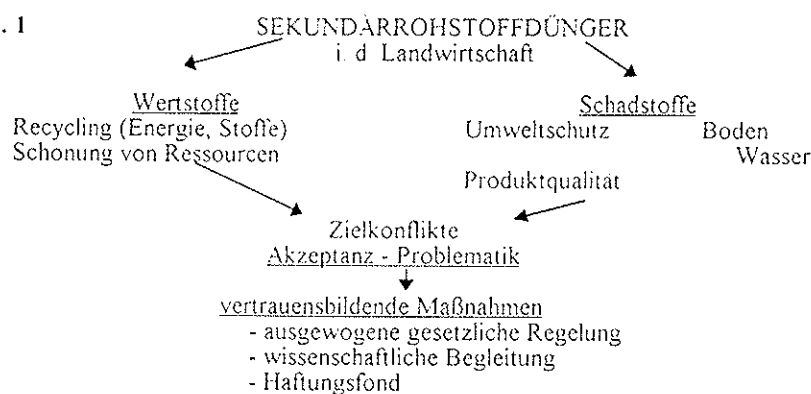


Klärschlamm und Biokompost als Sekundärrohstoffdünger

R. Gutser¹

Entsprechend dem im Oktober 1994 verkündeten und im Oktober 1996 in Kraft tretenden Gesetz zur Vermeidung, Verwertung und Beseitigung von Abfällen wird die landbauliche Verwertung von KS (KS) und Biokomposten (Biokomp) (Komposte aus getrennt gesammelten organischen Haus- und Gartenabfällen sowie Grüngut) sowohl über das Abfallrecht (Schadstoffe) als auch das Düngemittelrecht (Nährstoffe) geregelt. Das Abfallrecht begrenzt die Verwertung durch die Schadstofffracht (Grenzwerte für Schadstoffgehalte in Abfallstoffen und Böden sowie maximale Ausbringungsmengen), die Düngeverordnung durch die Nährstofffracht (Düngebedarf der Kulturen, Definition der "guten fachlichen Praxis"). Das sich kurz vor der Fertigstellung befindende gesetzliche Regelungswerk für die landbauliche Verwertung von KS und Biokomp sollte eine ausgewogene gesetzliche Rechtsgrundlage darstellen, um die mit diesen Reststoffen verbundenen Restrisiken auf ein tolerierbares Mindestmaß zu beschränken und folglich in der Öffentlichkeit eine bessere Akzeptanz für den Einsatz von Sekundärrohstoffdüngern in der landwirtschaftlichen Produktion zu erreichen (Abb. 1)

Abb. 1



Mit einem geschätzten jährlichen Anfall von $8 \cdot 10^6$ t Trockensubstanz liefern KS und Komposte in der Bundesrepublik Deutschland etwa ein Viertel der Menge von Wirtschaftsdüngern (Tab. 1). Das enthaltene Nährstoffpotential ist beachtlich, so daß für gute Anwendungsstrategien mit dem Ziel eines möglichst hohen, aber optimierten Wertstoff-Recyclings auch ein bedeutender ökonomischer Anreiz besteht

Gemessen an der derzeitigen Schadstoffsituation weisen KS und Biokomp eine gute Qualität auf (Abb. 2). Die in der Klärschlammverordnung (KSVO) festgelegten und für die zukünftige Biokompostverordnung (BiokompVO) vorgesehenen Höchstgehalte für Schwermetalle werden von den KS und Biokomp im Mittel deutlich unterschritten (aufgezeigt am Beispiel des Cd). Eine Anpassung der in der KSVO festgelegten Grenzwerte für Schwermetalle an die Ist-situation wäre wünschenswert (Minimierungsgebot!). Auch bezüglich der organischen Schadstoffe (hier Dioxine/Furane) werden die geltenden und sich in Planung befindenden Grenzwerte deutlich unterschritten. Die im Mittel für Bio- und Grünkomposte festgestellten Dioxin-

¹ Dr. R. Gutser, Lehrstuhl für Pflanzenernährung der TU München, 85350 Freising-Weihenstephan

und Furangelhalte kommen offensichtlich einer nicht mehr unterschreitbaren Hintergrundbelastung gleich. Zukünftig sollten auch Schadstoff/Nährstoff-Quotienten für die Qualitätsbeurteilung von Düngemitteln herangezogen werden. Wirtschaftsdünger können ebenso wie Sekundärrohstoffdünger beachtliche Schadstoffmengen enthalten (die Ausscheidungen tierischer Organismen stellen Senken für Schadstoffe dar), so daß insbesondere die für die Futterrationen als essentiell geltenden Schwermetallkonzentrationen einer Überprüfung bedürfen (Abbau von Sicherheitszuschlägen).

Tab. 1 Organische Reststoffe - BRD 1994

jährlicher Anfall		10 ⁶ t TS
Wirtschaftsdünger		32
Klärschlamme		3
Bio- und Grüngutkomposte		5
Nährstoffpotential		1000 t
(Klärschlamm + Komposte)		
	N	200
	P	100
	C	1700
Landwirtschaftliche Verwertung		
Klärschlämme		
Bio- und Grüngutkomposte		ca. 30%
		(Poletschny, 1995)

Geht man von einer derzeitigen landbaulichen Verwertung der KS und Komposte von 30% oder einer zukünftig maximalen Verwertungsrate von 50% aus, so kann die Landwirtschaft auf die qualitativ bessere Hälfte des angebotenen KS- und Biokomp-Potentials zurückgreifen. Der Einsatz qualitativ hochwertiger Sekundärrohstoffdünger wird dann durch die Nährstofffracht und nicht durch die Schadstofffracht begrenzt.

Der folgende Teil dieser Arbeit beschäftigt sich nicht zuletzt auch deshalb ausschließlich mit den Grundlagen der Nährstoffwirkung dieser organischen Reststoffe. Je nach Zusammensetzung der Sekundärrohstoffdünger (C-Menge und -Qualität, C/N-Quotient, Anteil des löslichen mineralischen N am Gesamtstickstoff, Nährstoffgehalte) überwiegt die düngende (Pflanzennährstoffe) oder bodenverbessernde (organische Substanz) Wirkung.

