



LfL

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft

Verwertung von Grüngut aus der Landschaftspflege

**Fachtagung
des Institutes für Agrarökologie,
Ökologischen Landbau und Bodenschutz**

am 25.03.2003 in Freising

Tagungsband



Schriftenreihe

4/03

1. Jahrgang

ISSN 1611-4159

Impressum

Herausgeber: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Vöttinger Straße 38, 85354 Freising
Internet: <http://www.LfL.bayern.de>

Redaktion: SG Öffentlichkeitsarbeit und Institut für Agrarökologie, Ökologischen Landbau
und Bodenschutz

Satz: Renate Plattner, Institut für Agrarökologie, Ökologischen Landbau und Bodenschutz

Druck: Rist Satz & Druck GmbH, Ilimünster

ISSN: 1611-4159

© LfL

Die Beiträge in dieser Schriftenreihe geben die Meinung des Autors wieder.

Verwertung von Grüngut aus der Landschaftspflege

Fachtagung am 25.03.2003
in Freising

Institut für
Agrarökologie, Ökologischen Landbau
und Bodenschutz

Tagungsband

| Inhaltsverzeichnis | Seite |
|---|--------------|
| | |
| Begrüßung | |
| Hans Schön, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft | 7 |
| | |
| Einführung | |
| Rudolf Rippel, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft | 10 |
| | |
| Rechtliche Aspekte der Grüngutverwertung | |
| Theo Dittmann, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft | 13 |
| | |
| Auswirkungen von Grüngut auf Ertrag und Bodeneigenschaften | |
| Franz Peretzki, Johannes Bauchhenß, Robert Beck, Robert Brandhuber, Peter Capriel, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft | 25 |
| | |
| Schadstoffproblematik durch Grüngutverwertung | |
| Christa Müller, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft | 64 |
| | |
| Grüngut: Kompostieren oder direkt ausbringen - ein Kostenvergleich | |
| Paul-Michael Rintelen, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft | 65 |
| | |
| Landwirtschaftliche Grüngutverwertung | |
| - aus der Sicht eines Landkreises | |
| Heinz Huber, Landratsamt Pfaffenhofen | 71 |
| - aus der Sicht einer Gemeinde | |
| Alois Ilmberger, Pörsnbach | 73 |
| | |
| Landwirtschaftliche Grüngutverwertung | |
| - aus der Sicht eines Maschinenrings | |
| Franz Ostermeier, MR Fürstenfeldbruck | 75 |
| - aus der Sicht eines Landwirts | |
| Wolfgang Lambrecht, Obersfeld | 80 |

Begrüßung

Hans Schön

Die Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), als deren Präsident ich Sie heute begrüßen darf, ist noch sehr jung. Zu ihrer Gründung am 1. Januar 2003 wurden 6 Landesanstalten den heutigen Anforderungen entsprechend neu geordnet und unter einem Dach zusammengeführt. Damit wurden die organisatorischen Voraussetzungen geschaffen, um die in den vergangenen 103 Jahren erfolgreichen und für die Entwicklung der bayerischen Landwirtschaft unentbehrlichen praxisnahen Forschungsarbeiten für die Zukunft zu rüsten. Eine effektivere Koordination der gemeinsamen Arbeit und eine stärkere Vernetzung der einzelnen Forschungsdisziplinen werden dazu beitragen.

Landwirtschaft findet durch Eingriffe in die Natur statt. Wenn der Mensch leben will, muss er in seine Umgebung, seine Umwelt, eingreifen und sie damit von der Natur- zur Kulturlandschaft machen. Die natürlichen Gegebenheiten einer Region beeinflussen dabei die Ausprägung der Landwirtschaft und umgekehrt. Das hierbei entstehende, für jede Region typische Bild der Kulturlandschaft kann als Ausdruck oder Spiegelbild dieser Wechselbeziehung verstanden werden.

Das Institut für Agrarökologie, Ökologischen Landbau und Bodenschutz der LfL befasst sich mit den Wechselwirkungen zwischen Landbewirtschaftung und Umwelt. Jährlich einmal macht es einen kleinen Ausschnitt dieser Wechselwirkungen zum Thema einer Tagung, dem Kulturlandschaftstag.

Der Kulturlandschaftstag 2003 steht unter dem Motto „Verwertung von Grüngut aus der Landschaftspflege“.

Vor etwa 10 Jahren war man sich sicher, dass die Kompostierung von Grüngut, eventuell zusammen mit dem neu entstandenen Wertstoff Bioabfall aus der Grünen Tonne, und die damit mögliche Erschließung eines breiten Marktes für das Produkt Kompost, der einzig richtige Weg für diesen Reststoff sei. Dabei nutzte man zurecht auch die sich eröffnenden Möglichkeiten neuer Einkommensquellen für landwirtschaftliche Betriebe.

Heute eröffnen sich mehrere Verwertungsrichtungen. Es liegen uns aus mehrjährigen Versuchen Ergebnisse zur Verwertung von kompostiertem und nicht kompostiertem Grüngut vor, die das vorhandene Wissen einerseits aktualisieren und ergänzen, andererseits neue Möglichkeiten aufzeigen.

Will man dieses Thema umfassend betrachten, so sind die verschiedenen Blickwinkel der Produktionstechnik, des Dünge- und Abfallrechts, des Bodenschutzes, der Landschaftspflege und der Betriebswirtschaft aus den Ebenen aller Beteiligten anzugehen.

Ein Blick auf die Tagesordnung macht klar, warum vernetztes Denken und Handeln für eine Landesanstalt für Landwirtschaft auch hier wichtig sind.

Die Einladungsliste ist deshalb vielfältig und umfasst

- die Landwirte, die selbst kommunale Kompostieranlagen betreiben oder Grüngut direkt oder kompostiert auf ihren Flächen verwerten. Sie sind unsere wichtigsten Ansprechpartner, wenn es um Fragen an der Schnittstelle zwischen Landschaftspflege und Produktionstechnik geht,
- die Geprüften Natur- und Landschaftspfleger bzw. die Fachwirte für Natur- und Landschaftspflege, die sich als Scharnier zwischen den Landwirten und den Naturschützern verstehen,
- die Bürgermeister, die mit immer mehr Grüngut aus den Hausgärten und aus gemeindeeigenen „Pflegefällen“ zurechtkommen müssen,
- die Betreiber von Kompostwerken, die einen Großteil des Grüngutes abnehmen,
- die Landschaftspflegeverbände, die eines der wertvollsten Instrumente für die Umsetzung und Finanzierung von Maßnahmen der Landschaftspflege sind,
- die Maschinen- und Betriebshilfsringe, die oft in die Organisation der Verwertung von Grüngut eingebunden sind,
- den Verband Garten-, Landschafts- und Sportplatzbau Bayern e. V., für den es sicher von Interesse ist, welche Wege bei der Verwertung von Grüngut beschritten werden können,
- die Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege in Laufen, mit der wir in verschiedenen Veranstaltungen kooperieren,
- die Technische Universität und die Fachhochschule Weihenstephan, die fachlich und als Nachbarn an unserer Arbeit interessiert sind,
- die Schwesteranstalten in Sachsen, Thüringen, Baden-Württemberg und Hessen, mit denen uns eine z. T. enge Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Landwirtschaft und der Landschaftspflege verbindet,
- das Landesamt für Umweltschutz als zuständige Behörde für die Abfallwirtschaft und
- die Landratsämter und die Unteren Naturschutzbehörden, mit denen in vielen Landkreisen eine gute Kooperation mit uns und unseren Kollegen der Landwirtschaftsämter besteht.

Aus den Reihen der eigenen Verwaltung wurden eingeladen

- das Bayerische Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, das uns immer wieder in unserer Auffassung über die große Bedeutung der Nachhaltigkeit in der Landbewirtschaftung bestätigt,

- die Regierungen als wichtige koordinierende Stelle und Bindeglied in unserer Verwaltung,
- die Landesanstalten für Weinbau und Gartenbau sowie für Wald und Forstwirtschaft, mit denen eine Zusammenarbeit in vielen Bereichen besteht,
- die Direktionen für Ländliche Entwicklung, welche die Grundsätze der Landschaftspflege in all ihren Verfahren umsetzen und damit dafür sorgen, dass der Anfall von Grünut immer größer wird,
- die Landwirtschaftsämter, die wir durch Veranstaltungen wie die heutige in ihrer Arbeit unterstützen wollen und
- die Kolleginnen und Kollegen aus dem eigenen Hause.

Ich begrüße die Vertreter dieser Gruppen und Institutionen sehr herzlich, ebenso die Vertreter der Presse, mit deren Hilfe das erarbeitete Wissen Verbreitung finden soll. Ich lade Sie alle ein, heute mitzudiskutieren und hoffentlich viel für ihre eigene Arbeit mit nach Hause zu nehmen.

Wie die Reihe der Gäste, so stehen auch die Referenten für die vielfältigen Aspekte des Themas. Neben den Vortragenden aus drei Instituten des eigenen Hauses begrüße ich insbesondere Herrn Heinz Huber, Sachgebietsleiter für fachtechnischen Naturschutz, Gartenbau und Landschaftspflege am Landratsamt Pfaffenhofen, Herrn Alois Ilmberger, Bürgermeister der Gemeinde Pöornbach, Herrn Franz Ostermeier, Geschäftsführer des Maschinenrings Fürstenfeldbruck und Herrn Wolfgang Lambrecht, Landwirtschaftsmeister aus Obersfeld in Unterfranken. Sie werden aus ihrer jeweiligen Sicht das Thema beleuchten und dafür sorgen, dass der Bezug zur Praxis nicht zu kurz kommt. Dafür danke ich Ihnen ganz besonders.

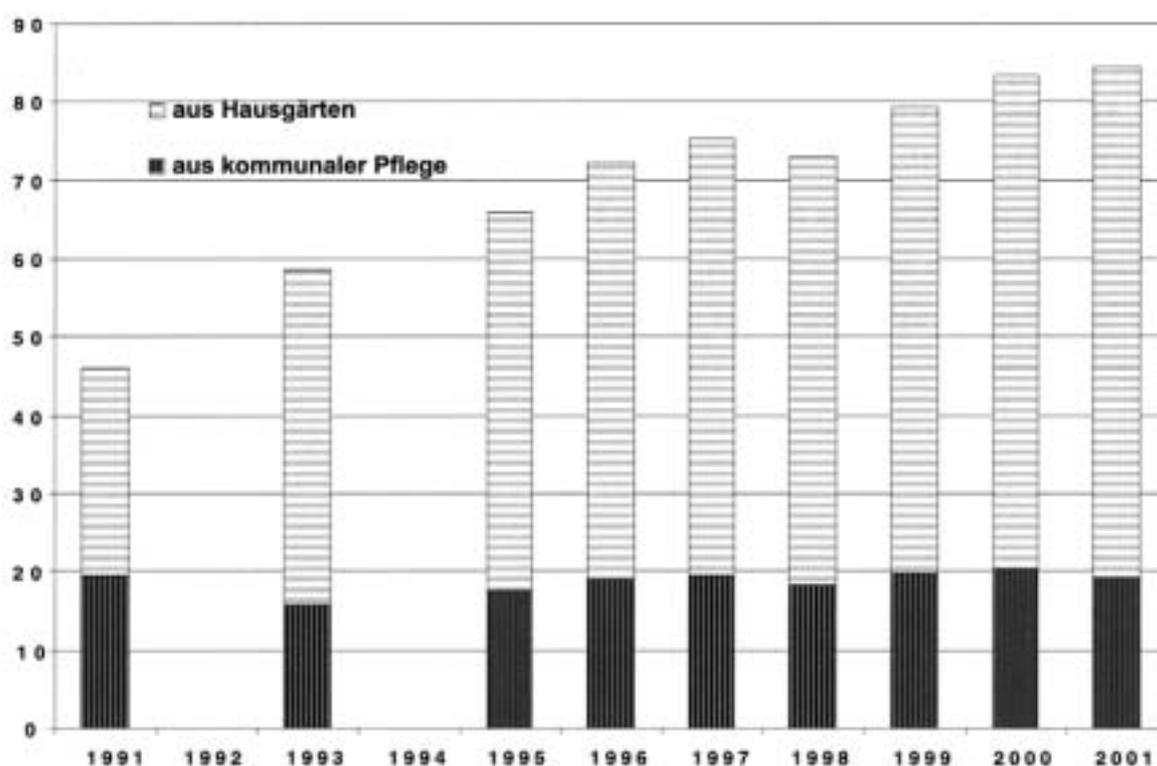
Adresse:

Prof. Dr. Dr. h.c. Hans Schön
 Präsident der LfL
 Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
 Vöttinger Str. 38
 85354 Freising
 E-Mail: Hans.Schoen@LfL.bayern.de

Einführung

Rudolf Rippel

Seit vor etwa 15 Jahren die Mülltrennung in die bundesdeutschen Haushalte Einzug hielt, waren die Begriffe Grüngut und Bioabfall plötzlich in aller Munde. Wenn wir über Grüngut reden, so verstehen wir darunter pflanzliche Reststoffe aus der Pflege von Biotopen, Hausgärten, Gehölzen und Straßenrändern. Demnach handelt es sich im wesentlichen um Schnittgut von Grünaufwuchs und Gehölzen. Die wohlstandsbedingte Ausweitung von Rasen- und Zierflächen in unseren Hausgärten und die steigende Ausweisung öffentlicher Flächen ließen die anfallenden Mengen in den letzten Jahren stetig zunehmen (Darstellung 1).



Darstellung 1: Entwicklung der Grüngutmenge in Bayern je Einwohner, kg/a (nach *Abfallwirtschaft - Hausmüll in Bayern 2001*, LfU 2002)

In Bayern stieg die erfasste Grüngutmenge aus Hausgärten und kommunaler Pflege seit 1991 von 46 kg auf 84 kg je Einwohner, wobei diese Zunahme alleine dem von 27 kg auf 65 kg gestiegenen

Anfall aus Hausgärten zuzurechnen ist, der inzwischen einen Anteil von etwa 70 % der gesamten Menge ausmacht (Tabelle 1).

Diese und die folgenden Zahlen entnehme ich der Veröffentlichung *Abfallwirtschaft - Hausmüll in Bayern 2001* des Landesamtes für Umweltschutz von 2002. Die Zahlen sind als grobe Schätzgrößen zu betrachten, die oft aus Volumenschätzungen mit mehr oder weniger zutreffenden Umrechnungsfaktoren abgeleitet wurden.

Tabelle 1: Zahlen 2001 zu Anfall und Verwertung von Grüngut in Bayern (nach *Abfallwirtschaft - Hausmüll in Bayern 2001*, LfU 2002)

| | Zahl d. Einrichtungen | t | % |
|--|-----------------------|---------------------|--------------------|
| Erfassung aus Hausgärten | | 798.690 | 71 ¹⁾ |
| Erfassung aus Grünflächenpflege (kommunal + gewerblich) | | 324.797 | 29 ¹⁾ |
| Erfassung insgesamt | | 1.123.487 | - |
| direkte Ausbringung auf landwirtschaftliche Flächen | | 208.473 | 19 ¹⁾ |
| Anlieferung in Kompostieranlagen für Grüngut | 250 | 634.285 | 56 ¹⁾ |
| Anlieferung in Kompostieranlagen für Bioabfall | 70 | 275.645 | 25 ¹⁾ |
| Anlieferung in Kompostieranlagen, ges. | 320 | 909.930 | 81 ¹⁾ |
| Anlieferung in Biogasanlagen für Grüngut | 2 | 84 | 0,01 ¹⁾ |
| Anlieferung in Biogasanlagen für Bioabfall | 3 | 5.000 ⁴⁾ | 0,4 ¹⁾ |
| Anlieferung Grüngut + Bioabfall in Kompostieranlagen, ges. | 333 | 1.276.600 | - |
| Erzeugung Kompost, gesamt | 333 | 529.279 | 41 ²⁾ |
| davon gehen in die Landwirtschaft | | 182.711 | 35 ³⁾ |

¹⁾ der insgesamt erfassten Menge an Grüngut

²⁾ der Anlieferung Grüngut + Bioabfall in Kompostieranlagen, ges.

³⁾ des erzeugten Kompostes, gesamt

⁴⁾ vom Verfasser geschätzt

Zusammen mit den Mengen aus der gewerblichen Pflege wurden im Jahr 2001 92 kg je Einwohner oder 1.123.487 t Grüngut erfasst. Davon gingen über die Hälfte in Kompostieranlagen für Grüngut, 1/4 in Kompostieranlagen für Bioabfälle und etwa 1/5 wurden unkompostiert direkt auf landwirtschaftliche Flächen ausgebracht.

Weniger als 1 % wurde in Biogasanlagen verwertet. Eine weitere Verwertungsmöglichkeiten für Holzschnittgut stellt die Verbrennung in geeigneten Öfen dar. Diese beiden Verwertungen bleiben bei der heute stattfindenden Tagung wegen ihrer immer noch geringen Bedeutung außer Betracht, wenngleich auch deren Reststoffe auf landwirtschaftlichen Flächen verwertet werden können.

Zahlen zur Erzeugung von Kompost aus Grüngut als einzigem Ausgangsstoff liegen nicht vor. Die Gesamtanlieferung in Anlagen für ausschließlich Grüngut und in solche für Bioabfälle, in denen meist auch Grüngut verarbeitet wird, lagen mit 634.285 bzw. 642.315 t etwa gleichauf. Bei den Kompostieranlagen für ausschließlich Grüngut handelt es sich in der Regel um kleinere Anlagen mit einer durchschnittlichen Anlieferungsmenge von 2.537 t. Es ist anzunehmen, dass dies überwiegend die von landwirtschaftlichen Unternehmern betriebenen Anlagen sind. Von der gesamten Komposterzeugung aus Grüngut und Bioabfall gingen 18.711 t oder 35 % in die Landwirtschaft.

Zur Frage des Komposteinsatzes auf landwirtschaftliche Flächen gibt es inzwischen einiges an Wissen und zahlreiche Literatur. Diese stammt allerdings weitgehend aus den Jahren um 1990.

Landschaftspflegeprogramme, mit denen die Anpflanzung von Hecken, die Ansaat von Grünland sowie ein später Schnittzeitpunkt für Wiesen gefördert werden, zwangen zu neuen Überlegungen, wie auf einfache und kostengünstige Art das Material dieser Flächen möglichst vor Ort verwertet werden kann. Als technisch einfachste Lösung bietet sich an, das Schnittgut klein gehäckselt auf eine benachbarte Ackerfläche aufzubringen, was z. B. mit einem Feldhäcksler in einem Arbeitsgang zu erledigen ist.

Allerdings blieben hierzu zunächst einige Fragen offen.

Ich habe hier ein Heft aus dem Jahre 1991 mit dem Titel „Vom Grüngut zum Kompost“ des Bayerischen Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen. In ihm wird auf 46 Seiten die Verwertung von Grüngut als Kompost beschrieben. Auf S. 47 wird in knapp einer halben Seite kurz auf die direkte Verwertung von Grüngut in der Landwirtschaft eingegangen. Der Beitrag endet mit den Worten „Langjährige Erfahrungen über die Eignung der Verwertung von Grüngut auf landwirtschaftlichen Flächen liegen noch nicht vor.“ Vor allem fehlte es an Wissen zu wichtigen Fragen der landwirtschaftlichen Produktionstechnik, nämlich zur Nährstoffverfügbarkeit, zur Unkrautproblematik und zu Fragen des Humushaushaltes.

Dies hat sich inzwischen geändert. Wir können ihnen heute über Ergebnisse aus langjährigen Versuchen berichten, die fundierte Aussagen zur Verwertung von Grüngut erlauben und die vorhandenes Wissen zur Verwendung von Grüngutkompost aktualisieren.

Adresse:

Rudolf Rippel, Leiter des Institutes für Agrarökologie, Ökologischen Landbau und Bodenschutz
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Vöttinger Str. 38, 85354 Freising
E-Mail: Rudolf.Rippel@LfL.bayern.de

Rechtliche Aspekte der Grüngutverwertung

Theo Dittmann

Das Inverkehrbringen von Bioabfällen zu düngemittelrechtlich relevanten Zwecken unterliegt den Vorschriften des Düngemittelrechts. Mit der Änderung der Düngemittelverordnung vom 16.07.1997 wurden entsprechende Düngemitteltypen zugelassen und weitere Regelungen für Düngemittel und Natur- und Hilfsstoffe, die Bioabfälle enthalten, getroffen.

Die abfallrechtlichen Vorschriften - insbesondere die Vorschriften der Bioabfallverordnung - gelten daneben uneingeschränkt.

Hier soll aber nur auf das Düngemittelrecht eingegangen werden.

Rechtsgrundlagen:

a) Düngemittelrecht

- **Düngemittelgesetz (DüMG)** vom 15. November 1977 (BGBl. I S. 2134)
- **Düngemittelverordnung (DüMV)** vom 09. Juli 1991 (BGBl. I S. 1450)
- **Probenahme- und Analyseverordnung - Düngemittel** vom 19. Dezember 1977 (BGBl. I S. 2882)
- **Düngeverordnung** vom 26. Januar 1996 (BGBl. I S. 118)

b) Abfallrecht (Aufzählung unvollständig)

- **Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (KrW-/AbfG)** vom 27.09.1994 (BGBl. I S. 2705)
- **Bioabfallverordnung (BioAbfV)** vom 21.09.1998 (BGBl. I S. 2955)

Hinweise und Unterlagen (Merkblätter, aktualisierte Gesetzes- und Verordnungstexte) können auch im Internet unter www.LfL.bayern.de/ > Pflanzenbau, Pflanzenzüchtung > Aktuell > Saatgut-, Düngemittel- und Pflanzenschutzmittelverkehrskontrolle – eingesehen und von dort heruntergeladen werden.

Zuständige Behörden in Bayern sind:

- für das Inverkehrbringen von Düngemitteln und Natur- und Hilfsstoffen: die Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft Freising-Weihenstephan (Arbeitsgruppe Verkehrs- und Betriebskontrollen),

- für die Vorschriften der Düngeverordnung: die Sachgebiete 2.1 A der Landwirtschaftsämter in Ingolstadt, Rosenheim, Deggendorf, Regensburg, Bayreuth, Ansbach, Würzburg und Augsburg in ihrem jeweiligen Gebiet,
- für das Abfallrecht: die zuständige Kreisverwaltungsbehörde.

Die Verwertung von Bioabfällen zu **düngemittelrechtlich** relevanten Zwecken (als Düngemittel, als Natur- und Hilfsstoff) muss im Einklang stehen mit den düngemittelrechtlichen Vorschriften über die Einfuhr und das Inverkehrbringen von Düngemitteln und von Natur- und Hilfsstoffen.

Das 'Inverkehrbringen' ist lt. DüMG: „das Anbieten, Vorrätighalten zur Abgabe, Feilhalten und jedes Abgeben an andere; dem Inverkehrbringen steht das Verbringen in den Geltungsbereich dieses Gesetzes zur Abgabe an andere, dem gewerbsmäßigen Inverkehrbringen die Abgabe in Genossenschaften oder sonstigen Personenvereinigungen an ihre Mitglieder gleich.“ Auch wenn die Stoffe kostenlos oder mit einem „Aufgeld“ abgegeben werden, liegt ein Inverkehrbringen in diesem Sinne vor.

Für alle Düngemittel und Natur- und Hilfsstoffe, die als Ausgangsstoffe **Bioabfälle** enthalten, gilt:

1. Düngemittel müssen einem in der DüMV zugelassenen **Düngemitteltyp** entsprechen und weitere zusätzliche Anforderungen erfüllen:
 - Unvermeidbare **Fremdstoffe** mit einem Siebdurchgang von mehr als 2 mm, die für den Zweck der Düngung unerheblich sind, dürfen einen Gewichtsanteil von 0,5 vom Hundert, Steine über 5 mm Siebdurchgang von 5 vom Hundert, im Trockenrückstand nicht überschreiten.
 - **Verunreinigungen**, die zu Pflanzenschäden oder Verletzungen von Menschen oder Tieren beitragen können, dürfen nicht enthalten sein.
 - **Rizinusschrot** darf nur nach ausreichendem Erhitzen und in dauerhaft staubgebundener Form verwendet sein; Düngemittel mit Rizinusschrot dürfen nur in geschlossenen Packungen und mit einem besonderen Kennzeichnungshinweis in den Verkehr gebracht werden.
 - Stoffe mit einem Verhältnis **Kohlenstoff zu Stickstoff** von mehr als 30 zu 1 sind vor dem Aufbereiten zu Düngemitteln zu kompostieren oder anaerob zu behandeln, wenn auf eine Stickstoffwirkung hingewiesen werden soll und sie nicht nur zur Verwertung als Mulchmaterial bestimmt sind.
 - Es dürfen nur die in Spalte 5 des Abschnitts 3a der Anlage 1 zur DüMV bei dem jeweiligen Typ aufgeführten **Ausgangsstoffe** verwendet werden, und diese auch nur dann, wenn ihre Zugabe jeweils einen pflanzenbaulichen, produktions- oder anwendungstechnischen Nutzen erbringt. Mischungen von Ausgangsstoffen sind nur in dem bei dem jeweiligen Düngemitteltyp genannten Umfang zulässig.

Wenn es sich bei den dort genannten Ausgangsstoffen um **Bioabfälle** handelt, dürfen diese nur dann enthalten oder als Ausgangsstoff verwendet sein, wenn und als diese nach den Vorschriften der Bioabfallverordnung für die landbauliche Verwertung geeignet sind.

2. Sie müssen *unbedenklich* sein,
im Hinblick auf die Verursachung von Krankheiten bei Mensch oder Tier durch Übertragung von Krankheitserregern und
im Hinblick auf Schäden an Pflanzen, Pflanzenerzeugnissen oder Böden durch Verbreitung von Schadorganismen.
3. Jede Partie des Düngemittels oder des Natur- und Hilfsstoffes, die zur Abgabe vorrätiggehalten, feilgehalten oder an andere abgegeben wird, muss mit einer **Kennzeichnung nach der DüMV** versehen sein (alle Angaben deutlich lesbar in deutscher Sprache an oder auf den Packungen oder - bei unverpackter Ware - auf der Rechnung, dem Lieferschein oder einem Begleitpapier, die der Ware beigelegt sein müssen). Diese Angaben sind in Anlage 2 und Anlage 3 zur DüMV aufgeführt (s. beiliegender Auszug).

Düngemittel müssen **zusätzlich** mit folgenden Angaben gekennzeichnet sein:

- mit dem Gehalt an Ammonium-, Nitrat- oder Carbamidstickstoff, wenn er insgesamt mehr als 15 vom Hundert, bezogen auf den Gehalt an Gesamtstickstoff, oder mindestens 1 vom Hundert, bezogen auf das Nettogewicht des Düngemittels, beträgt;
- mit dem Gehalt an wasserlöslichem Kaliumoxid, wenn er weniger als 70 vom Hundert des Gesamtgehaltes an Kaliumoxid beträgt;
- mit dem Gehalt an basisch wirksamen Bestandteilen, wenn er, bewertet als CaO, mindestens 15 vom Hundert beträgt;
- mit dem Gehalt an Kupfer oder Zink, wenn er mindestens 0,01 vom Hundert beträgt;
- mit dem Gehalt an organischer Substanz, bewertet als Glühverlust;
- mit den beim Aufbereiten nach Spalte 5 der Anlage 1 zur DüMV verwendeten Stoffen in absteigender Reihenfolge ihrer eingesetzten Mengen; bei Mengenanteilen über 5 vom Hundert unter Angabe ihres anteiligen Vom-Hundert-Wertes; bei Wirtschaftsdüngern auch mit Angabe der Tierart;
- mit sachgerechten Angaben zur Nährstoffverfügbarkeit, insbesondere zu Stickstoff, Stabilität der Produkteigenschaften und sachgerechten Lagerung;
- mit Angaben zu Anwendungs- und Mengenbeschränkungen, die sich aus anderen düngemittelrechtlichen (z. B. der Düngeverordnung) oder aus abfallrechtlichen Vorschriften (z. B. der BioAbfV) ergeben.

Bei *schriftlichen Angeboten* müssen die vorgeschriebene Typenbezeichnung und die in den Verkehr bringende Firma (Name, Postanschrift) sowie die unter o.g. Nr. 3 aufgeführten zusätzlichen Angaben angegeben sein.

Die in der Kennzeichnung vorgeschriebene Angabe der Gehalte an Nährstoffen und Nährstoffformen setzt stets eine dahingehende Untersuchung des Düngemittels vor dem Inverkehrbringen voraus – **auch dann**, wenn die Bioabfälle von der Untersuchungspflicht nach der BioAbfV befreit sein sollten.

Bei der *Anwendung* müssen die Vorschriften des **Düngemittelgesetzes**, der **Düngeverordnung** und der **Bioabfallverordnung** eingehalten werden (z. B.: gute fachliche Praxis, Anwendungsbeschränkungen oder Anwendungsverbote).

Zugelassene Sekundärrohstoff-Düngemitteltypen mit Bioabfällen aus der Garten- und Landschaftspflege sind:

- „Organischer NPK-Dünger“
- „Organisch-mineralischer NPK-Dünger“

Die Düngemitteltypen sind in Abschnitt 3a der Anlage 1 zur DüMV näher definiert (s. beigefügter Auszug). In der dortigen Spalte 5 sind die bei den jeweiligen Typen zulässigen Bioabfälle abschließend aufgelistet - weitere Bioabfälle sind nicht zugelassen. Dort ist auch aufgeführt, welche Mischungen zugelassen sind - andere Mischungspartner sind nicht zugelassen. Soweit bei einzelnen Düngemitteltypen organische Düngemittel oder mineralische Düngemittel zugemischt werden dürfen, muss es sich um Düngemittel zugelassener Düngemitteltypen handeln.

Düngemittel mit Stoffen, die in Spalte 5 des Abschnitts 3a der Anlage 1 zur DüMV aufgelistet sind, dürfen aber erst dann oder nur insoweit in den Verkehr gebracht werden, wenn bzw. als diese **auch nach der BioAbfV** für die landbauliche Verwertung geeignet sind.

Nach der BioAbfV liegt eine solche **Eignung** vor (in Klammern: Fundstelle in der BioAbfV):

- Die Bioabfälle müssen in der Liste in Anhang 1 der BioAbfV aufgeführt sein (= grundsätzlich geeignet).
- Die in Anhang 1 zur BioAbfV festgelegten Gebote und Verbote für die Getrennthaltung, Behandlung und Aufbringung müssen eingehalten sein (§ 3 Abs. 9).

- Die Bioabfälle müssen nach den in Anhang 2 zur BioAbfV festgesetzten Vorgaben so behandelt (= vergoren, kompostiert, sonst hygienisiert) worden sein, dass sie seuchen- und phytohygienisch unbedenklich sind.

Das heißt, dass keine Beeinträchtigung der Gesundheit von Mensch und Tier durch Freisetzung oder Übertragung von Krankheitserregern und keine Schäden an Pflanzen, Pflanzenerzeugnissen oder Böden durch die Verbreitung von Schadorganismen zu besorgen sind und diese Unbedenklichkeit nach der Behandlung und bei der Abgabe sichergestellt ist (§ 3 Abs. 1 bis 3).

Dazu sind Untersuchungen des Behandlungsverfahrens und der Bioabfälle nach bestimmten Methoden vorgeschrieben (§ 3 Abs. 4 bis 8).

- Der Bioabfallbehandler hat die Bioabfälle auf Schwermetallgehalte, den pH-Wert, den Salzgehalt, den Gehalt an organischer Substanz, den Trockenrückstand und den Anteil an Fremdstoffen untersuchen zu lassen und darf die Bioabfälle nur bei Einhaltung bestimmter Grenzwerte abgeben (§ 4 Abs. 2).
- Grün- und Strauchschnitt von Straßenrändern oder von Industriestandorten dürfen nur dann einer Verwertung zugeführt werden, wenn durch Untersuchungen festgestellt worden ist, dass die in der Verordnung genannten Schwermetallgehalte nicht überschritten werden.

