

Verfahren zur Probenahme und Untersuchung der Stallmistkompostierung unter Feldbedingungen mit Anwendung der biologisch-dynamischen Präparate

M. Boos¹, J.K. Friedel², J. Raupp³, V. Römheld¹

Einleitung

Die Mietenkompostierung von Stallmist ist eine relativ verbreitete Methode zur Düngelagerung und -aufbereitung. Untersuchungen über die dabei ablaufenden Vorgänge und ihre Beeinflussbarkeit durch variierte Mistzusammensetzung, Zuschlagstoffe, biologisch-dynamische Präparate etc. werden durch mehrere methodische Probleme behindert: a) Stallmist ist ein sehr heterogenes Material, b) wiederholte Beprobung der Miete kann den Kompostierungsprozeß beeinflussen, c) auf Trockenmasse bezogene Gehalte von Inhaltsstoffen geben keine Information über tatsächliche Veränderungen, da die Bezugsbasis Trockenmasse durch den teilweisen Abbau der organischen Substanz während der Kompostierung sich verändert.

Vor diesem Hintergrund sind auch die Ergebnisse der Untersuchungen zur Wirkung der biologisch-dynamischen Präparate zu sehen (BOCKEMÜHL, 1978; HEINZE & BREDA, 1962, WISTINGHAUSEN, 1984). Der Einsatz modellhafter Versuchsbedingungen ist deshalb naheliegend (AHRENS, 1984).

Im Rahmen eines Kompostierungsversuches im Freiland sollte ein Verfahren für eine mehrfache Probenentnahme während der Rotte und eine möglichst exakte Erfassung der Trockenmasseverluste entwickelt und erprobt werden.

Material und Methoden

Am Rande eines Versuchsfeldes des Instituts für biologisch-dynamische Forschung in Darmstadt (100m ü NN; 9,5°C; 590mm durchschnittlicher Jahresniederschlag; sand. Braunerde) wurde von September 1993 bis März 1994 ein Kompostierungsversuch mit 2 Varianten durchgeführt: mit und ohne Anwendung der biologisch-dynamischen Rottepräparate, jeweils in 4 Wiederholungen. Eine Wiederholung entsprach einer Miete. Der Stallmist stammte von Rindern im Tiefstall eines konventionellen Betriebes und wies einen relativ hohen Wassergehalt auf (s. **Tab. 1**). Die 8 Mieten hatten ein Volumen von ca.

¹ Institut für Pflanzenernährung (330), Univ. Hohenheim, 70593 Stuttgart

² Institut für Bodenkunde und Standortslehre (310), Univ. Hohenheim, 70593 Stuttgart

³ Institut für biologisch-dynamische Forschung, Brandschneise 5, 64295 Darmstadt

3,5m³ (3,2m lang, 1,2m breit und 1,0m hoch; Längsseite in Nord-Süd-Richtung) und wurden nacheinander von Hand aufgesetzt, zunächst bis zu einer Höhe von 45cm. Auf diese Schicht wurden in jede Miete 6 Netzbeutel (aus Verpackungsnetz für Obst und Gemüse) mit je 2kg sorgfältig gemischtem Mist eingebracht. Anschließend wurden die Mieten nacheinander bis zur endgültigen Höhe aufgebaut. Die Oberfläche der Mieten war mit Stroh und ab dem 108. Rottetag zusätzlich mit einer Plastikfolie (gegen Winter-Niederschläge) abgedeckt. Jede 2. Miete erhielt die biologisch-dynamischen Rottepräparate in praxisüblicher Weise. Der Inhalt der Netzbeutel diente als Probenmaterial für die Analysen; 20, 50 und 188 Tage nach dem Aufsetzen wurden je Miete 2 Beutel entnommen. Folgende Parameter wurden bestimmt: Mietenkerntemperatur (kontinuierlich von Beginn an), TS-Gehalt, TS-Verlust, pH-Wert, CO₂-Freisetzung im Inkubationsversuch, Humifizierungsgrad (E_{4/6}-Quotient), Gehalte an N_t, Ammonium- und Nitrat-N, C_t, P_t, K_t und C:N-Verhältnis.

