

Ber. nat.-med. Verein Innsbruck	Band 91	S. 233 - 248	Innsbruck, Nov. 2004
---------------------------------	---------	--------------	----------------------

## Untersuchungen zur Kompostierbarkeit von Rasenschnitt

von

Paul ILLMER<sup>\*)</sup>

### Composting of Yard Trimming

**Synopsis:** Household composters equipped with special mixers were used to investigate if additives and mechanical mixing are able to reduce the problems like hampered decomposition and anaerobic conditions usually associated with household composting of yard trimming. Both, speed of degradation and the quality of the end product were significantly influenced by mixing the composts and by the application of additives like chopped wood and straw. However, limits of what is able to cope with in household composting became visible.

#### 1. Einleitung:

Die Heimkompostierung gewinnt wegen der veränderten rechtlichen Situation, aus ökonomischen Beweggründen und wegen des gesteigerten Umweltbewusstseins der Bevölkerung zunehmend an Bedeutung (ILLMER 2002). Leider konnten das Fachwissen und die Bereitschaft der Anwender, sich mit den Grundlagen der Kompostierung ausreichend auseinanderzusetzen, nicht mit der zunehmenden Verbreitung der Kompostierung Schritt halten. Die dadurch bedingten Probleme werden vor allem manifest, wenn es zum Einsatz von nicht für die Heimkompostierung bestimmten Ausgangsstoffen kommt.

So verursacht die Ausbringung von stark kohlehydrathaltigen und proteinhaltigen Substanzen auf den häuslichen Komposthaufen hygienische Probleme (im weiteren Sinn d.h. vom Auftreten pathogener Mikroorganismen bis hin zur Massenvermehrung von Ratten(OBERFELD 1996; BÖHNEL 2002).

Ein anderer Problembereich stellt die Kompostierung von Rasenschnitt dar (SEEKINS 2002). Grasschnitt ist durch eine fast vollständige Strukturlosigkeit, durch einen sehr hohen Wassergehalt und ein sehr enges C/N-Verhältnis gekennzeichnet. Diese ungünstigen Eigenschaften führen im Zuge der Kompostierung zu einer starken Verdichtung und Vernässung des Materials und somit zu einem sehr langsamen Abbau. Verbunden damit sind die befürchtete Anaerobie, eine starke mit  $\text{NH}_4^+$ -Ausgasung verbundene Geruchsentwicklung (EPSTEIN 1997) und die Ausbildung von kompakten "Grasblöcken",

<sup>\*)</sup> Anschrift des Verfassers: A.Univ.-Prof. Mag. Dr. Paul Illmer, Institut für Mikrobiologie, Technikerstr. 25, A-6020 Innsbruck, e-mail: Paul.Illmer@uibk.ac.at.

die gegenüber einer weiteren Kompostierung sehr widerstandsfähig sind.

Während sich die Fragen des die Hygiene betreffenden Themenbereichs letztlich nur durch Informationsvermittlung reduzieren lassen werden, wurde in der nun vorliegenden Untersuchung versucht, die Probleme der Rasenkompostierung durch technische Weiterentwicklungen der Komposter und/oder durch geeignete Zuschlagstoffe zu minimieren. In früheren Untersuchungen, die im Auftrag der Firma *Juwel H. Wüster GmbH* durchgeführt wurden, konnte nachgewiesen werden, dass sich eine Durchmischung des Rottegutes mit einer Rührschnecke positiv auf die Abbaugeschwindigkeit und die Qualität des Endproduktes auswirkt (ILLMER & SCHINNER 1997). Diese Strategie sollte weiterverfolgt und mit dem Einsatz von elektrisch angetriebenen Rührschnecken der Einfluss der Rührintensität auf die Kompostierung untersucht werden. Zusätzlich sollten die Auswirkungen von Applikationen unterschiedlicher Zuschlagstoffe untersucht werden.

## **2. Zielsetzung:**

Ziel der Arbeiten war es, zu untersuchen, ob Strukturmaterialien als Zuschlagstoffe zur Rasenkompostierung in Kombination mit elektrisch angetriebenen Rührkompostern die bei der Rasenkompostierung auftretenden und im Rahmen der Untersuchung absichtlich herbeigeführten Probleme aufzuheben oder zumindest zu vermindern in der Lage sind.

## **3. Material und Methoden:**

### **3.1. Versuchsdurchführung:**

Die Befüllung der Komposter erfolgte in einem ca. fünf Monate umfassenden Zeitraum in ca. 10-tägigen Abständen. Um den Rahmen der Untersuchung nicht zu sprengen, wurde die Untersuchung in verschiedene Phasen mit unterschiedlicher Analytik aufgeteilt. In einer ersten Phase wurden die Auswirkungen von fünf verschiedenen Zuschlagstoffen auf subjektiv erhobene Rahmenbedingungen des Kompostierungsverlaufs untersucht. In der darauf folgenden zweiten Phase wurden die zwei am besten bewerteten Zuschlagstoffe genauer hinsichtlich ihres Einflusses auf die Kompostierung untersucht. Wegen der in der Phase II aufgetretenen Problemen (s. unten) wurden die Komposter entleert, neu befüllt und in etwas abgeänderter Art weiter untersucht (Phase III). Am Ende der Phase III wurde die Materialzugabe eingestellt, um die Kompostierung nicht nur im (suboptimalen) kontinuierlichen Verlauf untersuchen zu können sondern um zumindest auch einen kurzen Reifungsprozess zu ermöglichen. Nach der letzten Befüllung blieben bis zur letzten Probennahme vier Wochen Zeit, in denen das Material, ohne mit neu zugegebenem vermischt zu werden, reifen konnte. In allen Phasen der Untersuchung konnten - unabhängig vom jeweils eingesetzten Zuschlagstoff - die Auswirkungen des Rührantriebs (manuell/elektrisch) untersucht werden.