Bodenverbesserung

Die Trockenmasse von KS und Biokomp enthält 10-25% C. Neben der Menge an zugeführter organischer Substanz hängt die Bodenverbesserung auch von der humusreproduzierenden Qualität dieser Substanz ab. Kompost-C ist noch besser befähigt, Humus-C zu reproduzieren als Stallmist-C, während KS-C die Reproduktionsleistung von Gülle-C nicht ganz erreicht (Tab. 2).

Die C/N- und C/P-Quotienten des gesamten Reststoffes oder dessen organischer Substanz belegen diese Aussage. Die überlegene bodenverbessernde Wirkung von Biokomp gegenüber KS ist neben der allgemein höheren C-Fracht zudem auch auf den langsameren Abbau der organischen Substanz zurückzuführen.

Organische Dünger mit überwiegend bodenverbessernder Wirkung sind zudem durch geringe Anteile des N_{min}-Stickstoffs am Gesamt-N des Düngers gekennzeichnet (Abb. 3). Sämtliche Biokomp, aber nur ein Teil der KS weisen Anteile von weniger als 20% auf.

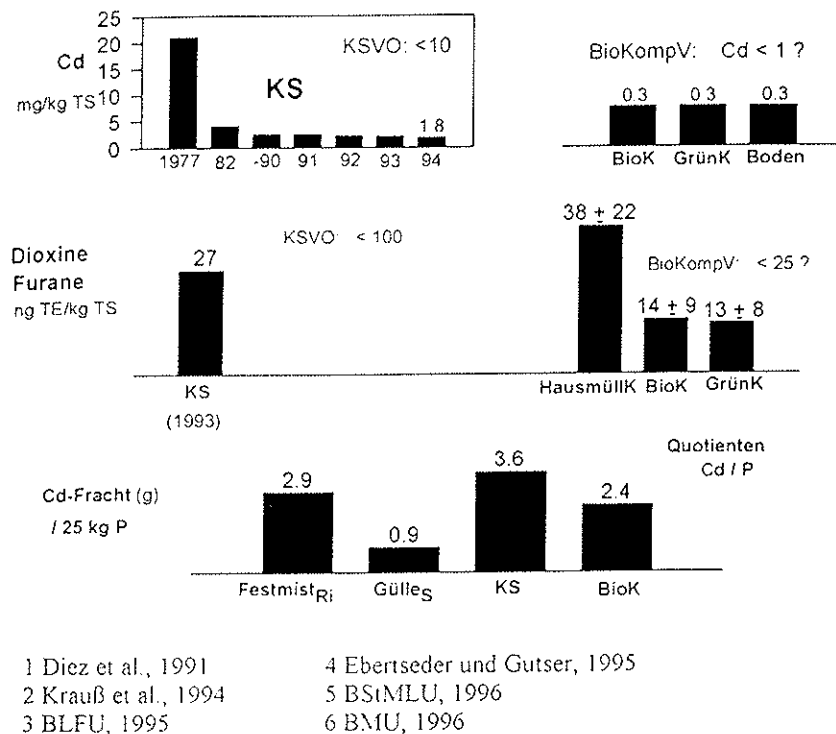


Abb. 2 Schadstoff-Situation von Klärschlämmen und Bioabfallkomposten (Beispiele)

Gegenüber KS mit höheren Anteilen an mineralischem Stickstoff ($\text{NH}_4\text{-N}$) erfordern Dünger mit überwiegend bodenverbessernder Wirkung keinen gezielten Einsatz, so daß sie auch während der vegetationsfreien Zeit ausgebracht werden können (s. Abb. 3).

Die guten bodenverbessernden Eigenschaften von Biokomp werden u. a. belegt durch das Ergebnis eines 6jährigen Feldversuches auf sandigem Lehm in Weihenstephan (Tab. 3). Mit deutlich ansteigenden C- und N-Gehalten der Krume bewirkt Biokomp eine beachtliche Verbesserung der physikalischen Bodeneigenschaften.

Die geringe N-Verfügbarkeit und die Stabilität der organischen Substanz von Biokomp bedingt deren gute Eignung für die Rekultivierung von Böden. Hohe einmalige Applikationsmengen (bis $500 \text{ m}^3/\text{ha}$) ermöglichen eine rasche Begrünung der zu rekultivierenden Fläche bei noch zu tolerierenden N-Verlusten durch Nitrat auswaschung (Tab. 4).

Die Verwendung von Biokomp als Kultursubstrat (teilweise Substitution von Torf) ist begründet durch deren gute physikalischen Eigenschaften (hohes Porenvolumen mit guter Wasser- und Luftführung, stabile Struktur). Abbildung 4 enthält Vorgaben für einen sachgemäßen Einsatz als Kultursubstrat. Die Forderung nach relativ niedrigen Salzgehalten läßt sich nur für einen Teil der Biokomp erfüllen (s. a. Tab. 5).

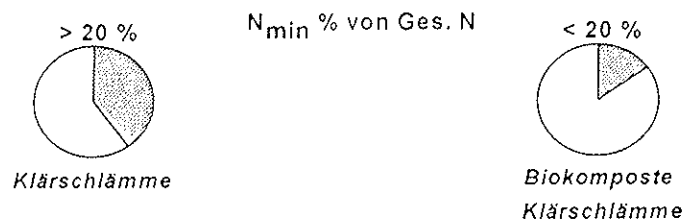
Die bodenverbessernde Wirkung beider Reststoffe wird ergänzt durch allerdings in sehr weiten Grenzen schwankende Gehalte an basisch wirksamen Bestandteilen (s. Tab. 6). Sehr hohe Kalkgehalte, wie z.B. bei Kalk-KS (bis 40% CaO i.TS), können allerdings auch die landbaulich verwertbaren Einsatzmengen limitieren.