Nach der BioAbfV sind getrennt erfasste Materialien, mit Ausnahme von Grün- und Strauchschnitt von Straßenrändern (Straßenbegleitgrün) oder von Industriestandorten, nach § 10 von den Behandlungs- und Untersuchungspflichten (§§ 3 und 4) ausgenommen.

Anlage 2 zur Düngemittelverordnung

(zu §§ 2 und 5 Abs. 4)

Kennzeichnung von Düngemitteln, die einem zugelassenen Düngemitteltyp entsprechen

1. Vorgeschriebene Angaben

- 1.1 Typenbezeichnung nach Anlage 1 Spalte 1 in Verbindung mit der Angabe der Höhe der Gehalte der in Anlage 1 Spalte 2 aufgeführten Bestandteile in der dort festgelegten Reihenfolge in ganzen Zahlen, bei Düngemitteln nach Abschnitt 3 a mit einer Dezimalstelle, die nicht höher sein dürfen als die Zahlenangaben nach Nummer 1.2; der Zahlenangabe darf keine weitere Angabe hinzugefügt werden; die Angabe der Höhe der Gehalte an Spurennährstoffen entfällt;
- 1.2 Art und Höhe der Gehalte der in Anlage 1 Spalte 3 festgesetzten typbestimmenden Bestandteile, Nährstoffformen und Nährstofflöslichkeiten, bei mineralischen Mehrnährstoffdüngern nach Maßgabe der Anlage 1 Spalte 4; die Gehalte müssen in Gewichtsprozenten, bezogen auf das Nettogewicht des Düngemittels, angegeben sein; Angaben mit einer Dezimalstelle, bei Düngemitteln nach Abschnitt 3a bis zu zwei Dezimalstellen, bei Spurennährstoffen bis zu vier Dezimalstellen, sind zulässig; bei flüssigen Düngemitteln ist eine zusätzliche Angabe der Gehalte in Kilogramm je Hektoliter oder Gramm je Liter zulässig;
- 1.3 Gewicht oder Volumen
 - 1.3.1 bei festen Düngemitteln das Nettogewicht in Kilogramm; bei verpackten Düngemitteln und bei Düngemitteln in geschlossenen Behältnissen mit einem Inhalt bis 100 kg kann auch anstelle des Nettogewichts das Bruttogewicht in Kilogramm in unmittelbarer Verbindung mit dem Gewicht der Verpackung angegeben sein;
 - 1.3.2 bei Torfmischdüngern das Volumen in Liter oder Kubikmeter;
 - 1.3.3 bei flüssigen Düngemitteln das Nettogewicht in Kilogramm; daneben kann das Volumen in Liter oder Kubikmeter angegeben sein;
 - 1.3.4 bei gasförmigen Düngemitteln das Nettogewicht in Kilogramm;
- 1.4 Name oder Firma und Anschrift des für das Inverkehrbringen im Inland Verantwortlichen;
- 1.5 die in den Vorbemerkungen zu Anlage 1 und ihren Abschnitten, in Anlage 1 Spalte 6 sowie in den Tabellen zu Anlage 1 Abschnitt 2 vorgeschriebenen weiteren Angaben.

2. Zulässige Angaben

- 2.1 die nach den Vorbemerkungen zu Anlage 1 und ihren Abschnitten sowie nach Anlage 1 Spalte 6 zulässigen Angaben;
- 2.2 handelsübliche Warenbezeichnungen;
- 2.3 Angaben zur sachgerechten Anwendung, Lagerung und Behandlung, soweit nicht in Anlage 1 Spalte 6 vorgeschrieben;
- 2.4 Marken;
- 2.5 Hinweise auf Bestandteile des Düngemittels, die nicht unter Nummer 1.2 fallen;
- 2.6 sonstige Angaben und Hinweise.

Anlage 3 zur Düngemittelverordnung

(zu § 4 Abs. 1 und § 5 Abs. 4)

Kennzeichnung von Natur- und Hilfsstoffen

1. Allgemeine Angaben

- 1.1 Bezeichnung als Wirtschaftsdünger, Bodenhilfsstoff, Kultursubstrat, Pflanzenhilfsmittel, Torf; gegebenenfalls Hinweis auf zugegebene Abfälle;
- 1.2 Name oder Firma und Anschrift des für das Inverkehrbringen im Inland Verantwortlichen;
- 1.3 bei Natur- und Hilfsstoffen, die nicht in Fertigpackungen im Sinne des § 14 des Eichgesetzes in den Verkehr gebracht werden, Nettogewicht oder Bruttogewicht in Kilogramm oder Volumen in Liter oder Kubikmeter, bei Angabe des Bruttogewichts in unmittelbarem Zusammenhang damit das Gewicht der Verpackung.

2. Besondere Angaben bei

- 2.1 Wirtschaftsdüngern: Art des Düngers, Tierart, Zusammensetzung nach Hauptbestandteilen, Nährstoffgehalte, sachgerechte Anwendung;
- 2.2 Bodenhilfsstoffen: Art, Zusammensetzung unter Angabe der Ausgangsstoffe, Nährstoffgehalte, pH-Wert, Wirkungsbereich, sachgerechte Anwendung nach Boden- oder Pflanzenart, Mengenaufwand und Anwendungszeit;
- 2.3 Kultursubstraten: Art, Zusammensetzung unter Angabe der Ausgangsstoffe, Nährstoffgehalte, pH-Wert, sachgerechte Anwendung nach Pflanzenart, Salzgehalt;
- 2.4 Pflanzenhilfsmitteln: Art, Zusammensetzung unter Angabe der Ausgangsstoffe, Nährstoffgehalte, Wirkungsbereich, sachgerechte Anwendung nach Boden- und Pflanzenart, Mengenaufwand und Anwendungszeit;
- 2.5 Torf: Hochmoor- oder Niedermoor-Torf mit Zersetzungsgrad, ungefährender Anteil an organischer Substanz.

Auszug aus der Anlage 1 zur DüMV:

| Typenbezeichnung | Mindestgehalte, bezogen auf Trockenrückstand (TR) | typbestimmende Bestandteile, Nährstoffformen und Nährstofflöslichkeiten | Bewertung; weitere Erfordernisse | Zusammensetzung; Art der Herstellung | besondere Bestimmungen |
|-------------------------------|---|---|--|--|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Organischer NPK-Dünger | 0,5 % N 0,3 % P ₂ O ₅ 0,5 % K ₂ O insgesamt 2 % | Gesamtstickstoff; Gesamtposphat; Gesamtkalium | Stickstoff bewertet als Gesamtstickstoff; Phosphat bewertet als Gesamt-P ₂ O ₅ ; Kali bewertet als Gesamt-K ₂ O | <ul style="list-style-type: none"> a) Klärschlamm im Sinne der Klärschlammverordnung, b) naturbelassene Holz- oder Rindenabfälle, c) Wollstaubrückstände aus Wollkammereien, d) tierische Ausscheidungen aus nichtlandwirtschaftlicher Tierhaltung, e) Kartoffelfruchtwasser, f) Fermentationsrückstände aus der Produktion proteinspaltender und stärkespaltender Enzyme, g) abgetragene Pilzkultursubstrate aus der Speisepilzerzeugung, h) Biosabfall aus getrennter Sammlung aus privaten Haushaltungen, i) pflanzliche Abfälle aus der Garten- und Landschaftspflege, j) pflanzliche Abfälle aus der Lebens- oder Futtermittelindustrie, Handel oder Gewerbe, k) Schlämme aus der Molkereiindustrie, l) Panseninhalte, m) organische Düngemittel nach Abschnitt 3, n) Wirtschaftsdünger, o) pflanzliche Bestandteile des Treibseils; <p>Aufbereiten von Stoffen nach Buchstaben a bis l, Zugabe von Stoffen nach Buchstaben m und n, sich Mischen untereinander, jedoch Stoffe nach Buchstabe a nur mit Stoffen nach Buchstaben m und n</p> | <p>Für Stoffe nach Spalte 5: Buchstabe a: aerob oder anaerob behandelt, stabilisiert, entwässert, Buchstabe c: soweit unbelastet, Buchstabe d: die Tierart ist anzugeben, Buchstabe h: Verwendung nur nach Kompostierung oder anaerobe Behandlung, Buchstabe m: der Typ des Düngemittels ist anzugeben, Buchstabe n: die Art des Wirtschaftsdüngers (Tierart) ist anzugeben</p> |

| Typenbezeichnung | Mindestgehalte, bezogen auf Trockenrückstand (TR) | typbestimmende Bestandteile, Nährstoffformen und Nährstofflöslichkeiten | Bewertung, weitere Erfordernisse | Zusammensetzung; Art der Herstellung | besondere Bestimmungen |
|---|--|---|--|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Organisch-mineralischer NPK-Dünger | 3 % N 3 % P ₂ O ₅ 3 % K ₂ O insgesamt 12 % | Gesamtstickstoff; Gesamtphosphat; Gesamtkalium | Stickstoff bewertet als Gesamtstickstoff; Phosphat bewertet als Gesamt-P ₂ O ₅ ; Kali bewertet als Gesamt-K ₂ O | a) Klärschlamm nach der Klärschlammverordnung, b) naturbelassene Holz- oder Rindenabfälle, c) Wollstaubrückstände aus Wollkammereien, d) tierische Ausscheidungen aus nicht-landwirtschaftlicher Tierhaltung, e) Kartoffelfruchtwasser, f) Fermentationsrückstände aus der Produktion proteinspaltender und stärkespaltender Enzyme, g) abgetragene Pilzkultursubstrate aus der Speisepilzherzeugung, h) Bioabfall aus getrennter Sammlung aus privaten Haushaltungen, i) pflanzliche Abfälle aus der Landschaftspflege , j) pflanzliche Abfälle aus der Lebens- oder Futtermittelindustrie, Handel oder Gewerbe, k) Fischabfälle, l) Braunkohle, m) organische Düngemittel nach Abschnitt 3, n) mineralische Düngemittel nach den Abschnitten 1 und 2, o) pflanzliche Bestandteile des Treibseils; Aufbereiten von Stoffen nach Buchstaben a bis l, Zugabe von Stoffen nach Buchstaben m und n, auch Mischen untereinander, jedoch Stoffe nach Buchstabe a nur mit Stoffen nach den Buchstaben m und n | Für Stoffe nach Spalte 5 Buchstabe a: aerob oder anaerob behandelt, stabilisiert, entwässert, Buchstabe c: soweit unbelastet, Buchstabe d: die Tierart ist anzugeben, Buchstabe h: Verwendung nur nach Kompostierung oder anaerober Behandlung, Buchstabe m: der Typ des Düngemittels ist anzugeben, Buchstabe n: der Typ des Düngemittels ist anzugeben. |

Muster einer Kennzeichnung für ein Düngemittel mit Bioabfällen aus der Garten- und Landschaftspflege

(Ohne Gewähr)

Organischer NPK-Dünger 0,9 + 0,5+ 0,8

aus

- pflanzliche Abfälle aus der Garten- und Landschaftspflege (60 %)
- Bioabfall aus getrennter Sammlung aus privaten Haushaltungen (30 %)
- pflanzliche Abfälle aus Handel oder Gewerbe (10 %)

0,96 % N Gesamtstickstoff

0,59 % P₂O₅ Gesamtphosphat

0,81 % K₂O Gesamtkalium

15,41 % CaO basisch wirksame Bestandteile bewertet als CaO

0,02 % Zn Zink

23,76 % Organische Substanz

Nährstoffverfügbarkeit:

Stickstoff: ca. 10 % sofort verfügbar.

Phosphat und Kali: ca. 100 % sofort verfügbar.

Produktstabilität:

stabil, neigt zur Geruchsemissionen

Lagerung: Abtragungen und Auswaschungen vermeiden

Die Anwendungs- und Mengenbeschränkungen nach der Düngeverordnung und nach der Bioabfallverordnung (BioAbfV) sind zu beachten, so z.B.:

1. Das Düngemittel darf grundsätzlich nicht aufgebracht werden
 - auf Dauergrünland und auf forstwirtschaftlich genutzte Böden,
 - auf Böden, die für das Düngemittel nicht aufnahmefähig sind. Das sind jedenfalls solche Böden, die wassergesättigt, tiefgefroren oder stark schneebedeckt sind.
2. Nach dem Aufbringen auf Feldgemüse- und Feldfutterflächen muss das Düngemittel vor dem Anbau oberflächlich eingearbeitet werden.
3. Düngemittel mit anderen Bioabfällen als Klärschlamm dürfen innerhalb von 3 Jahren grundsätzlich nur bis zu einer maximalen Menge von 20 Tonnen Düngemittel-Trockenmasse je Hektar aufgebracht werden. Daneben dürfen in diesem Zeitraum keine Düngemittel mit Klärschlamm aufgebracht werden.

Gewicht: kg netto

Georg Sorge, Entsorgung, Kompostwerk 2, 85402 Ypshausen

Die vorgeschriebene Kennzeichnung ergibt sich aus der Anlage 2 bzw. Anlage 3 zur DüMV und aus den §§ 2-5 der DüMV.

Die im Kennzeichnungsmuster genannten Angaben sind nur beispielhaft; der Inverkehrbringer ist für eine dem jeweiligen Düngemittel bzw. Natur- und Hilfsstoff entsprechend angepasste Kennzeichnung verantwortlich.

Anzugeben sind die tatsächlichen und nach den für Düngemittel vorgeschriebenen Untersuchungsmethoden (siehe Probenahme- und Analyseverordnung - Düngemittel) ermittelten Nährstoffgehalte in Gewichts-%, **bezogen auf das Gewicht des fertigen Düngemittels** (bei Kultursubstraten müssen die Nährstoffgehalte allerdings in mg/l angegeben sein).

Die nach § 6 DüMV eingeräumten Toleranzen (Nr. 3a der Anlage 4 zur DüMV) werden bei der amtlichen Kontrolle angewandt. Sie betragen für Sekundärrohstoffdünger für jeden einzelnen der anzugebenden Nährstoffe

- bei Nährstoffgehalten bis 1 % 50 %
- bei Nährstoffgehalten über 1 bis 5 % 30 % und
- bei Nährstoffgehalten über 5 % 20 %

des in der Kennzeichnung angegebenen Gehaltes. Diese Toleranzen dürfen weder nach unten noch nach oben überschritten werden. Das planmäßige Ausnutzen der Toleranz ist verboten.

Adresse:

LD Theo Dittmann
Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung,
Arbeitsgruppe Verkehrs- und Betriebskontrollen (IPZ 6b)
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
Vöttinger Str. 38
85354 Freising
E-Mail: Theo.Dittmann@LfL.bayern.de

Auswirkungen von Grüngut auf Ertrag und Bodeneigenschaften

Franz Peretzki, Johannes Bauchhenß, Robert Beck, Robert Brandhuber, Peter Capriel

Schlussfolgerungen

Versuche zeigen, dass der Einsatz von Grüngut aus Landschaftspflegemaßnahmen, in kompostierter wie in unkompostierter Form, sowie Haushaltskompost zu einer Ertragsverbesserung führt. Diese resultiert im Wesentlichen aus der Wirkung des damit ausgebrachten Stickstoffes (N) und der Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit durch das Aufbringen von organischer Substanz.

Die Untersuchungen hinsichtlich der Aggregatstabilität des Bodens, des Humusgehaltes, der Mikrobiologie und des Regenwurmbesatzes zeigen generell Verbesserungen durch den Einsatz der organischen Dünger auf. Die unkompostierten Abfälle erreichen dabei die höheren Werte in der Bodenbelegung. Dies ist damit zu begründen, dass z. B. mit gehäckseltem Mähgut mehr leicht abbaubare organische Substanz ausgebracht wird, die dem Bodenleben als Nahrungsgrundlage dient und dabei abgebaut wird. Dieser Abbau ist bei reifem Kompost bereits vor der Ausbringung abgeschlossen.

Die im Versuch festgestellten Ertragssteigerungen sind vor allem auf eine verbesserte Verfügbarkeit von Stickstoff zurückzuführen. Davon ausgehend errechnet sich nach durchschnittlich 8 Jahren kontinuierlicher Aufbringung eine Ertragssteigerung von ca. 13 % je durchschnittlich jährlich mit Grüngutkompost ausgebrachtem Stickstoff im Vergleich zu der Wirkung von Mineraldünger-N. Für Haushaltskompost und gehäckselten Gartenabfällen ergibt sich eine N-Wirkung von ca. 23 %, für Mähgut beträgt sie dagegen ca. 28 %. Diese Wirkung ist bei der mineralischen N-Ergänzungsdüngung zu berücksichtigen. Die höhere Stickstoffwirkung des Mähgutes kann z. T. dadurch erklärt werden, dass hier mehr leicht verfügbarer Stickstoff enthalten ist (ähnlich einer Gründüngung). Bei fortlaufendem Einsatz der organischen Dünger wird sich die Stickstoffrücklieferung weiter erhöhen.

Ob diese intensive organische Düngung auf längere Zeit angeraten werden kann, muss in Frage gestellt werden. Die Erhöhung der Humusgehalte fällt zum Teil sehr stark aus (noch standorttypischer Humusgehalt?), was nicht nur positive Wirkungen insbesondere gegenüber der Umwelt nach sich zieht. Hier zeigen sich schon erhöhte N_{min}-Gehalte im Herbst, die nur durch verstärkten Zwischenfruchtanbau abgeschöpft werden können. Beim Mähgut müssen bei der im Versuch durchgeführten, konzentrierten Aufbringung (alle 3 Jahre eine große Menge) N-Verluste im Boden befürchtet werden. Vorsorglich wird deshalb angeraten die Ausbringungsmengen von Mähgut und Gartenabfällen auf 100 m³/ha und Jahr (= ca. 20 t Frischmasse oder ca. 8 t TS/ha) zu reduzieren und danach mindestens ein

Jahr auszusetzen. Diese Mengenbegrenzung empfiehlt sich auch als Voraussetzung für eine gute Qualität der Vermischung mit dem Boden insbesondere, wenn bald danach kleinsamige Kulturen gesät werden müssen. Wichtig dafür ist auch eine gute Zerkleinerung.

Einzelne Standorte reagieren grundsätzlich nicht so positiv, die Ursachen dafür können erst nach weiteren Untersuchungen genauer bestimmt werden.

Eine problematische Verunkrautung durch das Aufbringen von nichtkompostiertem Grüngut wurde nicht festgestellt.

Nach den vorgenannten Erkenntnissen eignen sich organische Abfälle am besten für viehlose bzw. viehschwache Betriebe. Diese benötigen sowohl Nährstoffe sowie meist auch organische Substanz.

1. Einleitung

Aus Sicht der Pflanzenernährung stellt die Wiederverwertung von Grüngut in der Landwirtschaft eine Düngemaßnahme dar. Wichtigste Voraussetzung dafür ist das Bekanntsein des Düngewertes, wobei es sowohl um die unterschiedliche Wirksamkeit der einzelnen Nährstoffe geht, als auch um die vielfältigen Auswirkungen der damit ausgebrachten organischen Substanz auf Boden und Pflanze.

Nachdem die ausgebrachte organische Substanz teilweise sehr schwer abbaubar ist, reichert sich diese als Humus mit den darin enthaltenen Nährstoffen im Boden an. Somit sind bei Dauereinsatz nicht nur kurzfristige Auswirkungen auf die Ernährung der Pflanzen und das Bodenleben, sondern vor allem langfristige Auswirkungen auf den Humusgehalt, die Bodenstruktur und die Stickstoffdynamik zu beachten. Langfristige Beobachtungen und Untersuchungen dazu waren aber kaum bekannt. Insbesondere fehlen Versuche die über ganz Bayern verteilt, die einzelnen Standortunterschiede berücksichtigen.

Nach der Bioabfallverordnung kann z. B. Mähgut sowohl kompostiert als auch unbehandelt ausgebracht werden. Auch dazu sind kaum Langzeitversuche bekannt. Der hier vorgestellte Versuch befasst sich mit dieser Problematik eingehender.

2. Zielsetzung

Mit dem Versuch sollen praxistaugliche Beratungshinweise für den langfristigen Einsatz von kompostiertem sowie unkompostiertem Grüngut in bayerischen Gebieten erarbeitet werden. Die Laufzeit der Versuche ist vorerst auf 15 Jahre angelegt. Eingesetzt werden jeweils die vor Ort anfallenden Grüngutabfälle und Komposte. Die Versuche werden von den jeweilig zuständigen Landwirtschaftsämtern betreut.

Die Beobachtungen und Untersuchungen sollen vor allem Auskunft über die Auswirkungen auf Ertrag und Qualität der landwirtschaftlichen Produkte, mögliche Schadstoffbelastungen sowie allgemein den Einfluss auf Bodenfruchtbarkeitsmerkmale in möglichst vielfältiger Form erbringen. Letztlich geht es um Beratungs-Leitlinien mit denen die gute fachliche Praxis des langfristigen Einsatzes von unkompostiertem Grüngut, Grüngut- und Haushaltskompost in der Landwirtschaft, insbesondere was die Stickstoffrücklieferung und die Humusanreicherung betrifft, beschrieben wird.

Eine Begrenzung der Einsatzmengen kann nicht nur durch Regelungen der Bioabfallverordnung eintreten, sondern auch durch die Düngeverordnung gegeben sein. Damit steht sowohl die Ernährung der Pflanzen als auch der Schutz der Umwelt (z. B. Nitrat- und Phosphorverlagerung) gleichwertig gegenüber. Diese Erkenntnisse eignen sich auch als fachliche Grundlage für umweltschutzorientierte Fördermaßnahmen.

3. Versuchsbeschreibung

Die Versuche befinden sich derzeit auf 8 Ackerstandorten in Bayern (Tabelle 1). Sie repräsentieren verschiedenste Standortgegebenheiten (Böden, Witterung) und wurden innerhalb von vier Jahren (zwischen 1992 und 1995) angelegt.

Eingesetzt werden jeweils folgende Bioabfälle:

- Grüngutkompost (pflanzliche Abfälle aus der Landschaftspflege)
- Haushaltskompost (Bioabfallkompost aus der Biotonne)
- Unkompostierte, gehäckselte Gartenabfälle (Sammlung aus Hausgärten und Grünflächen)
- Unkompostiertes, gehäckseltes Mähgut aus der Landschaftspflege

Als Vergleich dient jeweils ein Versuchsglied ohne Bioabfälle (Tabelle 2). Überall verbleiben Stroh und andere Ernterückstände auf dem Feld. Gülle oder Stallmist werden nicht eingesetzt. Über alle Versuchsglieder wird eine N-Mineraldüngerergänzung in drei Stufen von 60, 100 und 140 kg N/Hektar (ha) ausgebracht. Eine Düngung mit Mineraldünger-Phosphat und -Kali in Höhe der durchschnittlichen Abfuhr mit den Ernteprodukten erfolgt nur auf den Parzellen ohne Bioabfälle.

Die Ausbringmengen waren bis einschließlich 1996 bei den Kompostarten auf 8 t TS/ha, bei den unkompostierten Bioabfällen auf 13 t TS/ha und Jahr ausgerichtet. Danach wurden die Aufbringmengen für Kompost auf 6,7 t TS/ha, für die unkompostierten Materialien auf 10 t TS/ha und Jahr begrenzt. Diese Menge entspricht bzw. liegt leicht unter den in der Bioabfallverordnung festgesetzten Höchst-mengen.

Der Gewichtsunterschied in der Aufbringmenge zwischen den beiden Gruppen (kompostiert, unkompostiert) entspricht etwa dem Rotteverlust durch die Kompostierung. Letztlich werden etwa gleiche Ausbringmengen an Phosphat/ha und Jahr angestrebt. Dieses Ziel wird, außer bei Haushaltskompost, gut getroffen (Abbildung 1). Die höheren ausgebrachten Stickstoffmengen aus den unkompostierten Bioabfällen können unter anderem auch durch die Vermeidung von Verlusten erklärt werden, die während einer Kompostierung eintreten können (im Mittel etwa 20 %).

Allerdings ergaben sich gerade zu Anfang des Versuches Probleme den TS-Gehalt der unkompostierten Materialien vor der Ausbringung richtig einzuschätzen. Die aufzubringenden Mengen müssen hier, weil ja unmittelbar nach dem Sammeln verteilt werden muss, zum Teil ohne genaue TS-Untersuchung (dauert einige Tage) festgelegt werden. An einigen Standorten ergaben sich deshalb zu Anfang des Versuches stärkere Abweichungen von der Zielmenge.

Die ortsfesten Versuche sind jeweils dreifach wiederholt, die Einzelparzellen haben eine Größe von 50 m² (5 x 10 m), Anlageform ist eine Spaltanlage. An einzelnen Standorten wurde der Versuch mehrfach angelegt, um die Wirkung auf verschiedene Kulturen in einem Jahr prüfen zu können. Dies ist in Eglharting (3-fach angelegt), in Puch (2-fach) und am Baumannshof (2-fach) der Fall. Die Ausbringung erfolgt meist zur Blattfrucht (Mais, Raps) in einer Gabe für eine Fruchtfolgerotation (3-fache Menge). Auf dem Standort Ellzee wurde statt Grünabfallkompost fester Klärschlamm eingesetzt. Die Beerntung erfolgt auf Kernparzellen (2,5 x 10 m), dadurch werden Randeffekte vermieden.

Nachdem die Untersuchungen über die Entwicklung des Regenwurmbesatzes große Flächen erforderlich machen, wurde ein eigener Versuch (Standort Puch) nur für diesen Zweck eingerichtet. Auf den Großparzellen wird u. a. auch Haushaltskompost und unkompostiertes Mähgut eingesetzt.

Für Untersuchungen speziell zur Frage der möglichen Verunkrautung durch unkompostiertes Grüngut wurden zwei weitere Versuche (Unterfranken, Niederbayern) angelegt. Dort konnte Grüngut aus drei verschiedenen Bereichen (z. B. Heckenrand, Grabenrand, stillgelegte Ackerfläche) mit entsprechendem keimfähigem Samenpotential in seiner Auswirkung auf erhöhten Unkrautbesatz untersucht werden.

Die Bodenbearbeitung erfolgt auf allen Standorten konventionell mit dem Pflug, sodass von einer guten Einmischung der Grüngutabfälle auf ca. 25 cm Ackerkrume ausgegangen werden kann.

Tabelle 1: Beschreibung der Versuchsstandorte

| | Baumannshof | Eglharting | Ellzee | Friedling |
|------------------------------------|--|--|--|--|
| Ort: | Pfaffenhofen | Ebersberg | Günzburg | Cham |
| Landkreis: | Donau-Paar-Aue | Münchner Schotterebene | Tertiär | Oberpfälzer Wald |
| Ø Jahresniederschläge: | 636 mm | 1024 mm | 780 mm | 700 mm |
| Ø Jahrestemperatur: | 7,6°C | 7,5°C | 7,5°C | 7,5°C |
| Höhe über NN: | 365 m | 570 m | 500 m | 370 m |
| Bodentyp: | Braunerde | Parabraunerde | Parabraunerde | Lehm |
| Gestein: | Diluvium | Diluvium | Diluvium | Decklehm |
| Ackerzahl: | 28 | 44 | 66 | 45 |
| Durchwurzelungstiefe: | ca. 100 cm | ca. 25 cm | ca. 80 cm | 30 cm |
| Versuchsbeginn (Erntejahr): | 1995 | 1994 | 1995 | 1993 |
| Fruchtfolge: | Körnermais Winterroggen Winterroggen | Winterraps Winterweizen Sommergerste | Silomais Winterweizen Wintergerste | Winterraps Winterweizen Wintergerste |
| Ort: | Hohenknoden | Puch | Schmidhausen | Seligenstadt |
| Landkreis: | Bayreuth | Fürstenfeldbruck | Pfaffenhofen | Würzburg |
| Landchaft: | Ausläufer Fichtelgebirge | Altmoräne des Loissach- Ammergletschers | Tertiäres Hügelland | Main Dreieck |
| Ø Jahresniederschläge: | 920 mm | 927 mm | 782 mm | 580 mm |
| Ø Jahrestemperatur: | 7,0°C | 7,9°C | 7,7°C | 9,1°C |
| Höhe über NN: | 510 m | 550 m | 438 m | 281 m |
| Bodentyp: | Braunerde | Parabraunerde | Braunerde | Parabraunerde |
| Gestein: | Schiefer | Lößlehm üb. Ribmoräne | Alluvium | Löß |
| Ackerzahl: | 34 | 65 | 66 | 80 |
| Durchwurzelungstiefe: | ca. 80 cm | ca. 100 cm | ca. 60 - 90 cm | 80 cm |
| Versuchsbeginn (Erntejahr): | 1992 | 1993 | 1993 | 1993 |
| Fruchtfolge: | Winterraps Winterweizen Wintergerste | Winterraps Winterweizen Sommergerste | Silomais Winterweizen Wintergerste | Winterraps Winterweizen Wintergerste |

Tabelle 2: Versuchsplan für die landwirtschaftliche Verwertung von Grüngutkompost, Haushaltskompost, Gartenabfällen und Mähgut

| Versuchsvariante | Menge/ha u.Jahr in t TS | | Mineralische N-Ergänzung kg N | | |
|---------------------|-------------------------|------------|----------------------------------|-----|-----|
| | bis einschl. 1996 | ab 1997 | 60 | 100 | 140 |
| 1. Ohne | 0 | 0 | 60 | 100 | 140 |
| 2. Grüngutkompost | 8 | 6,7 | 60 | 100 | 140 |
| 3. Haushaltskompost | 8 | 6,7 | 60 | 100 | 140 |
| 4. Gartenabfälle | 13 | 10 | 60 | 100 | 140 |
| 5. Mähgut | 13 | 10 | 60 | 100 | 140 |

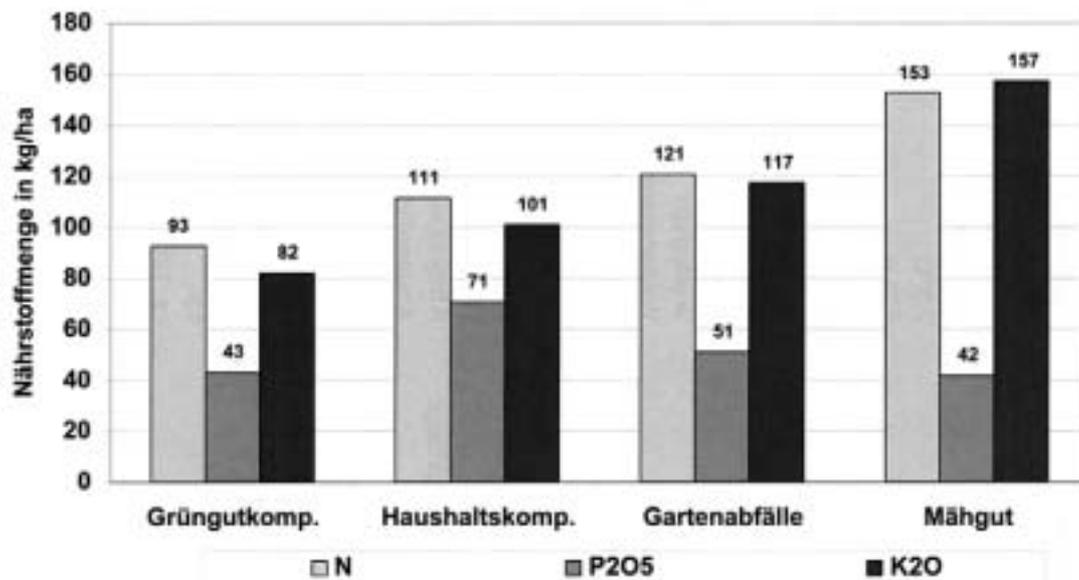


Abbildung 1: Durchschnittlich ausgebrachte Nährstoffmengen je Jahr (kg/ha)

4. Ergebnisse

4.1 Bodenphysikalische Untersuchungen (Brandhuber / Capriel)

Probenahme

Die Entnahme der Bodenproben erfolgte im Frühjahr 2000 (Puch, Schmidhausen, Hohenknoden) und im Frühjahr 2002 für die restlichen fünf Standorte. Von jeder Wiederholung wurden mit dem Stechbohrer mindestens 50 Einstiche aus der Bodenschicht 0-10 cm genommen und zu einer Mischprobe vereint. Es wurden also 45 Proben je Standort genommen. Da auf allen Standorten jährlich gepflügt wird (Bearbeitungstiefe ca. 25 cm), ist die untersuchte Bodenschicht (0-10 cm) repräsentativ für die gesamte bearbeitete Krume.

