



MÖGLICHT WENIG SCHADSTOFFE auf die Felder, das ist das Ziel bei der Kompostierung. Foto: Archiv

Organische Reststoffe in der Landwirtschaft (5)

Möglichst wenig Schadstoffe

Verwertung von Komposten in der Landwirtschaft

Die gesammelte und verkompostierte Menge an Grün- und Bioabfällen weist weiterhin steigende Tendenz auf. Bereits 1994 war die Landwirtschaft mit einem Anteil von 25 Prozent der bedeutendste Abnehmer der in Bayern erzeugten 353 000 Tonnen Kompost aus kommunalen

organischen Abfällen. Mittelfristig ist bayernweit mit einem jährlichen Kompostanfall von circa 560 000 Tonnen (circa 340 000 Tonnen TS) zu rechnen. Die Bedeutung der Landwirtschaft als Kompostverwerter wird damit ebenfalls weiter zunehmen.

Komposte, die als sogenannte Sekundärrohstoffdünger landwirtschaftlich verwertet werden sollen, unterliegen zunächst den Bestimmungen des Abfallrechts. Dieses regelt über die derzeit erst im Entwurf vorliegende Bioabfall- und Kompostverordnung den Bereich der Schadstoffe, ähnlich wie dies für Klärschlämme bereits vor längerer Zeit durch die Klärschlammverordnung geschehen ist. Nur Komposte, die hinsichtlich der Schadstoffe den Forderungen der Kompostverordnung genügen, können zukünftig landwirtschaftlich verwertet werden und

unterliegen dann dem Düngemittelrecht (Düngerverordnung!).

Diese rechtlichen Regelungen bilden aber nur einen groben Rahmen für die Verwertung von Abfallkomposten auf landwirtschaftlich genutzten Flächen. Im Hinblick auf den langfristigen Erhalt oder die Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit, der Qualität der erzeugten Lebensmittel aber auch der zunehmend bedeutsamer werdenden Umweltverträglichkeit der landwirtschaftlichen Produktion stellen sich grundlegende Fragen hinsichtlich der Tolerierbarkeit der enthaltenen Schadstoffe, der Kompostwir-

kung auf Boden, Pflanzen und Umwelt sowie der pflanzenbaulich und ökologisch sinnvollen Einsatzstrategien.

Die Basis jeglicher Verwertung organischer Rest- und Abfallstoffe in der Landwirtschaft ist eine größtmögliche Schadstofffreiheit. Aufgrund der allgemeinen Umweltbelastung enthalten auch Komposte Schwermetalle und organische Schadstoffe.

Die Schwermetallgehalte bayerischer Komposte liegen im Mittel in einer ähnlichen Größenordnung, wie man sie natürlicherweise auch in Ackerböden findet (Tabelle 1). Das bedeutet,

die Anwendung dieser Komposte führt, wenn überhaupt, nur zu einer sehr geringen Beeinflussung der Schwermetallkonzentrationen in den Böden.

Von den in Komposten enthaltenen organischen Schadstoffen seien hier stellvertretend die Dioxine und Furane (PCDD/PCDF) erwähnt. Auch in den PCDD/PCDF-Gehalten unterscheiden sich Komposte aus unterschiedlichen Ausgangsmaterialien nicht nennenswert. Nachdem diese Stoffe im wesentlichen durch die Luft verfrachtet werden (Staubdeposition), sind die Ausgangsmaterialien der Kompostierung alle mehr oder minder belastet. Gehalte von 10 bis 15 ng internationaler Toxizitätseinheiten (I-TE) pro Kilogramm Kompost-Trockensubstanz stellen sozusagen eine unvermeidbare Hintergrundbelastung dar. Eine Verringerung der Gehalte ist praktisch nur möglich durch die Reduzierung des Ausstoßes an PCDD/PCDF und ihren Vorstufen (Verbrennungsanlagen, Verkehr, industrielle Prozesse).