Tab. 2 Humusreproduktionsleistung verschiedener organischer Reststoffe
K_{HR} : t Humus-C/t Dünger-C

Reststoffe	K _{HR} ¹⁾	org. Subst. Reststoff		gesamter Reststoff	
		C/N	C/P ²⁾	C/N	C/P ²⁾
Klärschlamm	0.15	7 - 10	80	3 - 9	14
Ri Gülle	0.20	14 - 16	170	7 - 9	35
Stallmist	0.30	14 - 18	450	12 - 15	90
Kompost	0.40	15 - 23	800	13 - 20	80

1) Kundler, 1986

2) Orientierungswerte (⊙)



N-Wirkung \geq Bodenverbesserung

Bodenverbesserung $>$ N-Wirkung

Folgerungen

gezielter Einsatz erforderlich:

- zum Aufwuchs der Pflanzen ($\text{NO}_3 \downarrow$)
- NH_3 - konservierende Applikationstechniken
- Berücksichtigung des fruchtspezifischen N-Bedarfs
- Ausbringverbot: 15. November bis 15. Januar (Dünge-VO 1996)
- kurzfristig geringe Gefährdung für N-Verluste
- Einsatz auch zum Vegetationsende, z.T. in vegetationsfreier Zeit (N-Menge!) möglich
- Zusammenlegung jährlicher Teilgaben sinnvoll
- entfällt

Abb. 3 Verwertungsstrategien org. Reststoffe in Abhängigkeit von deren Gehalten an N_{min} -Stickstoff

Tab. 3 Wirkung von Bioabfallkompost auf physikalische Bodeneigenschaften

Boden: sL (17% Ton, 46% Schluff)
 Düngung: 1020 kg N als BioK/ha = 170 kg N/ha × a

Bodeneigenschaften (Krume)	- BioK	+ BioK
pH _{CaCl2}	5.6	6.0
C _t %	1.36	1.86
N _t %	0.17	0.21
Lagerungsdichte (g/cm ³)	1.54	1.42
Ges. Poren-Vol. (Vol%)	41.1	45.6
Ges. Wasserleitf. Kf (10 ⁻³ cm × sec ⁻¹)	6.4	10.2
Perkolationsstabilität (ml [10 min] ⁻¹)	51.5	86.0
„Aggregatstabilität“		

(Ebertseder, 1996)

Tab. 4 Rekultivierung mit Bioabfallkomposten
Lysimeterversuch - Weißenstephan (Ø 800 mm Niederschlag)

Boden: Unterboden IS (13% Ton, 15% Schluff), pH 6.6,
 C_t = 0.15%, N_t = 0.02%, Einfalltiefe: 90 cm
 BioK: C/N = 12; N_t = 1.2% i. TS, davon 4% N_{min}-N
 Einarbeitungstiefe: 25 cm
 Bepflanzung: Gräsermischung (90% Festuca-Arten)

Kompost	Aufbringhöhe/-menge		Aufwuchs (t TS/ha)	N-Auswaschung in 18 Monaten (kg N/ha)
	cm	m ³ /ha		
- BioK	---	---	0.28	8
+ BioK	5	500	6.83	50
+ BioK	10	1000	11.37	238

(Popp, 1996)

Abb. 4 Kultursubstrate mit Bioabfallkomposten

Voraussetzungen:*Kulturpflanze:*

Salztoleranz
 höhere Nährstoffansprüche

Biokompost:

geringe Salzgehalte (< 6 g Salz/l)
 weitgehende Kompostreife
 (wenig mikrobiell abbaubare Substanz)
 → geringes Potential für N-Immobilisierung
 → gute Strukturstabilität

Substratbestandteil:

bis maximal 30 Vol%

Nährstoffwirkung

Die Gehalte der Nährelemente von Komposten und insbesondere KS schwanken in weiten Bereichen (Tab. 5 und 6), so daß für diese Sekundärrohstoffdünger eine laufende Überprüfung der ausgewiesenen Nährstoffgehalte notwendig wird

Tab. 5 Nährelementgehalte von Komposten (% i. TS)

Kompost aus	N	P	K	Mg	CaO _{bas}	Salze (g/l)
Bioabfall (1,3)	1.4 (1-1.8)	0.3 (0.2-0.5)	0.8 (0.5-1.3)	0.6 (0.3-1.6)	3.4 (1.7-9.5)	6 (3-9)
Grüngut (2,3)	1.0	0.2	0.6	0.5	8.5	2 (1-6)

1) Ebertseder und Gutser, 1995; Vogtmann et al., 1993, u a.

2) Fischer und Jauch, 1991

3) Vogtmann et al., 1993

Tab. 6 Trockensubstanz- und Nährelementgehalte von Klärschlamm (% i. TS)

	TS	N	P	K	Mg	CaO _{bas}
häufige Streubreite	6 - 23	2 - 6	1.5 - 7.0	0.2 - 0.5	0.4 - 0.7	0 - 15
(Extreme)	(75)	(25)	(15)	-----	-----	(40)
Ø	12	3.8	1.6	0.3	0.6	-----

± Entwässerung ± Fällung
± Kalkzusätze (Ca, Fe, Al)
NH₄-N-Anteile
10 - 40%

± Kalkzusätze
± Entwässerung
method Probleme

Komposte aus Grüngut sind allgemein nährstoffärmer (Ausnahme basisch wirksame Bestandteile) als jene aus Bioabfall. Ursache für die stark streuenden Gehalte der KS liegen in den unterschiedlichen Aufbereitungs- und Konditionierungsverfahren (± Entwässerung, ± Kalkzusätze, ± chemische P-Fällung durch Ca-, Fe- und Al-Verbindungen). Bezüglich des Stickstoffs schwankt nicht nur der Gesamtgehalt, sondern auch dessen Zusammensetzung (NH₄-N: 10-40% vom Ges.N). Gemessen an den Nährstoffrelationen (N,P,K) pflanzlicher Ernteprodukte und Biokomp (ähnliche Relationen wie in Pflanzenmaterial) stellen KS P-reiche und K-arme Reststoffe dar (Abb. 5). Zukünftig werden KS deshalb je nach K-Gehalt als organische NP- oder NPK-Dünger, Biokomp aber durchwegs als organische NPK-Dünger zugelassen (die Nährstoff-Mindestgehalte für Sekundärrohstoffdünger werden derzeit definiert).