### **3.2. Komposter:**

Die Untersuchungen wurden in 12 Kompostern der Fa. *Juwel H. Wüster GmbH* durchgeführt (Abb. 1), die dem am Markt befindlichem Typ *Rototherm* mit einem Nutzinhalt von ca. 660 l entsprechen und an anderer Stelle beschrieben sind (ILLMER & SCHINNER 1997). Um zu testen, welchen Einfluss die Rührintensität auf den Verlauf der Kompostierung hat, wurde die Hälfte der Komposter mit einem elektrischen Antrieb der Rührschnecke ausgestattet, der über eine Zeitsteuerung ein- und ausgeschaltet werden konnte. Die elektrisch betriebenen Komposter wurden (während der Phasen I

und II) über den Tag verteilt 3 mal 2 Stunden betrieben, was bei einer durchschnittlichen Umlaufzeit von ca. 5,5 Minuten einer Rührleistung von 65 Umdrehungen pro Tag entspricht. Nach aufgetretenen Problemen wurde die Rührleistung sehr stark auf zwei Umdrehungen pro Tag (11 Minuten) reduziert (Phase III). Die händisch betriebenen Komposter wurden zweimal pro Woche umgesetzt.



**Abb. 1:** Versuchsanordnung mit den 12 Rührkompostern; im Vordergrund sind die sechs manuell umgesetzten, im Hintergrund die sechs elektrisch betriebenen Komposter zu sehen.

### **3.3. Ausgangsmaterialien:**

#### **3.3.1. Gras:**

Das verwendete Gras stammt von Grünflächen der Universität Innsbruck. Die Mahd erfolgte mit einem handelsüblichen Rasenmäher und einem für große Flächen geeigneten Kreiselmäher. Das Gras wurde weitestgehend frisch verwendet, weil dadurch einerseits eine Vorkompostierung vermieden und gleichzeitig ungünstige - weil nasse - Bedingungen (wie sie in der Praxis vorkommen) gewährleistet wurden. Die Befüllung der Komposter erfolgte in ca. zehntägigen Abständen über 5 Monate hinweg, wobei bei einer durchschnittlichen Füllung im Schnitt 127 Liter Gras eingefüllt wurden. Insgesamt wurden in der Studie 30,1 m<sup>3</sup> Grasschnitt umgesetzt, wobei den elektrisch gerührten Kompostern deutlich mehr Material zugegeben wurden, um sie trotz höherem Materialdurchsatz auf einem ähnlichem Füllstand zu halten, wie die manuell durchmischten.

#### **3.3.2. Zuschlagstoffe:**

Es gelangten 5 Zuschlagstoffe zur Untersuchung, die hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf die Kompostierung sowohl untereinander als auch mit unbehandelten Kontrollansätzen verglichen wurden:

- Rindenhäcksel von Nadelhölzern (Fa. *Heis*; Innsbruck)
- Stroh (Fa. *Hechenbichler* GmbH; Innsbruck)
- Holzhäcksel von Strauchschnitt und Laubhölzern (von Kompostieranlage Rossau und von der Fa. *Juwel H. Wüster* GmbH; Imst)
- Holzpellets (unter hohem Druck zusammengepresste Sägespäne von Nadelhölzern, Typ Fibr-Flame (Fa. *Labee Holzspäne* GesmbH; Imst)
- inerte Kunststoffkugeln (Ø 4cm, Fa. *Juwel H. Wüster* GmbH; Imst)

Die Zuschlagstoffe wurden zugleich mit dem Gras eingefüllt, und im Fall der händisch gerührten Varianten durch eine komplette Umdrehung der Rührschnecke unter das Grasmaterial gemischt. Die Zugabe erfolgte nicht in gleich bleibenden Mengen, sondern richtete sich nach dem zugegebenen Volumen an Gras, sodass der Anteil des Zuschlagstoffes möglichst genau 10% (v/v) betrug. Die Kunststoffkugeln (pro Ansatz 3 kg) wurden nur einmal, zu Beginn der Untersuchung zugegeben. In Summe kamen 1,8 m<sup>3</sup> Zuschlagstoffe zum Einsatz.

### **3.4. Untersuchungsmethoden:**

Das Probenmaterial wurde in Form einer Mischprobe aus mehreren Einstichen direkt aus den Kompostierbehältern entnommen. Das durch die Siebplatte gefallene Material wurde wöchentlich in den Kompostierbehälter zurückgegeben und dadurch im Kreis geführt.

#### **3.4.1. Subjektive Beurteilungen:**

Der Verlauf der Kompostierung (Rahmenbedingungen) wurde in wöchentlichen Abständen dokumentiert. Dabei wurden rein subjektiv der Geruch, das Auftreten von "Insekten" (im weitesten Sinn), die Verdichtung und die Nässe des Materials abgeschätzt und eingeteilt in jeweils drei Klassen (z.B. starke, mittlere, keine Vernässung) protokolliert. Diesem subjektiven Bewertungssystem kommt insofern eine nicht zu unterschätzende Bedeutung zu, als der Anwender ebenfalls mit diesen Rahmenbedingungen (Geruch, Auftreten von Fliegen etc.) konfrontiert ist und häufig nur daraus auf eine mehr oder weniger erfolgreiche Kompostierung schließt.

#### **3.4.2. Chemische und physikalische Untersuchungsmethoden:**

Wenn nicht anders angegeben, wurden die Analysen entsprechend der ÖNORM S 2023 (Untersuchungsmethoden und Güteüberwachung von Komposten) durchgeführt.

#### **3.4.3. (Mikro-)Biologische Untersuchungsmethoden:**

Die mikrobiologische Methodik folgte den in SCHINNER et al. (1996) und ILLMER & SCHINNER (1997) beschriebenen Methoden. Die mikrobielle Atmung wurde über die Menge des ausgeschiedenen CO<sub>2</sub> bestimmt und dient als Maß für die Netto-Mineralisation. Die Keimzahlen von Bakterien und Pilzen wurden auf Bodenextraktagar beziehungsweise Malzextraktagar bestimmt. Um ein Maß für den Reifegrad des Komposts zu erhalten, wurde am Ende der Untersuchungen ein Pflanzenverträglichkeitstest mit Kresse als Testorganismen durchgeführt.