Dies verdeutlicht, daß die Beurteilung der Kompostqualität weniger an mehr oder weniger künstlich festgelegten Grenzwerten (zum Beispiel Kompostverordnung) erfolgen sollte, sondern vielmehr an den natürlich vorhandenen Gehalten in Böden beziehungsweise an der Belastungssituation unserer Umwelt. Unter der Voraussetzung, daß die Gehalte an Schwermetallen und organischen Schadstoffen eine durch unsere Industriegesellschaft bedingte, durch technische Maßnahmen (zum Beispiel weitergehende Störstoffabtrennung) nicht weiter reduzierbare Hintergrundbelastung darstellen, kann die Verwertung von Komposten in der Landwirtschaft auch auf lange Sicht empfohlen werden.

Der Wert von Komposten wird bestimmt durch ihren Gehalt an organischer Substanz, Pflanzennährstoffen und basisch wirksamen Bestandteilen (Kalk). Bioabfallkomposte weisen zumeist etwas höhere Gehalte an diesen

Tabelle 1: Mittlere Schadstoffgehalte in Grüngutkomposten, Bioabfallkomposten und Ackerböden (mg/kg TS beziehungsweise mg/kg Boden)

	Grüngutkompost ^a	Bioabfallkompost	bayerische Ackerböden ^b
Pb	50	42	27
Cd	0,4	0,3	0,3
Cr	25	22	28
Cu	31	38	18
Ni	12	13	22
Hg	0,2	0,3	0,2
Zn	108	155	71
PCDD/PCDF ^c (ng I-TE/kg TS)	11	14	

^a Fischer und Jauch, 1992; ^b Diez und Krauss, 1992; ^c Krauß und Grammel, 1992

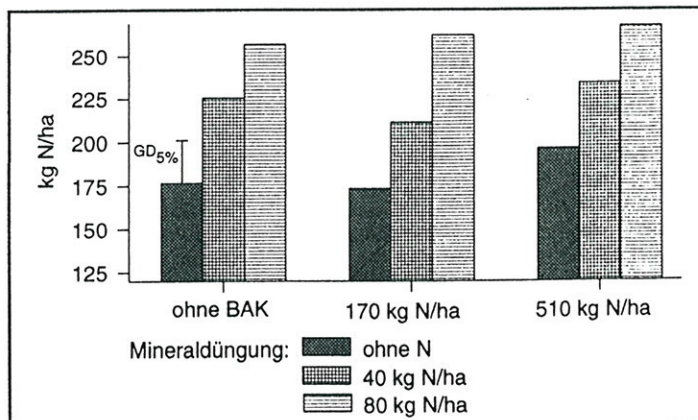


ABBILDUNG 1: Einfluß der Bioabfallkompostaufwandmenge auf den N-Entzug von Silomais in Abhängigkeit von der mineralischen Ergänzungsdüngung

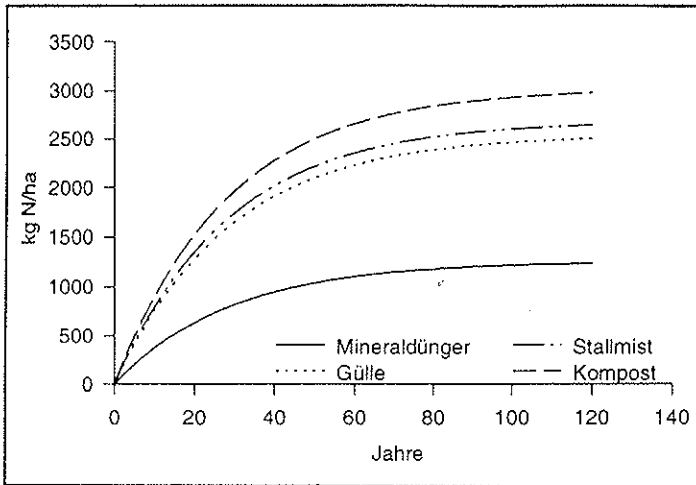


ABBILDUNG 2: N-Anreicherung des Bodens durch verschiedene Dünger – Modellkalkulation (jährliche N-Gabe: 120 kg/ha) (nach Gutser und Claassen, 1994)

wertgebenden Inhaltsstoffen auf als reine Grüngutkomposte. Im Schnitt enthalten Komposte bezogen auf die Trockensubstanz:

30 bis 40 % organische Substanz
5 bis 15 % Kalk (CaCO_3)
1 bis 1,4 % N
0,5 bis 0,7 % P_2O_5
0,8 bis 1,0 % K_2O

Für einen ordnungsgemäßen Komposteinsatz entsprechend den Vorgaben der Düngeverordnung (gute fachliche Praxis, Nährstoffbilanzierung) sind aufgrund der großen Schwankungsbreiten für jede auszubringende Kompostcharge Angaben über die enthaltenen Inhaltsstoffe zu fordern.

Bezogen auf den Nährstoffentzug landwirtschaftlicher Kulturen liegen die Nährstoffgehalte in einem relativ harmonischen Verhältnis zueinander, das heißt, die Zufuhr mit einer Kompostgabe von circa zehn Tonnen TS pro Hektar entspricht in etwa den Entzügen landwirtschaftlicher Kulturen an N, P und K.

Die Verfügbarkeit von P und K aus Kompost ist ähnlich hoch wie aus Mineraldüngern, zumindest längerfristig (P). Die im Kompost enthaltenen Mengen können und müssen deshalb voll in der Düngerbemessung berücksichtigt werden. Gleiches gilt für den Kalk.

Probleme hinsichtlich seiner Verfügbarkeit bereitet der Stickstoff. Er liegt nur etwa zu fünf Prozent in löslicher, unmittelbar pflanzenverfügbarer Form (NH_4 , NO_3) in Komposten vor. Circa 95 Prozent des N sind dementsprechend mehr oder weniger stabil organisch gebunden (Humifizierung während der Kompostierung) und werden nur langsam mineralisiert. Als Folge ist die N-Wirkung der Komposte im Anwendungsjahr sehr gering.

Dies zeigen beispielsweise Ergebnisse aus einem Feldversuch mit Silomais (Abbildung 1). Dabei wurden Bioabfallkomposte

Fortsetzung auf Seite 36

Tabelle 2: Abschläge für die mineralische N-Düngung nach Einsatz von Komposten (Kompostaufwandmenge: 100 kg N/ha pro Jahr beziehungsweise 300 kg N/ha jedes dritte Jahr)

1. Kompostanwendungsjahr	kg N/ha	
	1. Fruchtfolgerotation	längerfristig
0–20		
Folgejahre mit Kompostanwendung: am besten zu Kulturen mit später N-Aufnahme und langer Wachstumszeit (zum Beispiel Rüben, Kartoffeln):		
jährlich Kompost:	10–20	30–40
3jährig Kompost:	50–60	80–100
Folgejahre ohne Kompostanwendung: Kulturen mit früher N-Aufnahme und kurzer Vegetationszeit (zum Beispiel Getreide, W-Raps):	15–30	30–45
Kulturen mit später N-Aufnahme und langer Vegetationszeit (zum Beispiel Mais, Rüben, Kartoffeln):	30–50	50–70

Möglichst wenig...

Fortsetzung von Seite 35

(BAK) in zwei Aufwandmengen (170 beziehungsweise 510 Kilogramm N pro Hektar als BAK) eingesetzt. Die Kompostapplikation erfolgte im Spätherbst vor der Pflugfurche. Durch die niedrige BAK-Aufwandmenge konnte unabhängig von der mineralischen Ergänzungsdüngung (40 beziehungsweise 80 kg N/ha) keine N-Wirkung festgestellt werden. Die hohe Kompostmenge (510 kg N/ha) erhöhte den N-Entzug durch den Silomais, zumindest auf den nicht mineralisch gedüngten Parzellen. Allerdings war auch diese Erhöhung mit 20 kg N/ha sehr gering und entsprach nur circa vier Prozent der N-Zufuhr über BAK.