Tab. 1: Kenndaten des verwendeten Tiefstallmists

TS-Gehalt in %	pH-Wert	N _t in %TS	NH ₄ ⁺ -N in %TS	C _t in %TS	C:N
22,6	8,64	2,95	0,96	37,8	12,8

Ergebnisse und Diskussion

An 4 Proben des Ausgangsmaterials wurden die in Tab. 1 genannten Merkmale bestimmt. Die Standardabweichungen in Prozent der Meßwerte dieser 4 Proben lagen jeweils unter 1%. Damit ist nachgewiesen, daß das Ausgangsmaterial, welches zum Befüllen der Netzbeutel verwendet wurde, ausreichend homogen war. Demgegenüber zeigte sich während des Rotteverlaufes zwischen den Wiederholungen, d.h. den Mieten der beiden Varianten, eine relativ große Streuung. Dies äußerte sich sowohl bei den Analysendaten des Netzbeutel-Materials als auch bei den Temperatur-Werten der 8 Mieten.

Bei weitgehend gleichem Verlauf unterschied sich das Temperaturniveau der einzelnen Mieten zeitweise deutlich voneinander (**Abb. 1**). Vor allem in den ersten 2 Wochen zeigten 3 Mieten (P1, P2, K1) eine klare Heißphase, in der sie max. 50-52°C erreichten, während die übrigen 5 Mieten ohne klaren Gipfelpunkt zwischen 41 und 45°C blieben. Nach den ersten 2 Wochen vereinheitlichte sich die Rottetemperatur (was bis Versuchsende so blieb) und streute nur noch um ca. 5°C zwischen der wärmsten und kältesten Miete. Bei der ersten Probenahme (20 Tage nach dem Aufsetzen) wurde von jeder Miete max. ein Viertel ihrer Länge abgeräumt und zur Düngung der Versuchsflächen verwendet. Diese Maßnahme führte bei jeder Miete vorübergehend zu einem leichten, aber deutlich feststellbaren Temperaturanstieg um 2-3°C, obwohl die verbleibenden Dreiviertel weder

aufgedeckt, noch umgesetzt worden waren.

Anhand des Temperaturverlaufes in den ersten 2 Wochen lassen sich die 8 Mieten in eine wärmere (P1, P2, K1) und eine kältere Gruppe (alle übrigen) einteilen. Da alle in einer Reihe nebeneinander angeordnet und in dieser Reihenfolge zu Versuchsbeginn aufgesetzt worden waren, ist zu vermuten, daß äußere Einflüsse aufgrund der Lage einer Miete zu den Temperaturunterschieden beigetragen haben könnten. Die einfache Annahme eines Materialgradienten jedoch würde nicht den Temperatursprung zwischen den Gruppen erklären, sondern eher einen fließenden Gradienten erwarten lassen. In einer umfangreichen Regressionsanalyse, in die alle untersuchten Parameter einbezogen wurden, konnte die bezüglich der Temperatur gefundene Gruppenbildung nicht eindeutig bestätigt werden.

