewichtes [6]. Das C/N-Verhältnis beträgt je nach Holzart und Alter der Späne 100 bis 500 : 1 [1]. Das optimale C/N-Verhältnis für die Fermentation des Kot- und Harn-N liegt im Bereich von 40 bis 20 : 1. Im Versuch betrug es anfänglich 82 : 1. Sägespäne besitzen gegenüber Stroh einen höheren Lignin- und Zelluloseanteil. Die Abbauvorgänge verlaufen langsamer als beim Stroh.

Die Eigenschaften von *Stroh* sind hinlänglich bekannt. Das C/N-Verhältnis beträgt für Weizenstroh etwa 100 : 1 [1]. Im Versuch lag es zuerst bei 79 : 1 und bereits nach 14 Tagen bei 24 : 1. Die Fähigkeit zur Flüssigkeitsabsorption ist bei Langstroh oder grob gehäckseltem Material geringer als bei Sägespänen. Verfahrenstechniken wie das Kurzhäckseln und/oder Spleißen erhöhen das Aufnahmevermögen von 220 bis 240 % auf 330 bis 500 % des Eigengewichtes [7]. Für den Versuch ist Weizenstroh auf eine Partikelgröße von 2 bis 3 cm gespleißt worden.

Emissionsmeßtechnik

Die Emissionen folgender Gase wurden kontinuierlich on-line mit einem NDIR Meßsystem (B&K) ermittelt: NH_3 , N_2O , CH_4 , CO_2 und H_2O [5]. Die Stallfrachten (Massenströme) ergaben sich aus den kontinuierlich gemessenen Gaskonzentrationen der Meßpunkte im Zu- und Abluftkanal sowie den kontinuierlich erfaßten Luftvolumenströmen.

Kompostparameter

Die Probenahme für die Bestimmung von Gesamtkohlenstoff (TOC), N_{ges} , N-Fractionen, pH, Metalle und Keimgehalt erfolgte einmal pro Woche oder alle 14 Tage. Im Labor wurden die Proben dann nach den Kriterien der Bundesgütegemeinschaft Kompost oder Bodenhandbuch des VDLUFA analysiert.

Ergebnisse

Emissionen und Kompostparameter

Im Strohversuch ist im Vergleich zur Sägespänevariante kaum N_2O detektiert worden. Die durchschnittlichen NH_3 -Emissionen aber lagen erheblich über denen der Sägespänevariante (Tab. 1).

Der bisher für alle Sägespänevarianten typische rapide Wechsel von höheren NH_3 -Massenströmen auf ein plötzliches N_2O -Niveau, etwa vier Wochen nach Versuchsbeginn, konnte in der Strohvariante nicht beobachtet werden (Bild 1). In den ersten vier Wochen kam es zu einer Erhöhung der Nitrifikanten- und Denitrifikantenpopulationen, ausgelöst durch die Veränderung des Nährstoffangebotes

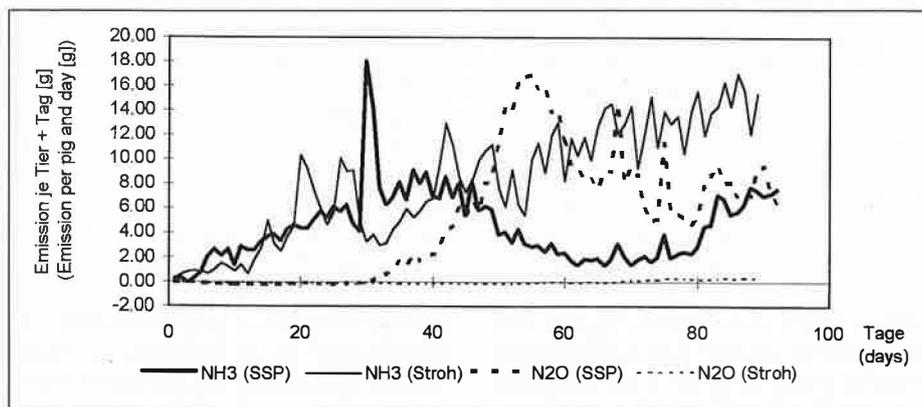


Bild 1: Tagesmittelwerte der Emissionen von NH_3 und N_2O der Sägespänevariante (SSP) und Strohvariante (Stroh)