Kulturen mit langer Wachstumszeit und später N-Aufnahme (Mais, Rüben) verwerteten Kompost-N generell besser als zum Beispiel Getreide, da sie den im Sommer mineralisierten N noch mit verwerten können. Insgesamt kann jedoch im ersten Jahr der Kompostanwendung durchschnittlich nur mit einer N-Verfügbarkeit von circa fünf Prozent und darunter gerechnet werden. Der im Boden verbleibende N wird in den Folgejahren etwa in der gleichen Rate mineralisiert wie Boden-N (zwei bis vier Prozent pro Jahr).

Die geringe N-Wirkung im Anwendungsjahr führt dazu, daß der Boden durch Kompostdüngung mit Stickstoff und organischer Substanz stärker angereichert wird als durch andere organische oder mineralische Dünger (Abbildung 2). Mit zunehmender N-Anreicherung steigt bei gleichbleibenden Mineralisationsraten die N-Lieferung aus dem Boden und damit auch die Bodenfruchtbarkeit bzw. Ertragssicherheit langsam an.

Dies bestätigen Ergebnisse (Abbildung 3) aus einem langjährigen Kompostversuch (Müllklärschlammkompost, angelegt 1973). Während im ersten Jahr eine geringe N-Immobilisation zu verzeichnen war, waren die N-Entzüge in den Folgejahren mit Kompostdüngung (in Abbildung durch Pfeile gekennzeichnet) deutlich erhöht. Dabei ist einerseits zu berücksichtigen, daß in diesen Jahren immer Blattfrüchte mit langer Vegetationszeit und hohem N-Aneignungsvermögen auf den Parzellen standen. Andererseits ist davon auszugehen, daß die N-Wirkung von Müllklärschlammkomposten im Anwendungsjahr aufgrund des Klärschlammanteils etwas höher war als die der heute üblichen Grün- und Bioabfallkomposte. In den Jahren ohne Kompostzufuhr (Nachwirkung) waren die Mehrentzüge dagegen wesentlich

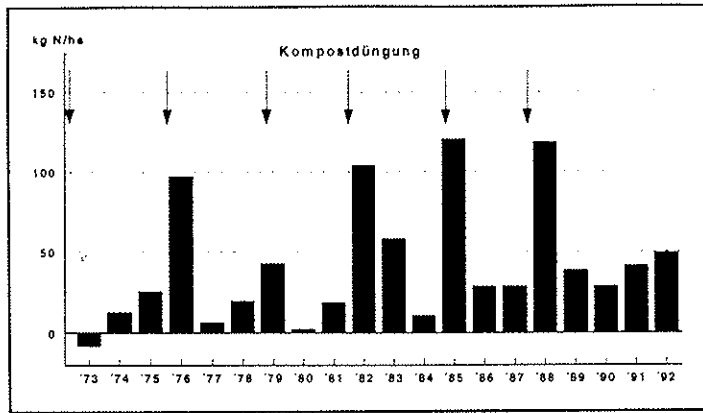


ABBILDUNG 3: Mehrentzüge an Stickstoff durch langjährige Düngung mit Müllklärschlammkompost (Zufuhr: circa 565 kg N/ha(3a) (Gutser et al., 1993)

geringer. Sie stiegen jedoch mit zunehmender Versuchsdauer und damit zunehmender Bodenanreicherung kontinuierlich an, wenn man von jahrgangsbedingten Schwankungen absieht. Aus Abbildung 2 ist zu ersehen, daß nach etwa 60 Jahren fortwährender Kompostanwendung annähernd ein Gleichgewicht zwischen Zufuhr und N-Freisetzung aus dem Boden erreicht sein dürfte (kein wesentlicher Anstieg der Anreicherung mehr).