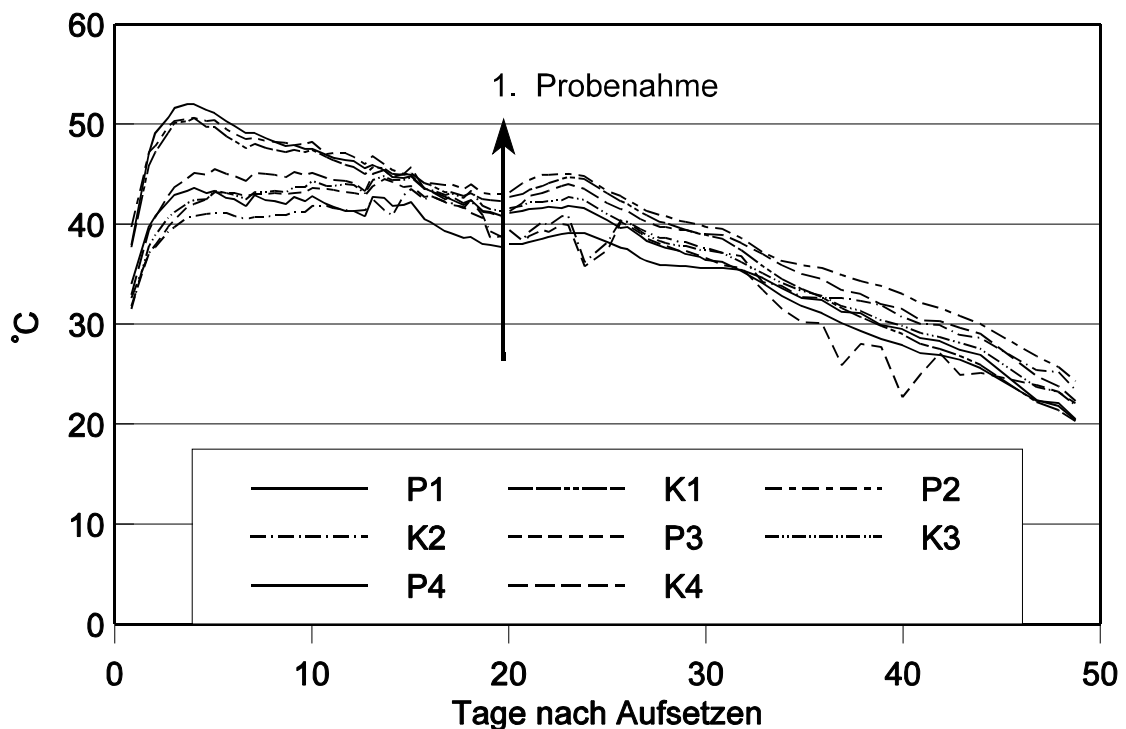


Abb. 1: Temperaturverlauf im Zentrum der 8 Mieten während der ersten Rottephase; P1-P4 präpariert, K1-K4 Kontrolle

Berechnet man den Mittelwert der beiden Varianten, so zeigt sich, daß die präparierten Mieten sich etwas stärker und rascher erwärmten (max. 47,0°C; 4 Tage nach dem Aufsetzen) als die Kontrollmieten (max. 44,9°C; 5 Tage nach dem Aufsetzen). Der Abstand verringerte sich dann und kehrte sich um; ab dem 16. bis ca. zum 33. Tag lag die Durchschnittstemperatur der Kontrollmieten geringfügig höher. Temperaturunterschiede in der gleichen Größenordnung, aber auf höherem Niveau berichtete BACHINGER (1996),

wobei jedoch die Kontrollmiete die wärmere war. Er hat die Temperatur je einer präparierten und unpräparierten Miete (Wiederholungen waren nicht angelegt) gemessen und stellte als Maximum am vierten Tag nach dem Aufsetzen 64,6 (präpariert) bzw. 67,2°C (Kontrolle) fest. Die präparierte Miete behielt in diesem Fall die etwas niedrigere Temperatur bis zum Ende der Meßperiode am 42. Tag.

Das insgesamt niedrigere Temperaturniveau im vorliegenden Versuch spricht für eine schwächere mikrobielle Umsetzung. Sehr wahrscheinlich war dies durch den hohen Feuchtegehalt und das bereits sehr enge C:N-Verhältnis des Ausgangsmaterials bedingt (**Tab. 1**). Die niedrige Intensität der Rotte ist auch an den geringen Trockensubstanzverlusten von max. 16-19% (SAUERLANDT, 1956, und MEYER, 1982, nennen Verluste zwischen 35 und 55%), der Erhöhung des $E_{4/6}$ -Quotienten und am hohen Ammonium-Restgehalt ablesbar (**Tab. 2**).