#### **3.4.4. Zoologische Untersuchungen:**

Es wurde im Rahmen der Untersuchung auch eine Reihe von zoologischen Parametern erhoben, doch soll darauf in einem separaten Manuskript eingegangen werden (MEYER & MEYER in Vorbereitung).

### **3.5. Statistik:**

Die subjektiven Beurteilungen wurden über Kreuztabellen ausgewertet. Die Messparameter wurden - je nachdem, ob eine Normalverteilung der Daten vorlag oder nicht (Kolmogoroff-Smirnoff Test) - mit (multifaktorieller) Varianzanalysen beziehungsweise mit Rangvarianzanalysen (MWU-Test) hinsichtlich der Auswirkungen der Antriebsart beziehungsweise des Zuschlagstoffes untersucht.

Die große Inhomogenität der Komposte, die hohe Variabilität zwischen den Kompostern und die versuchstechnisch bedingte begrenzte Anzahl von parallel geführten Kompostern (n=12) ermöglichten es häufig nicht, die üblichen strengen Signifikanzkriterien zu erfüllen. Bei statistisch abgesicherten Ergebnissen wurde zwischen signifikant (\*, Irrtumswahrscheinlichkeit  $p < 5\%$ ), hoch signifikant (\*\*,  $p < 1\%$ ) und höchst signifikant (\*\*\*,  $p < 0.1\%$ ) unterschieden.

#### **4. Ergebnisse:**

##### **4.1. Auswirkungen unterschiedlicher Probennahmezeitpunkte:**

Mit Ausnahme des Glühverlusts, des gesamten organischen Kohlenstoffs und der bakteriellen Keimzahlen wurden alle Messparameter (zumeist höchst) signifikant vom Zeitpunkt der Probennahme beeinflusst. Dies weist einmal mehr darauf hin, dass äußere Einflüsse wie Wetter, Quantität und Qualität der vorangegangenen Befüllung und natürlich die Dynamik der Kompostierung selbst einen enormen Einfluss auf die untersuchten Parameter ausüben. So banal der Einfluss der Zeit auch erscheint, so wichtig ist es, diese statistisch zu berücksichtigen, da ansonsten die Beeinflussung durch andere Faktoren verschleiert werden würde.

##### **4.2. Auswirkungen unterschiedlicher Rührsysteme:**

###### **4.2.1. Auswirkung des Rührsystems auf Randbedingungen:**

Bei den elektrisch betriebenen Kompostern traten in der Phase II häufig insofern Probleme auf als das Kompostmaterial sehr stark verdichtet und demgemäß anaerob wurde. Die eigentliche Ursache dafür lag jedoch nicht in der Antriebsart an sich, sondern in der (vor allem anfänglich) zu hohen Rührfrequenz, zu der noch keine Erfahrungswerte vorlagen. Durch dieses massive Rühren kam es zu einer mechanischen Zerkleinerung des Materials, was bei dem hohen Wassergehalt von Rasenschnitt zu einer starken Verdichtung und Vernässung führte (Abb. 2). In der Phase III der Untersuchung wurde zwar die Rührfrequenz reduziert, doch lag sie mit 2 Umdrehungen pro Tag immer noch deutlich über jener der manuell betriebenen Komposter (2 Umdrehungen pro Woche). So wurden auch in der Phase III bei der subjektiven Beurteilung zum Teil deutliche Unterschiede zwischen den verschiedenen Umsetzungsvarianten festgestellt. In den Abbildungen 3 und 4 sind exemplarisch je ein manuell und ein elektrisch umgesetzter, mit Stroh applizierter Kompost dargestellt. Deutlich ist dabei zu erkennen, dass die elektrisch betriebenen Komposter ein viel homogeneres Material beinhalteten, was allerdings zumindest oberflächlich betrachtet nicht nur Vorteile mit sich brachte.

Bei den elektrisch angetriebenen Kompostern wurden in den Phasen I und II bei ca. 20% aller Beurteilungen ein unangenehmer Geruch und bei ca. 50% ein durchschnittlich starkes Auftreten von Insekten festgestellt, wohingegen bei den manuell betriebenen Kompostern der Geruch immer als neutral bewertet wurde und das Auftreten von Insekten als gering einzustufen war. In der Phase III, in der auch eine Reifungsphase ermöglicht wurde, waren diese Unterschiede statistisch zumeist nicht mehr abzusichern. Zum Teil

dürften diese Unterschiede darauf zurückzuführen sein, dass durch das ständige Rühren stets feuchtes Material vom Inneren an die Oberfläche transportiert wurde, wo es einerseits ausdampfte und andererseits einen idealen Lebensraum für unterschiedliche Insekten darstellte. In den manuell gerührten Kompostern hatte hingegen das Material immer wieder Zeit, an der Oberfläche auszutrocknen und eine Barriere für Gerüche und Insekten auszubilden (Abb. 3 und 4). Es ist daher weniger von einem Fehlen dieser negativen Begleiterscheinungen bei den manuellen Kompostern, als vielmehr von einem stärker zu Tage Fördern bei den elektrischen auszugehen. Eine Hinterfragung dieser Ursachen dürfte vom durchschnittlichen Anwender in der Praxis jedoch kaum geschehen, weshalb sie auch an dieser Stelle nicht überbewertet werden sollte.

#### **4.2.2. Auswirkung des Rührsystems auf die Stoffumsätze:**

Bei der Rasenkompostierung kann im Allgemeinen von einer starken, zumeist im Bereich von 70% liegenden Volumensreduktion ausgegangen werden (SEEKINS 2002), wobei hinsichtlich der Stoffumsätze das elektrisch betriebene Rührsystem als deutlich überlegen betrachtet werden muss. Es wurden allein in den sieben Wochen der Phase III in den manuellen Kompostern durchschnittlich 724 Liter, in den elektrisch gerührten 920 Liter Grasschnitt umgesetzt (196 bzw. 259 kg) was einem Unterschied von 27% entspricht.



