

Literatur

Einsatzmöglichkeiten von Bioabfallkomposten in Landwirtschaft und Gartenbau - Probleme, vorläufige Anwendungsrichtlinien

R.Gutser, N. Claassen und Th. Ebertseder

Bioabfallkomposte (BAK) sind nährstoffreich (N, P, K), weisen hohe Gehalte an organischer Substanz und basisch wirkenden Bestandteilen auf und enthalten, gemessen an den Grenzwerten der Abfall-Klärschlamm-Verordnung, verhältnismäßig geringe Gehalte an anorganischen (Schwermetalle) und organischen (z.B. PCDD, PCDF, PCB) Schadstoffen (Ebertseder, 1993; Popp, 1993).

In Landwirtschaft und Gartenbau werden Komposte oder organische Dünger seit langem zur Verbesserung bzw. Erhaltung der Fruchtbarkeit und des Nährstoffzustandes des Bodens eingesetzt. In landwirtschaftlichen Betrieben reichen in der Regel die anfallenden Rest- und Abfallstoffe aus - vor allem im Viehhaltenden Betrieb -, um die Humusgehalte der Böden langfristig zu sichern. In gartenbaulichen Betrieben (z.B. intensiver Gemüseanbau) muß wegen des bewirtschaftungsbedingten höheren C-Umsatzes im Boden und Fehlens ausreichender Mengen an Reststoffen häufig auf betriebsfremde, organische Dünger, so auch auf Torf zurückgegriffen werden.

1. Einsatzmöglichkeiten und qualitative Anforderungen für BAK

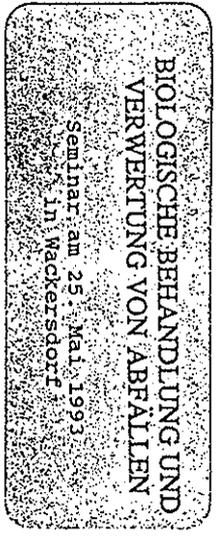
Für den Einsatz in Landwirtschaft und Gartenbau muß BAK grundsätzliche qualitative Anforderung wie hygienische Unbedenklichkeit (durch gezielte Steuerung der Kompostierung), weitgehende Kompostreife (Reifegrad 4, möglichst aber 5), geringe Schadstoffgehalte und homogene Aufbereitung (gleichmäßige Verteilbarkeit über die Fläche) aufweisen (Abb.1.)

Abb.1

Für den Einsatz lassen sich 2 Bereiche unterscheiden:

- 1. Einsatz als Bodenverbesserungsmittel (Abb.2)
- 2. Einsatz als Bestandteil gärtnerischer Substrate (Abb.3)

Dr. R. Gutser, Prof. Dr. N. Claassen und Dipl. Ing. agr. Th. Ebertseder - Lehrstuhl f. Pflanzenernährung der TU München-Weihenstephan, 8050 Freising



BWS:

Ersterer besitzt für den mengenmäßigen Absatz die weitaus größere Bedeutung.

Abb.2 Abb.3

Die qualitativen Anforderungen an BAK für den Einsatz als Substrat sind allgemein größer, bedingt durch die höheren Anwendungsmengen (20-50 Vol% des für die Pflanzen zur Verfügung stehenden Wurzelraumes): Komposte müssen reif sein (RG 5), sollen möglichst geringe Gehalte an Salzen (Na, Cl) und Hemmstoffen sowie ein hohes Porenvolumen mit guter Strukturstabilität aufweisen. Nach der Verwendung als Substrat werden die Komposte meist als Bodenverbesserungsmittel weiterverwertet.

Für den Einsatz von BAK als gärnerisches Substrat sind kulturspezifische Forschungsarbeiten notwendig, so daß hier nur eine pauschale Aussage möglich ist: BAK-Zuschläge zum Substrat dürfen am ehesten zu Kulturen mit höherer Salz- und Kalktoleranz und insgesamt höheren Nährstoffansprüchen möglich sein. Besonderes Augenmerk ist auf die Verhinderung schädlicher Salzkonzentrationen und auf das Angebot ausreichender N-Mengen auch bei zeitweiser N-Festlegung im Substrat zu richten (wachstumsbegleitende Bewässerungs- und Düngungsstrategien).