Dieses Bodenmaterial wurde für die physikalischen, humuschemischen und mikrobiologischen Untersuchungen verwendet.

Statistik

Für den Vergleich der Mittelwerte (Bodenphysik, Humus, Mikrobiologie) wurde der Student-Newman-Keuls Test verwendet. Vorher wurden die Normalverteilung und die Fehlervarianz geprüft. Für die Mittelwertbildung und für die statistische Berechnung wurden alle neun Werte je Variante verwendet.

Bodenphysikalische Parameter

Die Korngrößenzusammensetzung wurde nach der DIN-Norm 19683 (1973-04) und die Aggregatstabilität nach DIN 19683-16 (1998-12) bestimmt.

Ergebnisse

Die Bodentextur und die Bodenart sind in der Tabelle 3 aufgeführt.

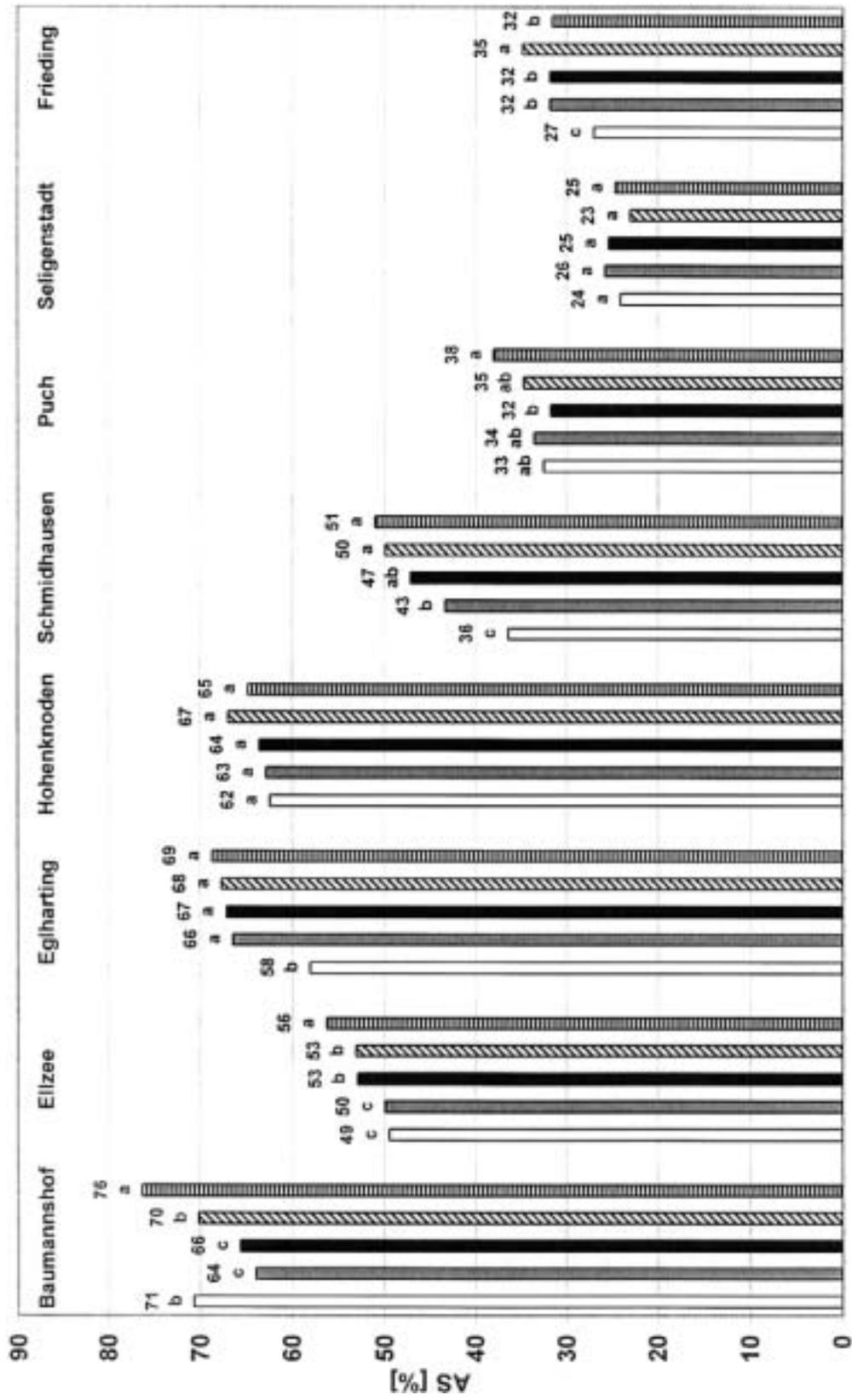
Der Einfluss der mineralischen N-Düngung (60, 100 und 140 kg/ha) auf die Aggregatstabilität (AS) war bei allen Standorten nicht signifikant. Die AS-Ergebnisse wurden daher über die drei Mineraldüngestufen zusammengefasst.

Die Aggregatstabilität ist ein Maß für die Verschlammungsneigung eines Bodens und damit auch für seine Erosionsanfälligkeit.

Im allgemeinen weisen die Kompost- und Grüngutvarianten höhere AS als die Kontrolle ohne organische Düngung (Abbildung 2) auf. Erwartungsgemäß besteht eine enge positive Beziehung ($r = 0.8$) zwischen der AS und dem Humusgehalt (Corg). Steigende Humusgehalte erhöhen demnach die Wasserstabilität der Bodenaggregate. Auffällig ist der Standort Baumannshof, der mit 81 % Sandanteil aber mit dem höchsten Humusgehalt (Abbildung 3) die höchste AS aufweist.

Tabelle 3: Bodenart und Korngrößenverteilung der Versuchsstandorte (0-20 cm Tiefe, Gew. % des Feinbodens)

| Ort | Bodenart | Ton | Schluff | Sand |
|--------------|----------|------------|---------------|-----------|
| | | < 0,002 mm | 0,002-0,06 mm | 0,06-2 mm |
| Baumannshof | Su2 | 3,9 | 14,8 | 81,2 |
| Eglharting | Us | 7,4 | 51,2 | 41,3 |
| Ellzee | Su3 | 7,4 | 32,9 | 59,6 |
| Hohenknoden | Us | 7,8 | 59,7 | 32,5 |
| Schmidhausen | Uls | 13,9 | 62,2 | 23,9 |
| Puch | Ut3 | 17,9 | 70,0 | 12,1 |
| Seligenstadt | Ut4 | 24,3 | 70,1 | 5,7 |



Ungleiche Buchstaben bedeuten signifikante Unterschiede (Student - Newman - Keuls - Test)

□ Kontrolle ■ Grünutkompost ■ gehäckselte Gartenabfälle ▨ gehäckseltes Mähgut

Abbildung 2: Aggregatsstabilität nach aufsteigendem Tongehalt der Standorte sortiert

4.2 Humusuntersuchungen (Capriel)

Humusparameter

Zur Erfassung des Humusgehalts wurden der organische Kohlenstoff (Corg) und der Gesamtstickstoff (Nt) mittels Dumas Methode (Vario EL) bestimmt. Bei den carbonathaltigen Böden wurde der Carbonat-Kohlenstoff (Scheibler Methode) vom Gesamtkohlenstoff abgezogen ($C_{org} = C_t - C_{carbonat}$). Die Bestimmung der Humusqualität, d.h. der chemischen Zusammensetzung der organischen Bodensubstanz, erfolgte über die Ermittlung des C/N Verhältnisses und des Wasserstoff-Indexes (HI) mit Hilfe der Infrarot-Spektroskopie (Capriel, 1997).

Ergebnisse und Diskussion

Der Einfluss der mineralischen N-Düngung (60, 100 und 140 kg/ha) auf die Humuskennwerte war bei allen Standorten nicht signifikant.

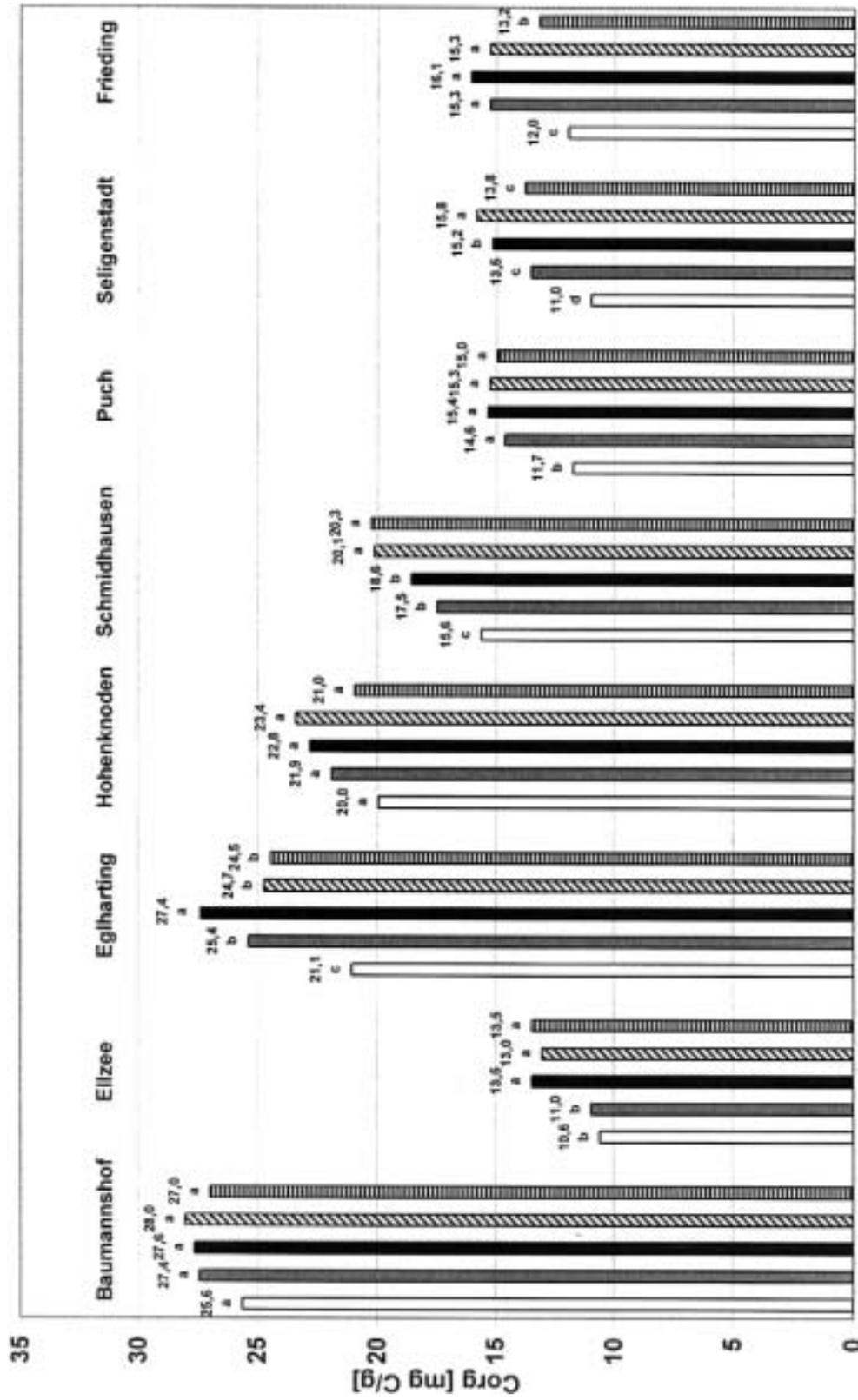
Sowohl die Kompost- wie auch die Grüngutvarianten zeigen einen starken Anstieg im Corg-Gehalt von bis zu 43 % gegenüber der Kontrolle ohne organische Düngung (Abbildung 3). Im Mittel aller Standorte beträgt der absolute Corg-Anstieg der verschiedenen Varianten: 0,3 % Grüngutkompost, 0,4 % Haushaltskompost, 0,4 % gehäckselte Gartenabfälle, 0,3 % gehäckseltes Mähgut. Kluge et al. (2001) haben in einem sechsjährigen Versuch einen Corg-Anstieg um 0,1 – 0,2 % bei Grünguthäckselgaben (15 t TS/ha) im 3jährigen Turnus bzw. 0,2 – 0,3 % bei jährlicher Anwendung (15 t TS/ha) festgestellt.

Die ausgebrachte Menge an organischer Substanz war je nach Standort unterschiedlich (Tabelle 4). Im Mittel wurde doppelt soviel organische Substanz mit dem unkompostierten Grüngut ausgebracht als in den Varianten mit Kompost. Dies hat aber nicht zu höheren Humusgehalten (Corg, Nt) der Grüngutvarianten geführt (Abbildung 3 und 4), weil ein Teil dieser organischen Substanz leicht mineralisierbar war und mikrobiell abgebaut wurde. Demzufolge nahm die mikrobielle Biomasse der Grüngutvarianten im Vergleich zu den Kompost-Varianten signifikant zu (Abbildung 8).

Tabelle 4: Ausgebrachte Menge an organischer Substanz in t/ha

| Variante | Eggharting | | | Baumannshof | | Puch | | Hohenknoden | Schmidhausen | Seligenstadt | Eilzee | Frieding |
|---------------------------|------------|----|----|-------------|----|------|----|-------------|--------------|--------------|--------|----------|
| | A | B | C | A | B | A | B | | | | | |
| Grüngutkompost | 25 | 27 | 35 | 43 | 37 | 40 | 37 | 46 | 35 | 44 | 7.0* | 43 |
| Haushaltskompost | 33 | 32 | 36 | 37 | 39 | 51 | 36 | 42 | 41 | 36 | 36 | 43 |
| Gehäckselte Gartenabfälle | 68 | 82 | 76 | 74 | 62 | 94 | 74 | 104 | 104 | 98 | 66 | 74 |
| Gehäckseltes Mähgut | 77 | 80 | 90 | 74 | 62 | 119 | 75 | 103 | 104 | 87 | 68 | 59 |

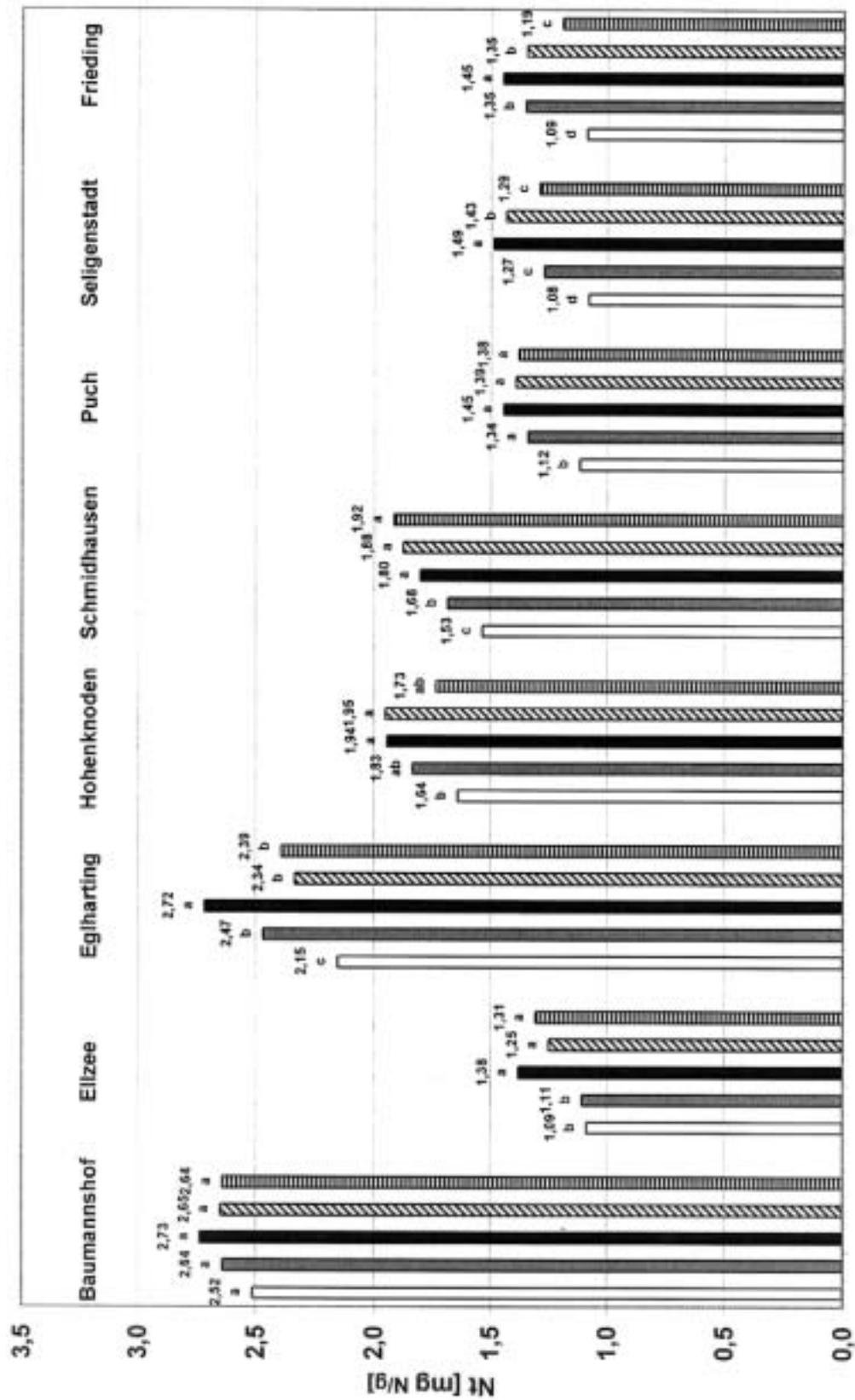
* = Klärschlamm



Ungleiche Buchstaben bedeuten signifikante Unterschiede (Student - Newman - Keuls - Test)

□ Kontrolle ▨ Grüngutkompost ■ Haushaltskompost ▩ gehäckselte Gartenabfälle ▪ gehäckseltes Mähgut

Abbildung 3: Corg-Gehalte nach aufsteigendem Tongehalt der Standorte sortiert



Ungleiche Buchstaben bedeuten signifikante Unterschiede (Student - Newman - Keuls - Test)

□ Kontrolle ■ Grüngutkompost ▣ Haushaltskompost ▨ gehäckselte Gartenabfälle ▩ gehäckseltes Mähgut

Abbildung 4: Nt-Gehalte nach aufsteigendem Tongehalt der Standorte sortiert

Auch der Nt-Gehalt der Kompost- und Grüngutvarianten zeigt eine deutliche Zunahme von bis zu 38 % gegenüber der Kontrolle ohne organische Düngung (Abbildung 4). Im Mittel aller Standorte beträgt der absolute Nt-Anstieg der verschiedenen Varianten: 0,02 % Grüngutkompost, 0,035 % Haushaltskompost, 0,025 % gehäckselte Gartenabfälle, 0,02 % gehäckseltes Mähgut. Bezogen auf die bearbeitete Bodenkrume (0-25 cm) entspricht dies etwa 700 - 1200 kg N/ha (Abbildung 5). Der Haushaltskompost trug tendenziell zu der höchsten N-Anreicherung bei. Der Vergleich vom N-Eintrag durch die organische Düngung mit der Stickstoffanreicherung in der Krume und der N-Abfuhr zeigt, dass lediglich der Haushaltskompost eine positive N-Bilanz aufweist. Auffällig ist die deutlich negative N-Bilanz der Mähgutvariante (Abbildung 5). Dies deutet auf stärkere N-Verluste (Nitrat-Auswaschung, gasförmige N-Verbindungen) bei dieser Variante hin.

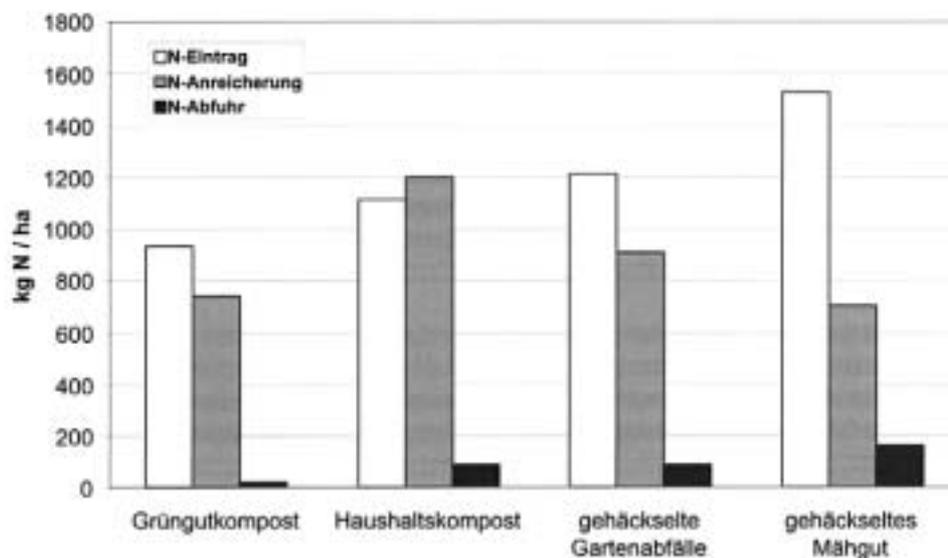
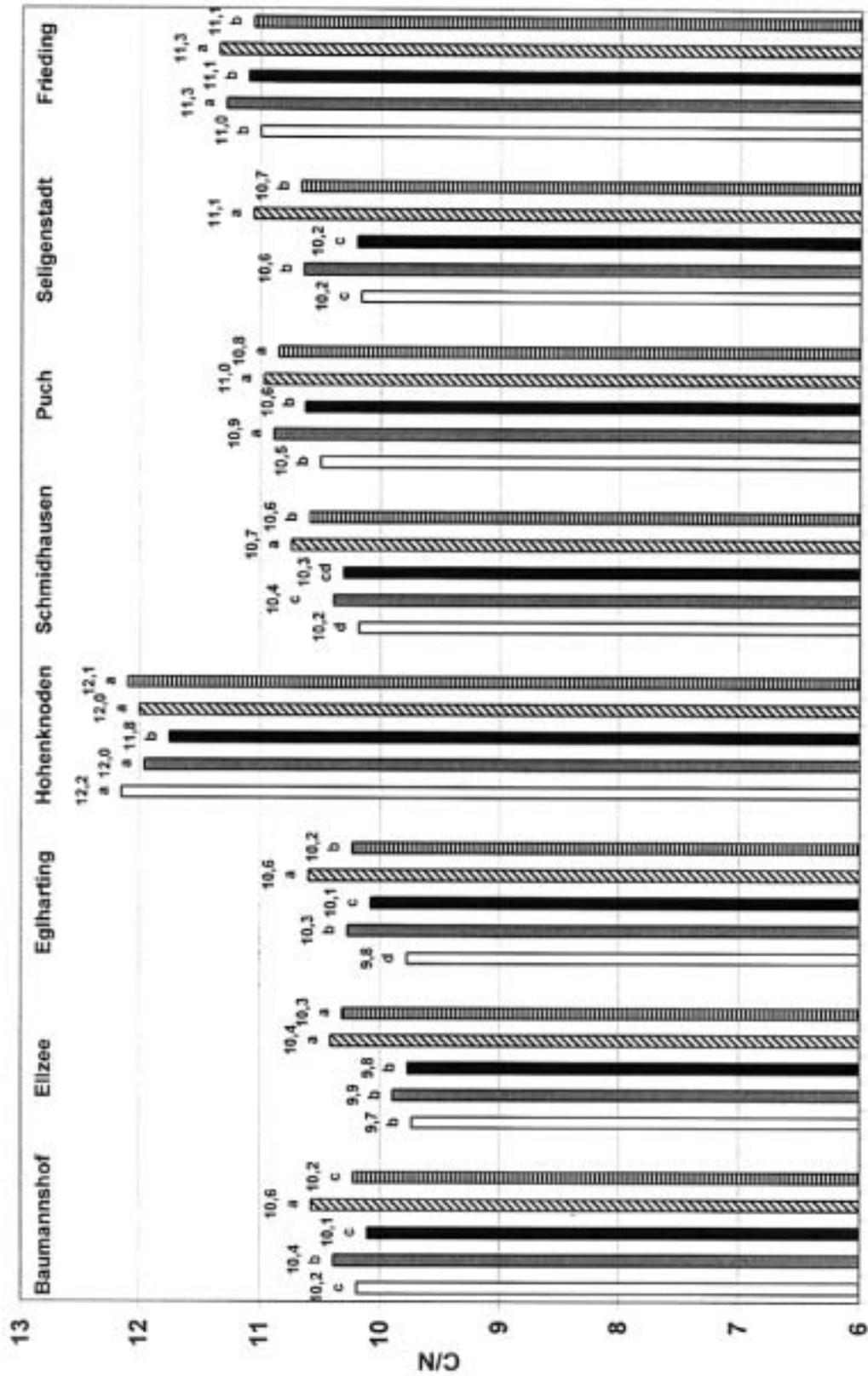


Abbildung 5: Stickstoffeintrag, Stickstoffanreicherung (Krume 0-25 cm) und Stickstoffabfuhr (Mittel über alle Standorte)

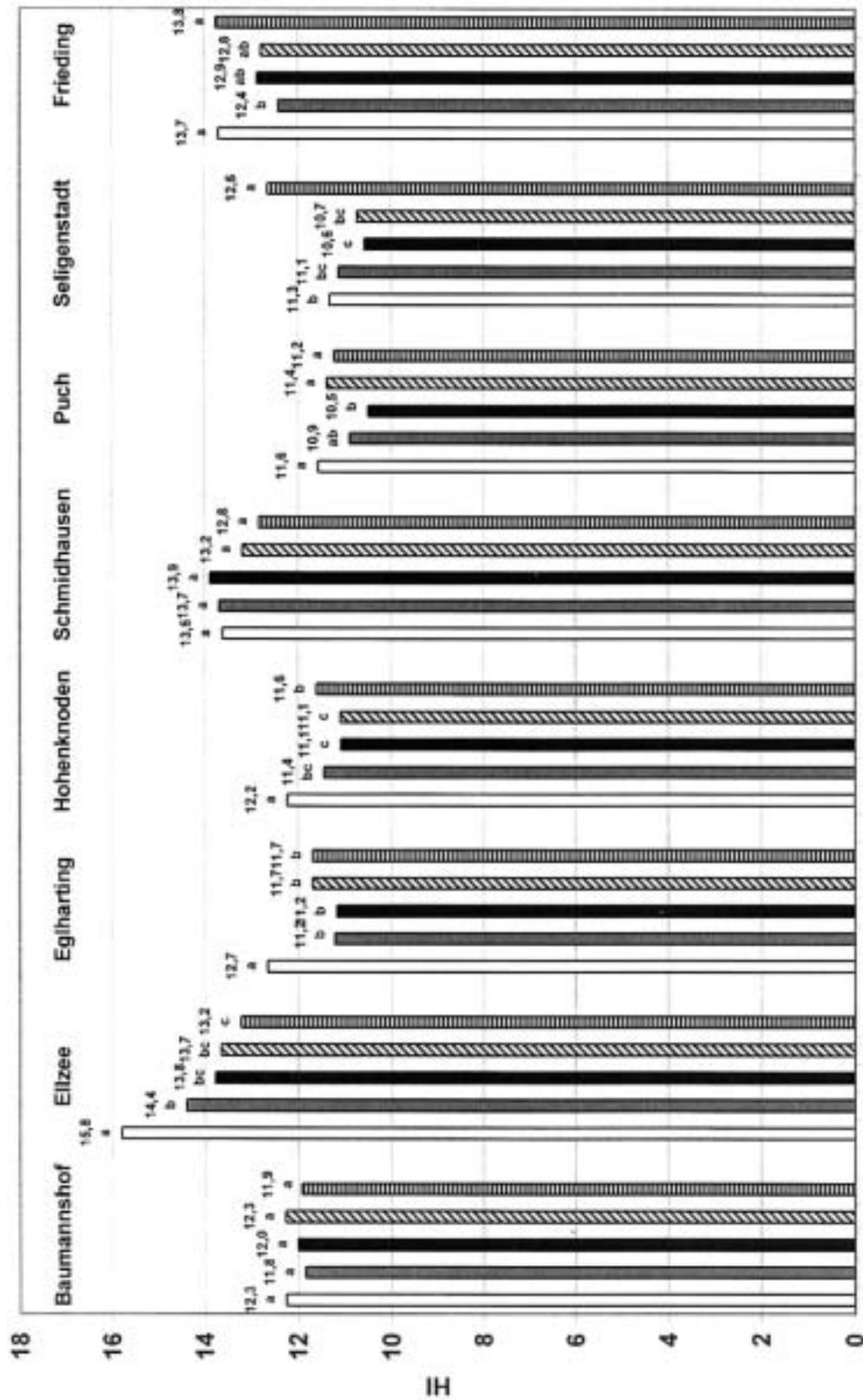
Das C/N Verhältnis, der klassische Indikator für die Humusqualität, ist ein Maß für den Abbaugrad der organischen Bodensubstanz. Es zeigt ebenfalls signifikante Unterschiede (Abbildung 6). So weisen die Kontrolle und die Haushaltskompost-Variante bei allen Standorten den niedrigsten Wert auf. Dieser liegt mit Ausnahme von Hohenknoden und Frieding zwischen 9,7 und 10,6 und damit nahe dem C/N Verhältnis der mikrobiellen Biomasse, das etwa 8 – 10 beträgt. Die Gartenabfall-Variante hat dagegen bei den meisten Standorten den höchsten C/N- Wert. Das ist offensichtlich auf das kohlenstoffreiche, ligninhaltige Holzmaterial (Baum-, Strauch-, Heckenschnitt) zurückzuführen, das im Gartenabfall reichlich vorhanden ist und erfahrungsgemäß schwerer von den Bodenmikroben abgebaut wird. Bemerkenswert ist, dass bei fünf Standorten das C/N Verhältnis der Mähgut-Variante signifikant



Ungleiche Buchstaben bedeuten signifikante Unterschiede (Student - Newman - Keuls - Test)

□ Kontrolle ▨ Grünutkompost ■ Haushaltskompost ▤ gehäckselte Gartenabfälle ▧ gehäckseltes Mähgut

Abbildung 6: C/N Verhältnis nach aufsteigendem Tongehalt der Standorte sortiert



Ungleiche Buchstaben bedeuten signifikante Unterschiede (Student - Newman - Keuls - Test)

□ Kontrolle ■ Grüngutkompost ■ Haushaltskompost ▨ gehäckselte Gartenabfälle ▩ gehäckseltes Mähgut

Abbildung 7: H-Index nach aufsteigendem Tongehalt der Standorte sortiert

kleiner ist im Vergleich zur Gartenabfall-Variante. Das deutet darauf hin, dass Mähgut mikrobiell leichter abgebaut wird als Gartenabfall.

Der Wasserstoff-Index (HI) ist ein Maß für den Substitutionsgrad der organischen Bodensubstanz mit Wasserstoff und stellt somit einen Indikator für die Humusqualität dar. Der HI hängt von der Bodentextur und Bodenbewirtschaftung ab. Für einen bestimmten Standort nimmt der HI mit der Humusqualität zu. Bei den untersuchten Standorten ist erkennbar, dass weder die Kompost- noch die Grüngut-Varianten höhere HI haben im Vergleich zur Kontrolle ohne organische Düngung (Abbildung 7). Dies steht im Einklang mit den Cmic/Corg – Ergebnissen (Abbildung 10).