**Abb. 2:** Durch zu häufiges Rühren stark vernässter und verdichteter Rasenschnitt.



**Abb. 3 und 4:** Manuell (oben) und elektrisch (unten) gerührter Kompost mit Stroh als Zuschlagstoff.

Noch deutlicher sind die Unterschiede, wenn auch die Phasen I und II miteinbezogen werden: während der gesamten Untersuchung setzten die manuellen Komposter im Schnitt 2147 Liter, die elektrischen 3201 Liter (also um ca. 50% mehr) um. Vor dem Hintergrund des deutlich größeren Materialumsatzes erscheinen auch die z.T. auftretenden Nachteile bei den elektrischen Kompostern (s.o.) in einem anderen Licht.

#### **4.2.3. Auswirkung des Rührsystems auf die Kompostierung:**

Die ermittelten Temperaturen in den Komposten ließen keine signifikanten Beeinflussungen durch das Rührsystem und/oder Zuschlagstoffe erkennen, weshalb auf eine weitere Diskussion der Temperatur verzichtet wird.

Wie bereits unter 4.2.1. erwähnt, verursachte das im Vergleich zu den manuell betriebenen Kompostern starke elektrische Rühren zusammen mit den höheren Materialdurchsätzen einen gesteigerten Wassergehalt (geringere prozentuelle Trockensubstanz) des Materials. Auch wenn der Unterschied nicht signifikant war, so ist er doch von großer Bedeutung, weil sich - ausgehend von zu hohen Wassergehalten - die Rahmenbedingungen von Kompostierungen üblicherweise verschlechtern (DAS & KEENER 1997). Das Fehlen einer signifikanten Absicherung überrascht angesichts der Abbildungen 3 und 4 vielleicht etwas. Es wurden jedoch in den manuell gerührten Komposten unter der nur wenige cm starken trockenen Oberfläche zumeist ähnliche Wassergehalte wie in den elektrisch gerührten gefunden, die auf Grund der ständigen Durchmischung deutlich homogener waren. Einmal mehr muss die zentrale Stellung des Wassergehaltes betont und auf dessen Beeinflussung durch die Belüftung hingewiesen werden (ILLMER et al. 1997; AGNEW & LEONARD 2003; LIANG et al. 2003). Unabhängig vom Rührsystem war der Wassergehalt bedingt durch das nasse Ausgangsmaterial und die suboptimale Belüftung in allen Ansätzen mit ca. 70% zu hoch und somit Ursache für die teilweise Anaerobie mit den unangenehmen Begleiterscheinungen (DAS & KEENER 1997).

Den ungünstigeren Bedingungen in den elektrischen Kompostern, aber auch den größeren Stoffumsätzen entsprechend, war der Anteil an gesamtem organischem Kohlenstoff (TOC) in den elektrisch betriebenen Kompostern zuerst höher, ein Unterschied der am Ende der Untersuchung nicht mehr festzustellen war.

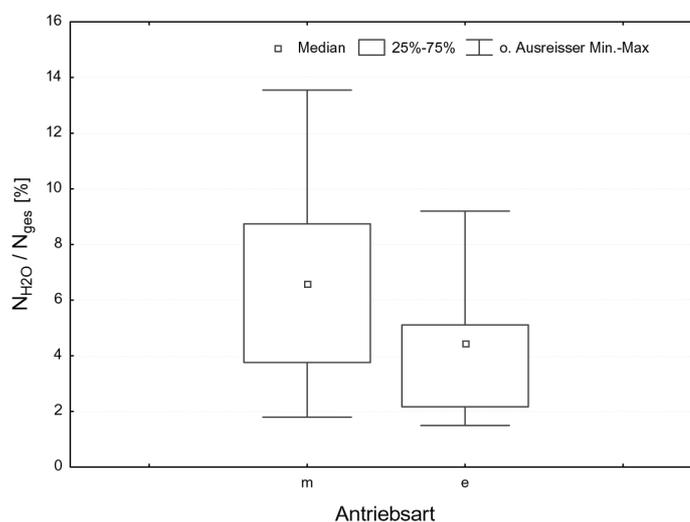
Signifikante Unterschiede (\*\*) waren hinsichtlich des pH-Wertes festzustellen. Bei den elektrisch gerührten Kompostern traten niedrigere pH-Werte auf, doch sind alle Werte (mit unabhängig vom Rührsystem durchschnittlich 8,5) deutlich über den angestrebten neutralen Werten, was vor allem auf das ungünstige Ausgangsmaterial mit hohem  $\text{NH}_4^+$ -Gehalten zurückzuführen sein dürfte. Gegen Ende der Untersuchung zeigte sich, dass die pH-Werte in den elektrisch gerührten Kompostern um fast eine pH-Einheit tiefer als in den manuell umgesetzten waren, was auf schnellere Mineralisierungstätigkeit hinweist.

Die Leitfähigkeit (LF) kann als Summenparameter für die Konzentration der im Kompost gelösten und/oder leicht austauschbaren Ionen gesehen werden. In frischen Komposten ist die Konzentration dieser Ionen und damit die Leitfähigkeit sehr hoch, in reifen Komposten sollten die Werte unter  $3 \text{ mS cm}^{-1}$  liegen, Werte, die in der vorliegenden

Studie in den meisten Fällen überschritten wurden. Am Ende der Untersuchung wurden in den elektrisch gerührten Komposten durchschnittlich  $3,9 \text{ mS cm}^{-1}$ , in den manuell durchmischten  $4,3 \text{ mS cm}^{-1}$  gemessen (\*), was wieder auf eine stärkere Immobilisierung in den elektrisch betriebenen Kompostern hinweist.