Etwas geringere Ansprüche an die Qualität von BAK stellt deren Verwendung als Bodenverbesserungsmittel. Ein überschaubarer Umsatz des im BAK enthaltenen Stickstoffs im Boden durch Einsatz weitgehend reifer Komposte sowie hohe C- und Nährstoffgehalte bzw. möglichst geringe Schadstoffgehalte bleiben jedoch unverzichtbare Qualitätsanforderungen (s. Abb.2). Forschungsbedarf besteht hinsichtlich des C- und N-Umsatzes im Boden nach langjährigem Einsatz von BAK mit Auswirkungen auf Höhe und zeitlichen Verlauf der N-Freisetzung als N-Quelle für Kulturpflanzen und Verluste (Auswaschung, Denitrifikation) sowie für das Problemfeld "Schadstoffe".

2. Grundsätze für die Entwicklung von Anwendungsstrategien für BAK.

Ein wichtiger Grundsatz für die Ermittlung des Düngerbedarfs von Kulturpflanzen besteht darin, daß sich zumindest auf mit dem jeweiligen Nährstoff gut versorgten Böden der Input durch Düngung am Output durch die Nährstoffabfuhr pflanzlicher Produkte orientiert.

Die Forderung Input = Output kann jedoch nicht für alle Nährstoffe gleichmäßig gut erfüllt werden, auch in Abhängigkeit des nährstoffspezifischen Verlustpotentials.

10 t Kompost-Trockenmasse enthalten ähnlich hohe N, P und K-Mengen wie die durchschnittliche jährliche Nährstoffabfuhr einer landwirtschaftlichen Fruchtfolge je ha (Tab.1).

Tab.1

Bezüglich der Schadstoffe ist die oben gestellte Forderung "Input = Output" nicht zu erfüllen. So beträgt die Cd-Fracht das Doppelte der durchschnittlichen jährlichen Abfuhr. Die Cd-Fracht liegt allerdings deutlich unter der in der Klärschlammverordnung als Höchstgrenze festgelegten Zufuhr. Mit Ausnahme von AOX (Summe der halogenierten organischen Verbindungen) trifft letzteres auch für die als besonders toxisch geltenden Schadstoffe "polychlorierte Diphenyle" (PCB) bzw. "polychlorierte Dibenzodioxine/Dibenzofurane" (PCDD/PCDF) zu (s. Eberseder, 1993). Daten über mittlere jährliche Abfuhr dieser organischen Schadstoffe durch Erntematerial liegen kaum vor. Die Aufnahme dieser Schadstoffe durch die Pflanzen ist äußerst gering; der größte Teil der "Abfuhr" ist auf Oberflächenkontamination der Ernteprodukte zurückzuführen. AOX stellt einen Summenparameter dar ohne Aussage über das Gefährdungspotential der enthaltenen Verbindungen.

Probleme bereitet das Abschätzen der pflanzenverfügbaren Stickstoffmengen aus BAK. Der größte Teil des in BAK enthaltenen Stickstoffs liegt organisch gebunden vor und wird erst nach Mineralisation im Boden pflanzenverfügbar; er ist dann allerdings auch verlustgefährdeter.

Aus einem nummehr 20 jährigen Feldversuch in Weihenstephan mit Komposten aus Müll/Klärschlamm (Herkunft: Schweinfurt) läßt sich eine Ausnutzung des Kompost-N durch die Pflanzen von 25 % ableiten (ohne Berücksichtigung der N-Lieferung des Bodens beträgt diese 49% der Zufuhr) - Tab.2.

Tab.2

Die eingesetzten Müllklärschlamm-Komposte wiesen im Vergleich zu BAK (φ bayerischer Herkunft) im Mittel einen geringeren N-Gehalt (0,9 gegenüber 1,3 %) und folglich einen weiteren C/N-Quotienten (17 gegenüber 14) auf; die mittlere jährliche N-Zufuhr lag mit 170 kg N/ha etwas höher als die von uns als Richtwert (100 - 130 kg N/ha) festgelegte Menge (Tab.1, Abb.5).