Neben den über Sekundärrohstoffdünger zugeführten Nährstoffmengen sind Kenntnisse über die Verfügbarkeit dieser Nährstoffe für Kulturpflanzen notwendig. Wegen des hohen wasserlöslichen Anteils dürfte das in den Reststoffen enthaltene Kalium eine gleich gute Wirkung wie Mineraldünger-K besitzen. Schwieriger ist die Verfügbarkeit des enthaltenen P und insbesondere N zu beurteilen.

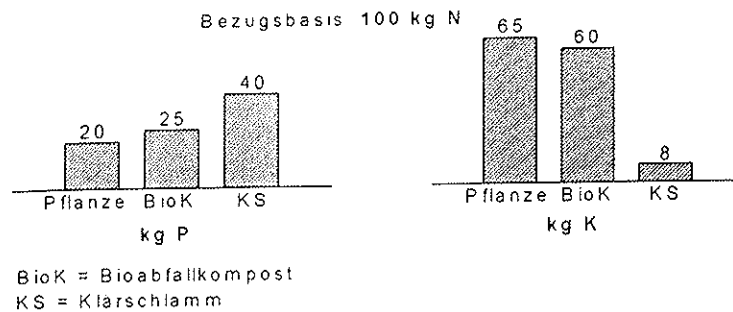
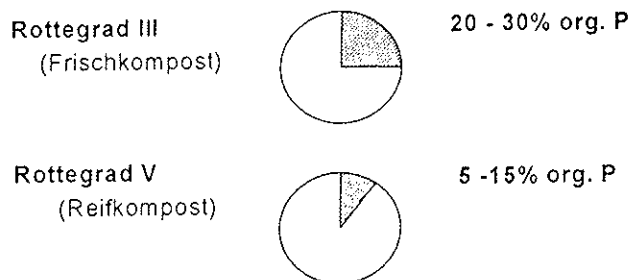


Abb. 5 Nährlement-Relationen von Pflanzen und organ. Reststoffen

P-Wirkung

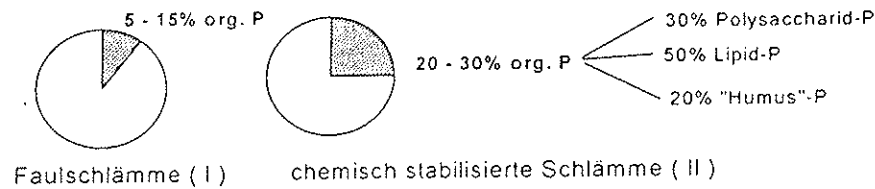
Je nach Rottegrad bzw. Aufbereitung und Konditionierung liegen 5-30% des in den Reststoffen enthaltenen P in organischer Bindung, der Großteil also als anorganisches P vor (Abb. 6 und Abb. 7). Etwa 30-40% des Biokomp-P werden durch die CAL-Extraktion erfaßt. Für KS wird etwa ein Drittel des organisch gebundenen P, das als Polysaccharid-P (z.B. Phytin-P) vorliegt, als gut verfügbar ausgewiesen. Im Gegensatz zu biologisch ausgefaulten oder chemisch stabilisierten Schlämmen (60-90%ige Löslichkeit in 2%iger Zitronensäure) enthalten Fällungsschlämme (3. Reinigungsstufe) oder auch thermisch behandelte Schlämme wesentlich geringere Anteile an leicht verfügbarem P



P-Löslichkeit: meist 30 - 40% des Ges. P im CAL-Extrakt löslich

Abb. 6 P-Fractionen von Bioabfallkomposten

Die Wirkgeschwindigkeit des KS aus der chemischen Reinigungsstufe wird zudem durch die Art des Fällungsmittels beeinflusst. Die Verfügbarkeit des mit Kalk gefällten P liegt in der Regel höher als die des mit Al oder Fe gefällten P.



P-Verfügbarkeit

I + II meist hohe Anteile an leicht verfügbarem P:
 Löslichkeit in 2%iger Citronensäure (60 - 90%)*
 * andere Extraktionsverfahren:
 Ameisensäure, NH₄-Citrat, NH₄-Cl

geringere Anteile an leicht verfügbarem P:
 Fällungs (Fe, Al)- Schlämme (z.T. P-Fixierung)
 thermisch behandelte Schlämme

(Häni und Gupta, 1978 - Pommel, 1995 - Fine und Mingelgrin, 1996 - Frossard et al., 1996 u.a.)

Abb. 7 P-Fractionen von Klärschlamm

Die in den Abb. 8 und 9 beispielhaft wiedergegebenen Ergebnisse aus Gefäßversuchen belegen eine gute P-Düngewirkung sowohl von Biokomp als auch KS aus der chemischen Reinigungsstufe (P-Fällung). Mineraldünger-P zeigte eine bessere, weil deutlich schnellere Wirkung. Dieser Sachverhalt dürfte ursächlich neben der geringeren chemischen Löslichkeit wohl auf eine schlechtere räumliche Verteilung der Sekundärrohstoffdünger im Wurzelbereich zurückzuführen sein.

Bezüglich der Auswirkung verschiedener Aufbereitungs- und Konditionierungsverfahren auf die P-Wirkung von KS besteht demnach noch Forschungsbedarf. Grundsätzlich ist festzuhalten, daß sich beide Sekundärrohstoffdünger besser für die Erhaltung eines ausreichenden P-Pools im Boden als für spezifische, die Jugendentwicklung der Pflanzen fördernde Düngungsstrategien eignen. Längerfristig betrachtet dürfte die P-Verwertung von KS und Biokomp ähnlich gut sein wie die pflanzlicher Ernterückstände (Wurzeln, Stroh, Gründünger), Wirtschaftsdünger oder Mineraldünger, so daß für die schlag- oder betriebsbezogene P-Bilanzierung die gesamte P-Fracht zu berücksichtigen ist.