Diese Tendenz ließ sich auch bei den wasserlöslichen Stickstofffraktionen ( $\text{NH}_4^+$  und  $\text{NO}_3^-$ ) wiederfinden (\*). Nicht nur die wasserlösliche N-Fraktion selbst (\*\*), sondern mehr noch deren Anteil am gesamten N-Gehalt wird vom Rührsystem hochsignifikant beeinflusst (Abb. 5). Es wurden, wie bei der Kompostierung allgemein gewünscht, leicht verfügbare Nährstoffe immobilisiert, wodurch einerseits die Phytotoxizität verringert, zum anderen die längerfristige Verfügbarkeit von Nährstoffen erhöht wird.  $\text{NO}_3^-$ -Ionen werden wegen der guten Wasserlöslichkeit leicht ausgewaschen und gefährden damit Grund- und Oberflächengewässer,  $\text{NH}_4^+$  wiederum wirkt in hohen Konzentrationen phytotoxisch und ist aus diesem Grund zu vermeiden. Während der Anteil des löslichen am gesamten Stickstoff im kontinuierlichen Betrieb im Schnitt bei 5,8% lag, sank er während der terminalen, vier Wochen dauernden Reifungsphase auf durchschnittlich 3,6% ab. Bei näherer Betrachtung zeigte sich, dass bei den elektrischen Kompostern der Anteil bereits auf 1,8% gesunken war, wohingegen die manuell gerührten immer noch Werte von 5,3% aufwiesen.

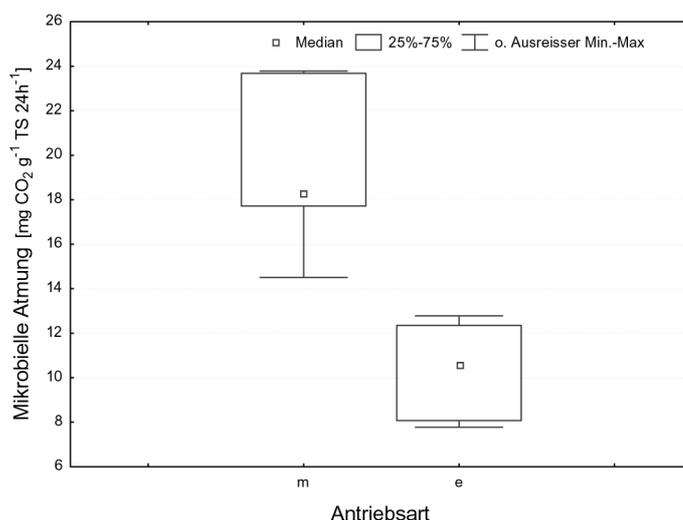
Auch die Gesamtstickstoff-Konzentrationen waren in den elektrisch gerührten Komposten etwas höher, doch ist chemisch fixierter und damit inaktiver Stickstoff im Gegensatz zum wasserlöslichen nicht negativ zu bewerten. Im Gegenteil, aus diesen stabilen Verbindungen werden nach einer Ausbringung durch Mobilisierungsvorgänge langsam aber stetig N-Verbindungen in die pflanzenverfügbare Fraktion nachgeliefert (SCHACHTSCHABEL et al. 1992).



**Abb. 5:** Einfluss der Antriebsart (m manuell und e elektrisch) auf das Verhältnis von wasserlöslichem zu gesamtem Stickstoff in den Komposten während der Phase III.

Da sowohl der gesamte Stickstoff als auch der gesamte Kohlenstoff über den Beobachtungszeitraum relativ konstant blieben, wurden auch beim C/N keine Unterschiede erwartet. Tatsächlich zeigte das Verhältnis keine nennenswerte Beeinflussung durch das Rührsystem. In beiden Versuchsansätzen sind die Werte mit ca. 12,5 sehr niedrig und weisen einmal mehr auf die suboptimalen Kompostierungsbedingungen mit der Gefahr der  $\text{NH}_4^+$ -Ausgasung hin (EPSTEIN 1997; EILAND et al. 2001).

Der  $\text{CO}_2$ -Ausstoß, der häufig als Maß für die Mineralisierungsleistung herangezogen wird und dementsprechend in reifen Komposten bereits auf niedrigem Niveau ( $< 10 \text{ mg CO}_2 \text{ g}^{-1}\text{TS } 24\text{h}^{-1}$ ) sein sollte, war unabhängig vom Versuchsansatz immer viel zu hoch. In den elektrisch gerührten Komposten waren durchschnittlich  $38 \text{ mg CO}_2 \text{ g}^{-1}\text{TS } 24\text{h}^{-1}$ , in den manuell gerührten  $33 \text{ mg CO}_2 \text{ g}^{-1}\text{TS } 24\text{h}^{-1}$  zu messen. Dies weist zwar auf etwas unreifere Komposte in den elektrisch gerührten Behältern hin, kann jedoch einmal mehr auf die erhöhten Umsatzraten in diesen Kompostertypen zurückgeführt werden. In diesem Zusammenhang lohnt wieder die separate Betrachtung der letzten Probennahme nach der vorangegangenen Reifungsphase, da sich hier ein vollkommen anderes Bild bietet: Die vermehrte Mineralisierungsleistung in den elektrisch betriebenen Kompostern (die im kontinuierlichen Betrieb die hohen Stoffumsätze ermöglichten) führte im Vergleich zu den manuell gerührten zu deutlich reiferen Komposten mit niedrigen  $\text{CO}_2$ -Evaporationsraten (Abb. 6). Es zeigte sich, dass schon die ca. 4 Wochen diskontinuierlicher Verlauf genügte, um in den elektrischen Kompostern das Niveau von reifen Komposten zu erreichen, wohingegen die Mineralisierungstätigkeiten in den manuell durchmischten Komposten noch fast doppelt so hoch waren ( $19,4$  im Vergleich zu  $10,3 \text{ mg CO}_2 \text{ g}^{-1}\text{TS } 24\text{h}^{-1}$ ) und somit auf eine weniger weit fortgeschrittene Kompostierung schließen lassen.