Fig 1: Daily means of the NH_3 and N_2O emission rate of the saw dust (SSP) and the straw trial (Stroh)

Tab. 1: Mittelwerte der täglichen Emissionsraten von NH₃, N₂O, CO₂ und H₂O

Table 1: Daily means of the NH₃, N₂O, CO₂ and H₂O emission rates

Variante	Zeitraum	Zuwachs [kg]	NH ₃ [g/Tier+d]	N ₂ O [g/Tier+d]	CO ₂ [g/Tier+d]	H ₂ O [g/Tier+d]
Sägespäne	17.10.95-16.01.96	82,96	4,47	5,17	2202,31	3601,00
Stroh	17.05.96-13.08.96	78,00	8,27	0,00	2822,68	4759,60

Tab. 2: Wasserbilanz der Sägespäne- und Strohhvariante (*nach [8])

Table 2: Water balance of the sawdust and straw trial (*according to [8])

Variante	Leitungswasser	H ₂ O-Input [kg]			H ₂ O-Output [kg]			Bilanzabweichung	
		Einstreu	Futter	Tiere (theor.)*	H ₂ O-Dampf	Kompost	Tiere (theor.)*	[kg]	[%]
Sägespäne	11593,45	196,27	709,48	362,27	7951,01	4025,78	1313,51	- 428,83	- 3
Häckselstroh	13740,00	338,80	570,80	363,90	10280,74	4889,42	1298,09	- 1454,75	- 8

und die einhergehende Veränderung des C/N-Verhältnisses auf 40 bis 30 : 1. Die Feuchtegehalte in der Einstreu hatten sich zudem durch den Eintrag von Harn und Duschwasser auf 60 bis 70 % stabilisiert. Die Sauerstoffversorgung war trotz häufiger Durchmischung (bis zu fünfmal wöchentlich) unzureichend, so daß die anoxischen Bedingungen in der Sägespäneinstreu wahrscheinlich die erheblichen Lachgasemissionen zur Folge hatten. Rascher Kohlenhydrateabbau und nachlassende Strukturstabilität kennzeichneten die Strohhvariante und führten sehr schnell zu einer großvolumigen Verdichtung der Einstreu und zu weitestgehend anaeroben Zuständen. Wahrscheinlich emittierte N₂ als Endprodukt der vollständigen Denitrifikation in größerem Umfang (nicht gemessen). Die höheren NH₃-Emissionen in der Strohhvariante lassen auf ein zunehmend ungünstigeres C/N-Verhältnis in der Einstreu schließen. Bereits nach sechs Wochen hatte sich ein C/N-Verhältnis von 20 : 1 eingestellt, welches sich dann bis zum Versuchsende auf 17 : 1 weiter reduzierte. In der Sägespänevariante lag es zuletzt bei 29 : 1. Kohlenstoff entwickelte sich durch den rapiden Abbau zum limitierenden Faktor für die Nitrifikation und Denitrifikation. Die Stickstoffumwandlung war nur noch begrenzt möglich. Anorganischer Stickstoff (NH₄⁺) emittierte in Form von NH₃. Die hohen NH₄⁺-Gehalte im zweiten Mastabschnitt mit 5,8 g/kg TS untermauern diese These. In der Sägespänevariante konnten maximal 1,29 g NH₄⁺/kg TS analysiert werden.

Nährstoff- und Massenbilanzierung

In den Versuchen emittierten 9 beziehungsweise 10 % des Stickstoffs in Form von NH₃ und/ oder N₂O (etwa 0,64 kg N je Tier und Haltungsperiode). Die beiden untersuchten Einstreuvarianten unterscheiden sich lediglich in der Qualität der

Emission (Tab. 1, Bild 2). 23 % (Sägespänevariante) sowie 33 % (Strohvariante) des Stickstoffs verblieben in verschiedenen Fraktionen im Kompost, hauptsächlich organisch gebunden. Neben der N-Retention in den Tieren (36 und 40 %) ist allerdings in beiden Varianten eine hohe Bilanzabweichung aufgetreten. So konnte der Verbleib von 32 % N (Spänekompost) und 17 % N (Strohkompost) bisher nicht nachgewiesen werden. Die Bilanzabweichung basiert wahrscheinlich auf der Emission von N₂, dem Endprodukt der vollständigen Denitrifikation, sowie schwankenden Trockensubstanz- und Stickstoffgehalten in der Einstreu. Die Unterschiede in beiden Bilanzen (N im Reststoff, N-Bilanzabweichung) sind ein Indiz für die unterschiedliche Qualität der Kompostierung. Es ist zu vermuten, daß die Rottetauglichkeit der Kohlenstoffquelle verantwortlich für diese Tendenz ist.