In vergleichbaren Versuchen erreichten Stallmist (35%) und Mineräldüngung (65 %)

eine wesentlich höhere N-Ausnutzung als MK-Komposte (Tab.3).

Tab.3

MK-Kompost bewirkt eine deutliche C- und N-Anreicherung des Bodens (Tab.2). Hohe C- und N-Gehalte der Böden gelten allgemein als wichtige Fruchtbarkeitsparameter. N-reiche Böden enthalten allerdings ein hohes Verlustpotential für die NO₃-Auswaschung (Tab.4), dem mit speziellen N-konservierenden pflanzenbaulichen Maßnahmen (z.B. Zwischenfruchtanbau) begegnet werden muß. Der Begriff "Bodenfruchtbarkeit" ist aus der Sicht der Wassernutzung anders zu definieren als aus der der Landwirtschaft oder des Gartenbaus.

Tab.4

Die jährliche N-Anlieferung aus MK-Kompost schwankte in dem 20jährigen Versuch in Weihenstephan in Abhängigkeit von der Sofort (Anwendungsjahre)- und Nachwirkung (Folgejahre), den angebauten Kulturen und speziellen klimatischen Gegebenheiten der jeweiligen Jahre zwischen 0 und 118 kg N/ha (Abb.4). Sie betrug im Jahresmittel 42 kg N/ha. Sieht man vom 1. Anwendungsjahr ab, errechnet sich für die 5 folgenden Jahre mit Kompostanwendung ein durchschnittlicher Mehrentzug von 96 kg N/ha (17 % der zugeführten N-Menge). Die N-Anlieferung in den Nachwirkungsjahren zeigt mit der Dauer des Versuches steigende Tendenz und geht demnach parallel mit der N-Anreicherung des Bodens:

	φ N-Mehrentzug (Kg/ha)
1974 - 78	16
1980 - 84	22
1986 - 90	31

Mit der Dauer der Anwendung von Komposten lassen sich folglich größer werdende Einsparungen an der noch notwendigen mineralischen Ergänzungsdüngung ab (s.später).

3. Vorläufige Anwendungsrichtlinien für BAK

Abbildungen 5 - 8 enthalten die als vorläufig geltenden Anwendungsrichtlinien für Bioabfallkomposte und stützen sich neben Folgerungen aus langjährigen Feldversuchen im wesentlichen auf Forschungsergebnisse der Weihenstephaner Arbeitsgruppe (Ebertseder, 1993, Popp 1993). Eine laufende Überprüfung der Gültigkeit dieser Richtlinien ist notwendig. Die Richtlinien sollen mithelfen, größere Fehler bei der Verwertung von BAK auf landwirtschaftlichen und gemüsebaulich genutzten Flächen zu vermeiden.

Abb.5

Abb.6

Abb.7

Abb.8

Als vertretbare Anwendungsmengen für Betriebe ohne oder mit geringer Tierhaltung auf mittel- bis tiefgründigen Standorten werden 7.5 - 10 t TS/ha · Jahr, d.h. ca. 17 - 23 m³ mit 100 bis 130 kg Gesamtstickstoff/ha angesehen (Abb.5). Der Einsatz ist auf Ackerflächen beschränkt. Auf Grünland verbietet meist stärkere Düngung mit Flüssig- oder Festmist die Anwendung von BAK. Auch sind zudem noch hygienische Bedenken abzuklären.

In Betrieben mit Tierhaltung muß zunächst eine optimale Verwertung der tierischen Reststoffe sichergestellt sein. Als maximale N-Zufuhr über organische Dünger werden 160 kg N/ha · Jahr angesehen (besser wären nur 130 kg N/ha · Jahr), so daß sich ab einem Viehbesatz von beispielsweise 1.5 RGV/ha LN praktisch der Einsatz von BAK verbietet (Abb. 6,7). Auch auf auswaschungsgefährdeten Böden (Flachgründigkeit, Sandböden) wird eine Rücknahme der Anwendungsmengen für BAK empfohlen (Abb. 6).