Tab. 2: Analysendaten des Rottemistes aus den Netzbeuteln in Abhängigkeit von Rotte-dauer und Behandlung der Mieten; Standardabweichung in Klammern; sign. Unterschiede ($p=0,05$) sind mit verschiedenen Buchstaben gekennzeichnet; weitere Erklärung siehe Text

Tage nach Aufsetzen	0	20	50	188
TS-Verlust (%); nach Gewicht				
präpariert		11,53 (2,11)	10,49 (0,91)	16,12 (4,51)
Kontrolle		8,97 (4,06)	10,10 (1,09)	19,11 (1,32)
TS-Verlust (%); nach P-Differenz				
präpariert		7,04 (2,23)	14,92 (7,17)	11,08 (3,94)
Kontrolle		2,62 (3,07)	10,96 (1,75)	7,97 (2,99)
Humifizierungsgrad ($E_{4/6}$ -Quotient)				
präpariert	5,81	6,27 (0,17)	5,89 (0,33)	6,86 (0,55)
Kontrolle	5,81	6,25 (0,33)	6,23 (0,25)	6,75 (0,32)
Ammonium-N (%TS); korrigiert				
präpariert	0,96 (0,01)	0,97 (0,03)	0,79 (0,04)	0,37 (0,10)
Kontrolle	0,96 (0,01)	1,00 (0,03)	0,85 (0,05)	0,48 (0,13)
CO ₂ -Freisetzung; mg CO ₂ /(24h*5gTS)				
präpariert		436,8 (12,86) b	127,0 (4,17) b	44,52 (5,41) a
Kontrolle		414,6 (13,23) a	110,8 (9,42) a	54,83 (7,34) a

Die Trockensubstanzverluste wurden mit 2 verschiedenen Parametern berechnet, zum einen auf der Basis der TS-Verluste in den Netzbeuteln in Prozent des Ausgangsgewichtes, zum anderen anhand des Phosphatgehaltes zum jeweiligen Zeitpunkt unter der Annahme,

daß Phosphat in der Miete nicht mit dem Sickerwasser verlagert wird und sich daher mit der Zeit relativ zur TS anreichert. Die Methode P-Gehaltsdifferenz weist für beide Varianten und alle Termine (von einer Ausnahme abgesehen) viel geringere TS-Verluste aus als auf Basis des Gewichtsverlustes berechnet wurde. Bei beiden Verfahren errechnet sich zeitweise ein Verlust-Rückgang, d.h. eine Trockensubstanz-Zunahme. Dieses Ergebnis ist nur erklärlich durch fehlerhafte Erfassung der TS-Menge, z.B. aufgrund von Materialverlust aus dem Netzbeutel beim Entnehmen aus der Miete; oder im Fall der anderen Bezugsgröße könnte doch Phosphat entgegen der Annahme z.B. mit Sickerwasser aus den Beuteln ausgetragen worden sein. Beides würde außerdem erklären, warum die TS-Verluste nach Gewicht größer ausgefallen sind als nach der Methode P-Differenz.

Übereinstimmend zeigen beide Berechnungsverfahren des TS-Verlustes für die präparierten Mieten in den ersten 3 Wochen etwas höhere TS-Verluste als in der Kontrollvariante. Daraus kann geschlossen werden, daß die Intensität der Umsetzungen zu Beginn der Rotte in den präparierten Mieten etwas höher war. Die gleiche Einschätzung wird gestützt durch die etwas höhere Durchschnittstemperatur (ohne Abb.), die stärkere CO₂-Freisetzung im Inkubationsversuch und den geringeren Ammoniumgehalt der Präparatevariante (s. **Tab. 2**). Mit Ausnahme der CO₂-Freisetzung 20 und 50 Tage nach dem Aufsetzen waren diese Effekte jedoch nicht signifikant.