Zusammenfassung

Die Ausbringung von kompostierten und unkompostierten Bioabfällen führte zu einem deutlichen Anstieg der Humusgehalte (Corg, Nt) sowohl auf sandigen (81 % Sandanteil) als auch auf tonigen (24 % Tonanteil) Böden.

Die doppelte Menge an organischer Substanz, die mit dem unkompostierten Grüngut ausgebracht wurde, hat nicht zu höheren Humusgehalten der Grüngutvarianten geführt, weil ein Teil dieser organischen Substanz mikrobiell mineralisiert wurde und damit nur die mikrobielle Biomasse signifikant anstieg.

Gehäckseltes Mähgut wurde leichter mineralisiert als gehäckselter Gartenabfall, der relativ viel ligninhaltiges Holzmaterial enthält.

Die Stickstoff-Anreicherung beträgt in der bearbeiteten Krume (0-25 cm) 700 bis 1200 kg N/ha. Auffällig ist die deutlich negative N-Bilanz der Mähgutvariante, die auf höhere N-Verluste hindeutet.

Bedingt durch höhere Humusgehalte ist die Aggregatstabilität der Kompost- und Grüngutvarianten höher als die der Kontrolle ohne organische Düngung. Das bedeutet eine geringere Verschlammungsneigung und Erosionsanfälligkeit.

Kompostiertes und unkompostiertes Grüngut ist nur dann landwirtschaftlich zu verwerten, wenn der Boden einen nachweisbaren Bedarf dafür hat, d.h. einen unzureichenden Humusgehalt. Für die Praxis bedeutet dies, dass der standorttypische Humusgehalt nicht überschritten werden darf. Am Standort Baumannshof (81 % Sandanteil, Corg 2,8 %) ist der standorttypische Humusgehalt bereits überschritten.

Danksagung

Wir danken Frau Dirscherl, Frau Ilmberger, Frau Scherzer, Herrn Seiffert, Herrn Unterholzner und Herrn Kler für die genaue und sorgfältige Arbeit.

4.3 Mikrobiologische Untersuchungen (Beck)

Bestimmung der mikrobiellen Biomasse

Die Bestimmung der mikrobiellen Biomasse erfolgte mittels substratinduzierter Respiration (SIR) nach Anderson und Domsch (1978). Das Prinzip beruht darauf, dass Bodenproben mit Glucose versetzt werden und die unmittelbar folgende Atmungsreaktion gemessen wird. Durch Kalibrierung dieser Methode mit der Fumigations-Extraktions-Methode kann auf mg Biomasse-C umgerechnet werden.

Bodenproben werden bei 22°C mit Umgebungsluft durchströmt. Die CO₂-Abgabe der Bodenproben während des Messzeitraumes wird mit einem Infrarot-Gasanalysator und einem Strömungsmessgerät nach Heinemeyer (1989) gemessen.

Probenvorbereitung und Lagerung

Direkt nach der Probennahme wurden die ungesiebten und naturfeuchten Böden tiefgefroren bei -18°C gelagert. Vor der Analyse wurden die Böden innerhalb von 2 Tagen bei 4 °C aufgetaut. Zwischen Auftauen, Siebung, Einstellung des Wassergehaltes und Analyse der Proben lag ein Zeitraum von 1 Woche.

Durchführung

50 g naturfeuchter und < 2 mm gesiebter Boden werden in einen Acrylglaszylinder (25 x 5cm) eingewogen. Der Boden wird mittels luftdurchlässiger Schaumstoffstopfen so im Zylinder fixiert, dass der gesamte Querschnitt mit Boden gefüllt ist. Ein Zylinder bleibt leer und dient als Kontrolle.

Die Anlage besteht aus 24 Kanälen, einem Gasdurchfluß-Meßgerät, einem Infrarot-Gasanalysator und einer PC-gesteuerten Mess- und Auswerteinheit. Die Messkanäle sind unabhängig voneinander zu betreiben und bestehen neben dem Acrylglaszylinder aus einer regelbaren Membranpumpe und einer mit angesäuertem Wasser gefüllten Waschflasche zur konstanten Befeuchtung der Zuluft.

Ergebnisse und Diskussion

Von wenigen Ausnahmen abgesehen, gibt es im Boden keine Stoffumsetzungen an denen Mikroorganismen nicht direkt beteiligt sind. Ihre zentrale Rolle im Stoffhaushalt der Natur liegt in der Mineralisierung des Bestandesabfalles und der Ernterückstände begründet. Um langfristige Auswirkungen unterschiedlicher landwirtschaftlicher Bewirtschaftungsweisen feststellen zu können werden mikro-

biologische Aktivitätszahlen als Indikatoren verwendet. Seit einigen Jahren existieren international standardisierte Verfahren zur Ermittlung der mikrobiellen Biomasse mit Hilfe von Atmungsmessungen.

In Übereinstimmung mit den bodenphysikalischen und humuschemischen Parametern konnten auch in der Bodenmikrobiologie keine signifikanten Unterschiede in den Mineraldüngestufen (60 kg, 100 kg, 140 kg N/ha) festgestellt werden. Die Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchungen wurden daher über die drei Mineraldüngestufen zusammengefasst.

Betrachtet man die mikrobielle Biomasse an allen acht Versuchsstandorten, so kann man gegenüber der ortsüblichen Kontrolle eine deutliche Erhöhung der Biomassewerte in allen Düngevarianten feststellen die zumeist auch signifikant waren (vgl. Abbildung 8). Über alle acht Standorte gesehen gab es die höchsten Steigerungsraten in der mikrobiellen Biomasse in den beiden unkompostierten Grüngutvarianten. Dies betraf vor allem die tonreicheren Böden in Schmidhausen, Puch, Seligenstadt und Frieding bei denen ein signifikanter Anstieg der mikrobiellen Biomasse in den unkompostierten Varianten gegenüber den Kompostvarianten feststellbar war. Verständlich ist der erhöhte Biomassegehalt in den organischen Düngevarianten durch den Mehreintrag an organischer Substanz (vgl. Tabelle 4).

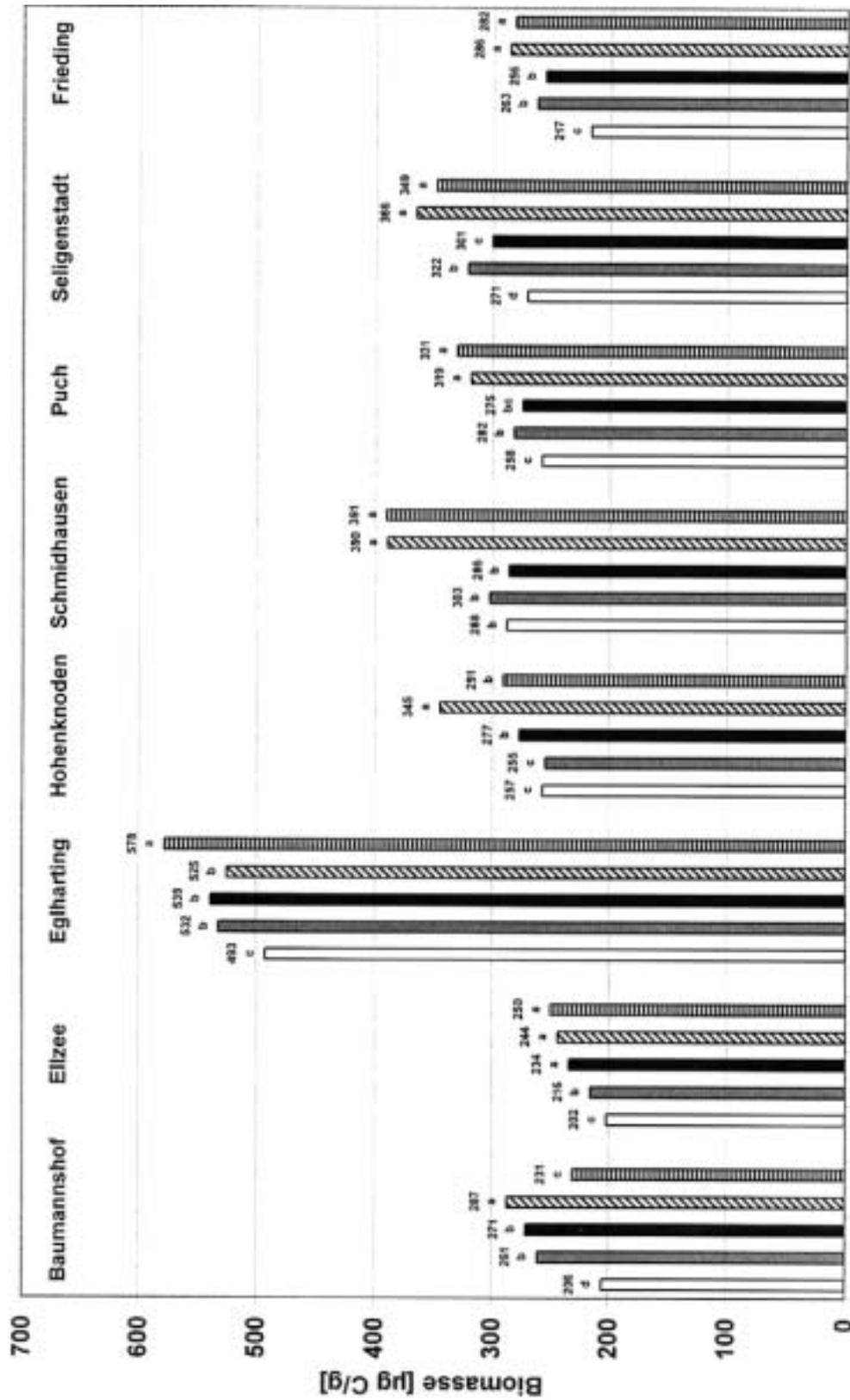
Auffällig war der trotz hohem Corg-Gehalt generell niedrige Biomassegehalt am Standort Baumannshof. Eine Erklärung hierfür liefert der pH-Wert.

Lagen an allen übrigen Standorten die pH-Werte um den für Mikroorganismen idealen Neutralbereich so führte eine Bodenversauerung am tonarmen und sandigen Standort Baumannshof zu einem Rückgang in der mikrobiellen Biomasse (Abbildung 9).

Auf Grund der direkten Abhängigkeit der mikrobiellen Biomasse vom Corg-Gehalt der Böden wird die mikrobielle Biomasse in Bezug zum organischen Substanz der Böden gesetzt. Das sogenannte Cmic/Corg- Verhältnis gibt Auskunft über die Belebtheit der Böden bezogen auf die organische Substanz.

Wie aus Abbildung 10 ersichtlich zeigten sich beim Cmic/Corg-Verhältnis gegenüber den Biomassewerten veränderte Beziehungen.

Mit Ausnahme des Standortes Baumannshof lag das Cmic/Corg-Verhältnis in nahezu allen Düngevarianten im Bereich der ortsüblichen Kontrolle oder sogar signifikant darunter. Lediglich die beiden Varianten, unkompostierte Gartenabfälle in Hohenknoden und Mähgut in Frieding, waren gegenüber der Kontrolle signifikant erhöht (Abbildung 10).



Ungleiche Buchstaben bedeuten signifikante Unterschiede (Student - Newman - Keuls - Test)

□ Kontrolle ■ Grüngutkompost ■ Haushaltskompost ▨ gehäckselte Gartenabfälle ▩ gehäckseltes Mähgut

Abb. 8: Mikrobielle Biomasse nach aufsteigendem Tongehalt der Standorte sortiert

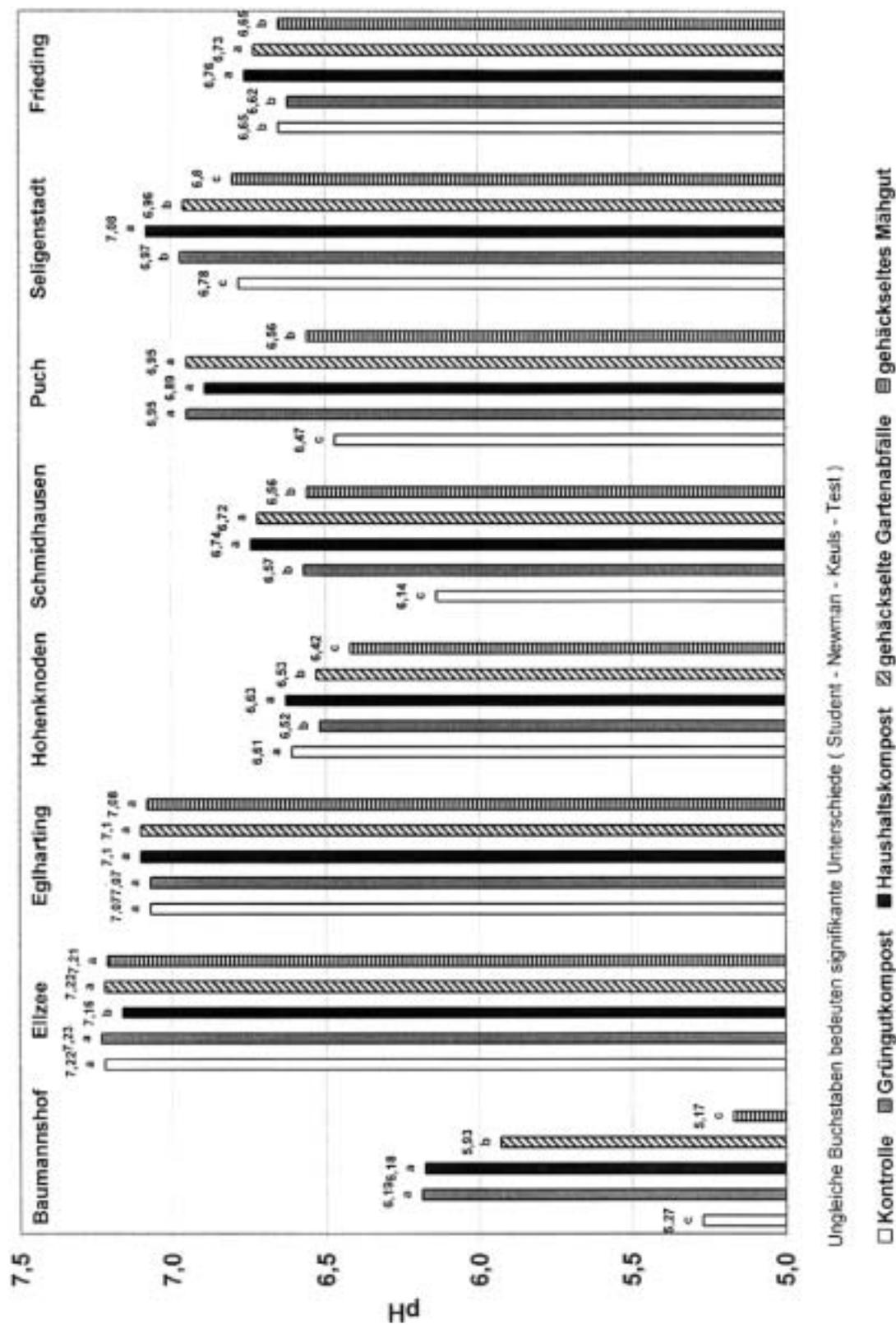
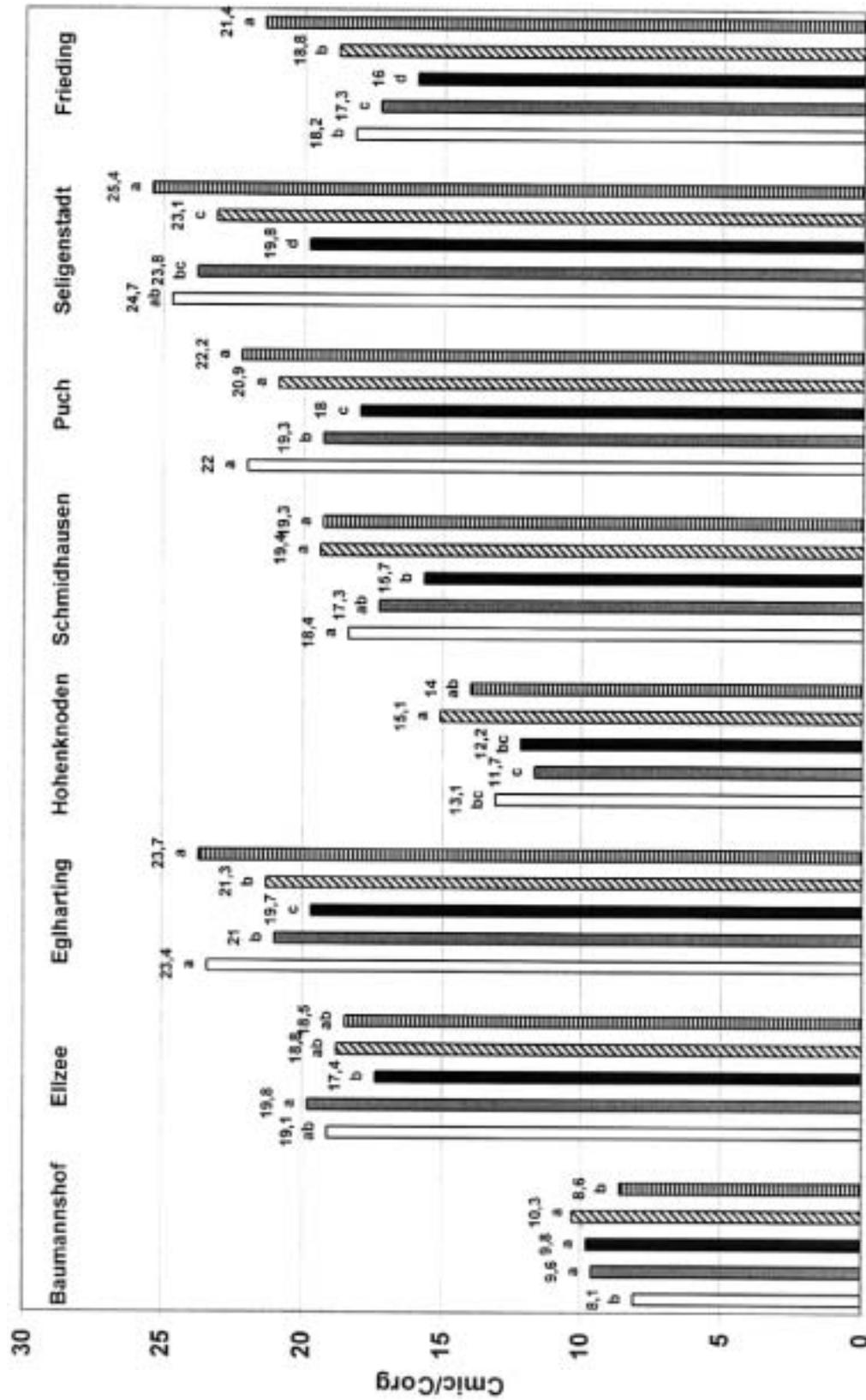


Abbildung 9: pH-Wert nach aufsteigendem Tongehalt der Standorte sortiert



Ungleiche Buchstaben bedeuten signifikante Unterschiede (Student - Newman - Keuls - Test)

□ Kontrolle ■ Grüngutkompost ▨ gehäckselte Gartenabfälle ▩ gehäckseltes Mähgut

Abbildung 10: Cmic/Corg nach aufsteigendem Tongehalt der Standorte sortiert

Die festgestellte Erhöhung im Cmic/Corg-Verhältnis am sauren Standort Baumannshof kann durch die puffernde Wirkung der Düngevarianten erklärt werden.

Hier führte eine deutliche Verschiebung des pH-Wertes in den drei Düngevarianten Grüngut-, Haushaltskompost und gehäckselte Gartenabfälle hin zum Neutralbereich zu verbesserten Wachstumsbedingungen für die Bodenmikroorganismen (vgl. Abb. 10). Vermutlich fehlten in der vierten Düngevariante, gehäckseltes Mähgut, diese Puffersubstanzen, so dass hier keine pH-Verschiebung und damit verbunden auch keine Erhöhung im Cmic/Corg-Verhältnis festgestellt werden konnten.

Über die restlichen sieben Standorte gesehen kann man folgende Reihenfolge in der Belebtheit der Böden bezogen auf die organische Substanz beobachten:

Haushaltskompost < Grüngutkompost < gehäckselte Gartenabfälle und Kontrolle \leq gehäckseltes Mähgut.

Demzufolge ist davon auszugehen, dass in dem unkompostierten Grüngut noch wichtige, für Mikroorganismen wertvolle Inhaltsstoffe enthalten sind die in dem kompostierten Material fehlen bzw. bereits veratmet sind.

Zusammenfassung

Als Ergebnis aus diesem Versuch ist festzuhalten, dass es durch die Ausbringung von kompostierten und unkompostierten org. Abfällen zu einem deutlichen Anstieg der organischen Substanz im Boden und damit verbunden zu einer Erhöhung der mikrobiellen Biomasse im Boden kommt. Die Belebtheit des Bodens, ersichtlich am Cmic/Corg-Verhältnis, zeigt eine bessere Bioverfügbarkeit der organischen Substanz in dem unkompostierten Grüngut gegenüber den kompostierten Varianten. Eine Erhöhung der Bodenbelebtheit gegenüber der Kontrolle konnte aber auch in den unkompostierten Varianten nur recht selten beobachtet werden. In sehr sauren Böden (pH < 5,5) kann schon durch die direkte puffernde Wirkung der organischen Dünger eine Verbesserung in der Bodenbelebtheit beobachtet werden.

Danksagung

Wir danken Frau Mucafir, Frau Kneipp und Herrn Bengel für die genaue und sorgfältige Arbeit.

4.4 Bodenzoologische Untersuchungen (Bauchhenß)

Regenwurmuntersuchungen

Die Regenwurmtaxozönosen einer ortsüblich bewirtschafteten Fläche (mit Strohdüngung) und zweier zusätzlich mit unterschiedlichem organischen Material gedüngter Flächen wurden verglichen. Auf die eine dieser organisch gedüngten Flächen wurde Haushaltskompost, auf die andere bei gleicher Stickstoffmenge (100 kg N/ha) gehäckseltes Mähgut aus der Landschaftspflege aufgebracht.

Spezielle Methoden zur Untersuchung von Lumbriciden-Taxozönosen

Versuchsflächen

Für Regenwurmuntersuchungen sind die in der Landwirtschaft gebräuchlichen Versuchspartzen zu klein, zum einen, weil eine eventuelle, wenn auch geringe Horizontalbewegung der Tiere berücksichtigt werden muss, zum anderen weil die Probennahme (10 Stichproben von je 1 m² Fläche/Parzelle) große Untersuchungspartzen erfordert.

So wurden die Regenwurmuntersuchungen auf einer eigens eingerichteten Versuchsfläche in Puch, auf Großpartzen mit 10 x 25 m Kantenlänge, durchgeführt. Die Varianten konnten wegen ihrer Flächengröße im Versuch nicht wiederholt werden. Dies wird durch eine entsprechend hohe Anzahl von Stichproben ausgeglichen (unechte Wiederholungen).

Probennahme

Die Regenwürmer wurden mit der Formalinmethode (2 x 20 l einer 0,2 % Lösung/ m²) ausgetrieben (vergl. BAUCHHENSS 1998). Auf jeder Versuchspartze wurden 10 Stichproben von je 1 m² Fläche gezogen. Die Stichproben wurden im Mittelbereich der Partze entnommen, sodass rundum ein Randstreifen von 5 m Breite unbeprobte blieb, um einer eventuellen Wanderung Rechnung zu tragen. Die Probennahme erfolgte im Dezember 2000, 2 Jahre nach dem ersten Auftrag des organischen Materials, bei voller Aktivität der Tiere.

Auswertung

Die Regenwürmer wurden in Alkohol konserviert und im Labor ausgelesen und nach HERR u. BAUCHHENSS 1987 determiniert. Die Biomasse wurde nach BAUCHHENSS 1981 aus den Volumina errechnet.

Die statistische Auswertung erfolgte, da bei Regenwürmern in der Regel keine Normalverteilung vorliegt, nach dem U-Test.nach Wilcoxon, Mann und Whitney (SACHS 1991).

Ergebnisse (vergleiche Tabellen 5-7):

Die Ergebnisse der Regenwurmuntersuchungen sind zusammengefasst auf den Tabellen 1-3 und mit den Einzelwerten der Stichproben auf den Tabellen I – III im dargestellt.

Tabelle 5: Abundanz- und Biomassewerte (pro m²) der Regenwürmer der Fläche ohne zusätzliche organische Düngung (Kontrolle); (Summenwerte, Median und Mittelwerte). Einzelwerte in der Tabelle im Anhang

| ohne zusätzliches organisches Material | Individuen dichte | | L.ter. | L.rub. | A.cal. | A.ros. | O.lac | L.cas. | juv. | Su.Ad. | Ges.Su. |
|---|----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|------|--------|---------|
| | | Su: | 11 | 11 | 4 | 1 | 2 | - | 95 | 29 | 124 |
| | | Median | 1 | 0,5 | - | - | - | - | 7 | 3 | 11 |
| | | Mittel | 1,1 | 1,1 | 0,4 | 0,1 | 0,2 | - | 9,5 | 2,9 | 12,4 |
| Biomasse | | | L.ter. | L.rub. | A.cal. | A.ros. | O.lac | L.cas. | juv. | Su.Ad. | Ges.Su. |
| | | Su: | 55,4 | 15,8 | 4,6 | 0,4 | 3,7 | - | 73,0 | 80,8 | 153,8 |
| | | Median | 5,7 | 0,9 | - | - | - | - | 6,2 | 7,8 | 13,5 |
| | | Mittel | 5,5 | 1,6 | 0,5 | 0,0 | 0,4 | - | 7,3 | 8,1 | 15,4 |

Tabelle 6: Abundanz- und Biomassewerte (pro m²) der Regenwürmer der Fläche mit Haushaltskompost; (Summenwerte, Median und Mittelwerte). Einzelwerte in der Tabelle im Anhang

| mit Haushaltskompost | Individuen dichte | | L.ter. | L.rub. | A.cal. | A.ros. | O.lac | L.cas. | juv. | Su.Ad. | Ges.Su. |
|-------------------------|----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|------|--------|---------|
| | | Su: | 11 | 19 | 14 | - | - | 4 | 107 | 48 | 155 |
| | | Median | 1 | 1,5 | 1 | - | - | - | 12 | 5 | 16 |
| | | Mittel | 1,1 | 1,9 | 1,4 | - | - | 0,4 | 10,7 | 4,8 | 15,5 |
| Biomasse | | | L.ter. | L.rub. | A.cal. | A.ros. | O.lac | L.cas. | juv. | Su.Ad. | Ges.Su. |
| | | Su: | 41,7 | 30,9 | 15,5 | - | - | 1,2 | 51,4 | 89,4 | 140,7 |
| | | Median | 2,5 | 2,5 | 1,2 | - | - | - | 5,9 | 8,1 | 13,0 |
| | | Mittel | 4,2 | 3,1 | 1,6 | - | - | 0,1 | 5,1 | 8,9 | 14,1 |

Tabelle 7: Abundanz- und Biomassewerte (pro m²) der Regenwürmer der Fläche mit Mähgut aus der Landschaftspflege; (Summenwerte, Median und Mittelwerte). Einzelwerte in der Tabelle im Anhang

| mit Mähgut aus der Landschaftspflege | Individuen- dichte | | L.ter. | L.rub. | A.cal. | A.ros. | O.lac | L.cas. | juv. | Su.Ad. | Ges.Su. |
|---|-----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|-------|--------|---------|
| | | Su: | 63 | 8 | 7 | 4 | 3 | 4 | 263 | 89 | 352 |
| | | Median | 6 | 0,5 | 1 | - | - | - | 25 | 9 | 34,5 |
| | | Mittel | 6,3 | 0,8 | 0,7 | 0,4 | 0,3 | 0,4 | 26,3 | 8,9 | 35,2 |
| Biomasse | | | L.ter. | L.rub. | A.cal. | A.ros. | O.lac | L.cas. | juv. | Su.Ad. | Ges.Su. |
| | | Su: | 297,8 | 12,8 | 6,6 | 1,6 | 3,6 | 1,1 | 126,8 | 323,4 | 450,3 |
| | | Median | 29,8 | 0,6 | 0,7 | - | - | - | 13,8 | 34,3 | 40,1 |
| | | Mittel | 29,8 | 1,3 | 0,7 | 0,2 | 0,4 | 0,1 | 12,7 | 32,3 | 45,0 |

Bewertung

Individuendichte und Biomasse (Abbildung 11)

Die geringsten Werte wies mit durchschnittlich 11 Individuen/m² und einer Biomasse von 13,5 g/m² die Kontroll-Parzelle mit der ortsüblichen Bewirtschaftung (ohne zusätzliche Versorgung mit organischem Material) auf.

Die Individuendichte auf der mit Haushaltskompost gedüngten Fläche war mit 16 Individuen/m² signifikant höher. Die Biomassewerte jedoch zeigten im Vergleich zur Kontrolle keine signifikanten Unterschiede.

Die mit Mähgut aus der Landschaftspflege gedüngte Fläche wies mit durchschnittlich 34,5 Individuen/m² und 45,5 g Biomasse/m² die höchsten Werte auf. Diese waren signifikant höher als die der beiden Vergleichsflächen.

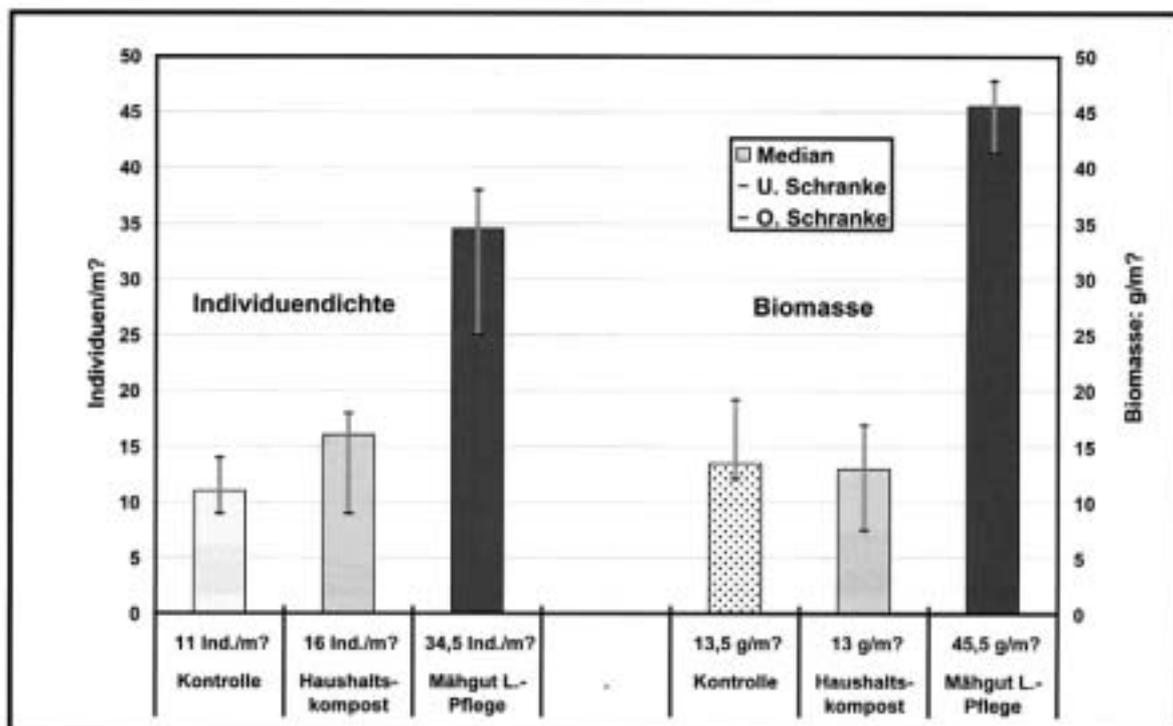


Abbildung 11: Individuendichte und Biomasse der Regenwürmer auf Kontrollfläche (nicht zusätzlich mit organischem Material gedüngt) und auf den Flächen, die zusätzlich mit Haushaltskompost und mit Mähgut aus der Landschaftspflege gedüngt waren; Medianwerte, obere und untere Schranken bei 95 %.