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 (Abb.8). Die Optimierung der N-Düngung wird durch den Einsatz von BAK sicherlich nicht vereinfacht. Für die Bemessung der Abschläge sind Kenntnisse über den Nährstoffumsatz der Böden des jeweiligen Standortes zu berücksichtigen (Bodenfeuchte, biologische Aktivität, Fruchtfolge, Bodenstruktur u.a.).

Wegen der geringen Verfügbarkeit des über Kompost zugeführten Stickstoff sind hohe Ernteerträge längerfristig nur mit positiven N-Bilanzen (organische + mineralische N-Düngung minus N-Abfuhr) zu erzielen. Der rechnerische N-Überschuss läßt sich mit der Dauer der Kompostanwendung und parallel zur N-Anreicherung der Böden vermindern, d.h. die in Abbildung 8 genannten Abschläge der mineralischen Ergänzungsdüngung können weiter vergrößert werden. Die jeweiligen standörtlichen und nutzungsbedingten Gegebenheiten werden den N-Umsatz im Boden und damit die möglichen Abschläge für die mineralische N-Düngung sehr wesentlich modifizieren.

4. Anwendungsbereitschaft der Landwirte und Gärtner für den Einsatz von BAK

Trotz Bereitstellung möglichst schadstoffarmer BAK und Verantwortungsbewußtem Einsatz in Landwirtschaft und Gartenbau verbleibt für die Anwendung von BAK ein Restrisiko. Die Bereitschaft von Landwirten und Gärtnern, auf ihren Flächen BAK auszubringen und damit einen wertvollen Beitrag für eine integrierte Reststoffentsorgung zu leisten, dürfte sehr wesentlich davon abhängen, inwieweit Kommunen, Landkreis, Land oder Bund bereit sind, dieses Restrisiko zu übernehmen durch Zusage einer Gefährdungshaftung (Abb.9).

Abb.9

Es ist zudem notwendig, durch sachgemäße Information die Öffentlichkeit zu überzeugen, daß die Verwertung von BAK in Landwirtschaft und Gartenbau konform geht mit den Zielen einer umweltschonenden Landwirtschaft. Ein durch unläutere Werbung aufgebautes "Negativimage" könnte die Bereitschaft der Landwirte und Gärtner für den Einsatz von BAK erheblich gefährden.

Zusammenfassung

Bioabfallkomposte sind nährstoffreiche Reststoffe mit verhältnismäßig geringen Schadstoffgehalten. Sie eignen sich grundsätzlich als Bodenverbesserungsmittel in Landwirtschaft und Gartenbau, zum Teil auch als Bestandteile für gärtnerische Substrate.

Als Bodenverbesserungsmittel hat sich die Einsatzmenge an den Nährstoffabfuhr durch das Erntegut (N,P,K) zu orientieren.

Für die Beurteilung der Schadstofffrachten werden die in der Klärschlammverordnung festgelegten Höchstmengen berücksichtigt. Mit einer Anwendung von 10 t Kompost TS/ha (20 - 25 m³) werden durchschnittliche Nährstoffabfuhr über das Erntegut weitgehend ersetzt; die Schadstoffe (anorganisch und organisch) bleiben deutlich unter den in der AbklärV festgelegten Höchstmengen mit Ausnahme der AOX-Fracht, die etwa doppelt so hoch liegt wie der Höchstwert dieser Verordnung. Es besteht dringender Forschungsbedarf zur Beurteilung des von AOX ausgehenden Gefährdungspotentials. Nicht zuletzt wegen dieses Sachverhaltes müssen die Anwendungsrichtlinien für BAK als "vorläufig" angesehen werden.

In Abhängigkeit von der Viehdichte und den Bodenvoraussetzungen werden vorläufige Anwendungsrichtlinien für Bioabfallkomposte vorgeschlagen. Probleme bereitet die Abschätzung der aus BAK freigesetzten N-Mengen für die Optimierung der mineralischen Ergänzungsdüngung. Richtwerte für die Höhe der Abschläge der N-Mineraldüngung werden aus den Ergebnissen eines 20jährigen Kompostversuches in Weihenstephan abgeleitet.