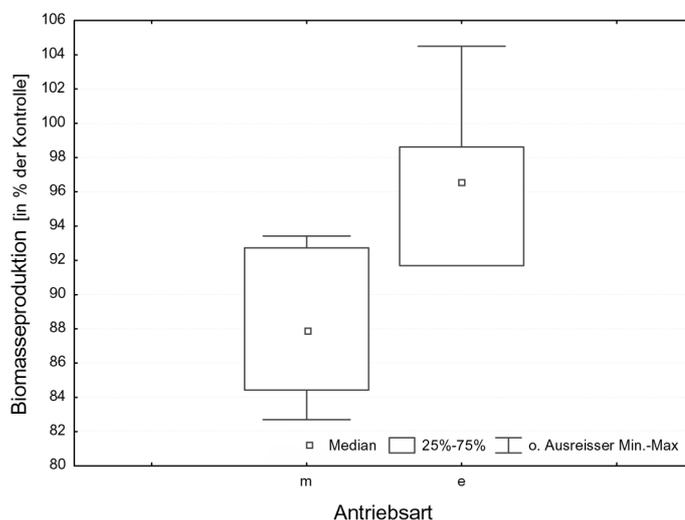


**Abb. 6:** Einfluss der Antriebsart (m manuell und e elektrisch) auf die mikrobielle Atmung (Mineralisationsleistung) in den Komposten nach einer 4-wöchigen Reifungsphase.

Das Verhältnis von Bakterien zu Pilzen war in den elektrisch gerührten Kompostern zwar nicht signifikant, doch deutlich niedriger als in den manuell durchmischten (1300 im Gegensatz zu 4000). Diese Ergebnisse entsprechen damit auch der gängigen Lehrmeinung, dass während der eigentlichen Rotte Bakterien vorherrschen, in der so genannten Nachrotte und in reiferem Kompost hingegen Pilze das Rottegut wieder vermehrt besiedeln (EPSTEIN 1997; BEFFA et al. 1995).

Beim Wachstums- und Keimhemmungstest mit Kressepflanzen konnte ein signifikanter Unterschied zwischen den elektrischen und manuell gerührten Komposten aufgezeigt werden. Beim Kresstest wurden 15 bzw. 45% des zu untersuchenden Komposts einem standardisierten Vergleichssubstrat zugegeben und die dadurch bedingte Reduktion der von der Kresse produzierten Biomasse (in g TS) bestimmt. In der Abbildung 7 sind die im Vergleich zu den Kontrollproben gebildeten Biomassen dargestellt. Bei 15%-iger Substratzugabe bewirkte der elektrisch gerührte Kompost eine Reduktion auf 96,6% der Vergleichsbiomasse (ohne Kompostzusatz) wohingegen die Hemmung bei den manuell gerührten mit 88,2% signifikant höher (und auch über den für reife Komposte vorgeschriebenen Werten) war. Die Erklärung für diese verstärkte Hemmung liegt mit Sicherheit in der oben bereits angesprochenen größeren Mobilität diverser Nähr- und Schadstoffe und dadurch größeren Unreife in den manuell durchmischten Komposten. In den elektrisch durchmischten konnten diese Ionen offensichtlich bereits erfolgreich immobilisiert werden.

Der Kresstest bestätigt somit die auf der Basis chemischer Analysen aufgestellte Hypothese der schnelleren und vollständigeren Immobilisierung von Nährstoffen in elektrisch gerührten Kompostern.



**Abb. 7:** Einfluss der Zugabe von Kompost (15% v/v) aus unterschiedlich angetriebenen Kompostern (m manuell und e elektrisch) auf die Biomasseproduktion von Gartenkresse (*Lepidium sativum*) im Vergleich zum Kontrollansatz ohne Kompost (=100%).

### **4.3. Auswirkungen unterschiedlicher Zuschlagstoffe:**

#### **4.3.1. Vorauswahl**

In der Phase I der Untersuchung wurden Rindenhäcksel, Strauchschnitt, Holzpellets, Weizenstroh und inerte Kunststoffkugeln hinsichtlich ihrer Eignung als Zuschlagstoffe getestet. Die Bewertung erfolgte über subjektive Beurteilung. Die beobachteten Unterschiede konnten statistisch nicht abgesichert werden, dennoch war eine Reihung hinsichtlich der Güte der Kompostiervorgänge eindeutig feststellbar. Strauchschnitt, Holzpellets und Stroh bewirkten eine in etwa gleichwertige Verbesserung in Hinblick auf Aussehen und Geruch des Kompostes, Rindenhäcksel hatte weniger, die Kunststoffkugeln keine feststellbaren positiven Auswirkungen. In den Kontrollansätzen ohne Zuschlag wurden in jedem Fall (manuell und elektrisch) die ungünstigsten Bedingungen festgestellt, so dass ein Zuschlagstoff an sich auf jeden Fall positiv zu bewerten ist (vergleiche Abbildung 4 und 8). Wegen der besseren Verfügbarkeit (Holzpellets müssen zu relativ hohen Preisen gekauft werden) wurden schließlich gehäckselter Strauchschnitt und geschnittenes Stroh (< 25 cm) für die weiterführenden Versuche ausgewählt.

#### **4.3.2. Auswirkung des Zuschlagstoffes auf die Kompostqualität**

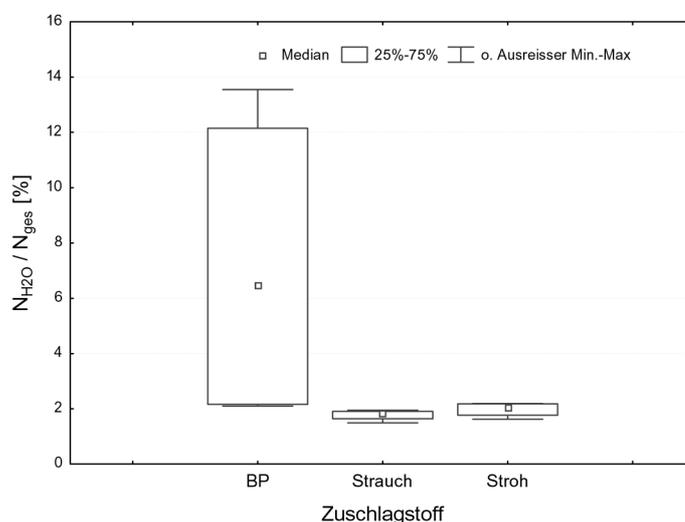
Es war zwar durch die Zuschlagstoffe eine Verbesserung der prinzipiell zu niedrigen Werte der prozentuellen Trockensubstanz (TS) festzustellen (31% mit gegenüber 27% ohne Zuschlagstoff), doch waren die Unterschiede nur bei separater Auswertung der Messwerte