Individuendichte „Kontrolle“ < Individuendichte „Haushaltskompost“ < Individuendichte „Mähgut aus der Landschaftspflege“. Biomasse „Kontrolle“ = Biomasse „Haushaltskompost“ < Biomasse „Mähgut aus der Landschaftspflege“ (< ~ signifikant größer; = ~ statistisch nicht zu trennen).

Artverteilung und Dominanzstruktur (Abbildung 12)

Insgesamt wurden auf dem Versuch 6 Regenwurmarten festgestellt: *Lumbricus terrestris*, *Lumbricus rubellus*, *Aporrectodea caliginosa*, *Lumbricus castaneus*, *Octolasion lacteum* und *Aporrectodea rosea*.

Auf der Kontrollfläche waren 5 Arten vertreten. Die höchsten Dominanzwerte zeigten mit 38 % *L. terrestris* und *L. rubellus*. *A. caliginosa* war mit 14 % vertreten, *O. lacteum* mit 7 % und *A. rosea* mit 3 %.

Auf der Haushaltskompost-Fläche waren die Arten *A. rosea* und *O. lacteum* nicht vertreten, *L. rubellus* kam mit 40 %, *A. caliginosa* mit 29 % und *L. terrestris* mit 23 % Anteilen vor. Als neue Art kam *L. castaneus* mit einem Anteil von 8 % hinzu.

Auf der Fläche mit Mähgut aus der Landschaftspflege waren 6 Arten zu finden. *L. terrestris* war mit 71 % absolut dominant. Die Dominanzwerte der anderen Arten lagen jeweils unter 10 %.

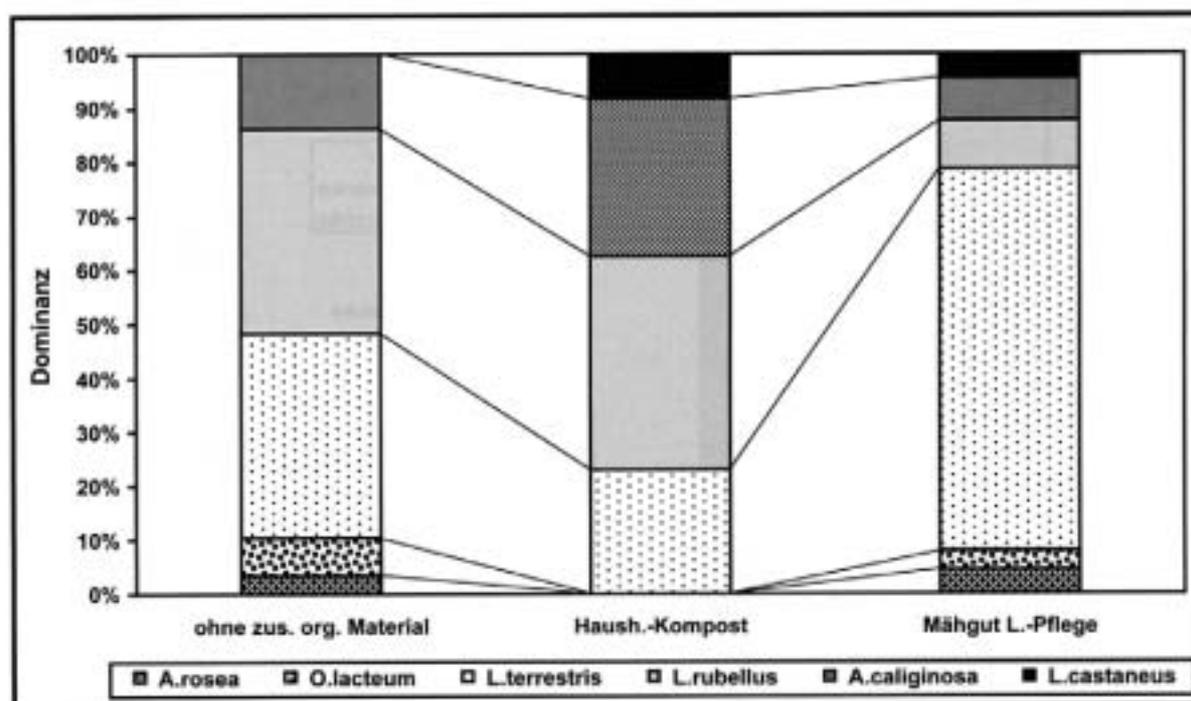


Abbildung 12: Dominanzstruktur der Regenwurm-Taxozönosen einer Fläche ohne zusätzliches organisches Material (Kontrolle) und Flächen, die mit Haushaltskompost (Biokompost) bzw. mit Mähgut aus der Landschaftspflege gedüngt waren

Diskussion

Bereits 2 Jahre nach Applikation unterschiedlicher organischer Materialien (09.98) sind Differenzierungen der Individuendichte, der Biomasse und der Dominanzstruktur der Regenwurm-Taxozönosen festzustellen.

Während auf der Haushaltskompostfläche die Individuendichte der Regenwürmer im Vergleich zur Kontrolle signifikant um 5 Ind./m² anstieg, zeigten deren Biomassewerte keine signifikanten Veränderungen.

Auf der mit gehäckseltem Mähgut aus der Landschaftspflege gedüngten Fläche sind gegenüber der Haushaltskompostfläche die Individuenzahlen um 18,5 Ind./m² und die Biomassewerte um 32,5 g/m², gegenüber der nicht mit organischem Material versorgten sogar um 23,5 Ind./m² und 32 g Biomasse/m² angestiegen.

Die Veränderung der Biomassewerte geht einher mit der Veränderung der Populationsstruktur. Auf der Fläche mit Haushaltskompost hat der Anteil von *L. terrestris* abgenommen, während er auf der Fläche mit Mähgut aus der Landschaftspflege zugenommen hat. *L. terrestris* ist die Regenwurmart, die am meisten von Nahrung, die auf der Bodenoberfläche abgelagert ist, profitiert. Die Zunahme der Individuendichte von *L. terrestris*, der größten einheimischen Regenwurmart, bedingt einen beachtlichen Anstieg der Biomasse. Diese eine Art ist so in erster Linie für deren Zunahme auf der Fläche mit Mähgut aus der Landschaftspflege verantwortlich. Auf der Fläche mit Haushaltskompost tritt *L. terrestris* in geringeren Anteilen auf. Dadurch erklärt sich, dass dort die Biomasse vergleichsweise niedrig, sogar niedriger als auf der Kontrollfläche, ist.

Das Nahrungsangebot bestimmt auf landwirtschaftlichen Flächen entscheidend Individuendichte, Biomasse und Zusammensetzung von Regenwurmtaxozönosen. Wie stark diese Abhängigkeiten sind, konnte in verschiedenen Versuchen (unveröffentlicht) belegt werden.

So können Regenwürmer bei einem Besatz von ca. 80 Ind./m², wobei *L. terrestris* hohe Dominanzwerte hat, in der Zeitspanne vom Dreschen bis zur Maisansaat im Folgejahr 600 g Stroh (TS)/m² in den Boden ziehen.

Auf der anderen Seite führt Nahrungsentzug durch Entfernen der Strohmulchauflage in der gleichen Zeitspanne zu einer Verminderung von Individuendichte und Biomasse um ca. 50 %, wobei die Art *L. terrestris* in erster Linie betroffen ist.

Diese starke Abhängigkeit der Regenwürmer von der Nahrung erklärt, warum in kurzer Zeit bei hohem Angebot, Individuendichte und Biomasse so schnell ansteigen konnte.

Die unterschiedliche Wirkung von Haushaltskompost und Mähgut aus der Landschaftspflege auf Regenwurmpopulationen, speziell auf *L. terrestris*, ist darauf zurückzuführen, dass Haushaltskompost schon in stärkerem Maße abgebaut ist und so, im Vergleich mit dem Mähgut aus der Landschaftspflege, eine energieärmere Nahrung darstellt.

Zusammenfassung

Die Regenwurmtoxozönosen einer ortsüblich bewirtschafteten Fläche (mit Strohdüngung) und zweier zusätzlich mit unterschiedlichem organischen Material, mit Haushaltskompost und gehäckseltem Mähgut aus der Landschaftspflege, gedüngter Flächen wurden verglichen.

Bereits zwei Jahre nach der Applikation der Materialien war die Individuendichte der Regenwürmer auf der mit Haushaltskompost gedüngten Fläche signifikant höher als auf der Kontrollfläche (ortsüblich) und die der Fläche, die mit Landschaftspflegemähgut gedüngt war, wiederum signifikant höher als die der Fläche mit Haushaltskompost.

Die Biomassewerte der Fläche mit Haushaltskompost unterschieden sich nicht signifikant von denen der Kontrolle, die der Fläche mit dem Mähgut aus der Landschaftspflege waren aber signifikant höher.

Die Dominanzstruktur zeigte, dass *L. terrestris* auf der Fläche mit Haushaltskompost mit geringeren Anteilen vorkam als auf der Kontrollfläche. Die höchsten Dominanzwerte dieser Art zeigte die Fläche mit dem Mähgut aus der Landschaftspflege.

Die Differenzierungen der Individuendichte und Biomasse und die unterschiedliche Dominanzstruktur dürfte in erster Linie auf das unterschiedliche Nahrungsangebot in Form von Haushaltskompost und Mähgut aus der Landschaftspflege zurückzuführen sein.

Anhang

Tabelle I: Abundanz- und Biomassewerte (pro m²) der Regenwürmer der Fläche ohne zusätzliche organische Düngung (Kontrolle)

| | | L.ter. | L.rub. | A.cal. | A.ros. | O.lac. | L.cas. | juv. | Su.Ad. | Ges.Su. |
|-----------------|------|-------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|------|--------|---------|
| | | Individuendichte | | | | | | | | |
| 1. | 2 | - | 1 | - | - | - | - | 7 | 3 | 10 |
| 2. | - | - | - | - | - | - | - | 23 | - | 23 |
| 3. | 1 | - | - | - | - | - | - | 14 | 1 | 15 |
| 4. | 3 | 1 | - | - | - | - | - | 7 | 4 | 11 |
| 5. | - | - | 1 | - | 2 | - | - | 11 | 3 | 14 |
| 6. | 1 | - | - | - | - | - | - | 7 | 1 | 8 |
| 7. | 1 | 3 | - | 1 | - | - | - | 4 | 5 | 9 |
| 8. | 2 | 3 | 1 | - | - | - | - | 5 | 6 | 11 |
| 9. | - | 2 | - | - | - | - | - | 10 | 2 | 12 |
| 10. | 1 | 2 | 1 | - | - | - | - | 7 | 4 | 11 |
| Su: | 11 | 11 | 4 | 1 | 2 | - | - | 95 | 29 | 124 |
| Median | 1 | 0,5 | - | - | - | - | - | 7 | 3 | 11 |
| Mittel | 1,1 | 1,1 | 0,4 | 0,1 | 0,2 | - | - | 9,5 | 2,9 | 12,4 |
| Biomasse | | | | | | | | | | |
| | | L.ter. | L.rub. | A.cal. | A.ros. | O.lac. | L.cas. | juv. | Su.Ad. | Ges.Su. |
| 1. | 7,6 | - | 1,9 | - | - | - | - | 4,0 | 9,5 | 13,5 |
| 2. | - | - | - | - | - | - | - | 18,0 | - | 18,0 |
| 3. | 6,4 | - | - | - | - | - | - | 12,8 | 6,4 | 19,2 |
| 4. | 15,2 | 1,7 | - | - | - | - | - | 3,2 | 16,9 | 20,1 |
| 5. | - | - | 0,8 | - | 3,7 | - | - | 9,0 | 4,5 | 13,5 |
| 6. | 4,9 | - | - | - | - | - | - | 8,4 | 4,9 | 13,3 |
| 7. | 4,4 | 4,5 | - | 0,4 | - | - | - | 2,8 | 9,3 | 12,1 |
| 8. | 9,4 | 4,5 | 1,5 | - | - | - | - | 4,1 | 15,3 | 19,4 |
| 9. | - | 2,5 | - | - | - | - | - | 8,8 | 2,5 | 11,3 |
| 10. | 7,5 | 2,6 | 0,4 | - | - | - | - | 1,9 | 11,5 | 13,4 |
| Su: | 55,4 | 15,8 | 4,6 | 0,4 | 3,7 | - | - | 73,0 | 80,8 | 153,8 |
| Median | 5,7 | 0,9 | - | - | - | - | - | 6,2 | 7,8 | 13,5 |
| Mittel | 5,5 | 1,6 | 0,5 | 0,0 | 0,4 | - | - | 7,3 | 8,1 | 15,4 |

Tabelle II: Abundanz- und Biomassewerte (pro m³) der Regenwürmer der Fläche mit Haushaltskompost

| | mit Haushaltskompost | | | | | | | | | |
|---------------|----------------------|-------------|-------------|----------|----------|------------|-------------|-------------|--------------|--|
| | Individuendichte | | | | | Biomasse | | | | |
| | L.ter. | L.rub. | A.cal. | O.lac. | O.cya. | L.cas. | juv. | Su.Ad. | Ges.Su. | |
| 1. | - | 1 | 1 | - | - | - | 12 | 2 | 14 | |
| 2. | 5 | - | - | - | - | 1 | 12 | 6 | 18 | |
| 3. | 1 | 1 | 2 | - | - | - | 14 | 4 | 18 | |
| 4. | - | 3 | 1 | - | - | - | 19 | 4 | 23 | |
| 5. | 1 | 5 | 1 | - | - | 1 | 15 | 8 | 23 | |
| 6. | 1 | 1 | 2 | - | - | 2 | 12 | 6 | 18 | |
| 7. | - | 2 | 4 | - | - | - | 3 | 6 | 9 | |
| 8. | - | 2 | 1 | - | - | - | 5 | 3 | 8 | |
| 9. | 2 | - | 1 | - | - | - | 11 | 3 | 14 | |
| 10. | 1 | 4 | 1 | - | - | - | 4 | 6 | 10 | |
| Su: | 11 | 19 | 14 | - | - | 4 | 107 | 48 | 155 | |
| Median | 1 | 1,5 | 1 | - | - | - | 12 | 5 | 16 | |
| Mittel | 1,1 | 1,9 | 1,4 | - | - | 0,4 | 10,7 | 4,8 | 15,5 | |
| | L.ter. | L.rub. | A.cal. | O.lac. | O.cya. | L.cas. | juv. | Su.Ad. | Ges.Su. | |
| 1. | - | 0,8 | 1,1 | - | - | - | 5,7 | 1,9 | 7,5 | |
| 2. | 20,5 | - | - | - | - | 0,3 | 6,7 | 20,7 | 27,4 | |
| 3. | 3,5 | 1,7 | 1,9 | - | - | - | 6,2 | 7,1 | 13,3 | |
| 4. | - | 6,6 | 1,7 | - | - | - | 8,6 | 8,3 | 16,9 | |
| 5. | 5,0 | 7,3 | 1,2 | - | - | 0,3 | 7,6 | 13,8 | 21,4 | |
| 6. | 1,4 | 1,9 | 1,8 | - | - | 0,6 | 4,9 | 5,7 | 10,7 | |
| 7. | - | 3,3 | 4,9 | - | - | - | 1,1 | 8,2 | 9,3 | |
| 8. | - | 3,2 | 0,9 | - | - | - | 1,7 | 4,2 | 5,8 | |
| 9. | 6,9 | - | 1,1 | - | - | - | 7,5 | 8,0 | 15,6 | |
| 10. | 4,4 | 6,2 | 0,9 | - | - | - | 1,3 | 11,5 | 12,8 | |
| Su: | 41,7 | 30,9 | 15,5 | - | - | 1,2 | 51,4 | 89,4 | 140,7 | |
| Median | 2,5 | 2,5 | 1,2 | - | - | - | 5,9 | 8,1 | 13,0 | |
| Mittel | 4,2 | 3,1 | 1,6 | - | - | 0,1 | 5,1 | 8,9 | 14,1 | |

Tabelle III: Abundanz- und Biomassewerte (pro m²) der Regenwürmer der Fläche mit Mähgut aus der Landschaftspflege

| | mit Mähgut aus der Landschaftspflege | | | | | | | | | |
|---------------|--------------------------------------|-------------|------------|------------|------------|------------|--------------|--------------|--------------|--|
| | Individuendichte | | | | | Biomasse | | | | |
| | L.ter. | L.rub. | A.cal. | A.ros. | O.lac. | L.cas. | juv. | Su.Ad. | Ges.Su. | |
| 1. | 5 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 20 | 11 | 31 | |
| 2. | 7 | 1 | - | - | - | - | 17 | 8 | 25 | |
| 3. | 6 | 1 | 1 | 1 | - | - | 22 | 9 | 31 | |
| 4. | 5 | - | 1 | - | - | - | 16 | 6 | 22 | |
| 5. | 6 | 3 | 1 | 1 | - | - | 25 | 11 | 36 | |
| 6. | 6 | 1 | 1 | - | - | - | 25 | 8 | 33 | |
| 7. | 5 | - | - | - | - | 2 | 31 | 7 | 38 | |
| 8. | 6 | - | - | 1 | 2 | 1 | 48 | 10 | 58 | |
| 9. | 10 | - | - | - | - | - | 27 | 10 | 37 | |
| 10. | 7 | - | 2 | - | - | - | 32 | 9 | 41 | |
| Su: | 63 | 8 | 7 | 4 | 3 | 4 | 263 | 89 | 352 | |
| Median | 6 | 0,5 | 1 | - | - | - | 25 | 9 | 34,5 | |
| Mittel | 6,3 | 0,8 | 0,7 | 0,4 | 0,3 | 0,4 | 26,3 | 8,9 | 35,2 | |
| | L.ter. | L.rub. | A.cal. | A.ros. | O.lac. | L.cas. | juv. | Su.Ad. | Ges.Su. | |
| 1. | 23,8 | 3,1 | 0,8 | 0,5 | 1,4 | 0,3 | 11,3 | 30,0 | 41,3 | |
| 2. | 36,5 | 1,3 | - | - | - | - | 8,6 | 37,8 | 46,3 | |
| 3. | 26,4 | 1,6 | 0,8 | 0,3 | - | - | 13,6 | 28,9 | 42,5 | |
| 4. | 21,9 | - | 0,9 | - | - | - | 9,3 | 22,8 | 32,0 | |
| 5. | 29,1 | 5,3 | 0,9 | 0,6 | - | - | 14,1 | 35,8 | 49,9 | |
| 6. | 33,4 | 1,5 | 1,1 | - | - | - | 10,2 | 36,0 | 46,2 | |
| 7. | 25,6 | - | - | - | - | 0,4 | 16,4 | 25,9 | 42,3 | |
| 8. | 26,5 | - | - | 0,2 | 2,3 | 0,4 | 15,4 | 29,4 | 44,8 | |
| 9. | 44,1 | - | - | - | - | - | 13,0 | 44,1 | 57,1 | |
| 10. | 30,5 | - | 2,3 | - | - | - | 15,0 | 32,8 | 47,8 | |
| Su: | 297,8 | 12,8 | 6,6 | 1,6 | 3,6 | 1,1 | 126,8 | 323,4 | 450,3 | |
| Median | 29,8 | 0,6 | 0,7 | - | - | - | 13,8 | 34,3 | 45,5 | |
| Mittel | 29,8 | 1,3 | 0,7 | 0,2 | 0,4 | 0,1 | 12,7 | 32,3 | 45,0 | |

4.5 Ertragsentwicklung durch die Düngung mit Grüngutabfällen (Peretzki)

Untersuchungsmethoden

- Ertragsfeststellung: Berechnung der Erträge auf 86 % TS, Umrechnung von Silo-, Körnermais und Raps auf Getreideeinheiten
1 dt Rapserttrag (91 % TS) = 2 GE
1 dt Körnermaisertrag (86 % TS) = 1 GE
128 KSTE = 1 GE (Auswertung der Jahre 1993 – 1997)
0,7 GJNEL = 1 GE (ab 1998)
- N-Gehalt der Erntefrüchte: Aufschluss nach Kjeldal
- Organische Substanz der organischen Dünger: Glühverlust bei 550 Grad C
- Nährstoffgehalt der organischen Dünger: Säureaufschluss, spektroskopische Bestimmung (AAS oder Photometrie)
- Nmin-Gehalte im Boden: Extraktion mit 0,01 molarer Ca-Chloridlösung, Bestimmung mit Autoanalyser

Ertragsentwicklung

Aus landwirtschaftlicher Sicht interessiert vor allem die erzielbare Ertragswirkung. Der größte Einfluss auf den Pflanzenwuchs geht dabei erfahrungsgemäß von der verfügbaren Menge an Stickstoff aus. Phosphor und Kali spielen für die Ertragssteigerung nur eine geringe Rolle und sind in Grüngut etwa wirkungsgleich mit Mineraldünger einzuschätzen. Mehr- oder Mindererträge durch bestimmte Düngemaßnahmen lassen sich deshalb für praktische Aussagen letztlich gut auf die N-Wirkung beziehen.

Im Durchschnitt über die bisherige Versuchszeit und alle Versuchsstandorte zeigt sich, dass durch die kontinuierliche Aufbringung (über 8 bis 11 Jahre, je nach Versuchsbeginn) z. T. signifikante Mehrerträge erzielt werden konnten. Diese waren mit 5,1 Getreideeinheiten (GE) beim gehäckselten Mähgut aus der Landschaftspflege am höchsten (Abbildung 13) und beim Grüngutkompost mit 0,7 GE /ha am niedrigsten. Eine Getreideeinheit entspricht einem Getreideertrag von einer dt und ermöglicht durch Umrechnungsfaktoren den Vergleich mit Erträgen von Nichtgetreidearten (z. B. Silomais oder Raps). Der Standort Ellzee wurde nicht in die Mittelwertsberechnung einbezogen, da dort statt Grüngutkompost Klärschlamm ausgebracht wurde. Der Vergleich der Mittelwerte erfolgte mit dem Student-Newman-Keuls-Test. Keine signifikanten Unterschiede ergaben sich bei Grüngutkompost im Vergleich zu ohne organische Düngung und zwischen Haushaltskompost und gehäckselten Gartenabfällen.

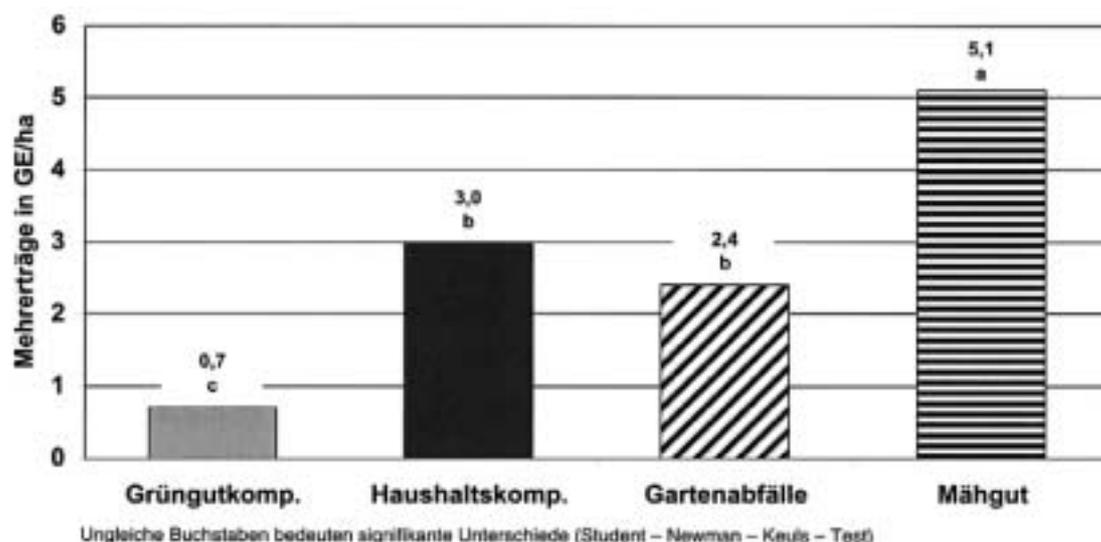


Abbildung 13: Mehrerträge durch Grüngut- und Haushaltsabfälle, Mittelwert aus 11 Standorten und 8 bis 11 Jahren Anwendungszeit

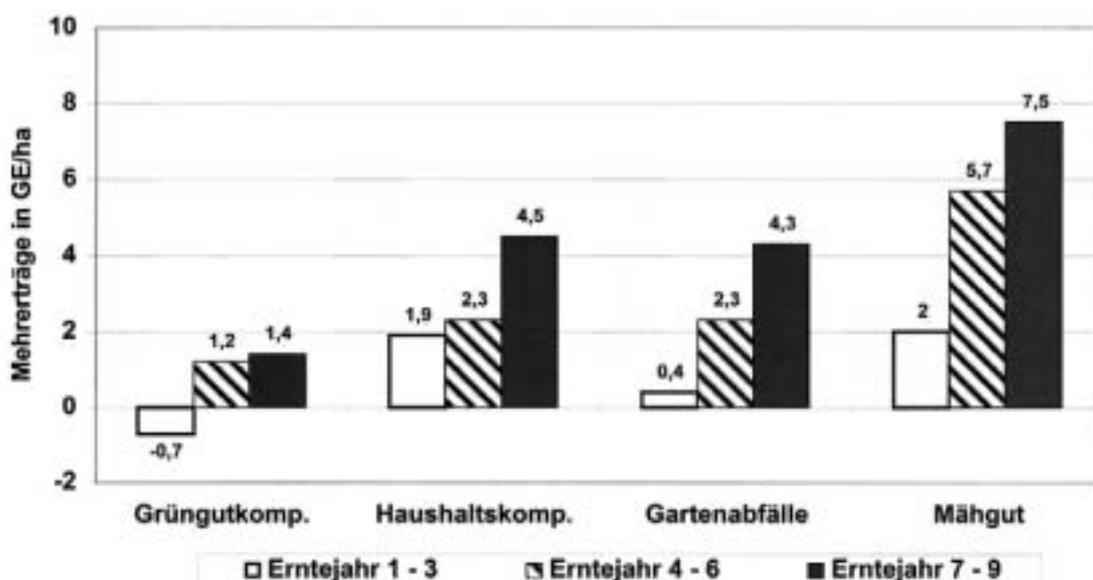


Abbildung 14: Ertragsentwicklung, Mittelwert aus 11 Standorten und je Fruchtfolgerotation

Der Durchschnittswert lässt jedoch keine Beurteilung der Ertragsentwicklung über die Jahre zu. Wird die Ertragsentwicklung dargestellt (Abbildung 14) so zeigt sich, dass die Erträge durch die Ausbringung von Grüngut kontinuierlich ansteigen. Grüngutkompost wirkte in den ersten drei Jahren negativ, das heißt die Erträge sanken durch diese Maßnahme. Erst ab der zweiten Fruchtfolgeperiode zeigten sich Mehrerträge. Dieser zu beobachtende Ertragsanstieg lässt sich aus den ansteigenden N- und C-

Gehalten im Boden erklären (Abbildung 3 und 4). Diese wiederum stammen aus dem an schwer abbaubarer organischer Substanz gebundenen N der einzelnen organischen Dünger.

Bei den Gartenabfällen konnten sofort geringe positive Wirkungen registriert werden. Mähgut aus der Landschaftspflege und Kompost aus Haushaltungen wiesen in den ersten Jahren nach der Anwendung bereits deutliche Mehrerträge auf. Mit Mähgut wurde aber auch wesentlich mehr und offensichtlich schneller verfügbarer Stickstoff ausgebracht.

Welche kurzfristigen Auswirkungen die Ausbringung auf den Ertrag hat, zeigt Abbildung 15. Im Durchschnitt der drei Fruchtfolgeperioden bewirkten Haushaltskompost und insbesondere Mähgut gleich im ersten Jahr nach der Ausbringung deutliche Mehrerträge. Bei den Gartenabfällen und Grün- gutkompost fielen diese gering aus. Ursache dafür könnten bei Gartenabfällen der hohe Holzanteil (N-Festlegung), aber auch Störungen bei der Saat sein, insbesondere wenn Raps nachfolgt. Im zweiten Jahr nach der Ausbringung waren überall Mehrerträge zu verzeichnen, eine besonders starke Steigerung trat bei den Gartenabfällen ein.

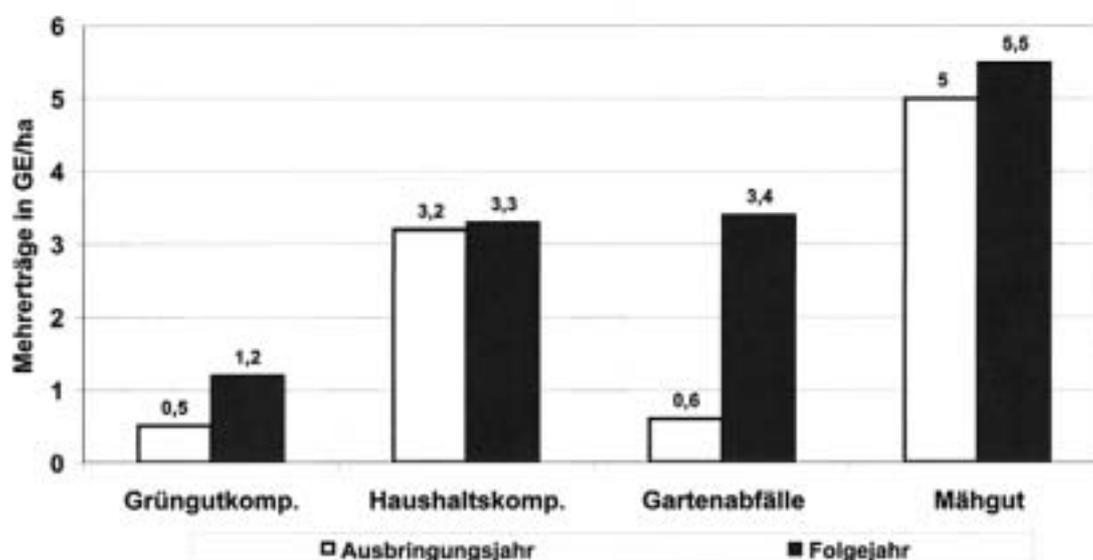


Abbildung 15: Vergleich der Ertragswirkung im Jahr der Ausbringung zum nächst folgenden Jahr (Durchschnitt der 3 Fruchtfolgeperioden)

Ertragswirkung verglichen mit Mineraldünger-Stickstoff

Um für die Praxis umsetzbare Empfehlungen zu erarbeiten, ist ein Vergleich mit der Wirkung von Mineraldünger-N nützlich (Abbildung 16). Brachte z. B. der laufende Mähguteinsatz im Durchschnitt des 7. und 8. Jahres etwa die gleiche Ertragswirkung wie 43 kg N aus Mineraldünger und wurden da-

bei durchschnittlich 153 kg N/ha und Jahr mit dem Mähgut ausgebracht, ergibt sich zu diesem Zeitpunkt insgesamt ein Wirkungsgrad von 28 % (Tabelle 8). Dieser Wert wird als Stickstoff-Mineraldüngeräquivalent (N-MDÄ) bezeichnet. Für Haushaltskompost und Gartenabfälle beträgt dieses ca. 23 %, für Grüngutkompost 13 %. Wenn weiterhin organische Dünger ausgebracht werden, ist mit einer weiter steigenden Nachwirkung zu rechnen.