Bioabfallkompost

(Mittelwerte für bayerische Herkunft)

Bezug: **10 t Kompost - TS**20-25 m³

	ø Fracht	ø Abfuhr/ha a
Nährstoffe (kg/ha)		
N	130	150
P	30	30
K	75	100
Schadstoffe (Schwermetalle bzw. org. Verbindungen)		
Cd (g/ha)	3	1.5
		Höchstmenge -Zufuhr Abfklär V: 8-17

PCDD/PCDF (µg TE/ha)	100	167
AOX (g/ha)	2000	833

20jähriger Feldversuch mit Müllklärschlamm-
kompost (ø 0,9 % N, C/N = 17)
Weißenstephan (006)

Kompost	kg N/ha		Ausnutzung
	Zufuhr	Entzüge Pflanzen	
-	-	811	25 %
+	3390	1646 = 49 % d. Zufuhr	

Bodenuntersuchung 1992 (Krume)

Kompost	%	
	N _t	C _t
-	0,10	1,2
+	0,17	2,2

**N-Ausnutzung* verschiedener Dünger im
Langzeitversuch (Lößbraunerde, Weißenstephan)**

Dünger	Laufzeit	N-Ausnutzung
(MK)-Kompost	20 J.	25 %
Stallmist	rd. 50 J.	35 %
Mineraldüngung	rd. 50 J.	65 %

Erhöhung des N-Pool im Boden (Basis einheitliche C-Mengen)

Kompost > Stallmist > Mineraldüngung

* Methode: Differenzverfahren gegenüber N₀

Tab.4

Nitrat und "Bodenfruchtbarkeit"
(Langzeitversuch Weißenstephan 006/I)

Düngung	Fruchtbarkeit	Nitrat i. Boden- wasser (mg NO ₃ /l) Ø vegetationsfreie Zeit 1987 Tiefe: 150 cm
I ohne N	↓	17 - 44
II optimal mineral. N		34 - 44
III wie II + Kompost*		100 - 117.

* (hohe Gaben: 100 t TS/ha.3 Jahre)

Abb.1

Einsatzmöglichkeiten und Qualitätsanforderungen für BAK

1

grundsätzlich:

- hygienische Unbedenklichkeit
- weitgehende Kompostreife: RG 5(4)
- geringe Schadstoffgehalte
- homogene Aufbereitung:
 - Bodenverbesserung < 25 mm
 - Substrat < 15 mm

Abb.2

Einsatzmöglichkeiten und Qualitätsanforderungen für BAK

2

Bereich Bodenverbesserung

- | | |
|---------------|-------------------|
| Bodenstruktur | biolog. Aktivität |
| Humusbilanz | Nährstoffwirkung |
| Kalkbilanz | Filterfunktion |
- Landwirtschaft, Erwerbsgartenbau, Garten- und Landschaftsbau (z.T. auch einmalig hohe Mengen für Rekultivierung, Melioration etc.)

Anforderung an Qualität von BAK

- Reifegrad (4-5) --> überschaubare N-Dynamik
 hoher Gehalt an organischer Substanz und Nährstoffen

Einsatzmöglichkeiten und Qualitätsanforderungen für BAK

3

Bereich Substrate im Gartenbau

(Topf-, Container- und Dachgartenkultur)
hohe Aufwandmengen (25-50 Vol%)
für salz- und kalktolerante sowie nährstoffintensive Kulturen

Anforderung an Qualität von BAK

Reifegrad 5 --> Strukturstabilität
geringe N-Immobilisation

niedriger Salz (Na, Cl..) - Gehalt

gute Pflanzenverträglichkeit (Hemmstoffe!)

niedriges Volumengewicht (hohes Porenvolumen)