N-Wirkung

Die Schwierigkeiten der Abschätzung der N-Wirkung organischer Dünger sind hinlänglich bekannt. Probleme bereitet nicht nur der organisch gebundene Stickstoff (unterschiedliche Bindungsformen), auch der enthaltene mineralische Stickstoff ist im Boden je nach Menge, Abbaubarkeit und C/N-Quotient der zugeführten organischen Substanz mehr oder weniger stark der Immobilisation unterworfen. Zweckmäßigerweise wird für die Beurteilung der N-Wirkung organischer Reststoffe in eine kurzfristige (Anwendungsjahr) und längerfristige (Freisetzung aus dem N-Pool des Bodens) Wirkung unterschieden.

Die kurzfristige N-Wirkung organischer Reststoffe hängt sehr wesentlich von deren Gehalt an mineralischem Stickstoff ab (Abb. 10). KS mit hohen NH₄-N-Gehalten wirken folglich ähnlich wie Gülle, Komposte mit stets niedrigen NH₄-Anteilen (z.B. 6% vom Ges.N) erreichen bestenfalls die Wirkung von Stallmist.

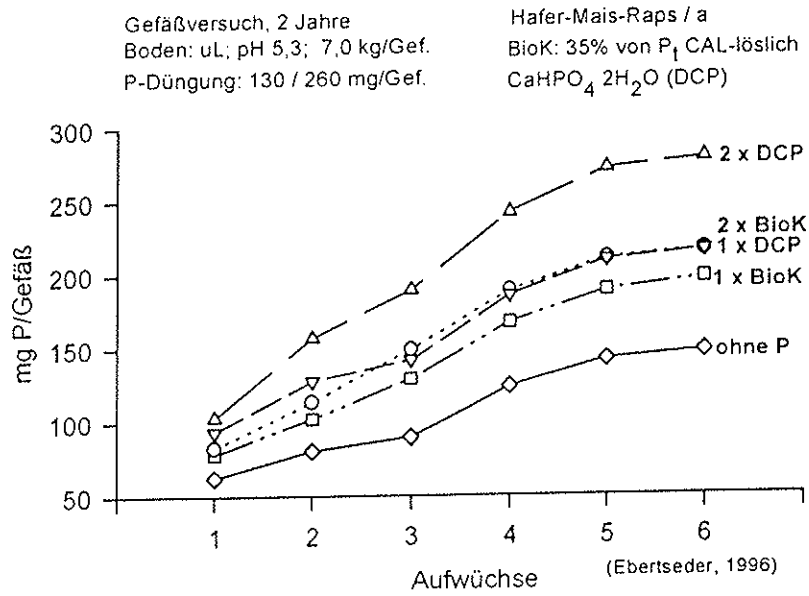


Abb. 8 P-Wirkung von Bioabfallkompost

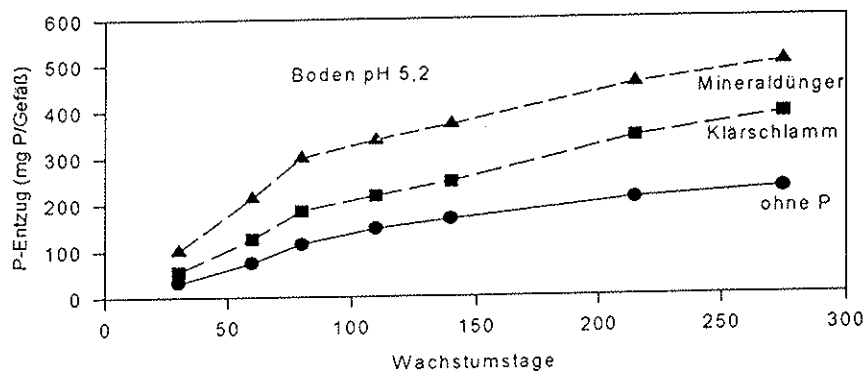


Abb. 9 P-Wirkung von Klärschlamm aus der 3. Reinigungsstufe (Al/Ca/Fe)
 Gefäßversuch mit Weidelgras, Hafer und Mais - 370 mg P/Gefäß

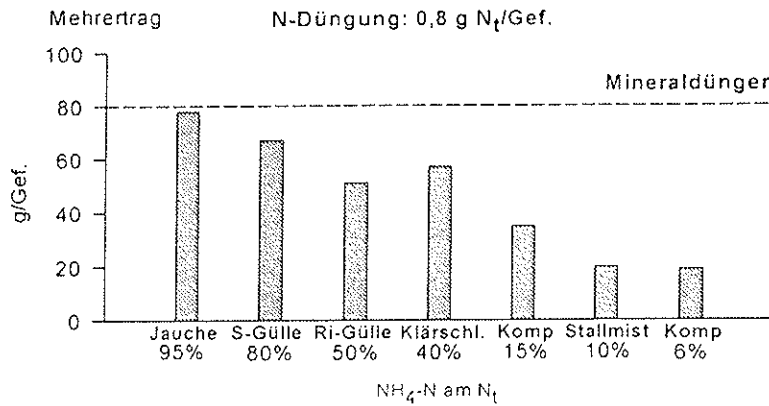


Abb. 10 N-Wirkung verschiedener organischer Reststoffe
Mehrertrag an Hafer gegenüber ohne N

Für das Abschätzen der kurzfristigen N-Wirkung von KS ist demnach die Kenntnis des mineralischen Stickstoffanteils zwingend erforderlich, nach dem dieser je nach Aufbereitungsart zwischen 10 und 50% schwanken kann (Abb. 11). Biokomp weisen grundsätzlich geringe N_{min} Anteile (<10% vom Gesamtstickstoff) auf. Ihre N-Verwertung im Anwendungsjahr liegt im Mittel mehrerer Feldversuche zwischen 0 und maximal 10%; in 3 Jahren wurden in Weihenstephan bis 15% erreicht (Abb. 12). Interessant ist zudem die Feststellung, daß in den 3 Versuchsjahren insgesamt durch eine einmalig hohe Gabe eine bessere N-Verwertung erzielt wurde als durch die jährliche Aufteilung.