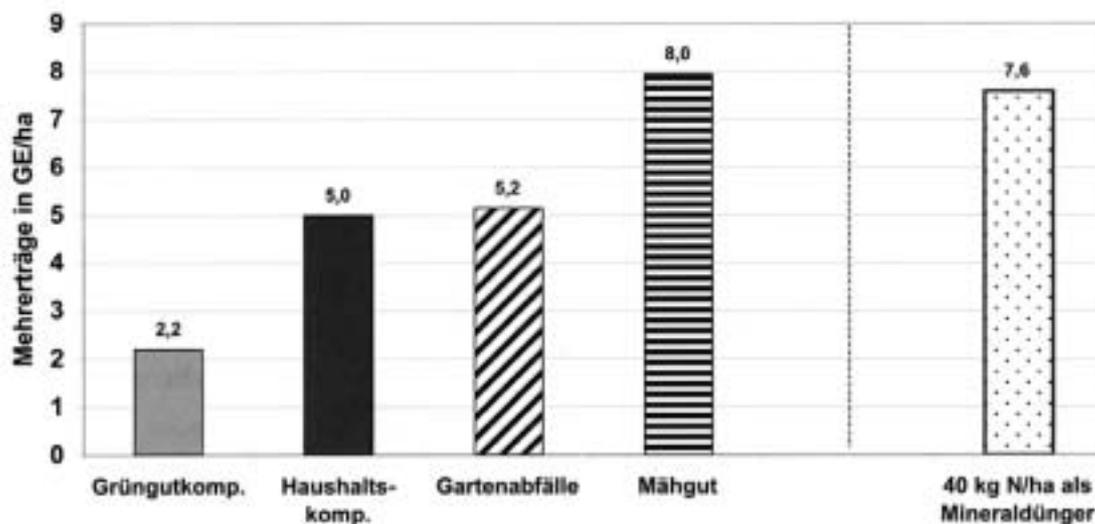


Abbildung 16: Ertragswirkung im 7. bis 9. Jahr der Anwendung im Vergleich zu 40 kg N /ha Mineraldüngung , Mittelwert aus 11 Standorten

Tabelle 8: Abschätzung der N-Wirkung in % des eingesetzten N aus organischen Düngern im Vergleich zu Mineraldünger-N (N-MDÄ), Durchschnitt 7. bis 9. Jahr der Anwendung

| Bioabfallart | N-Wirkung ausgedrückt in kg N-Mineraldü. | Ø ausgebrachte N-Menge/Jahr mit org. Düngern | Ertragswirkung in % im Vergleich zu Min.Dünger-N |
|------------------|--|--|--|
| Grüngutkompost | 12 | 93 | 13 |
| Haushaltskompost | 27 | 111 | 24 |
| Gartenabfälle | 28 | 121 | 23 |
| Mähgut | 43 | 153 | 28 |

Ursache für diese Ertragssteigerungen sind die zugeführten Humus- und Stickstoffmengen, die in schnell abbaubarer sowie schwer abbaubarer Form zugeführt werden. Aus der Anreicherung im Boden resultiert eine steigende N-Nachlieferung und eine Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit.

Eine Modellrechnung für die N-Anreicherung ist in Tabelle 9 dargestellt. Unterstellt wird dabei eine gleichmäßige N-Mineralisierungsrate des zugeführten N von 3 %, ähnlich dem des im Boden befindlichen Humus-N. Das Gleichgewicht zwischen Zu- und Abfuhr stellt sich danach erst nach etwa 100 Jahren ein. Nach 10 Jahren ergibt sich ein N-MDÄ von ca. 26 %, was in etwa dem Ergebnis des Haushaltskompostes entspricht.

Zu berücksichtigen ist allerdings, dass durch eine einzelne Kultur immer nur ein mehr oder weniger großer Anteil (ca. 50 bis 90%) des durch die Mineralisierung freigesetzten N aufgenommen werden kann, weil die Mineralisierung im Gegensatz zur N-Aufnahme der Kulturpflanzen ganzjährig abläuft. Diese Lücken können durch den Anbau von Zwischenfrüchten geschlossen werden. Im Versuch waren keine Zwischenfrüchte vorgesehen.

Tabelle 9: Abschätzung der N-Freisetzung und des verbleibenden N im Boden, wenn jährlich mit Kompost 100 kg N ausgebracht werden und dieser mit 3 % mineralisiert wird

| Jahre der Anwendung | Summe ausgebrachte N-Mengen (kg/ha) | Freigesetzte N-Menge/Jahr (kg/ha) | N-Anreicherung im Boden (kg/ha) |
|----------------------------|--|--|--|
| 1 | 100 | 3 | 97 |
| 2 | 200 | 6 | 191 |
| 3 | 300 | 9 | 282 |
| 10 | 1000 | 26 | 849 |
| 50 | 5000 | 78 | 2528 |
| 100 | 10000 | 95 | 3080 |

Betrachtung einzelner Standorte

Die einzelnen Standorte verhalten sich aus bisher noch nicht genau bestimmbar Gründen unterschiedlich in ihrer Reaktion auf die Anwendung organischer Dünger. In Seligenstadt und Baumannshof wurden gute, in Eglharting und Frieding schlechte Ertragswirkungen erzielt. Dies hängt sicherlich von verschiedenen Gründen ab (Durchwurzelungstiefe, N-Auswaschungsgefahr, Fruchtart, Fruchtfolge, Zwischenfruchtanbau, Zusammensetzung des org. Düngers, Unterschiede in der Bodenbelegung, Bodenstruktur), jedoch fällt bei diesen beiden Standorten die Flachgründigkeit ins Auge. Erst nach weiterer Versuchserfahrung und Datensammlung können die Ursachen genauer bestimmt werden.

Verfügbare Stickstoffgehalt im Boden

Ob sich aus den mit Kompost und Grüngut vorgenommenen Düngungen ein Einfluss auf den Nitratgehalt im Boden im Herbst ergibt, kann mit Nmin-Untersuchungen erkannt werden. Im Durchschnitt über alle mineralischen N-Stufen weisen die Herbst-Nmin-Gehalte im 7. bis 9. Jahr eine Steigerung von 20 kg/ha beim Mähgut, 6 kg bei Grüngutkompost, 10 kg bei Haushaltskompost und 15 kg bei Gartenabfällen im Vergleich zu ohne org. Düngung auf (Abbildung 17). Damit zeigt sich, dass aus dem leichter organisch gebundenen N des Mähgutes oder der Gartenabfälle durch die im Herbst nach der Ausbringung stattfindende N-Mineralisierung höhere N-Gehalte und ein höheres Nitratauswaschungsrisiko bewirkt wird. Bei Komposten erhöht sich dieses Risiko nach einer stärkeren Humusanreicherung durch langjährige Anwendung erst im Laufe der Zeit. Um diese erhöhte N-Mineralisierung dem Boden im Herbst zu entziehen ist der Anbau von Zwischenfrüchten notwendig. Dies gilt generell bei langfristigem Einsatz organischer Dünger.

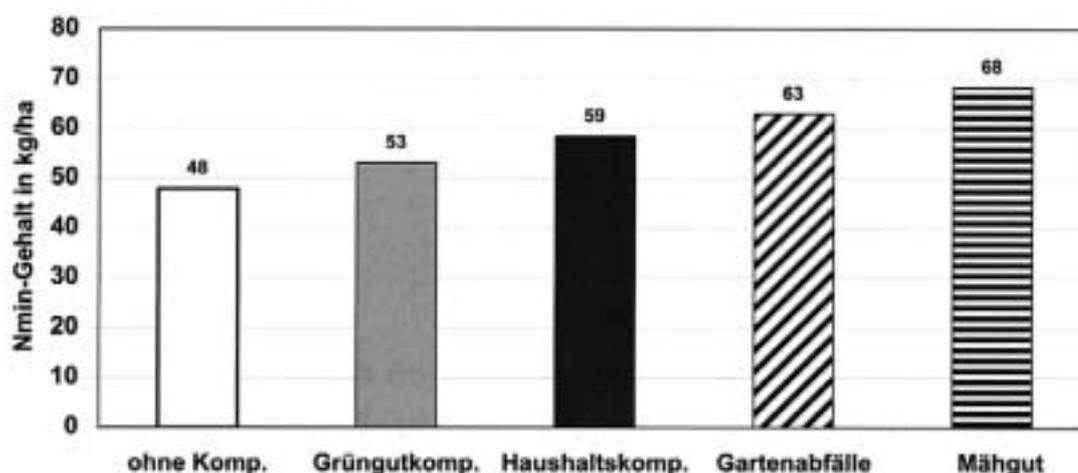


Abbildung 17: Auswirkung auf die Herbst Nmin-Gehalte im Boden (ohne Zwischenfruchtanbau), Mittelwert aus 7. bis 9. Jahr nach der 1. Ausbringung

4.6 Unkrautproblematik

Durch die Erhitzung während der Kompostierung werden Pflanzensamen mit großer Sicherheit abgetötet. Bei nichtkompostiertem Grüngut entfällt diese Erhitzung. Folglich werden, je nach Herkunft des Grüngutes, keimfähige und auf Ackerland problematische Unkrautsamen ausgebracht. Auf den acht Standorten und zusätzlich angelegten Versuchen konnte zwar ein höherer Unkrautauflauf beobachtet

werden, der jedoch durch die üblichen Bekämpfungsmaßnahmen beseitigt wurde. Die Anzahl bestimmter aufgelaufener Unkräuter auf dem Standort Obersfeld (Landkreis Würzburg) vor der Unkrautbekämpfung zeigt Tabelle 10. Von Mähgut aus Feuchtflächen geht diesbezüglich keine Gefahr aus, da die dort heimischen Pflanzen nicht auf Ackerstandorten gedeihen.

Tabelle 10: Auswirkung auf die Verunkrautung nach der Ausbringung von unkompostiertem Mähgut verschiedener Herkunft (Standort Obersfeld)

| | Mäh- bzw. Grüngutart | Menge t TS/ha | Unkrautbesatz (Anzahl auf 3 m ²) vor der Unkrautbehandlung | | | | |
|---|--------------------------------------|------------------|--|---------|-------------|------------------|----------|
| | | | Klettenlabkraut | Kamille | Gänsedistel | Windenknoöterich | Sonstige |
| 1 | Ohne Grüngut | - | 6 | 9 | 14 | 4 | 23 |
| 2 | Mähgut aus trockenem Standort | 10 | 18 | 14 | 25 | 16 | 52 |
| 3 | Mähgut aus Feuchtfläche (Grabenrand) | 10 | 9 | 4 | 16 | 5 | 37 |
| 4 | Kulap-Mähgut, Heckenrand | 10 | 12 | 10 | 19 | - | 66 |

5. Diskussion der gesamten Versuche

- Die vorgestellten Versuche zeichnen sich durch Ergebnisse aus die unter sehr praxisnahen Bedingungen erzielt wurden. Durch die lange Laufzeit und den Umstand, dass die eingesetzten org. Dünger jeweils aus der Region stammen, unterliegt die Zusammensetzung größeren Schwankungen. Dies trifft generell aber auch für die Gegebenheiten in der Praxis zu. Aufgrund dieser Streuung wird von der Betrachtung einzelner Standorte vorerst abgesehen, obwohl durchaus Unterschiede erkennbar sind.
- Ertragsverbesserungen können durch viele Faktoren begründet werden. Bodenfruchtbarkeit im Sinne der Landwirtschaft wird als Steigerung des Ertragspotentials angesehen und stellt ein sehr komplexes Wirkungsgefüge dar. Als wesentlich wird dabei bisher die Nährstoffverfügbarkeit im Allgemeinen und N-Verfügbarkeit im Besonderen angesehen. Wie hoch die Ertragsfähigkeit eines einzelnen Standortes durch andere Faktoren verbessert wurde, konnte nicht bestimmt werden.
- An einigen Standorten zeigte sich keine gute Ertragswirkung. Mit den im Versuch möglichen Untersuchungen sollte es aber gelingen Gründe für die Grenzen der organischen Düngung zu finden.
- Eine wesentliche Frage ist, wie hoch der Humusgehalt ansteigen darf, um noch als standortgerecht angesehen werden zu können. Diese Bewertung ist hinsichtlich möglicher Umweltbelastungen bei

längerfristigem Einsatz notwendig. Nachdem in den Versuchen innerhalb eines Zeitraumes von 8 Jahren ein Anstieg der Herbst-Nmin-Werte um bis zu 20 kg gemessen wurde und außerdem der Verbleib eines Teiles des ausgebrachten N noch offen ist, kommt der Frage Gewicht zu.

- Auch die Verbesserung der Bodenstruktur, das heißt z. B. die Erhöhung der Bodenlockerung dürfte an Grenzen hinsichtlich der Ansprüche der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen stoßen. Gleiches gilt wohl auch für die Mikrobiologie.

Danksagung an Herrn Heigl, Herrn Offenberger, Frau Plattner, den Damen und Herren in den Labors und an die Mitarbeiter an den Landwirtschaftsämtern für die geleistete wertvolle Arbeit.

6. Literatur

Anderson JPE, Domsch KH (1978) A physiological method for the quantitative measurement of microbial biomass in soils. *Soil Biol Biochem* 10; 215-221.

Anonym (1991): Vom Grüngut zum Kompost. Leitfaden für die Kompostierung von pflanzlichen Rückständen. Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen.

Bauchhenß, J. (1981): Artenspektrum Diversität und Umsatzleistung von Limbriciden auf unterschiedlich bewirtschafteten Grünlandflächen verschiedener Standorte Bayerns – *Bayer. Landw. Jb.* 59, 119-124.

Bauchhenß, J. (1998): Methodik und Relevanz von Regenwurmuntersuchungen auf Boden-Dauerbeobachtungsflächen (BDF) – *Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft*, 87, 347-350.

Capriel, P.(1997): Hydrophobicity of the organic matter in arable soils: influence of management. *Eur. Journal of Soil Sci.* 48, 457-462.

Ebertseder, Th. (1997): Qualitätskriterien und Einsatzstrategien für Komposte aus Bioabfall auf landwirtschaftliche genutzten Flächen. Dissertation an der TU-München-Weihenstephan.

Ebertseder, Th.; Gutser, R. und N. Claasen (1997): Bioabfallkompost-Qualität und Anwendung in der Landwirtschaft. *Bioabfallkompostierung*. Bayerisches Landesamt für Umweltschutz.

Gronauer, A.; Claasen, N.; Ebertseder, Th.; Fischer, P.; Gutser, R.; Helm, M.; Popp, L. und H. Schön (1997): Bioabfallkompostierung. Schriftenreihe des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz, Heft 139.

Gottschall, R. (1998): Kompostierung. Optimale Aufbereitung und Verwendung organischer Materialien im ökologischen Landbau. Verlag C. F. Müller, Karlsruhe.

Heinemeyer O, Insam H, Kaiser EA, Walenzik G (1989) Soil microbial biomass and respiration measurements ; an automated technique based on infrared gas analysis. Plant and Soil 116; 77-81.

Helm, M. (1995): Prozessführung bei der Kompostierung von organischen Reststoffen aus Haushalten. KTBL-Schrift Nr. 371, Darmstadt.

Herr, S. und J. Bauchhenß (1987): Einfacher Bestimmungsschlüssel für Regenwürmer – Schule und Beratung, 87, 2, III 15-20.

Klinke, M. (1996): Mähgutverwertung durch Verfahren der Flächen- und Mietenkompostierung. VDLUFA-Kongressband 1996, S. 421-424.

Kluge, R.; Mokry, M.; Timmermann, F.; Übelhör, W.; Zauner, G. und G. Stahr (2001): Direktverwertung von Grünguthäcksel in der Landwirtschaft. Tätigkeitsbericht der Staatlichen Landwirtschaftlichen Untersuchungs- und Forschungsanstalt Augustenburg, 54-58.

Peretzki, F. und L. Heigl (1998): Pflanzenbauliche Wirkung von Sekundärrohstoffdüngern. Schule und Beratung 4-5/98, IV-1 bis IV-4.

Timmermann, F. und R. Kluge (1996): Direktverwertung von Grünguthäcksel im Ackerbau. VDLUFA-Kongressband 1996, S. 523-536.

Sachs, L. (1991): Angewandte Statistik, 7. Auflage Berlin, Heidelberg 1992, 846 p.

Adressen:

LD Franz Peretzki
Institut für Agrarökologie, Ökologischen Landbau und Bodenschutz
Arbeitsgruppe Organische Düngung, Atmosphärensenschutz (IAB 2b)
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
Vöttinger Str. 38
85354 Freising
E-Mail: Franz.Peretzki@LfL.bayern.de

RD Dr. Johannes Bauchhenß
Institut für Agrarökologie, Ökologischen Landbau und Bodenschutz
Arbeitsgruppe Bodenzoologie (IAB 4a)
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
Vöttinger Str. 38
85354 Freising
E-Mail: Johannes.Bauchhenss@LfL.bayern.de

ORR Dr. Robert Beck
Abteilung Qualitätssicherung und Untersuchungswesen
Sachgebiet Agrarbiologie (AQU 2)
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
Vöttinger Str. 38
85354 Freising
E-Mail: Robert.Beck@LfL.bayern.de

ORR Robert Brandhuber
Abteilung Information, Wissensmanagement
Sachgebiet Agrarbiologie (AIW 3)
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
Vöttinger Str. 38
85354 Freising
E-Mail: Robert.Brandhuber@LfL.bayern.de

ORR Dr. Peter Capriel
Institut für Agrarökologie, Ökologischen Landbau und Bodenschutz
Arbeitsgruppe Humushaushalt, Bodenphysikalisches Labor (IAB 4b)
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
Vöttinger Str. 38
85354 Freising
E-Mail: Peter.Capriel@LfL.bayern.de

Schadstoffproblematik

Christa Müller

Der Beitrag von Frau Müller lag bei Drucklegung noch nicht vor.

Adresse:

RRin Christa Müller
Institut für Agrarökologie, Ökologischen Landbau und Bodenschutz,
Arbeitsgruppe Bodenschadstoffe (LAB 1b)
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
Vöttinger Str. 38
85354 Freising
E-Mail: Christa.Mueller@LfL.bayern.de

Grüngut: Kompostieren oder direkt ausbringen – ein Kostenvergleich

Paul-Michael Rintelen

In dem Nährstofftransfer vom Grünland und Wald zum Ackerland lag die hohe Wertschätzung begründet, die man den Wiesen als *Mutter des Ackerlandes* in früheren Zeiten entgegenbrachte. Grünlandarme und damit vieharme Gegenden waren wirklich arm. Nur alle sechs bis neun Jahre wurde Wirtschaftsdünger auf die Brachfelder ausgebracht, und auch dann wurden oft nur die besten, dem Dorf am nächsten gelegenen Äcker mit der höchsten Bonitätsstufe gezielt gedüngt.

So gesehen geht es unseren Äckern heute besser. Die Frage, ob auf Ackerflächen Landschaftspflegematerial aufgebracht werden sollen oder nicht, stellt sich heute unter anderem Blickwinkel.

1. Rahmenbedingungen für die Beurteilung der verschiedenen Verwertungsverfahren

Direkt nach dem Mähen von Wiesen oder Häckseln von Gehölzen das anfallende organische Material auf Ackerflächen auszubringen ist naheliegend. Bei meist geringen Transportentfernungen fällt kein weiterer Aufwand durch Kompostumsetzen an, Sickersäfte sind keine Probleme, der Energieeinsatz ist in summa gering. Nur: diese auf den ersten Blick einfache Problemlösung wird nicht überall angewandt. Allein ein reiner Kostenvergleich zur Weiterbehandlung von Landschaftspflegematerial kann die Frage daher nicht beantworten, weshalb diese Direktverwertung nicht überall gewählt wird.

Unberücksichtigt bleiben bei der reinen Kostenkalkulation der direkter Ausbringung folgende Punkte:

- Sind die Zeitfenster deckungsgleich, in denen gemäht wird und befahrbare Ackerflächen bereitstehen?
- Kommt es zu zusätzlicher Verunkrautungen?
- Wie hoch ist der „Düngewert“?
- Wie ist es rechtlich zu werten, wenn Pflegegut auf den Flächen anderer Betriebe ausgebracht wird ?

Die betriebswirtschaftliche Kalkulation zeigt eine rein technisch Betrachtung, die allerdings dann unter Berücksichtigung der vorgenannten Punkte zu werten ist.

Das organische Material aus der Landschaftspflege erst zu Kompostieren und dann als Dünger auf die Flächen auszubringen, ist die energieaufwändigste Alternative zur direkten Verwertung. Dabei ist es zweitrangig, ob auf einem landwirtschaftlichen Betrieb auf Silo- oder Kompostplatten oder in kommerziellen Großanlagen die Verrottung erfolgt. Kompost ist Dünger, der mit seinen Inhaltsstoffen beschrieben und in der Düngebilanz des Betriebes verrechnet wird. Er kann sowohl auf Acker- wie auf Grünlandflächen ausgebracht werden und ist grundsätzlich ein marktfähiges Produkt. Grün- und Häckselgut aus Landschaftspflege hingegen ist nicht klar definiert in seiner Wirkung auf Boden und Pflanzen. Es kommt auf die Herkünfte an.

Eine weitere Alternative zum Kompostieren und direktem Ausbringen ist eine energetische Verwertung von Grünlandaufwuchs direkt oder als Silage in einer Biogasanlage und das Verbrennen von Häckselgut in entsprechenden Anlagen.

2. Verfahrensbeschreibung

Bei dem Verfahren „Flächenpflege“ wird von einem Grünertrag von 200 dt/ha ausgegangen. Dies entspricht dem mittleren Ertrag des ersten Schnittes einer 1 bis 2schürigen Wiese. Verfahrenskosten bei höheren Erträgen oder mehr Schnitten leiten sich entsprechend daraus ab.

Da das Mähen für die weitere Verwendung des Grüngutes nicht wesentlich ist, wird hier als Standardverfahren das Kreiselmähwerk mit anschließendem Schwanden angesetzt. Aufwändiges Mähen und Bergen von Hand sowie ungünstige Flächenstruktur ändert die Relationen der anschließenden Verwertungsverfahren nicht. Ziel der Kalkulationen ist es, die Unterschiede der Verwertungsverfahren herauszustellen, nicht die Gesamtkosten der Flächenpflege darzulegen. Diese liegen i.d.R. höher als die angegebenen Werte.

Der besseren Vergleichbarkeit halber sind alle Kosten den Preisvorschlägen der bayerischen Maschinenringe entnommen, ebenso die Lohnkosten. Zuschläge wurden aus den genannten Gründen nicht vorgenommen.

Die Verfahren im einzelnen:

- Direktausbringungsverfahren
 - Verfahren 1
 - Kurzschnittladewagen mit Dosierwalze
 - direktes Ausbringen auf Ackerflächen

- Verfahren 2
 - Kurzschnittladewagen
 - Abkippen am Rand der Pflegefläche
 - Aufladen mit Frontlader auf Miststreuer und Ausbringen auf Ackerflächen

- Verfahren 3
 - Selbstfahrfeldhäcksler, Aufladen im Parallelbetrieb auf Kipper mit Aufbau
 - Abkippen am Rand der Pflegefläche
 - Aufladen mit Frontlader auf Miststreuer und Ausbringen auf Ackerflächen

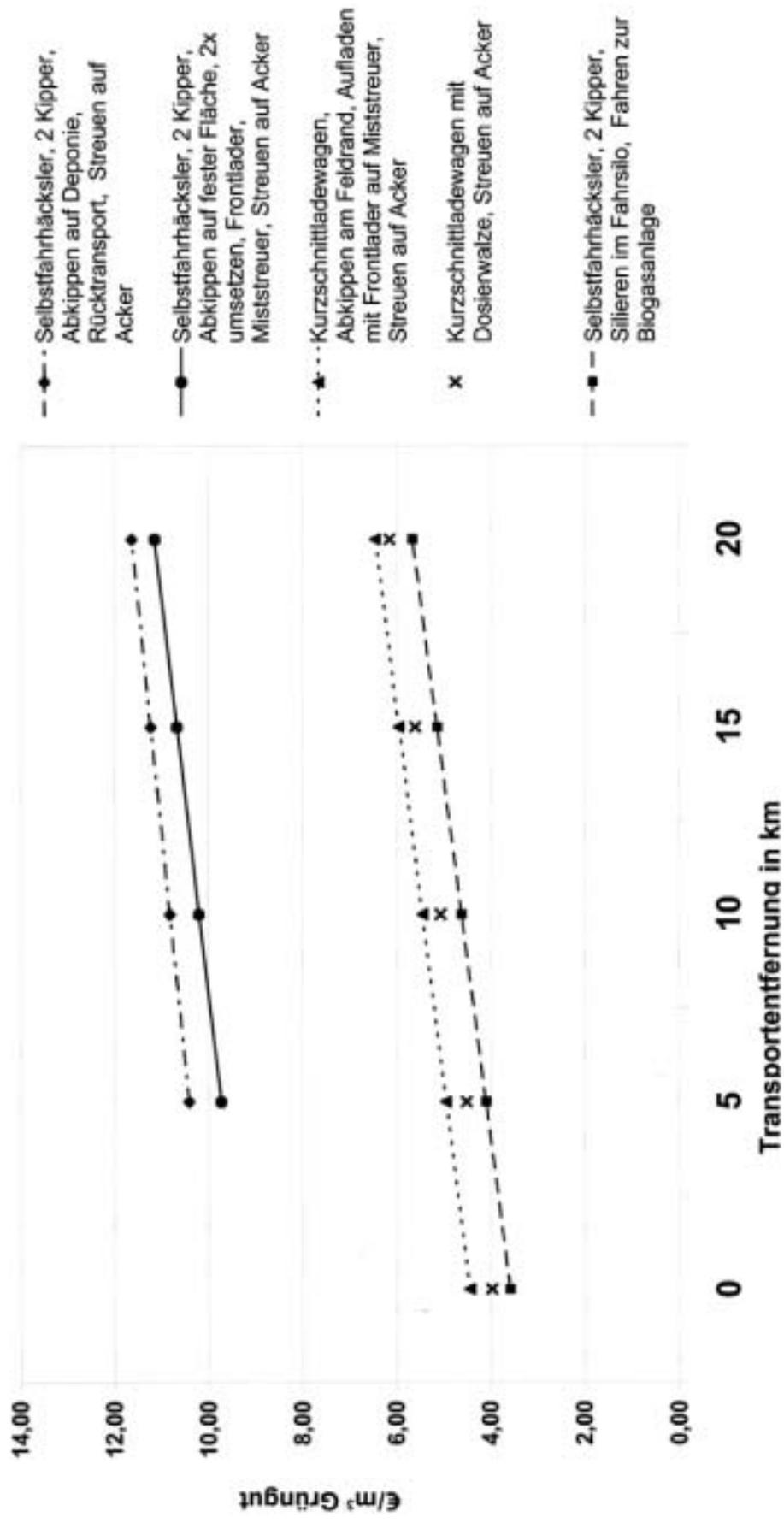
- Kompostieren
 - Verfahren 4
 - Selbstfahrfeldhäcksler, Aufladen im Parallelbetrieb auf Kipper mit Aufbau
 - Abkippen auf Deponiefläche
 - Rücktransport mit Miststreuer und Ausbringen auf Acker- oder Grünlandfläche

- Energetische Verwertung
 - Verfahren 5
 - Selbstfahrfeldhäcksler, Aufladen im Parallelbetrieb auf Kipper mit Aufbau
 - 2/3 Silieren, 1/3 direkt an Biogasanlage liefern

3. Kostenvergleich der Verfahren der Flächenpflege

Die Landwirtschaft ist ein Transportgewerbe wider Willen, auch dort, wo sie reine Landschaftspflege betreibt. Ein Verfahrensvergleich muss daher auch die entfernungsabhängigen Kosten für den Transport des Grüngutes berücksichtigen.

In der Darstellung 1 sind die Gesamtkosten je m^3 Grünmasse (mit einer Dichte von 2,4 bis $3,0 \text{ dt}/m^3$), gestaffelt nach unterschiedlichen Transportwegen, zusammengefasst. Erwartungsgemäß ist das Direktausbringen auf Ackerflächen von der Kostenseite her am günstigsten zu beurteilen. Dieses Verfahren sollte dort greifen, wo die zu Beginn diskutierten Einschränkungen nicht wesentlich sind. Die Direktausbringung setzt vor allem voraus, dass zeitgleich zum Schnitt Ackerflächen befahren werden können.



Darstellung 1: Verfahrenskosten bei unterschiedlichen Entfernungen (Maschinenringsätze ohne Zuschläge)

In allen anderen Fällen müssen Alternativen gewählt werden. Absätziges Verfahren, bei denen das Schnittgut zwischengelagert werden muss, haben immer als Kostenfaktor das Aufladen mit dem Frontlader zu tragen. Die günstigeren Transportkosten mit einem Miststreuer gegenüber einem teureren Ladewagen kompensieren selbst bei größeren Entfernungen nicht die Kosten des Umladens.

Eine interessante Alternative bietet die Verwertung von Grüngut in Biogasanlagen. Da diese Anlagen eine kontinuierliche Beschickung erfordern, ist ein Silieren notwendig. Die Qualität der Silage sollte zumindest im mittleren Bereich liegen, d. h. der Schnitt sollte vor der Blüte genommen werden. Dann ist eine Gasausbeute zu erwarten, die zwar die Silage nicht mehr entlohnt, aber die Vollkosten der Anlage trägt. Das Landschaftspflegegut muss also als Silage frei Fermenter bereitgestellt werden.

So wie das Kompostieren kann die Verwertung über Biogasanlagen auch in Grünlandgebieten eingesetzt werden, wenn lange Transportwege vermieden werden sollen.

4. Verwertung von Häckselgut

Langfristig sollte auch bei Häckselgut eine energetische Verwertung angestrebt werden. Das Substrat ist aufgrund seiner Zusammensetzung aber wohl nur in größeren Anlagen, die der 4. BImSchVO entsprechen, einsetzbar. Die Energieausbeute dürfte aber in einem Bereich liegen, der eine kostenlose Annahme erwarten lässt. Der positive Effekt als Strukturmaterial bei der Grüngutkompostierung ist bekannt.

Ausblick

Wie wird es weitergehen mit der Landschaftspflege?

Landschaftspflege kostet Geld. Dieses Geld muss bereitgestellt werden, sei es von der EU, vom Land, von der Kommune, also vom Steuerzahler oder von denjenigen, die einen wirtschaftlichen Vorteil davon haben, z.B. dem Tourismusgewerbe. Und das Geld muss dorthin fließen, wo Landwirtschaft nicht mehr rentabel betrieben werden kann, da dort die Pflegeflächen sind oder sein werden. Wahrscheinlich ist der Wunsch nach dem Umfang von Flächenpflege größer als der verfügbare Finanzrahmen.

Zwei Kategorien von Pflegeflächen sind zu nennen:

Flächen, die wegen ihres ungünstigen Zuschnitts oder ungünstiger Verkehrslage keinen Pächter mehr finden werden

Grünlandflächen, die für die Viehhaltung nicht mehr benötigt werden.

Exkurs zur ersten Kategorie:

Wo kostengünstige oder kostenneutrale Verfahren einer Strukturverbesserung in den Feldfluren nicht möglich sind, werden diese Flächen zu Pflegeflächen, wenn sie offengehalten werden sollen.

Exkurs zur zweiten Kategorie:

Seit 1990 bis heute nahm die Zahl der Milchkühe in Bayern jährlich um 2,3% ab, die Zahl der Rinder insgesamt um 1,5% pro Jahr. Die Gründe dafür sind hinreichend bekannt.

Unterstellt man nun, dass die Fütterungsverfahren in den Betrieben weitgehend konstant bleiben und die Ansprüche an die Futterqualität zumindest nicht sinken, so nimmt mit der Zahl der Rinder auch der Umfang der Grünlandnutzung ab. Es wäre natürlich denkbar, dass mit dem Strukturwandel zunehmend Ackerfutter durch Grünland substituiert würde bzw. werden könnte. Von reinen Ackerstandorten hat sich die Rinderhaltung aber ohnehin weitgehend zurückgezogen und tut dies weiter. Jährlich geht der Ackerfutterbau um ca. 10.000 ha zurück. Mittlere bayerische Erträge vom Grünland unterstellt, lässt sich aus dem jährlichen Abnahme der Rauhfutterfresser ableiten, dass per Saldo etwa 8.000 – 10.000 ha Grünland nicht mehr für Futterzwecke benötigt werden. Dabei ist berücksichtigt, dass 2500 ha Grünland jährlich ganz aus der Statistik verschwinden, von denen ca. 1100 ha erstaufgeforstet werden.