Zusammenfassung

Folgende grundlegende Anwendungsrichtlinien lassen sich ableiten:

- In Ackerbaubetrieben ohne beziehungsweise mit geringer Tierhaltung (maximal 0,5 GV/ha LN) auf mittel- bis tiefgründigen Böden (sL - IT) sind maximale Ausbringungsmengen von sechs bis zehn Tonnen TS pro Hektar-Jahr (circa 20 Kubikmeter, 100 kg N/ha) möglich. Aufgrund der etwas höheren N-Wirkung im Anwendungsjahr ist ein mehrjähriger Ausbringrhythmus mit entsprechend größeren Gaben zu empfehlen. Dabei sollten jedoch 60 Kubikmeter (für drei Jahre) nicht überschritten werden.

Komposte sollten vielleicht auch zu Ackerkulturen mit relativ später N-Aufnahme (Mai bis September) ausgebracht werden (zum Beispiel Mais, Rüben, Karloffeln). Hinsichtlich des Ausbringzeitpunktes bestehen aufgrund der geringen unmittelbaren N-Verfügbarkeit grundsätzlich keine Beschränkungen.

- In Betrieben mit Tierhaltung muß primär die Verwertung der tierischen Reststoffe (Gülle, Stallmist) gesichert sein. Die insgesamt auszubringende Menge an organischen Düngern (tierische Reststoffe plus Kompost) sollte 100 bis 130 kg N/ha Jahr nicht überschreiten. Die maximal mögliche Kompostausbringungsmenge ist abhängig von der Vieh-

dichte (Abbildung 4). Beispielsweise ist bei mehr als 1,5 Rindergrößvicheneinheiten (RGV) pro Hektar eine Kompostverwertung nicht mehr möglich und ab etwa 1,0 RGV/ha aufgrund der geringen Ausbringmenge praktisch uninteressant.

- Auf flachgründigen oder leichten Böden ist eine Kompostverwertung nur in viehlosen Betrieben zu empfehlen. Die Ausbringungsmenge sollte 80 Kilogramm Gesamtn-N/ha Jahr (circa 15 Kubikmeter) nicht überschreiten. Bei mehrjährigem Ausbringrhythmus ist die Höchstgabe auf 30 Kubikmeter pro Hektar (für zwei bis drei Jahre) zu begrenzen.

Mit zunehmender Dauer der Kompostanwendung sind stickstoffkonservierende pflanzenbauliche Maßnahmen (zum Beispiel Zwischenfruchtanbau) erforderlich. Die mineralische N-Ergänzungsdüngung kann zunehmend reduziert werden.

Wegen der geringen Verfügbarkeit des über Kompost zuge-

führten Stickstoffs sind hohe Ernteerträge längerfristig nur mit positiven N-Bilanzen (organische plus mineralische N-Düngung minus Abfuhr) zu erzielen. Probleme bereitet die Abschätzung der aus der Kompostdüngung zu erwartenden N-Freisetzung und folglich die Anpassung der noch notwendigen mineralischen Ergänzungsdüngung an die jahrgangs- und standortabhängigen Gegebenheiten sowie kulturspezifischen Ansprüche. Trotz hierzu weiterhin bestehendem Forschungsbedarf werden nach Anwendung von BAK Abschläge für die notwendige Mineraldüngung gemäß Tabelle 2 empfohlen (notwendige Mineraldüngung = Mineraldüngung ohne Kompostzufuhr).

Die Abschläge in der N-Düngung sind insbesondere in den späten Teilgaben vorzunehmen. Nmin-Untersuchungen der Böden, sofern sie nicht zu früh (Januar bis März) durchgeführt werden, sind hilfreich für die Optimierung der notwendigen Ergänzungsdüngung.

THOMAS EBERTSEDER
DR. REINHOLD GUTSER
TU München-Weihenstephan

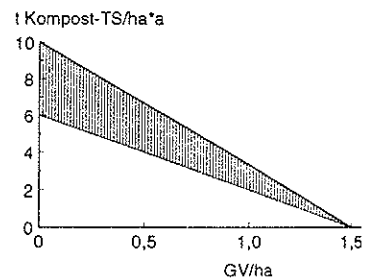


ABBILDUNG 4: Maximale Einsatzmengen von Komposten auf landwirtschaftlich genutzten Flächen in Abhängigkeit von der Viehdichte (Rinder-GV/ha)