Für die Massenbilanzierung sind Einstreu- und Wassermengen registriert worden. Der Einstreubedarf in der Strohhvari-

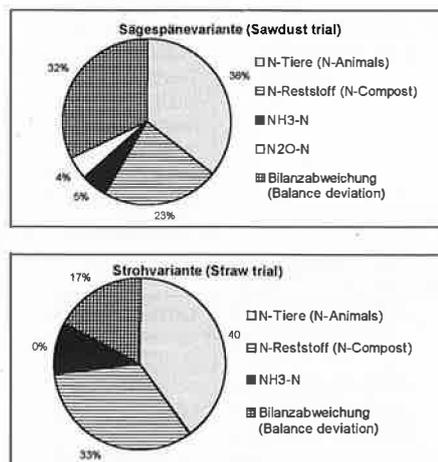


Bild 2: N-Bilanzen der Strohh- und Sägespänevariante

Fig 2: N-balances of the straw and the sawdust trial

ante lag mit 97,35 kg je Tier und Mastdurchgang um 14,5 % höher als in der Sägespänevariante mit 73,34 kg. Das Reststoffvolumen betrug in beiden Varianten etwa 0,43 m³ je Tier und Haltungsperiode, rund 40 % weniger als in einstreulosen Systemen (Annahme: 0,7 m³ je Tier und Mastperiode).

Die Wasserbilanz fällt in beiden Varianten ähnlich aus (Tab. 2). Etwa 58 % des über Tiere, Tränke, Dusche, Einstreu und Futter zugeführten Wassers emittierten aufgrund der Prozeßwärme der Kompostierung in Form von Wasserdampf. Im Reststoff verblieben 29 % (Sägespänevariante) und 27 % (Strohvariante). Die Bilanzabweichung von 8 % in der Strohhvariante ist im wesentlichen auf die Inhomogenität des Materials und die damit verbundenen Schwierigkeiten hinsichtlich einer repräsentativen Probenahme zurückzuführen.

Fazit

Die beiden Versuche sind als ein Monitoring zu betrachten. Es fand keine statistische Absicherung statt. Folgende Tendenzen sind jedoch bisher ersichtlich: Stroh erweist sich als geeignetes Material für die in situ-Kompostierung. Voraussetzung ist aber eine spezielle Vorbehandlung durch Häckseln und/oder Spleißen. Die im Reststoff ermittelte Menge an Stickstoff war um 10 % höher als im Sägespänekompost. Auch die Gesamtemissionsrate an Stickstoff mit 27 % scheint bei Hinzunahme der Bilanzabweichung (Annahme: Bilanzabweichung = vorwiegend N₂-Emission) die bessere Fermentierbarkeit des Materials zu bestätigen. Von Nachteil sind der wesentlich größere Arbeitsaufwand durch Nachstreuen, die rasche Kompaktierung des Strohmaterials und die damit verbundenen Schwierigkeiten der regelmäßigen Kompostbearbeitung. Sägespäne sind aus arbeitswirtschaftlicher Sicht von Vorteil. Die automatische Bearbeitung ist über die gesamte Mastperiode gut möglich. Allerdings verlaufen die Umsetzungsprozesse langsamer, eine Nachkompostierung (Umsetzen, Befeuchten) bis zum gewünschten Rottegrad für den landwirtschaftlichen Einsatz ist unerlässlich.

Literaturhinweise sind vom Verlag unter LT 97319 erhältlich.

Schlüsselwörter

in situ-Kompostierung, Kompostparameter, Emissionen, Stoffbilanzierung

Keywords

in situ-composting, composting parameters, emissions, material balances