Die kurzfristige N-Wirkung der KS kann folglich über den Ges N-Gehalt und den Anteil des NH₄-Stickstoff ausreichend abgeschätzt werden. Für Biokomp werden noch einige zusätzliche Parameter wie z.B. der C/N-Quotient des K₂SO₄-Extraktes (Ebertseder et al., 1996) überprüft.

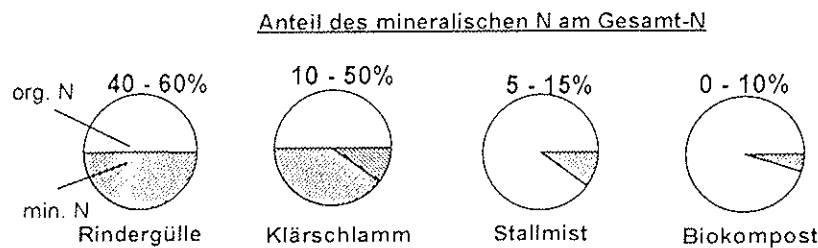
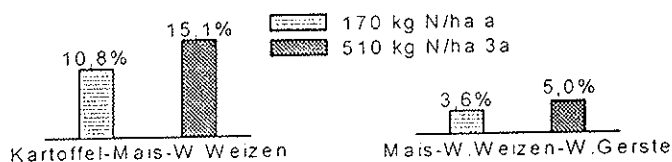


Abb. 11 N-Fractionen organischer Reststoffe

Die längerfristige N-Wirkung organischer Reststoffe ist abhängig von der Mineralisationsrate des im Boden angereicherten Düngerstickstoffs. Organische Dünger wie Komposte mit geringer N-Verwertung im Anwendungsjahr erhöhen deutlich den N-Vorrat des Bodens (Abb. 13). Die Pflanze wird überwiegend durch die Nachlieferung aus dem Stickstoffpool des Bodens versorgt. Diese bestimmt allerdings auch sehr wesentlich die Höhe der N-Verluste an die Hydro- und Atmosphäre (s a. Tab. 7)

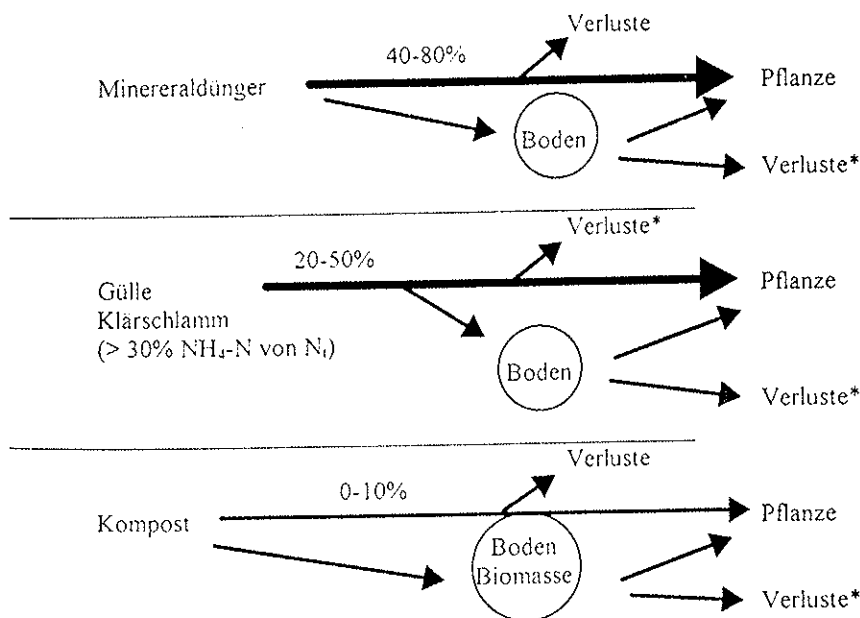
Boden: uL, pH 6,7
 Düngung: 170 kg N/ha · a bzw. 510 kg N/ha · 3a als BAK (Herbst)
 einheitliche mineralische Ergänzungsdüngung



N _{min} : (kg N/ha 0-90cm)	Zeitpunkt	N ₀	N ₁₇₀	N ₅₁₀
		November '92	31	33
	Marz '93	25	30	36

(Ebertseder et al., 1996)

Abb. 12 N-Verwertung von Bioabfallkomposten nach jährlicher und dreijähriger Ausbringung (1993-95)



* N-konservierende Strategien notwendig!

Abb. 13 Unterschiede in der N-Wirkung mineralischer und organischer Dünger

Mittels eines vereinfachten Berechnungsverfahrens kann die Höhe der N-Anreicherung des Bodens durch organische Dünger kalkuliert werden (Abb. 14, sowie Gutser und Claassen, 1994). Nach einer düngerspezifischen N-Verwertung in den beiden ersten Jahren wird von einer einheitlichen Mineralisationsrate (jährlich 3,5%) in den Folgejahren ausgegangen. Komposte, Stallmist und KS mit niedrigen Gehalten an NH₄-Stickstoff führen zu einer stärkeren N-

Anreicherung als Gülle, KS mit höheren NH_4 -Gehalten und insbesondere Mineraldünger (Fehlen einer C-Zufuhr). Das Ausmaß der düngerspezifischen Anreicherung hängt in erster Linie von der Höhe des Düngungslevels ab.

Die N (C)-Anreicherung der Böden fördert einerseits die Ertragssicherheit und die Stabilität der Bodenstruktur (Verminderung der Erosionsanfälligkeit etc.), andererseits allerdings auch das Potential für N-Verluste. In einem Lysimeterversuch wurde als Ursache der höheren N-Auswaschung auf den Varianten mit organischer Düngung nahezu ausschließlich die N-Freisetzung aus dem durch langjährige Düngung angereicherten N-Pool nachgewiesen und weniger unmittelbare Verluste aus der im 9. Jahr ausgebrachten Düngung (Tab. 7).