Die verbleibenden 8.000 – 10.000 ha, im Schnitt 125 ha/Landkreis, dürften als zusätzliche Landschaftspflegefläche pro Jahr anfallen, es sei denn, dass extensive Viehhaltungsverfahren stärker ausgeweitet und finanziell gefördert werden. Dass die Flächen nicht nur dort aus der Produktion fallen, wo Zahlungsbereitschaft, von wem auch immer, vorhanden ist, liegt auf der Hand..

Adresse:

LLD Dr. Paul Michael Rintelen
Institut für Ländliche Strukturentwicklung, Betriebswirtschaft und Agrarinformatik
Arbeitsbereich Ländliche Strukturentwicklung, Haushaltsleistungen (AG 1)
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
Infanteriestraße 1
80797 München
E-Mail: PM.Rintelen@LfL.bayern.de

Landwirtschaftliche Grüngutverwertung

- aus der Sicht eines Landkreises

Pflege von Naturschutzflächen im Landkreis Pfaffenhofen

Heinz Huber, Landratsamt Pfaffenhofen

In den letzten Jahren wurden einige Renaturierungsprojekte in Angriff genommen.

Vor allem im Paartal, im Feilenmoos und im Irsching/Rockoldinger Moos sind größere zusammenhängende Gebiete erworben worden. Derzeit besitzt der Landkreis 85 ha, überwiegend sind es Wiesenflächen.

Die Bewirtschaftung und Pflege der Flächen wird durch die untere Naturschutzbehörde gemanagt.

Im Paartal wurde im Rahmen der Flurbereinigung ein Biotopverbundsystem geschaffen.

Grundeigentümer der Flächen ist die Gemeinde Hohenwart und der Landkreis Pfaffenhofen.

Für jede einzelne Fläche wurden Entwicklungsziele festgelegt. Auf einigen Flächen sind auch Versuche der Neuansiedlung von Mager- und Trockenrasen durchgeführt worden.

Die notwendigen Pflegemaßnahmen (überwiegend Mäharbeiten) hat ein ortsansässiger Landwirt übernommen. Lediglich einige „Spezialflächen“ werden von der unteren Naturschutzbehörde selbst gepflegt. Die Art der Pflege, der Mahdzeitpunkt usw. werden von Seiten der unteren Naturschutzbehörde gesteuert und überwacht.

Das größte Problem ist die weitere Verwertung des anfallenden Mähgutes.

Grundsatz ist es, das anfallende Mähgut im natürlichen Kreislauf zu belassen.

In den ersten Jahren konnte ein erheblicher Teil verfüttert werden. Durch die starke Abmagerung der Wiesenflächen wurde das Grüngut für die Fütterung uninteressant, so dass mittlerweile das gesamte Mähgut auf die Ackerflächen des Betriebes aufgebracht und eingearbeitet wird.

Dabei kommen 2 Variationen zum tragen:

1. Das Mähgut direkt von der Wiese auf Ackerflächen bringen und sofort einarbeiten
2. Mähgut lagern und mit der Herbstfurche einarbeiten

3. Mähgut zwischenlagern und erst im Frühjahr bei der Ackerbestellung aufbringen und einarbeiten.

Im Feilenmoos und im Irsching/Rockoldinger Moos werden zusammen etwa 50 ha jährlich von mehreren Landwirten gemäht. Die Mäharbeiten werden nur an Landwirte vergeben, die das anfallende Mähgut verwerten können.

Adresse:

Heinz Huber
Naturschutzfachreferent
Landratsamt
Postfach 14 51
82276 Pfaffenhofen a. d. Ilm

Landwirtschaftliche Grüngutverwertung

- aus der Sicht einer Gemeinde

Alois Ilmberger, Pörsnbach

Pörsnbach ist eine der kleinsten Gemeinden im Landkreis Pfaffenhofen (1.900 Einwohner, 2.200 ha Gemeindefläche)

Grüngutanfall in der Gemeinde:

- 1,2 ha Wiese → Vertragsnaturschutzprogramm (Schnittzeitpunkt 1.9)
 - 3 Sportplätze
 - 3 Spielplätze und mehrere Grünanlagen
 - Feldhecken und Feldgehölze

Derzeitige Verwertung des Grüngutes:

- Wiese (VNP): Gemeinde organisiert Mahd, Schwaden, Häckseln und Abtransport des Grüngutes für mehr als 40 ha VNP-Flächen. Diese werden in ca. 7 – 8 h gehäckselt und abtransportiert. Das Häckselgut wird auf landwirtschaftliche Flächen zwischengelagert (Auflagen!) und letztendlich auf Ackerflächen ausgebracht. (Vorbehalte bei Landwirten wegen Gefahr der Verunkrautung werden weniger).
Die Abrechnung für Gemeinde und Landwirte erfolgt über Maschinenring.

- Sportplätze, Spielplätze und Grünanlagen
Dieses in relativ kurzen Abständen anfallende Material wird zur benachbarten landkreiseigenen Kompostierung gefahren.

Denkbar wären z. B. auch:

- Verwertung in Biogasanlage
- Sofortige Ausbringung auf landwirtschaftlichen Flächen (Problem Fruchtfolge).

Straßenbegleitgrün wird bei uns 2 x im Jahr gemulcht.

- Feldhecken und Feldgehölze

Das anfallende Schnittgut wird zusammengetragen, zentral gehäckselt und zum Biomasse-Heizkraftwerk Pfaffenhofen gefahren.

Das gesamte Grün- und Schnittgut, das in den Gärten der Gemeindebürger anfällt, wird im Recyclinghof in Container gefüllt und von einem Unternehmer entsorgt. Es ist angedacht, künftig das Grüngut separat aufzunehmen und das Schnittgut vor Ort zu häckseln und der Verbrennung zuzuführen.

Abschließend möchte ich meine Vorstellungen zur Grüngutverwertung kurz zusammenfassen:

Schnelle und kostengünstige Verwertung ohne viel Bürokratie (Hemmnisse: z. B. Bioabfall-Verordnung, KuLaP, Düng-Verordnung, Nährstoffbilanzen usw.).

Adresse:

Alois Ilmberger
1. Bürgermeister der Gemeinde Pörbach
Regensburger Straße 7
85309 Pörbach

Landwirtschaftliche Grüngutverwertung

- aus der Sicht eines Maschinenrings

Flächenkompostierung von Grünabfällen im Landkreis Fürstentfeldbruck

Franz Ostermeier, MR Fürstentfeldbruck

Müllnotstand rückt Kompostierung ins Licht

Ich komme aus dem Landkreis Fürstentfeldbruck und bin dort seit über 30 Jahren Geschäftsführer des Maschinenringes. In dem nur 424 km² großen Landkreis leben knapp 200.000 Einwohner. Er ist somit der am dichtesten besiedelte Landkreis in Bayern.

In einem so verdichteten Gebiet sind die Abfallprobleme schon immer drängender gewesen als in einem Flächenlandkreis. So wurde bereits im Jahr 1973 mit dem Bau einer Müllverbrennungsanlage begonnen. Im Jahr 1983 hat das Wasserwirtschaftsamt zum Schutze des Grundwassers untersagt, dass in Bauschuttdeponien weiterhin organische Materialien eingebracht werden. Ein Teil unseres Landkreises liegt zudem auf Ausläufern der Münchner Schotterebene, also auf Böden mit Kiesaufbau und hoher Durchlässigkeit, was zu einer stärkeren Belastung des Grundwassers durch Sickersäfte führt.

Der Landkreis musste nach anderen Lösungen suchen. Das Verbrennen in der Müllverbrennungsanlage war sehr teuer und ließ die Anlage sehr schnell an ihre Kapazitätsgrenze stoßen. Daraufhin wurden die Gartenabfälle in eine private, abgedichtete Deponie im Nachbarlandkreis gefahren. Die Kipp- und Transportgebühren wurden immer höher und im Jahre 1986 musste der Landkreis für die Entsorgung der Gartenabfälle 1.040.000 DM aufwenden. Schließlich wurde ein Planfeststellungsverfahren für eine zentrale Kompostierungsanlage in Gang gebracht. Wegen starker Widerstände aus der in der Nähe wohnenden Bevölkerung wurde die Planung jedoch wieder zurückgezogen.

Landwirtschaft als prädestinierter Verwerter von Grüngutabfällen

In dieser Phase – im Frühjahr 1987 – gab es dann ein Gespräch zwischen Landrat, Bauernverband und Maschinenring. Dabei wurde die Idee geboren, dass die Landwirtschaft eigentlich alle Möglichkeiten

habe, die organische Masse aus den anfallenden Gartenabfällen auf kürzestem Weg wieder der Natur zurückzuführen.

Das Landratsamt entwickelte Richtlinien für die Verwertung von Gartenabfällen in der Landwirtschaft. Dabei mussten gesetzliche Vorgaben in eine praxisgerechte Form gebracht werden.

Wir hatten damals das Glück, dass die richtigen Leute zur richtigen Zeit am richtigen Ort waren. Es war absolutes Neuland, aber man stand der Idee wohlwollend gegenüber. Auch die Wissenschaft, vertreten durch Herrn Prof. Dr. Peter Fischer und Herrn Martin Jauch aus Freising-Weihenstephan, stand uns sehr hilfreich zur Seite.

Strenge Auflagen sind einzuhalten

Die eindeutige Forderung des Wasserwirtschaftsamtes war, dass sowohl Häckselplätze als auch die Lagerplätze für das gehäckselte Gut wasserdicht befestigt werden müssen und dass für den anfallenden Sickersaft ein ausreichend großer Sammelbehälter vorhanden sein muss. Forderungen also, die die Landwirtschaft auf Miststätten oder in Fahrsilos meist ohne jegliche Umbaumaßnahmen erfüllen kann.

Um die Gartenabfälle ohne irgendwelche weiteren Bearbeitungsmaßnahmen – außer dem Schreddern – in der Landwirtschaft verwerten zu können, müssen diese frei von Fremdstoffen sein. Dies stellte in der Anfangsphase ein erhebliches Problem dar. Damals und auch heute noch stehen in den 23 Gemeinden des Landkreises 70 Großcontainer bereit, die je nach Bedarf von Müllabfuhrunternehmen zu den zwei Häckselstandorten gefahren werden. Um den Anteil an Fremdstoffen so gering wie möglich zu halten, mussten die aufgestellten Container ausnahmslos eingezäunt werden. Während der Öffnungszeiten muss eine Aufsichtsperson die Anlieferung überwachen. Dadurch konnten wir den Fremdanteil auf ein Minimum senken.

Es ist traurig, dass diese Maßnahmen auch nach 15 Jahren ohne Einschränkung immer noch notwendig sind. Aber es gibt nichts Unvernünftigeres auf der Welt als den Menschen, der offensichtlich Gartenabfälle nicht von Autoreifen oder Fernsehgeräten unterscheiden kann.

Bei der unmittelbaren Verwertung auf landwirtschaftlichen Flächen sind an die Zerkleinerung hohe Ansprüche zu stellen, da keine Absiebung mehr erfolgt. Das zu verarbeitende Grüngut soll jedoch nicht exakt gehäckseln, sondern nur zerfetzt (geschreddert) werden, um eine möglichst große Oberfläche zu schaffen, die für eine schnellere Umsetzung sorgt.

Die Aufgabe des Maschinenringes

Sobald das Grüngut auf den zwei Häckselplätzen angekommen ist, beginnt die eigentliche Aufgabe des Maschinenringes. Ein Maschinenringmitglied hat vom ersten Tag im Frühjahr 1987 an bis heute die gesamte Schredderarbeit übernommen. Dabei lädt der Landwirt das Häckselgut während des Schredderns auf die Anhänger der abfahrenden Landwirte. Somit lässt sich der Platzbedarf auf den Häckselplätzen erheblich verringern, kein eigenes Ladefahrzeug ist notwendig und am Abend ist das ganze Material entsorgt. Dieser Landwirt wird nach den abgefahrenen Kubikmetern Häckselgut bezahlt.

Die Einteilung der Abholung wird vom Maschinenring organisiert. Auf Grund der am Häckselplatz ausgestellten Lieferscheine stellt der Maschinenring für die Landwirte an den Landkreis die Rechnung für den Transport und die Verwertung des Häckselgutes. Der Landkreis zahlt dann direkt an die Landwirte.

Für Transport und Weiterverarbeitung erhalten die Bauern folgende Entschädigung:

- bei einer Entfernung vom Häckselstandort von bis zu 5 km: 5,62 Euro pro cbm
- bei einer Entfernung von 5 bis 10 km: 5,88 Euro pro cbm
- bei einer Entfernung von über 10 km: 6,14 Euro pro cbm, jeweils zuzüglich Mehrwertsteuer.

Diese Unkostenerstattung ist seit 1987 bis auf den heutigen Tag gleich geblieben. Am Jahresende belastet der Maschinenring dann seinen Mitgliedern 0,26 Euro pro cbm als Entschädigung für Organisation und Abrechnung.

Die Direktausbringung oder Flächenkompostierung hat sich durchgesetzt

Die ursprüngliche Idee war, das Häckselgut nach einer gewissen Rotte- und Umsetzzeit auf Miststätten oder in Fahrsilos auf die Felder auszubringen. In der Praxis hat sich jedoch sehr schnell herausgestellt, dass eine unmittelbare Ausbringung auf die Felder ohne weiteres möglich ist und enorme Einsparungen an Kosten und Arbeitszeit bringt. Heute wird über 80 % des anfallenden Materials von der Häckselplatte direkt auf die Felder ausgebracht. Nur wenn es die Vegetation oder die Befahrbarkeit nicht zulassen, wird noch zwischengelagert.

Für diese Direktausbringung stehen den Landwirten große Miststreuer mit Breitstreuwerk zur Verfügung, die sie über den Maschinenring ausleihen können. Mit diesen Streuern kann das geschredderte Grüngut auch in Maisbestände bis zu einer Höhe von 30-40 cm gestreut werden, was den Boden vor Erosion schützt. Es wurden auch schon geringe Mengen im beginnenden Frühjahr auf Winterweizenbestände ausgebracht. Nach der Ernte war von dem Material fast nichts mehr zu sehen.

Bei der Direktausbringung verpflichten sich die Abnehmer in einem schriftlichen Vertrag mit dem Landratsamt, pro Hektar und Jahr nicht mehr als 100 Kubikmeter auszubringen, was etwa einer Schicht von einem Zentimeter auf die Gesamtfläche verteilt entspricht. Dieser Wert ist uns von der Wissenschaft empfohlen worden, um einer Überdüngung und zu starken Veränderungen in der Bodenstruktur vorzubeugen.

Neben dem Material aus der Entsorgung von Gartenabfällen fiel in den letzten Jahren immer mehr Mähgut aus Landschaftspflegemaßnahmen an. So werden jährlich etwa 30 ha Streuwiesen im Bereich des verlandeten Ammersees gemäht und das Mähgut wird abgefahren. Der Aufwuchs wird mit einem Kurzschnittladewagen herausgefahren und anschließend mit Miststreuern ebenfalls breitflächig auf die Äcker verteilt und untergepflügt. Ein Verfahren, das sich ebenfalls bestens bewährt hat. So werden jährlich über 10.000 cbm Mähgut aus der Landschaftspflege entsorgt.

Die Landwirtschaft bietet beste Voraussetzungen für die Entsorgung von Gartenabfällen und Mähgut aus der Landschaftspflege

Nach nun fast fünfzehn Jahren Erfahrung kann ohne Einschränkung gesagt werden, dass die Landwirtschaft ideale Voraussetzungen bietet für den kürzesten Weg des organischen Materials von der Natur wieder zurück zur Natur:

1. Große Flächen ermöglichen eine umweltschonende Verwertung.
2. Der Ackerboden ist bestens geeignet Rohkompost oder frisch gehäckseltes Material umzusetzen. In den Oberschichten des Bodens ist die Sauerstoffzufuhr weitaus besser und gleichmäßiger als in jedem Kompostierverfahren. Die Feuchtigkeitsverhältnisse sind meist optimal und Bodenbakterien, sowie Kleinlebewesen sind in Hülle und Fülle vorhanden.
3. Die geforderten befestigten Flächen zur Zwischenlagerung wie auch Lade-, Transport- und Ausbringfahrzeuge sind fast überall vorhanden.
4. In die Fruchtfolgen lassen sich die unterschiedlichsten und besten Ausbringzeiten problemlos einbauen.

Für die Landwirtschaft und den Maschinenring ergibt sich ein nicht zu unterschätzendes Zusatzeinkommen

Über 60 Landwirte beteiligen sich am Verfahren. Die zu entsorgenden Mengen sind mit den Jahren ständig gestiegen.

Im Jahre 1987 waren es 8.200 cbm gehäckseltes Material. 1990 wurden bereits 22.000 cbm entsorgt. Im Jahre 2002 wurden den Äckern im Landkreis 38.612 cbm organische Masse aus der Gartenabfallentsorgung und 9.000 m³ Mähgut aus der Landschaftspflege zugeführt.

Der Geldwert, der dabei in die Landwirtschaft geflossen ist, beträgt 379.000 Euro. Verteilt auf 60 Betriebe sind dies pro Betrieb und Jahr durchschnittlich 6.310 Euro.

Fazit

- Der organische Abfall wird natürlich und umweltgerecht verwertet.
- Der Boden wird verbessert und behält seinen Funktionswert.
- Es werden kein teurer Deponieraum oder Verbrennungskapazitäten vergeudet.
- Die entsorgungspflichtigen Kommunen sparen Geld.
- Die Landwirtschaft erwirtschaftet ein nicht unerhebliches Zusatzeinkommen.

Alles in allem ist jeder zufrieden und dem Image der heimischen Landwirtschaft ist dieses Konzept sicher auch zuträglich.

Adresse:

Franz Ostermeier
Maschinen- und Betriebshilfsring Fürstenfeldbruck e.V.
Bismarckstraße 2
82256 Fürstenfeldbruck
E-Mail: mr-ffb@t-online.de

Landwirtschaftliche Grüngutverwertung - aus der Sicht eines Landwirts

Wolfgang Lambrecht, Obersfeld

Das Amt für Landwirtschaft in Würzburg führte auf einem meiner Felder einen Langzeitversuch über die Verwertung von Grüngut von verschiedenen Brach- und Pflegeflächen durch. Dabei ging es in erster Linie um Schnittgut von Pflegeflächen, zum Teil aus späten Schnitterminen verschiedener Programme, das als Futter nicht mehr verwertbar war, aber auch von Grüngut von Sportplätzen oder ähnlichen Anlagen. Den ersten Versuch machten wir mit geringem technischen Aufwand, was aber eine große Handarbeit erforderte. Wir fuhren das geschwadete Mähgut mit dem Ladewagen ab, wobei es nur grob zerkleinert wurde. Um eine gleichmäßige Verteilung zur Einarbeitung zu erreichen, musste das Gut von Hand verteilt werden. Die Einarbeitung mit einer schweren Scheibenegge machte keine Probleme, mit dem Grubber hätten wir aber Schwierigkeiten bekommen.

Beim Wiederholen des Versuches umgingen wir die schweißtreibende Handarbeit, in dem wir eine andere Technik einsetzten. Mit dem SF-Häcksler nahmen wir den Schwad auf und bliesen das Häckselgut auf einen parallel fahrenden Großraummiststreuer. Das so gehäckselte Gut wurde gleichmäßig verteilt und konnte auch ohne Schwierigkeiten mit dem Tiefgrubber flach eingearbeitet werden. Bei Randstreifen an Ackerflächen bietet sich durch diese Technik auch die Möglichkeit an das Häckselgut direkt auf die angrenzende Ackerfläche zu blasen.

Auf der Versuchsfläche wurde in der ganzen Laufzeit der betriebsübliche Pflanzenschutz und die üblich Düngung beibehalten. Aus meiner Sicht gab es keinerlei Mehrverunkrautung. Eine Auswirkung auf den Ertrag, konnte ich nicht feststellen. Das Feld wurde mit der betriebsüblichen Fruchtfolge für Böden mit geringem Ertragsniveau bestellt: Wintergetreide, meist Triticale oder Wintergerste, danach Sommergetreide, in dem Fall Braugerste, dann Winterraps.

Eine nennenswerte Bodenverbesserung durch Zufuhr von organischer Substanz und dadurch Humusbildung konnte ich nicht feststellen, was aber sicher an der relativ geringen Menge und dem einmaligen Ausbringen in 6 Jahren lag.

Wir haben den Sportvereinen in der Umgebung das Angebot gemacht, Rasenschnittgut ordnungsgemäß und umweltbewusst zu entsorgen, was aber wegen der anfallenden Kosten bis heute nicht angenommen wurde.

Zusammenfassend möchte ich sagen, dass bei ordnungsgemäßer Handhabung für den Landwirt kein wesentlicher Mehraufwand in der Bearbeitung und kein Mehraufwand an Pflanzenschutz anfällt.

Adresse:

Wolfgang Lambrecht
An der Ecke 9
97776 Obersfeld

Schadstoffproblematik durch Grüngutverwertung

Christa Müller

1. Einführung/Problemstellung

Grüngut fällt bei der Pflege von Trockenrasen, Feuchtflächen, Straßenrändern, Hecken und sonstigen Grünflächen, in Biotopen, auf öffentlichen Flächen und in Hausgärten an.

In Bayern hat sich seit 1991 die Grüngutmenge aus Hausgärten und kommunaler Grünflächenpflege fast verdoppelt, wobei ca. 70 % des Materials aus Hausgärten stammen. 2001 wurden über 50 % des anfallenden Grünguts getrennt erfasst und in Kompostieranlagen für Grüngut behandelt, 25 % zusammen mit anderen Bioabfällen kompostiert. Knapp 20 % wurde unkompostiert auf landwirtschaftliche Flächen ausgebracht [4].

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit der Frage, welche Schadstoffe mit den organischen Materialien auf den Boden aufgebracht werden und ob es dadurch langfristig zu einer Anreicherung von Schadstoffen im Boden kommt. Der Schwerpunkt liegt dabei auf der Verwertung von Grüngut auf landwirtschaftlichen Flächen in kompostierter und unkompostierter Form.

2. Rechtliche Vorgaben für Schadstoffe

Nach der Bioabfall-Verordnung (BioAbfV) [3] vom 21.09.1988 (zuletzt geändert 25.04.2002) gehört Grüngut zu den Bioabfällen.

Nach Anhang 1 Nr. 1 werden dem Grüngut folgende Abfälle zugerechnet (Abfälle mit hohem organischen Anteil):

- 02 01 03 Abfälle aus pflanzlichem Gewebe aus der Landwirtschaft wie Spelze, Speizen- und Getreidestaub, Futtermittelabfälle;
- 02 01 07 naturbelassene Rinden, Holz, Holzreste aus der Forstwirtschaft;
- 03 03 01 Rinden und Holzabfälle aus der Holzbe- und –verarbeitung;
- 20 02 01 biologisch abbaubare Garten- und Parkabfälle, Landschaftspflegeabfälle, Gehölzrodungsrückstände.

Die BioAbfV enthält Grenzwerte für die Schwermetalle Blei (Pb), Cadmium (Cd), Chrom (Cr), Kupfer (Cu), Nickel (Ni), Quecksilber (Hg) und Zink (Zn), die die Ausbringung von Bioabfällen auf landwirtschaftlich genutzten Flächen beschränken (Tabelle 1). Bei Einhaltung der Grenzwerte 1 dürfen in 3 Jahren maximal 20 t TS/ha ausgebracht werden. Können die strengeren Grenzwerte 2 eingehalten werden, ist die Ausbringung von maximal 30 t TS/ha zulässig. Durch die mengenmäßige Aufbringungsbeschränkung sind durch die BioAbfV auch die zulässigen Schwermetall-Einträge pro ha reglementiert (§ 4 Abs. 3 i.V. mit § 6 Abs. 1).

Tabelle 1: Maximal zulässige Schadstoffgehalte in Bioabfallkompost und Boden nach BioAbfV (1999)

| Schwermetalle | Bioabfallkompost (mg/kg TS) bei Aufbringungsmengen in 3 a von | | Boden (mg/kg) | | |
|---------------|--|------------|-------------------|-------------------|------|
| | 20 t TS/ha | 30 t TS/ha | Ton | Lehm/Schluff | Sand |
| Blei | 150 | 100 | 100 | 70 | 40 |
| Cadmium | 1,5 | 1 | 1,5 ¹⁾ | 1 ¹⁾ | 0,4 |
| Chrom | 100 | 70 | 100 | 60 | 30 |
| Kupfer | 100 | 70 | 60 | 40 | 20 |
| Nickel | 50 | 35 | 70 | 50 | 15 |
| Quecksilber | 1 | 0,7 | 1 | 0,5 | 0,1 |
| Zink | 400 | 300 | 200 ¹⁾ | 150 ¹⁾ | 60 |

¹⁾ bei tonigen Böden mit pH-Wert < 6,0 für Cd und Zn gelten Werte der Bodenart Lehm/Schluff, bei lehmig/schluffigen Böden Werte der Bodenart Sand

Bei der erstmaligen Aufbringung von Bioabfällen verlangt die BioAbfV außerdem eine Bodenuntersuchung auf Schwermetalle und den pH-Wert (§ 9 Abs. 2). Bestehen Anhaltspunkte für eine Überschreitung der in Tabelle 1 genannten Bodenwerte soll die erneute Aufbringung von Bioabfällen untersagt werden.

Die BioAbfV enthält derzeit keine Untersuchungspflichten und Grenzwerte für organische Schadstoffe. In Diskussion sind jedoch Werte z.B. für Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAKs).

Getrennt erfasste und naturbelassene Rinden, Garten- und Parkabfälle, Landschaftspflegeabfälle und Gehölzrückstände sind nach § 10 BioAbfV von den Behandlungs- und Untersuchungspflichten (§§ 3 und 4) ausgenommen. Rinden von Bäumen und Sträuchern von Straßenrändern sowie Grün- und Strauchschnitt von Straßenrändern (Straßenbegleitgrün) oder von Industriestandorten dürfen nur dann einer Verwertung zugeführt werden, wenn durch Untersuchungen festgestellt wurde, dass die in der

Verordnung genannten Schwermetallgehalte nicht überschritten werden. Diese Untersuchungspflicht der Materialien gilt auch bei Eigenverwertung.

Abweichend von § 9 Abs. 2 ist bei der erstmaligen Aufbringung von Bioabfällen eine Bodenuntersuchung nicht erforderlich, sofern Bioabfälle verwertet werden, die in Anhang 1 Nr. 1, Spalte 3 für die Aufbringung auf Dauergrünland besonders gekennzeichnet sind.

Dies trifft für die Abfallarten naturbelassene Rinden, Holz, Holzreste aus der Forstwirtschaft (02 01 07), Rinden und Holzabfälle aus der Holzbe- und -verarbeitung (03 03 01) und biologisch abbaubare Garten- und Parkabfälle, Landschaftspflegeabfälle und Gehölzrodungsrückstände (20 02 01) zu.

3. Schwermetalle

3.1. Material und Methoden

In einem Versuch der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) werden seit Anfang der 90er Jahre an 8 Standorten in Bayern die Auswirkungen verschiedener organischer Bioabfälle auf Boden und Pflanzen untersucht. Eingesetzt werden Komposte aus pflanzlichen Reststoffen (Grüngutkomposte), organischen Haushaltsabfällen (Bioabfallkomposte) sowie unkompostierte gehäckselte Gartenabfälle und Mähgut aus der Landschaftspflege.

Versuchsanlage

Einzelheiten der Versuchsanlage sind im Beitrag von Peretzki, F., Bauchhenß, J., Beck, R., Brandhuber, R. und Capriel, P. „Auswirkungen von Grüngut auf Ertrag und Bodeneigenschaften“ in diesem Tagungsband S. 25 ff. beschrieben (Standortdaten Tabelle 1, S. 29).

Die Aufwandmenge betrug praxisüblich im 3jährigen Turnus an allen Versuchsstandorten:

- Bioabfallkompost 24 t TS/ha
- Grüngutkompost 24 t TS/ha
- gehäckselte Gartenabfälle 30 t TS/ha (in den ersten Jahren 40 t TS)
- Mähgut Landschaftspflege 20 t TS/ha (in den ersten Jahren 30 t TS)

Die Aufbringungsmengen entsprechen einer Gabe von 300 kg N für die Halm-/Blattfrucht.

Untersuchungen Schadstoffe

Schwermetalle Pb, Cd, Cr, Cu, Ni, Hg, Zn (Königswasseraufschluss)

Organische Materialien: Untersuchung jeweils bei Aufbringung; meist 3 Wdh. pro Charge.

3.2. Ergebnisse und Diskussion

3.2.1. Schwermetallgehalte der eingesetzten Materialien

Tabelle 2 zeigt die mittleren Schwermetallgehalte von Bioabfall-, Grüngutkompost, unkompostierten Gartenabfällen und Mähgut aus der Landschaftspflege für die einzelnen Standorte im Mittel der Jahre. Zur Einstufung der Werte sind jeweils die maximal zulässigen Schadstoffgehalte nach BioAbfV aufgeführt (GW 1: Aufbringungsmenge 20 t/ha, GW 2: 30 t/ha in 3 Jahren) und die Grenzwerte nach EU-Verordnung für den Ökologischen Landbau [1].

Am Standort Elzee (GZ) fehlt die Grüngutkompost-Variante (stattdessen Variante mit Klärschlamm, hier nicht dargestellt).

An allen Versuchsorten lagen die mittleren Schwermetallgehalte der Grüngutkomposte erwartungsgemäß durchwegs unter denen der Bioabfallkomposte. Der GW 1-Wert der BioAbfV wurde von keinem der eingesetzten organischen Materialien überschritten, der strengere GW 2-Wert nur bei Bioabfallkompost einmal für Kupfer und einmal für Nickel.

In den unkompostierten Gartenabfällen und dem Mähgut aus der Landschaftspflege waren die Schwermetallgehalte bei allen Versuchsstandorten am niedrigsten. Das Landschaftspflegematerial erreichte die GW 2-Werte der BioAbfV meist nur zu 5 - 15 %.

Die kompostierten und unkompostierten Grüngutabfälle hielten auch mit einer Ausnahme die Anforderungen der EU-Öko-Verordnung ein (an einem Standort höherer Quecksilber-Gehalt bei Grüngutkompost). Die Grenzwerte der EU-Öko-VO sind für Chrom und Kupfer mit den GW 2-Werten der BioAbfV identisch, bei allen anderen Schwermetallen jedoch wesentlich schärfer.

Im Mähgut aus der Landschaftspflege lagen die Schwermetall-Gehalte durchwegs weit unter diesen Grenzwerten. Einem Einsatz dieser Materialien auch im ökologischen Landbau würde daher von der Schadstoffseite her nichts entgegenstehen.

Zu Schwermetall-Gehalten von unkompostierten Gartenabfällen und Mähgut aus der Landschaftspflege finden sich in der Literatur wenig Daten.