**Abb. 8:** Elektrisch gerührter Kompost ohne Zuschlagstoff.

vom Ende der Phase III signifikant. Es entstand bei oberflächlicher Betrachtung der Komposte der Eindruck eines viel deutlicheren Unterschieds (Abb. 4 und 8). Es muss jedoch nochmals darauf verwiesen werden, dass die manuell gerührten Komposte unter der trocken aussehenden Oberfläche größtenteils gleich feucht waren wie die elektrisch gerührten. Nochmals sei an dieser Stelle die Wichtigkeit des Wassergehaltes für den Verlauf der Kompostierung betont (DAS & KEENER 1997; EPSTEIN 1997; ILLMER 2002).

Die wasserlösliche Ammoniumfraktion ( $\text{NH}_4^+$ ) wurde durch die Zuschlagstoffe höchst signifikant (\*\*\*) beeinflusst. Die  $\text{NH}_4^+$ -Konzentration in den Kontrollen war mit ca.  $1500 \mu\text{g g}^{-1}\text{TS}$  über den Werten für die Strauch- bzw. Stroh-Applikation (jeweils ca.  $950 \mu\text{g g}^{-1}\text{TS}$ ), womit phytotoxische Konzentrationen eindeutig überschritten wurden. Die  $\text{NO}_3^-$ -Konzentrationen wiesen ähnliche Tendenzen auf (ca.  $300 \mu\text{g g}^{-1}\text{TS}$  bei Stroh und Strauchschnitt; ca.  $680 \mu\text{g g}^{-1}\text{TS}$  in den Kontrollen) und somit konnten auch anhand der wasserlöslichen Stickstofffraktion der Einfluss des Zuschlagstoffes wieder höchst signifikant (\*\*\*) nachgewiesen werden. Während die Werte für Strauchschnitt und Stroh ca.  $1250 \mu\text{g g}^{-1}\text{TS}$  betragen, waren die Werte in den Kontrollen mit  $2170 \mu\text{g g}^{-1}\text{TS}$  um ca. 75% höher. Auch der Anteil des wasserlöslichen am gesamten Stickstoff (der selbst vom Zuschlagstoff nicht beeinflusst wurde) reagierte höchst signifikant (\*\*\*) auf den Faktor Zuschlagstoff (Abb. 9). Der prozentuelle Anteil lag bei Strauchschnitt und Stroh bei 4,3% bzw. 4,8%, wohingegen in der Kontrolle mit 7,6% noch deutlich mehr Stickstoff frei löslich und somit nicht immobilisiert vorlag. Wieder wurden die Unterschiede noch deutli-



**Abb. 9:** Einfluss des Zuschlagstoffes (BP: ohne Zuschlag, Strauch: gehäckselter Strauchschnitt, Stroh: geschnittenes Weizenstroh) auf das Verhältnis von wasserlöslichem zu gesamtem Stickstoff in den Komposten.

cher, wenn nur die Daten der letzten - etwas gereiften - Kompostprobe betrachtet wurden: Während die prozentuellen Anteile bei Strauch- und Strohapplikation bei 1,8% und 2,0% lagen (also auch deutlich unter den im kontinuierlichen Verlauf gemessenen 4,5%; s.o.), lagen die Werte für die Kontrolle bei relativ unverändert hohen Werten von 7,2%. Die Kompostreife - gemessen an der Immobilisierung leicht löslicher, z.T. toxischer Substanzen - wurde durch die Zugabe von kohlenstoffreichen Substanzen also höchst signifikant verbessert.

Weder hinsichtlich des C/N-Verhältnisses noch bei der Mineralisierungsrate (CO<sub>2</sub>-Produktion), beim ATP-Gehalt oder bei den Keimzahlen von Bakterien und Pilzen konnten signifikante oder erwähnenswerte Beeinflussungen durch die Zuschlagstoffe festgestellt werden. Lediglich das Verhältnis der Bakterien zu den Pilzen wies zumindest einen deutlichen, wegen der großen Streuung jedoch ebenfalls nicht signifikanten Unterschied auf. Während bei Strauchzugabe das Verhältnis bei 530 lag, war dieses bei strohapplizierten Varianten 1000 und in den Kontrollansätzen gar 2000. Für Pilze ist Strauchschnitt offensichtlich sowohl vom Nährstoffangebot als auch hinsichtlich der Struktur förderlich (BEFFA et al. 1995).

Für reiferen Kompost in den Ansätzen mit Zuschlagstoffen spricht auch, dass im Schnitt der beiden Kressetests (15% und 45% Substratzugabe) die Hemmung bei der Kontrolle stärker als in den strohapplizierten oder Strauchschnitt-Varianten war. Die Unterschiede sind zwar nur sehr gering und mit durchschnittlich 3% Standardabweichung leider nicht signifikant, doch weist das Ergebnis wieder in die oben angesprochene Richtung.

## **5. Zusammenfassung:**

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung wurde der Frage nachgegangen, wie sich elektrische Rührreinrichtungen und die Applikation von Zuschlagstoffen auf die Kompostierbarkeit von Rasenschnitt auswirken.