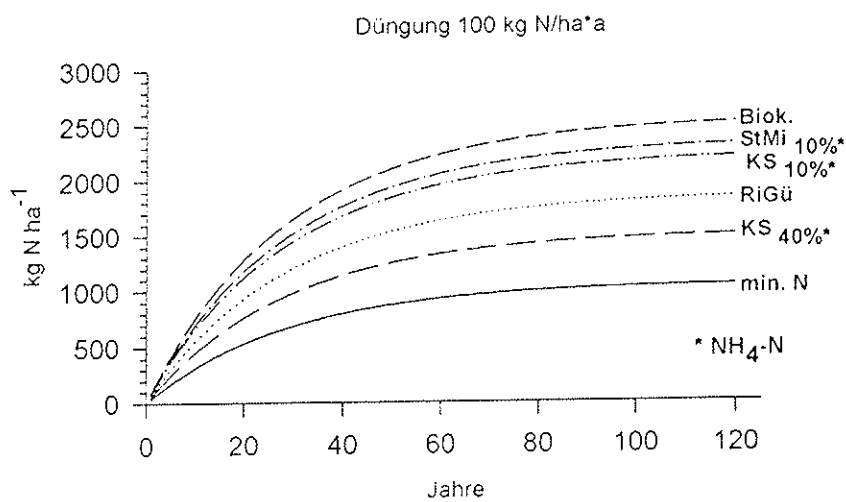


Abb. 14 N-Anreicherung des Bodens durch organische Düngung

Dieser Sachverhalt legt die Notwendigkeit einer Begrenzung der mittleren jährlichen N-Fracht über KS und insbesondere Biokomp nahe; eine Begrenzung auf 80 (auswaschungsgefährdete Standorte) bis 100 kg N/ha wird vorgeschlagen. Gleiches wäre auch für den Einsatz von Wirtschaftsdüngern zu fordern (die DüngeVO (Januar 1996) begrenzt deren jährliche N-Frachten allerdings erst mit 210 bzw. 170 (ab Juli 1997) kg N/ha AF)

Tab. 7 N-Potential auf organisch gedüngten Böden (9. Versuchsjahr)
Lysimeter Weihenstephan - Düngung ^{15}N

langjährige Düngung	N-Freisetzung des Bodens (kg N/ha)	
	insgesamt (Pflanze + Auswaschung)	Auswaschung % v. Ges.
ohne N	164	57 35
Mineraldüngung*	172	61 35
organ. Reststoffe* (+ Mineraldüngung)	258	82 32

* gleiche Düngermenge an N_{min} - Stickstoff

Anwendungsempfehlungen für die landbauliche Verwertung

In Kenntnis der grundsätzlichen Wirkungen der in KS und Biokomp enthaltenen Nährstoffe lassen sich aus der erzielbaren Nährstoffabfuhr über die Ernten und der Nährstoffversorgung der Böden einerseits sowie den tatsächlichen Nährstoffgehalten der Dünger und den für Stickstoff geforderten Beschränkungen der N-Frachten andererseits mittlere jährliche Einsatzmengen für Reststoffe ableiten, die in 1-3jährigen Ausbringrhythmen anwendbar sind (Abb. 15).

Abb. 15 Düngungsregeln für KS und BioKomp (Vorschlag)

Höchstmengen: 100 kg N/ha×a
30 kg P/ha×a
15 kg P/ha×a (für Boden Versorgungsstufe D)

Je nach Standort, Kultur und N_{\min} -Anteil der Reststoffe ist das Zusammenlegen von bis zu 3 Jahresgaben möglich.

100 kg N	Ø	7.5 t TS	2.5 t org. S.	220 kg	20 kg P	80 kg K!
BioK				CaO _{bas}		
30 kg P	Ø	0.75 - 1.5 t	0.4 - 0.8 t	0 - 150 kg	30 - 75 kg	10 - 20 kg
KS		TS	org S.	CaO _{bas}	N	K

Voraussetzungen: Nährstoffanalysen der Reststoffe
N, P, K, CaO_{bas} - N_{\min} , (P_{lös} ?)

Konkurrenz mit Wirtschaftsdüngern (Verwertungspriorität!)

Probleme: Optimale Bemessung der mineralischen Ergänzungsdüngung
(N-Potential der Böden)

Für Biokomp (Ø 7,5 t TS/ha · a) begrenzt in der Regel Stickstoff (80-100 kg N/ha×a) für KS (Ø 0,75 t - 1,5 t TS/ha×a) in der Regel P die je ha AF verwertbare Menge.

Neben den standörtlichen Gegebenheiten bestimmt die Höhe der Fracht an mineralischem Stickstoff sowohl den richtigen Düngungszeitpunkt und die Vorteilhaftigkeit des Zusammenlegens mehrerer Jahresgaben als auch die Notwendigkeit des Einsatzes NH_3 -konservierender Applikationstechniken. Das in der DüngeVO (Januar 1996) für die Wirtschaftsdünger Gülle, Jauche und flüssigen Geflügelkot ausgesprochene Ausbringverbot zwischen 15. November und 15. Januar sollte auch für KS mit höheren NH_4 -Gehalten (>20% NH_4 -N vom Gesamt-N) Anwendung finden.

Wenngleich eine Entsorgungspflicht der Landwirtschaft für kommunale (nicht industrielle) Abfallstoffe wie KS oder Biokomp zukünftig verstärkt diskutiert werden wird, ist der landbaulichen Verwertung von Wirtschaftsdüngern Priorität gegenüber der von Sekundärrohstoffdüngern einzuräumen (betriebsinterner Stoffkreislauf). Ab einer Viehdichte von etwa 0.5 GV/ha AF ist eine zusätzliche Verwertung von Sekundärrohstoffdüngern daher praktisch nicht möglich.

Der Einsatz von Sekundärrohstoffdüngern erschwert die optimale Bemessung der notwendigen mineralischen N-Ergänzungsdüngung. Es fehlen brauchbare Untersuchungsmethoden, mit denen das N-Nachlieferungspotential der durch langjährige Düngung angereicherten Böden zufriedenstellend erfaßt werden kann.