Tabelle 2: Mittlere Schwermetallgehalte von Bioabfallkompost (BAK), Grüngutkompost (GGK), Hausgartenabfälle (HGA) und Landschaftspflegematerial (LPfM) – Versuch der LfL

| | | Schwermetalle mg/kg TS | | | | | | | Aufbring.- Jahr | Anzahl |
|-----------------------|------|---------------------------|------|-----|-----|----|------|-----|--------------------|--------|
| | | Pb | Cd | Cr | Cu | Ni | Hg | Zn | | |
| Grenzwerte BioAbfV | GW 1 | 150 | 2 | 100 | 100 | 50 | 1,0 | 400 | | |
| | GW 2 | 100 | 1,0 | 70 | 70 | 35 | 1 | 300 | | |
| Grenzwerte EU-ÖkoVO | | 45 | 0,7 | 70 | 70 | 25 | 0,4 | 200 | | |
| Baumannshof | BAK | 37 | 0,15 | 14 | 53 | 9 | 0,36 | 164 | 1994-2000 | 7 |
| | GGK | 32 | 0,24 | 12 | 32 | 10 | 0,15 | 130 | 1994-2000 | 7 |
| | HGA | 28 | 0,27 | 9 | 18 | 6 | 0,16 | 72 | 1994-2000 | 7 |
| | LPfM | 4 | 0,10 | 2 | 9 | 1 | 0,08 | 36 | 1994-2000 | 9 |
| Eglharting | BAK | 43 | 0,31 | 17 | 44 | 11 | 0,16 | 175 | 1993-1999 | 6 |
| | GGK | 40 | 0,16 | 14 | 31 | 10 | 0,11 | 122 | 1993-1999 | 6 |
| | HGA | 27 | 0,22 | 12 | 28 | 5 | 0,10 | 92 | 1993-1999 | 6 |
| | LPfM | 14 | 0,15 | 3 | 13 | 2 | 0,02 | 73 | 1993-1999 | 6 |
| Ellzee * | BAK | 35 | 0,27 | 13 | 37 | 11 | 0,12 | 87 | 1994-2000 | 7 |
| | HGA | 29 | 0,24 | 10 | 14 | 7 | 0,04 | 84 | 1994-2000 | 9 |
| | LPfM | 7 | 0,13 | 4 | 8 | 2 | 0,04 | 71 | 1994-2000 | 9 |
| Frieding | BAK | 45 | 0,59 | 36 | 54 | 38 | 0,23 | 202 | 1994-2000 | 5 |
| | GGK | 26 | 0,51 | 23 | 23 | 18 | 0,16 | 118 | 1994-2000 | 5 |
| | HGA | 12 | 0,25 | 10 | 12 | 7 | 0,05 | 65 | 1994-2000 | 5 |
| | LPfM | 7 | 0,18 | 6 | 8 | 5 | 0,03 | 53 | 1994-2000 | 5 |
| Hohenknoten | BAK | 34 | 0,38 | 22 | 47 | 16 | 0,20 | 160 | 1995-2001 | 9 |
| | GGK | 33 | 0,47 | 21 | 46 | 17 | 0,12 | 162 | 1995-2001 | 9 |
| | HGA | 18 | 0,27 | 15 | 19 | 9 | 0,06 | 92 | 1995-2001 | 9 |
| | LPfM | 9 | 0,25 | 6 | 12 | 6 | 0,02 | 61 | 1995-2001 | 9 |
| Puch | BAK | 55 | 0,38 | 17 | 56 | 12 | 0,27 | 203 | 1994-2000 | 12 |
| | GGK | 44 | 0,17 | 14 | 30 | 10 | 0,17 | 130 | 1994-2000 | 12 |
| | HGA | 20 | 0,21 | 8 | 17 | 5 | 0,09 | 92 | 1994-2000 | 12 |
| | LPfM | 4 | 0,07 | 2 | 7 | 2 | 0,03 | 27 | 1994-2000 | 12 |
| Schmidhausen | BAK | 52 | 0,43 | 15 | 59 | 11 | 0,28 | 181 | 1996-2001 | 9 |
| | GGK | 34 | 0,44 | 11 | 41 | 9 | 0,47 | 125 | 1996-2001 | 9 |
| | HGA | 16 | 0,22 | 8 | 25 | 5 | 0,10 | 73 | 1995-2001 | 9 |
| | LPfM | 23 | 0,17 | 6 | 44 | 4 | 0,08 | 75 | 1995-2001 | 12 |
| Seligenstadt | BAK | 68 | 0,38 | 20 | 81 | 16 | 0,38 | 194 | 1994-2000 | 7 |
| | GGK | 40 | 0,38 | 16 | 31 | 13 | 0,30 | 129 | 1994-2000 | 7 |
| | HGA | 16 | 0,10 | 7 | 14 | 6 | 0,09 | 66 | 1994-2000 | 7 |
| | LPfM | 10 | 0,14 | 3 | 8 | 2 | 0,06 | 39 | 1994-2000 | 7 |

Tabelle 3 enthält Untersuchungsergebnisse aus Bayern und Baden-Württemberg zu Bioabfall- und Grüngutkomposten [4, 7, 8] und zu Grünguthäcksel aus vorwiegend holzigen Bestandteilen [8]. Die Literaturwerte bestätigen die deutlich geringeren Schwermetall-Gehalte von Grüngut- gegenüber Bioabfallkomposten und die sehr niedrigen Gehalte von Grünguthäcksel.

Tabelle 3: Schwermetallgehalte von Bioabfallkompost (BAK), Grüngutkompost (GGK) und Grüngut-
häcksel (GGH), mg/kg TS
Daten: Bayern (BY) und Baden - Württemberg (BW)

3.2.2. Schwermetalleinträge/-austräge bei verschiedenen Varianten

Im bisherigen Versuchszeitraum wurden praxisüblich im 3jährigen Turnus Bioabfall-, Grüngutkompost, unkompostierte gehäckselte Gartenabfälle und Mähgut aus der Landschaftspflege aufgebracht (3 malige Ausbringung, Hohenknoden 4 malig).

Schwermetall-Einträge

An den meisten Versuchsstandorten konnte für Blei, Kupfer, Nickel, Chrom und Quecksilber eine klare Abnahme der eingetragenen Schwermetallmengen von Bioabfallkompost > Grüngutkompost > gehäckselte Gartenabfälle > Mähgut aus der Landschaftspflege nachgewiesen werden.

Abbildung 1 zeigt am Beispiel von Blei die Summe der Einträge im bisherigen Versuchszeitraum.

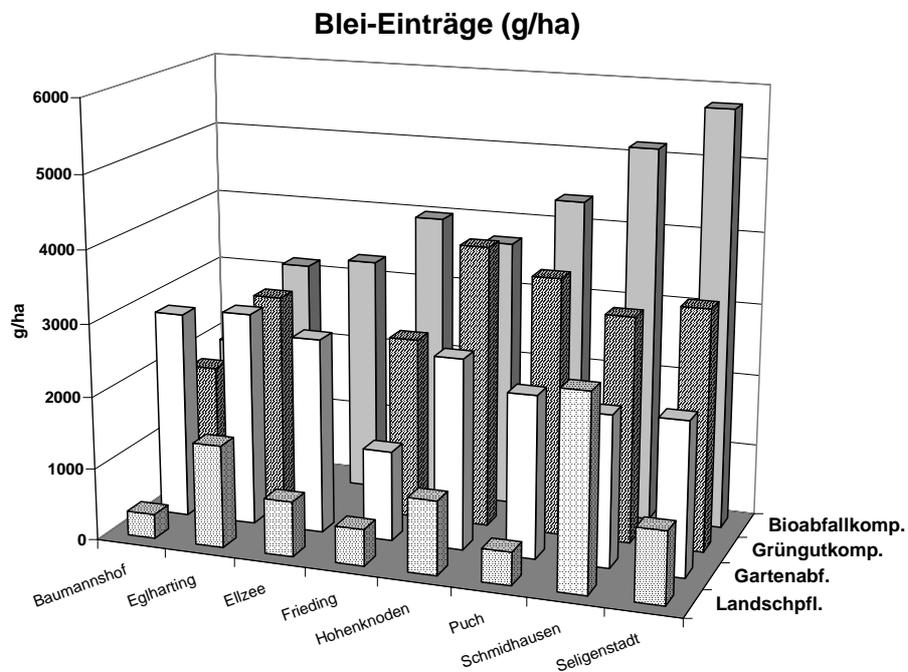


Abbildung 1: Summe der Blei-Einträge im bisherigen Versuchszeitraum durch Bioabfall-, Grüngutkompost, Gartenabfälle und Landschaftspflegematerial – Versuch der LfL

Die Kupfer-Einträge lagen für Bioabfallkompost und Landschaftspflegematerial in derselben Größenordnung wie bei Blei, für Grüngutkompost und Gartenabfälle deutlich darunter.

Bei Cadmium (Abbildung 2) und Zink (hier nicht dargestellt) wurden für die Variante Landschaftspflegematerial ebenfalls die geringsten Einträge ermittelt. Die Varianten Grüngutkompost und Garten-

abfälle - bei Cadmium auch die Variante Bioabfallkompost - unterschieden sich hinsichtlich der Schwermetall-Einträge praktisch nicht.

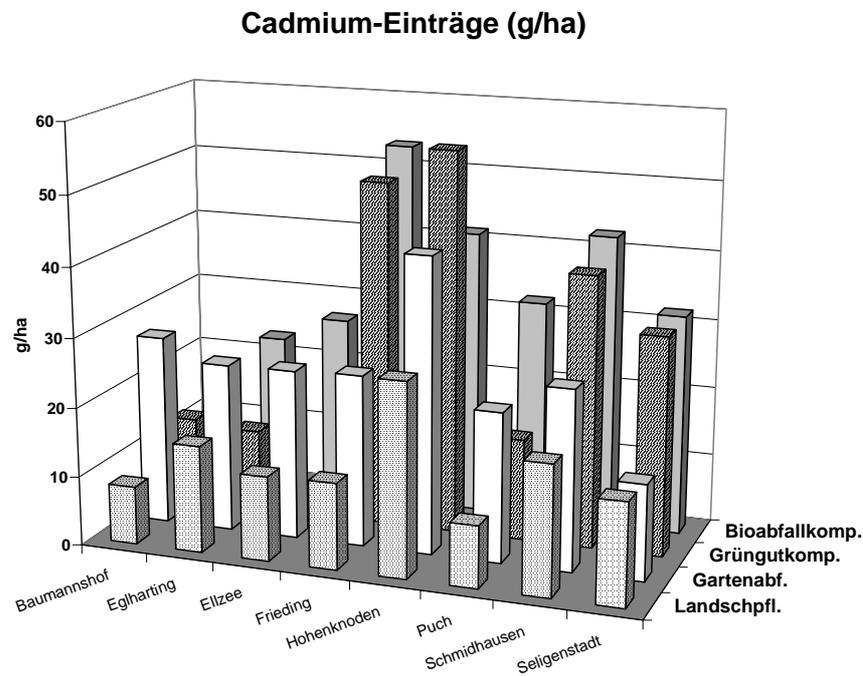


Abbildung 2: Summe der Cd-Einträge im bisherigen Versuchszeitraum durch Bioabfall-, Grüngutkompost, Gartenabfälle und Landschaftspflegematerial – Versuch der LfL

Schwermetall-Entzüge

Im Versuch der LfL wurden folgende Fruchtfolgen geprüft:

- Winterraps – Winterweizen – Wintergerste / Sommergerste,
- Silomais – Winterweizen – Wintergerste – (Winterraps),
- an einem Versuchsstandort Körnermais – Winterroggen – Winterroggen.

Es wurden jeweils nur die Ernteprodukte vom Acker abgefahren, das Stroh verblieb auf dem Feld.

Die Schwermetall-Entzüge erreichen bei allen Varianten nur wenige Prozent der Schwermetall-Zufuhr.

Abbildung 3 zeigt die mittleren Schwermetall-Entzüge für eine Winterraps – Wintergetreide – Fruchtfolge im Vergleich zu einer Wintergetreide - Fruchtfolge mit Silomais.

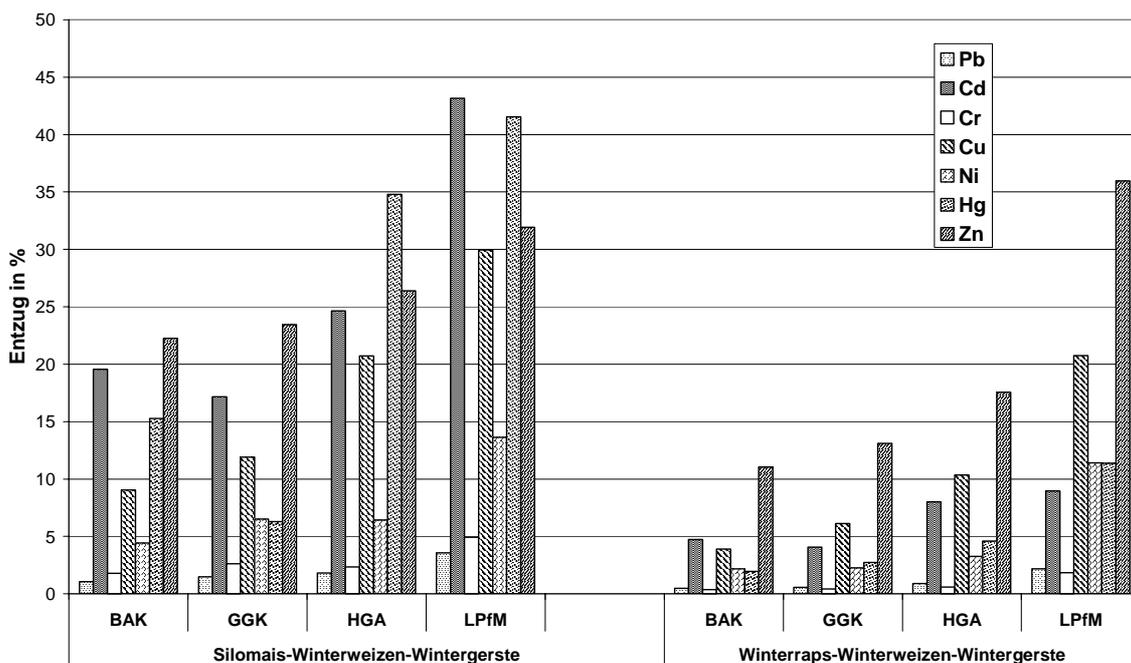


Abbildung 3: Schwermetall-Entzüge bei unterschiedlichen Fruchtfolgen (in %)

In Abhängigkeit von der Fruchtfolge ergibt sich folgende Reihe für die mittleren Schwermetall-Entzüge (Maximalwert jeweils Mähgut aus der Landschaftspflege):

Fruchtfolge Winterraps – Winterweizen - Wintergerste

Blei, Chrom 0,5 - 2 < Nickel, Quecksilber 2 - 11 < Cadmium 4 - 9 < Kupfer 4 - 21 < Zink 11 - 36 %.

Fruchtfolge Silomais – Winterweizen - Wintergerste

Blei, Chrom 1 - 5 < Nickel 4 - 14 < Kupfer 9 - 30 < Cadmium, Quecksilber 17 - 43 < Zink 22 - 32 %.

Die Feldversuche belegen, dass durch die Anwendung von kompostierten und unkompostierten organischen Materialien aufgrund der gegenüber den Schwermetall-Einträgen deutlich geringeren Entzüge das Saldo immer positiv ist. Bei entzugsstarken Fruchtfolgen mit Silomais sind die Positivsalden gegenüber Getreide- oder Getreide – Raps - Fruchtfolgen deutlich geringer.

Die geringsten Einträge gekoppelt mit den höchsten Entzügen und damit die geringsten Positivsalden wies für alle Schwermetalle die Variante „Mähgut aus der Landschaftspflege“ auf.

4. Organische Schadstoffe

Obwohl die BioAbfV derzeit nur die Einhaltung bestimmter Grenzwerte für Schwermetalle verlangt, ist für die Diskussion der Schadstoffproblematik von Grünut auch die Kenntnis einer möglichen Belastung mit organischen Schadstoffen erforderlich.

Daten zu polychlorierten Biphenylen (PCB₆), polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAKs), polychlorierten Dibenzodioxinen und Furanen (PCDD/F) und Organochlorverbindungen liegen aus mehreren bayerischen und außerbayerischen Untersuchungen vor [5, 6, 7, 8, 9] (Tabelle 4).

PCB₆

Bei allen Untersuchungen waren die PCB₆-Gehalte bei Grüngutkomposten deutlich geringer als bei Bioabfallkomposten. Nach [5] ist bei Grüngutkomposten von 1993 - 2000 ein Rückgang der PCB-Belastung um 50 % zu verzeichnen. Der in den Hinweisen des BayStMELF zum Aufbringen von Grüngut, Grüngutkompost und Bioabfallkompost auf landwirtschaftlich genutzten Flächen [2] angeführte Richtwert von 0,12 mg/kg (30 % oTS) für PCB₆ wird bei Grüngutkompost auch von den Maximalgehalten weit unterschritten.

Die niedrigsten PCB₆ -Gehalte wurden bei unkompostiertem gehäckseltem Grüngut gemessen; der Richtwert wird hier im Mittel nur zu 4 % erreicht [9].

PCDD/F, PAKs₁₆

Auch die PCDD/F-Gehalte der Komposte gingen von 1993 – 2000 um > 30 % zurück, wobei zwischen Bioabfall- und Grüngutkomposten kein signifikanter Unterschied erkennbar ist [5]. Der in [2] angeführte Richtwert von 17 ng I-TE/kg (30 % oTS) wird im Mittel von den bayerischen Bioabfall- und Grüngutkomposten deutlich unterschritten, bei der Untersuchung von 81 Kompostproben aus Baden-Württemberg [9] liegt auch der Maximalwert weit darunter.

Bei den ubiquitär vorhandenen PAKs schneiden die Grüngutkomposte auf insgesamt niedrigem Niveau etwas besser als die Bioabfallkomposte ab [5].

Von Grünguthäcksel liegen keine PCDD/F- und PAK-Daten vor. Nach [9] sind bei ausschließlicher Verwendung von unbedenklichen Pflanzenrückständen wie Baum-, Strauch-, Hecken-, Rasenschnitt Belastungen mit organischen Schadstoffen jedoch nicht zu erwarten. Die Aussage wird auch durch sehr niedrige AOX-Gehalte gestützt, die im Mittel 9 % des Klärschlamm-Grenzwertes (500 mg/kg TS) betragen.

Weitere organische Schadstoffe

Vom Bayerischen Landesamt für Umweltschutz wurde im Jahr 2000 eine Sonderuntersuchung auf 65 weitere organische Stoffe in Komposten durchgeführt (Organochlorverbindungen u.a. Pflanzenschutzmittel) [8]. Einige Organochlorverbindungen wie Hexachlorbenzol oder Pentachlorphenol konnten in Spuren nachgewiesen werden (µg/kg TM, Tabelle 4). Die Gehalte in Grüngutkomposten lagen deutlich unter denen von Bioabfallkomposten.

Tabelle 4: Gehalte an organischen Schadstoffen in Bioabfallkompost (BAK), Grüngutkompost (GGK) und Grünguthäcksel (GGH)
Daten: Bayern (BY) und Baden-Württemberg (BW)

5. Schadstoffe in Straßenbegleitgrün

Straßenbegleitgrün (Grün-, Strauchschnitt) weist aufgrund seiner Lage neben Verkehrswegen erhöhte Schadstoffgehalte auf. Besonders relevant sind die Schwermetalle Blei, Cadmium, Kupfer und Zink und die organischen Schadstoffe Mineralölkohlenwasserstoffe, PAKs und PCDD/F.

Tabelle 5 zeigt die Schadstoffgehalte in Straßenbegleitgrün in Abhängigkeit vom Fahrbahnabstand (2,5 m – 10 m – 25 m) und vom Verkehrsaufkommen aus einer Anfang der 90er Jahre in Baden-Württemberg durchgeführten [10].

Die Belastung sinkt deutlich mit zunehmendem Abstand von der Straße; bei Nickel liegen die Werte unabhängig von der Entfernung zum Fahrbahnrand auf niedrigem Niveau. Eine Abhängigkeit vom Verkehrsaufkommen konnte in der Studie besonders für Blei, Cadmium, Mineralölkohlenwasserstoffe und PAKs nachgewiesen werden.

Tabelle 5: Schadstoffgehalte in Straßenbegleitgrün in Abhängigkeit von Fahrbahnabstand und Verkehrsaufkommen [10]

| Schadstoff | Einheit | Fahrbahnabstand in m | Gehalt im Grünlandaufwuchs bei Kfz pro Tag | |
|--------------|-----------------|-------------------------|---|--------|
| | | | 18.000 | 65.000 |
| Pb | mg/kg TS | 2,5 | 14 | 22 |
| | | 10 | 5,1 | 13 |
| | | 25 | | 8,7 |
| Cd | mg/kg TS | 2,5 | 0,18 | 0,38 |
| | | 10 | 0,07 | 0,13 |
| | | 25 | | 0,14 |
| Cu | mg/kg TS | 2,5 | | 19 |
| | | 10 | | 13 |
| | | 25 | | 11 |
| Zn | mg/kg TS | 2,5 | | 94 |
| | | 10 | | 49 |
| | | 25 | | 41 |
| Ni | mg/kg TS | 2,5 | | 1,3 |
| | | 10 | | 1,2 |
| | | 25 | | 0,9 |
| Cr | mg/kg TS | 2,5 | | 3 |
| | | 10 | | 1,8 |
| | | 25 | | 1,4 |
| Mineralöl-KW | mg/kg TS | 2,5 | 148 | 408 |
| | | 10 | 109 | 227 |
| | | 25 | | 171 |
| PAK* | µg/kg TS | 2,5 | 20 | 45 |
| | | 10 | <1 | 20 |
| | | 25 | | 17 |
| PCDD/F | ng TE-BGA/kg TS | 2,5 | | 4,8 |
| | | 10 | | 3,5 |
| | | 25 | | 3,7 |

Erntetermin Oktober 1991

jeweils Hauptwindrichtung abgewandte Seite

*Fluoranthen, Benzo(b)fluoranthen, Benzo(k)fluoranthen, Benzo(a)pyren, Benzo(g,h,i)perylene, Indeno(1,2,3-c,d)pyren

Während Anfang der 80er Jahre bei einem Verkehrsaufkommen von 60.000 Kfz/Tag bis in 10 m Entfernung vom Fahrbahnrand noch Blei-Gehalte im Straßenbegleitgrün von 40 - 90 mg/kg TS gemessen wurden, lagen die Werte Anfang der 90er Jahre nach Inkrafttreten der Benzin-Blei-Verordnung nur mehr zwischen 22 mg/kg TS in 2,5 m und 13 mg/kg TS in 10 m Entfernung. Entsprechend der weiteren allgemeinen Abnahme der Blei-Einträge dürften auch die Gehalte im Grünlandaufwuchs an Straßen weiter rückläufig sein.

Die BioAbfV schreibt für Straßenbegleitgrün bei landwirtschaftlicher Verwertung eine Untersuchung auf Schwermetalle vor. Eine Überschreitung der Grenzwerte der BioabfV dürften jedoch aufgrund der vorliegenden Daten eher die Ausnahme sein.

6. Zusammenfassung, Schlussfolgerungen

In einem seit Anfang der 90er Jahre laufenden Versuch der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft wird an 8 Standorten in Bayern auch die Höhe der Schadstoffeinträge durch verschiedene organische Materialien geprüft (Grüngutkomposte, organische Haushaltsabfälle, unkompostierte gehäckselte Gartenabfälle und Mähgut aus der Landschaftspflege).

Nach bisherigen Ergebnissen weist das Landschaftspflegematerial im Vergleich zu Bioabfall- und Grüngutkompost die niedrigsten Schwermetallgehalte auf. Die strengeren Grenzwerte der BioAbfV (für Aufbringungsmengen von 30 t TS/ha in 3 Jahren) werden durchwegs nur zu 5 - 15 % erreicht, die Grenzwerte der EU-Öko-VO weit unterschritten.

Aufgrund der geringen Schwermetall-Einträge und der prozentual höchsten Entzüge ist das Positivsaldo beim Landschaftspflegematerial für alle Schwermetalle von den untersuchten Varianten am geringsten.

Nach Untersuchungen aus Bayern und Baden-Württemberg sind die Gehalte an Polychlorierten Biphenylen (PCB₆) und Polychlorierten Dibenzodioxinen und Furanen (PCDD/F) in Komposten seit Anfang der 90er Jahre rückläufig. Die Richtwerte für das Aufbringen von Grüngut, Grüngut- und Bioabfallkompost werden von den Grüngutkomposten weit unterschritten, bei Grünguthäcksel wurde der PCB-Richtwert im Mittel nur zu 4 % erreicht.

Nach den vorliegenden Ergebnissen steht von der Schadstoffseite einer direkten Ausbringung von unkompostiertem Mähgut aus der Landschaftspflege nichts entgegen.

7. Literatur

- [1] Anonym (1991): Verordnung (EWG) Nr. 2092/91 des Rates vom 24.06.1991 über den ökologischen Landbau und die entsprechende Kennzeichnung der landwirtschaftlichen Erzeugnisse und Lebensmittel. Amtsblatt Nr. L 198 vom 22/07/1991, 1-15.
- [2] Anonym (1994): Hinweise zum Aufbringen von Grüngut. Grüngutkompost und Bioabfallkompost auf landwirtschaftlich genutzten Flächen. Schreiben des Bayer. Staatsministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten an die Regierungen und Ämter f. Landwirtschaft u. Ernährung vom 20.09.1994.
- [3] Anonym (1998): Verordnung über die Verwertung von Bioabfällen auf landwirtschaftlich, forstwirtschaftlich und gärtnerisch genutzten Böden (Bioabfallverordnung- BioAbfV) vom 21.09.1998.
- [4] Anonym (2002): Abfallwirtschaft – Hausmüll in Bayern –Bilanzen 2000. Bayer. Landesamt für Umweltschutz, Augsburg 2001
- [5] Bittl, Th. (2002): Schadstoffgehalte in Grüngutkomposten. Abfallvermeidung und –verwertung bei der Landschafts- und Gartenpflege. Fachtagung des Bayer. Landesamtes für Umweltschutz am 01./02.10.2002, 33-40, Augsburg.
- [6] Krauß, P.; Krauß, T.; Hummler, M. und Mayer, J. (1992): Bioabfallkompostierung III. Untersuchungen von Grün- und Bioabfallkomposten auf ihre Gehalte an organischen Umweltchemikalien. Berichte aus dem Ministerium für Umwelt Baden-Württemberg. Luft, Boden, Abfall; Schriftenreihe des Ministeriums für Umwelt Baden-Württemberg (Hrsg.) H. 20.
- [7] Loipführer, A. (1994): Untersuchung von Bioabfall-, Grüngutkomposten und Komposten aus der Hausgarten- und Gemeinschaftskompostierung auf ihren Gehalt an Schwermetallen, PCDD/F, PCB und AOX, Bericht aus dem Bayer. Landesamt für Umweltschutz (6), Schriftenreihe des Bayer. Landesamtes für Umweltschutz (Hrsg.) H. 126, 39-56.
- [8] Scheithauer, M. und Marb, C. (2002): Schadstoffgehalte von Bioabfall- und Grünabfallkomposten. Müll und Abfall, 2, 60-68.
- [9] Timmermann, F. et al. (1999): Erarbeitung von Grundlagen für Anwendungsrichtlinien zur Verwertung geeigneter Rest- und Abfallstoffe im landwirtschaftlichen Pflanzenbau (Ackerbau). Projekt Wasser Abfall Boden (PWAB) Forschungsvorhaben PW 95 171.
- [10] Unger, Hans-Jürgen M. A. und Prinz, D. (1992): Verkehrsbedingte Immissionen in Baden-Württemberg – Schwermetalle und organische Fremdstoffe in straßennahen Böden und Aufwuchs. Hrsg. Ministerium für Umwelt Baden-Württemberg, H.19.

Adresse:

RRin Christa Müller
Institut für Agrarökologie, Ökologischen Landbau und Bodenschutz,
Arbeitsgruppe Bodenschadstoffe (IAB 1b)
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
Vöttinger Str. 38
85354 Freising
E-Mail: Christa.Mueller@LfL.bayern.de

Tabelle 3: Schwermetallgehalte von Bioabfallkompost (BAK), Grüngutkompost (GGK) und Grünguthäcksel (GGH)
 Daten: Bayern (BY) und Baden-Württemberg (BW)

| Daten | Blei | | | Cadmium | | | Chrom | | |
|---------|----------------|----------------|--------------------|----------------------|-----------------------|-------------------|----------------|----------------|-------------------|
| | BAK | GGK | GGH | BAK | GGK | GGH | BAK | GGK | GGH |
| 2000 | 43 | 26 | | 0,45 | 0,33 | | 27 | 27 | |
| 2002 | 37 | 32 | | 0,43 | 0,37 | | 26 | 23 | |
| 1994-96 | 52 (33-74)* | 35 (25-59)* | 9,6 (3,5-26,6)* | 0,45 (0,25-0,60)* | 0,39 (0,26-0,70) * | 0,20 0,13-0,34 | 26 (19-38)* | 26 (15-41)* | 7,8 (2,5-18,0) |

| Daten | Kupfer | | | Nickel | | | Quecksilber | | |
|---------|----------------|----------------|--------------------|-----------------|-----------------|--------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|
| | BAK | GGK | GGH | BAK | GGK | GGH | BAK | GGK | GGH |
| 2000 | 68 | 40 | | 19 | 19 | | 0,23 | 0,12 | |
| 2002 | 68 | 39 | | 16 | 16 | | 0,15 | 0,18 | |
| 1994-96 | 51 (38-71)* | 39 (28-52)* | 10 (15,6-17,6)* | 16 (12-23) * | 14 (11-22) * | 4,0 (1,1-10,0)* | 0,19 (0,10-0,32) * | 0,15 (0,08-0,32) * | 0,03 (0,01-0,07)* |

| Daten | Zink | | | Anzahl | Literatur |
|---------|--------------------|--------------------|----------------------|------------------------------|-----------|
| | BAK | GGK | GGH | | |
| 2000 | 196 | 126 | | BAK 15 GGK 5 | [8] BY |
| 2002 | 191 | 152 | | BAK 22 GGK 22 | [5] BY |
| 1994-96 | 195 (150-252) * | 140 (110-184) * | 54,0 (36,0-91,7)* | BAK 124 GGK 178 GGH 81 | [9] BW |

* 10.-90. Perzentil

Tabelle 4: Gehalte an organischen Schadstoffen in Bioabfallkompost (BAK), Grüngutkompost (GGK) und Grünguthäcksel (GGH)
 Daten: Bayern (BY) und Baden-Württemberg (BW)

| Daten | PCB ₆ mg/kg TM | | | PAK ₁₆ mg/kg TM | | PCDD/F ng I-TE/kg TM | | Anzahl | Literatur |
|---------|------------------------------|-------------|-------------------------|-------------------------------|-----|-------------------------|----------|----------------------|-----------|
| | BAK | GGK | GGH | BAK | GGK | BAK | GGK | | |
| 1993 | 0,093 | 0,065 | | | | 15 | 14 | BAK 23 GGK 8 | [7] BY |
| 1992 | 0,021-0,540 | 0,012-0,043 | | | | 7,4-18,0 | 4,7-16,0 | | [6] BW |
| 2000 | 0,065 | 0,032 | | 3,9 | 2,3 | 12 | 9 | BAK 15 GGK 5 | [8] BY |
| 2002 | 0,042 | 0,035 | | 2,5 | 2,2 | 8 | 9 | BAK 22 GGK 22 | [5] BY |
| 1995-97 | 0,043 (0,028-0,068)* | | 0,008 (0,000-0,034)* | | | 8,3 (5,5-12,2)* | | BAK, GGK 81 GGH 5 | [9] BW |

* Min - Max

| Daten | Hexachlor- benzol (HCB) µg/kg TM | | Pentachlor- phenol (PCP) µg/kg TM | | Biphenyl µg/kg TM | | o-Phenyl- phenol µg/kg TM | | Di-(2-ethyl-hexyl)-phtalat (DEHP) µg/kg TM | | Anzahl | Literatur |
|-------|--|-------|---|-------|----------------------|-------|---------------------------------|------|--|-----|-----------------|-----------|
| | BAK | GGK | BAK | GGK | BAK | GGK | BAK | GGK | BAK | GGK | | |
| 2000 | 0,004 | 0,003 | 0,014 | 0,005 | 0,082 | 0,052 | 0,04 | 0,03 | 6,9 | 2,4 | BAK 15 GGK 5 | [8] BY |