Das elektrische Rührsystem verursachte im ersten Teil der Untersuchung zusammen mit dem (absichtlich so gewählten) ungünstigen Ausgangsmaterial einige technische Probleme, die aber nach einer erfolgten mechanischen Verstärkung der Komposter und einer starken Reduktion der Rührfrequenz in den Griff zu bekommen waren. Es wurden jedoch deutlich die Grenzen dessen aufgezeigt, was in Haushaltskompostern noch zu bewältigen ist. In der Folge (mit reduzierter Rührleistung) mussten die elektrisch gerührten Komposte bei oberflächlicher Betrachtung vor allem hinsichtlich der subjektiven Beurteilung zum Teil schlechter beurteilt werden als die manuell durchmischten. Verursacht wurde dies durch den kontinuierlichen Verlauf der Kompostierung (ständiges Einfüllen von neuem, nicht verrottetem Material) und den deutlich größeren Materialumsätzen in den elektrischen Varianten. Dadurch wurden die Mineralisationsleistungen und viele (bio-)chemischen Parameter auf Niveaus gehalten, wie sie ansonsten nur sehr unreife Komposte aufweisen. Am Ende der Untersuchung wurde die Materialzufuhr unterbunden, um zumindest eine kurze Reifephase zu ermöglichen. Hier zeigte sich sehr deutlich eine Überlegenheit

der elektrisch betriebenen Komposter. Es konnte bei den, die Kompostreife und den Immobilisierungsfortschritt beschreibenden Parametern eine deutliche Besserstellung gegenüber den manuell durchmischten Ansätzen festgestellt werden. Da der diskontinuierliche Betrieb (lange Pausen zwischen den Befüllungen) für die Rasenkompostierung (nicht für den Haushaltskomposter allgemein) eher der Praxis entsprechen dürfte, kommt diesem Ergebnis eine große Bedeutung zu. In diese Richtung weisen auch die Pflanzenverträglichkeitstests, mit deren Hilfe den elektrisch durchmischten Komposten eine größere Reife und eine geringere Keimhemmung attestiert werden konnte.

Die Zuschlagstoffe hatten immer positive Auswirkungen auf die subjektiv erhobenen Randbedingungen der Kompostierung, auch wenn dies häufig nicht statistisch abgesichert werden konnte. Als sehr gut geeignete Zuschlagstoffe hatten sich gehäckselter Strauchschnitt und Stroh erwiesen. Von den erhobenen Messparametern wurden durch die Zuschlagstoffe die die N-Dynamik beschreibenden Parameter am deutlichsten und zumeist höchst signifikant beeinflusst. Die Immobilisierung leicht löslicher N-Verbindungen und dadurch die Reduktion möglicher phytotoxischer Wirkungen wurden durch die Zugabe der beiden Zuschlagstoffe in vergleichbarem Ausmaß gefördert.

Es konnte gezeigt werden, dass sich Rasenschnitt auf Grund seiner physiko-chemischen Eigenschaften prinzipiell sehr schlecht zur Kompostierung eignet. Dennoch konnte sowohl durch elektrisches Rühren als auch durch die Zugabe kohlenstoffreicher Strukturmaterialien die Kompostierung deutlich verbessert werden.

Dank: Die Untersuchung wurde von der Fa. *Juwel H. Wüster GmbH* unterstützt.

## 6. Literatur:

- AGNEW, J.M. & J.J. LEONARD (2003): The physical properties of compost. – *Compost Sci. Util.* **11**: 238 - 264.
- BEFFA, T, M. BLANC, J. LOTT FISCHER, P.F. LYON, L. MARILLEY & M. ARAGNO (1995): Composting: a microbiological process. In: BARRAGE, A. & X. EDELMAN (eds.) *Recovery, Recycling and Reintegration.* – EMPA Dübendorf: 139 - 144.
- BÖHNEL, H. (2002): Household biowaste containers (bio-bins) - potential incubators for *Clostridium botulinum* and botulinum neurotoxins. – *Water Air Soil Poll.* **140**: 335 - 341.
- DAS, K. & H.M. KEENER (1997): Moisture effect on compaction and permeability in composts. – *J. Environ. Engin.* **123**: 275 - 281.
- EILAND, F, M. KLAMMER, A.M. LIND, M. LETH & E. BAATH (2001): Influence of initial C/N ratio on chemical and microbial composting during long term composting of straw. – *Microb. Ecol.* **41**: 272 - 280.
- EPSTEIN, E. (1997): *The Science of Composting.* – Technomic Publishing Company, Inc., Lancaster, 483 pp.
- ILLMER, P. (2002): Backyard composting: General considerations and a case study. In: INSAM, H., S. KLAMMER & R. NUNTAVAN (eds.) *Microbiology of Composting.* – Springer, Berlin: 133 - 142.
- ILLMER, P., E. MEYER & F. SCHINNER (1997): Thermic insulation and sieve plates - beneficial equipment for a rapid and high quality degradation in household composting? – *Aust. J. Agric. Res.* **48**: 99 - 103.

- ILLMER, P. & F. SCHINNER (1997): Compost turning - A central factor for a rapid and high-quality degradation in household composting. – *Bioresource Technol.* **59**: 157 - 162.
- LIANG, C., K. DAS & R.W. McCLENDON (2003): The influence of temperature and moisture contents regimes on the aerobic microbial activity of a biosolids composting blend. – *Bioresource Technol.* **86**: 131 - 137.
- OBERFELD, G. (1996): Amtärztliche Aspekte der Entsorgung biogener Abfälle. – *Mitt. österr. Sanitätsverw.* **98**: 141 - 145.
- SCHACHTSCHABEL, P., H.P. BLUME, G. BRÜMMER, K.H. HARTGE & U. SCHWERTMANN (1992): SCHEFFER/SCHACHTSCHABEL, Lehrbuch der Bodenkunde. – Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart, 491 pp.
- SCHINNER, F., R. ÖHLINGER, E. KANDELER & R. MARGESIN (1996): *Methods in Soil Biology*. – Springer, Heidelberg, 426 pp.
- SEEKINS, B (2002): Quantifying Reduction in feedstock volume during composting. – *BioCycle* **11**: 14 - 15.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte des naturwissenschaftlichen-medizinischen Verein Innsbruck](#)

Jahr/Year: 2004

Band/Volume: [91](#)

Autor(en)/Author(s): Illmer Paul

Artikel/Article: [Untersuchungen zur Kompostierbarkeit von Rasenschnitt 233-248](#)