Zusammenfassung

Die landbauliche Verwertung von KS und Biokomp wird zukünftig sowohl durch das Abfall- als auch Düngemittelrecht geregelt

Die derzeit anfallenden KS und Biokomp unterschreiten die in der KSVO festgelegten und für die zukünftige BiokompVO vorgeschlagenen Höchstmengen im Durchschnitt je nach Schadstoff um 30-90%.

Der Einsatz qualitativ hochwertiger Sekundärrohstoffdünger auf landwirtschaftlichen Flächen wird durch die Nährstofffracht, nicht durch die Schadstofffracht begrenzt.

Biokomp zeigen allgemein eine gute bodenverbessernde Wirkung (Humus-reproduktion, geringe Anteile an mineralischem Stickstoff).

Sekundärrohstoffdünger bedürfen wegen der bekanntlich starken Schwankung der Nährstoffgehalte einer laufenden Überprüfung der ausgewiesenen Nährstoffgehalte.

Der in beiden Reststoffen enthaltene P wird von den Pflanzen langsamer verwertet als Mineraldünger-P (Erhaltung des P-Pools im Boden) P-Fällung und Konditionierung von KS beeinflussen deren P-Verfügbarkeit

Die N-Wirkung organischer Dünger im Anwendungsjahr hängt sehr wesentlich von den Gehalten der Dünger an mineralischem Stickstoff ab (KS: 10-50%; Biokomp: 0-10% vom Ges.-N). Deshalb sollte neben dem Gesamt-N auch der Gehalt an mineralischem N ausgewiesen werden.

Organische Dünger erhöhen das N(C)-Potential der Böden (Ertragssicherheit, Strukturstabilität, aber auch höheres Verlustpotential). Deshalb wird vorgeschlagen, die jährliche N-Zufuhr über Biokomp und KS auf 80-100 kg/ha AF zu begrenzen.

Die jährliche P-Zufuhr über beide Sekundärrohstoffdünger sollte sich auf Böden der Versorgungsstufen A - C mit maximal 30 kg P/ha an der P-Abfuhr durch die Ernteprodukte orientieren.

Für Biokomp ergeben sich folglich im Mittel jährliche Höchstgaben bis 7,5 t TS/ha AF (Begrenzung durch N), für KS je nach P-Gehalt von 0,75 bis 1,5 t TS/ha AF (Begrenzung durch P).

Literatur

- BLFU (Bayer. Landesamt f. Umweltschutz), 1995:** Untersuchung von Bioabfallkomposten, Grüngutkomposten und Komposten aus der Hausgarten- und Gemeinschaftskompostierung auf ihren Gehalt an Schwermetallen, PCDD/F, PCB und AOX. 58 S.
- BMU (Bundesministerium f. Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit), 1996:** Entwicklung der Schwermetallgehalte von Klärschlämmen (1974-1994). Pers. Mittlg.
- BStMLU (Bayer. Staatsministerium f. Landesentwicklung und Umweltfragen), 1996:** Konzept zur künftigen Entsorgung von Klärschlamm. 80 S.
- Diez, Th., Krauss, M. und Wurzinger, A., 1991:** Schwermetall- und Nährstoffgehalte von Klärschlämmen bayerischer Kläranlagen. Landw. Jahrb. 68, 521-528
- Ebertseder, Th., 1996:** Qualitätskriterien und Einsatzstrategien für Komposte aus Bioabfall auf landwirtschaftlich genutzten Flächen. Diss. TU München-Weihenstephan, in Vorbereitung.
- Ebertseder, Th. und Gutser, R., 1995:** Wohin mit dem Kompost? 18. Mülltechnisches Seminar zur "Praxis der bisherigen Abfallbehandlung". Bericht der Wassergüte und Abfallwirtschaft, TU München, 121, 139-150
- Ebertseder, Th., Gutser, R. und Claassen, N., 1996:** Parameters to estimate the nitrogen effect of biogenic waste composts. Int. Symp. "The Science of composting. Bologna/Italy, Mai 1995, 306-313

- Fine, P. und Mingelgrin, U., 1996:** Release of phosphorus from waste-activated sludge. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 60, 505-511
- Fischer, P. und Jauch, M., 1991:** Grüngutkompost - Inhaltsstoffe und Schadstofffrachten. *VDLUFA Schriftenreihe 33, Kongreßband 1991*, 751-756
- Frossard, E., Sinaj, S. und Dufour, P., 1996:** Phosphorus in urban sewage sludge as assessed by isotopic exchange. *Soil. Sci. Am. J.* 60, 179-182
- Gutser, R. und Claassen, N., 1994:** Langzeitversuche zum N-Umsatz von Wirtschaftsdüngern und kommunalen Komposten. *Mitt. Dtsch. Bodenkdl. Ges.* 73, 47-50
- Häni, H. und Gupta, S.K., 1978:** Kann Klärschlamm als P-Dünger verwendet werden?. *Schweiz. Landw. Forsch.* 17, 15-27
- Krauß, P., Krauß, Th. und Hagenmaier, H., 1994:** PCDD/F-Belastung von Bioabfallkomposten und Belastungspfade. In: Fiedler, H. (Hrsg.): *Dioxine im Biokompost. Organohalogen Compound* 18, 39-54
- Kundler, P., 1986:** Wirtschaftsdünger und Ernterückstände als Humuslieferanten. *Bodenkultur* 37, 293-307
- Poletschny, H., 1995:** Bewertung von Sekundärrohstoffdüngern vor dem Hintergrund der Düngeverordnung. *DLG-Kolloquium "Recycling von kommunalen und gewerblichen Abfällen"* 6./7. Dez. 1995, 34-42
- Pommel, P., 1995:** Value of a heat-treated sludge in the phosphorus fertilization. *Europ. J. Agron.*, 4, 395-400
- Popp, L., 1996:** Reifekriterien und Einsatzmöglichkeiten für Komposte aus Bioabfall im Gartenbau und Garten-Landschaftsbau. *Diss. TU München-Weihenstephan, in Vorbereitung*
- Vogtmann, H., Fricke, K. und Turk, Th., 1993:** Quality, physical characteristics, nutrient content, heavy metals and organic chemicals in biogenic waste compost. *Compost Science and Utilization* 1, 69-87