Die Zunahme des E_{4/6}-Quotienten im Rotteverlauf von 5,81 auf ca. 6,8 deutet darauf hin, daß sich das Verhältnis von nieder- zu hochmolekularen Huminstoffen mit der Zeit zugunsten der niedermolekularen verschoben hat. Dies spricht für ungünstige Rottebedingungen, da INBAR et al. (1990) bei der Kompostierung von Stallmist schon in 90 Tagen eine kontinuierliche Verringerung des E_{4/6}-Quotienten festgestellt haben. Ein eindeutiger Präparate-Effekt auf den Humifizierungsgrad ist nicht erkennbar.

Schlußfolgerung

Die Netzbeutelmethode hat sich in der hier angewandten Form nur bedingt bewährt. Zufriedenstellend gelöst wurde durch diese Methode das Problem, möglichst homogenes Probenausgangsmaterial zu erhalten. Die Verwendung von nur 2 Beuteln je Probenahmetermin erscheint als zu wenig, um Unterschiede in den Rottebedingungen der Einzelmieten auszugleichen. Bei der Berechnung der TS-Verluste mit Hilfe der Gewichtsreduktion in den Netzbeuteln kann es zu Fehlberechnungen kommen, wenn die Beutel nicht unversehrt und verlustfrei aus den Mieten entnommen werden.

In Kompostierungsversuchen ist unbedingt auf größtmögliche Einheitlichkeit des Ausgangsmaterials und absolute Sorgfalt beim Aufsetzen der Mieten zu achten, wobei unklar ist, wieweit die in der Praxis üblichen Streuungen reduziert werden können.

Parameter, die direkt in den Mieten erhoben werden können (z.B. Temperatur), sind besonders geeignet, da das Problem der sich verändernden Bezugsbasis nicht besteht. Um von den Temperatur- und Nährstoffuntersuchungen besser auf die ablaufenden Prozesse rückschließen zu können, sollten zukünftig verstärkt mikrobiologische Parameter ausgewertet werden.

Literatur

- Ahrens, E., 1984: Wirkung der biologisch-dynamischen Rotte-Präparate auf die Umsetzungen von befeuchtetem Weizenstroh im Laboratoriumsversuch. *Leb. Erde*, Heft 5, 196-207
- Bachinger, J., 1996: Der Einfluß unterschiedlicher Düngungsarten (mineralisch, organisch, biologisch-dynamisch) auf die zeitliche Dynamik und die räumliche Verteilung von bodenchemischen und -mikrobiologischen Parametern der C- und N-Dynamik sowie auf das Pflanzen- und Wurzelwachstum von Winterroggen. Diss. Univ. Gießen; Schriftenr. Bd. 7, Inst. f. biol.-dyn. Forschung, Darmstadt
- Bockemühl, J., 1978: Vom Leben des Komposthaufens. *Elemente der Naturwiss.*, Heft 29, 1-66
- Heinze, H.; Breda, E., 1962: Versuche über Stallmistkompostierung. *Leb. Erde*, Heft 2, 106-113
- Inbar, Y.; Chen, Y.; Hadar, Y., 1990: Humic substances formed during the composting of organic matter. *Soil Sci. Soc. Am. J.* **54**, 1316-1323
- Meyer, M., 1982: Stickstoffumsatz bei der Kompostierung von Rindermist. Diss. Zürich
- Sauerlandt, W., 1956: Stallmistkompost - ein zusammenfassender Bericht. Sonderdruck aus *Landwirtschaft - Angewandte Wissenschaft*, Heft 57
- Wistinghausen, E.v., 1984: *Düngung und biologisch-dynamische Präparate*. Verlag "Lebendige Erde", Darmstadt