Weiterverwendung für die Bodenverbesserung

Abb.4

Mehrentzüge an Stickstoff durch Müllklärschlammkompostdüngung

Zufuhr: ca. 565 kg N/ha*3a

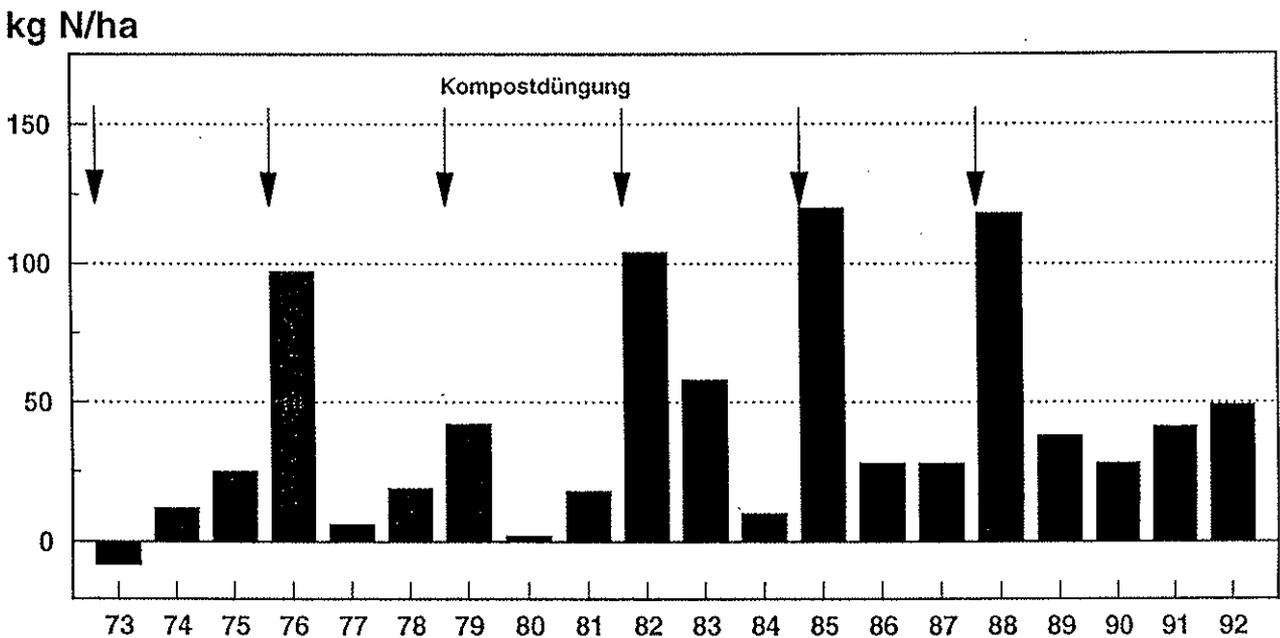


Abb.5

Vorläufige Anwendungsrichtlinien für Bioabfallkomposte

Landwirtschaft und Erwerbsgartenbau

Ackerbaubetriebe +/- geringe Tierhaltung
(bis 0,5 GV/ha LN)
auf mittel- bis tiefgründigen Böden (sl-IT)

7.5-10 t TS/ha Jahr

(17-23 m³ mit 100-130 kg N/ha)

Höchstgabe: 60 m³/ha (für 3 Jahre)

Kompostreife: Rottegrad 4-5

Zeitpunkt: Herbst bis Frühjahr (5) mit
Einarbeitung = Ackerkulturen

Kultur: günstig vor Kulturen mit relativ
später N-Aufnahme (Mai-September)

Abb.6

Vorläufige Anwendungsrichtlinien für Bioabfallkomposte

Landwirtschaft und Erwerbsgartenbau

Modifikationen der Anwendungsmengen

1. Viehdichte

keine Kompostanwendung bei überdurchschnittlicher Viehdichte (> 1,5 RGV/ha bzw. > 1,0 SGV/ha)
Beziehung Viehdichte/Kompostmenge

2. Standortvoraussetzung Boden

auf flachgründigen Böden (Wurzelraum < 40 cm Tiefe) oder Sandböden
nur in viehlosen Betrieben

6 - 7,5 t TS/ha Jahr

(12 - 17 m³ mit 100 kg N/ha)

Höchstgabe: 30 m³/ha (für 2 - 3 Jahre)

Einsatzmengen von Bioabfallkomposten auf landwirtschaftlich genutzten Flächen in Abhängigkeit von der Viehdichte

Höchstmenge tier. Reststoffe + Kompost = 160 kg N/ha*a
für mittel- bis tiefgründige Böden (sl - IT)

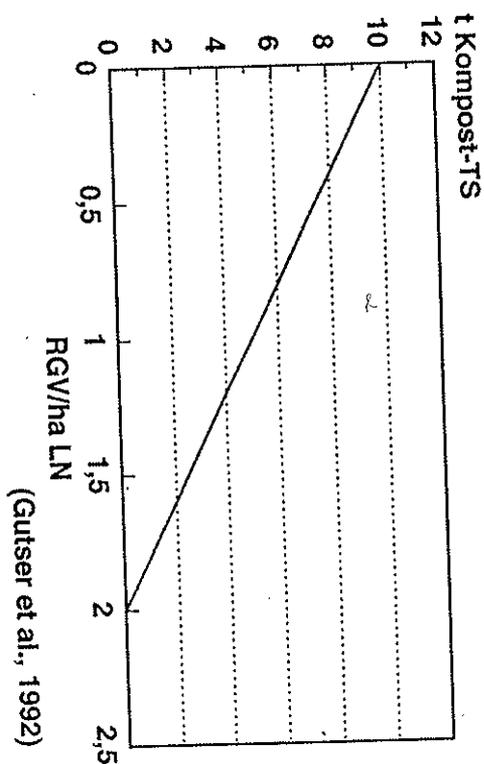


Abb.8

Vorläufige Anwendungsrichtlinien für
Bioabfallkomposte

Bemessung der mineralischen Ergänzungsdüngung

Kompostgabe: 10 t TS/ha a

P, K: im Kompost enthaltene Mengen sind in der
Düngerbemessung voll zu berücksichtigen

N: Probleme bereitet die Berücksichtigung der
aus Kompost freigesetzten N-Mengen
Zur Aufrechterhaltung hoher Erträge sind länger-
fristig positive N-Bilanzen (Düngung - Abfuhr)
notwendig. Bedingt durch die damit verbundene
N-Anreicherung des Bodens können die Ab-
schläge für die mineralische Ergänzungsdüngung
mit der Dauer der Kompostanwendung erhöht
werden.

Abschläge für die mineralische Ergänzungsdün-
gung (= optimale Düngung ohne Kompost)

- 1. Anwendungsjahr: 0-20 kg N/ha

- Folgejahre mit Kompostanwendung:

am besten zu Kulturen mit später N-Aufnahme,
langer Wachstumszeit (z.B. Mais, Rüben,
Kartoffeln, Kohl etc.):

10 t TS/ha: ca. 30-40 kg N/ha

30 t TS/ha: ca. 80-100 kg N/ha

- Folgejahre ohne Kompostanwendung:

Kulturen mit früher N-Aufnahme, kurzer
Vegetationszeit: (z.B. Getreide, WiRaps bzw.
Blattgemüse, Radies): ca. 20-45 kg N/ha

Kulturen mit später N-Aufnahme, langer
Vegetationszeit: (z.B. Mais, Rüben, Kartoffeln, Kohl)
ca. 30-60 kg N/ha

Die Abschläge sind vor allem in den späteren N-
Teilgaben vorzunehmen.

N_{min}-Untersuchungen sind hilfreich.

N-konservierende pflanzenbauliche Maßnahmen
(Zwischenfruchtanbau) sind zur Verminderung von
Auswaschungsverlusten anzuraten!

Anwendungsbereitschaft von Landwirten/Gärtnern für BAK

PROBLEM 1

Restrisiko

Gefährdungshaftung

Übernahme durch Kommunen,

Landkreis, Land, Bund

PROBLEM 2

Anwendung der BAK geht konform mit den Zielen
einer umweltschonenden Landwirtschaft

aber: negatives Image von Abfallkomposten
durch Produktwerbung wie
"garantiert von Flächen ohne
Anwendung von Klärschlamm oder BAK"