VDLUFA Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten

Nachhaltige Verwertung von Klärschlämmen, Komposten und Wirtschaftsdüngern in der landwirtschaftlichen Pflanzenproduktion

Grundlagen zur Beurteilung möglicher Risiken

Fakten, sachlogische Zusammenhänge und Positionen

Herausgeber:

VDLUFA, Bismarckstraße 41 A, D-64293 Darmstadt
Tel. 06151/955840, Fax 06151/293370, E-Mail: info@vdlufa.de

Dezember 2001

Inhaltsverzeichnis

		Seite
Risikobewertung: Kernaussagen im Überblick		**1**
Plädoyer des VDLUFA		**2**
A	**Ausgangslage und Anliegen**	**4**
B	**Methodische Grundsätze**	**4**
C	**Fakten und sachlogische Zusammenhänge**	**5**
1	**Risiken durch Schwermetalle**	**5**
1.1	Ausschöpfung aktueller Grenzwerte sowie Spannweiten der Schwermetallgehalte von Klärschlämmen und Komposten	5
1.2	Schwermetallfrachten von Klärschlämmen, Komposten und Wirtschaftsdüngern im Vergleich	6
1.3	Beurteilung des Risikos der Schwermetallanreicherung im Boden	8
1.4	Vorschlag für eine differenzierende Bewertung der Schwermetalle	10
2	**Weitere mögliche Risiken**	**11**
2.1	Das Dosis-Wirkungs-Prinzip und seine Relevanz für die Risikoabschätzung	11
2.2	Gefährdungspotenzial in der Kette organischer Abfall/ Boden/ Pflanze	11
2.3	Gefahren durch Arzneimittel und endokrin wirksame Stoffe	13

Risikobewertung: Kernaussagen im Überblick

- Der objektive Vergleich von Klärschlämmen, Komposten und Wirtschaftsdüngern (nachfolgend organische Abfallstoffe) hinsichtlich ihres Gefährdungspotenzials erfordert dringend eine Vereinheitlichung der Grenzwerte für Schadstoffe (vor allem Schwermetalle).
- Die erhebliche Spannweite der Schwermetallgehalte bzw. -frachten von Klärschlämmen und Biokomposten spricht grundsätzlich *gegen pauschale Einstufungen* (geeignet/ ungeeignet), sondern *für eine differenzierende Bewertung*, d.h. landwirtschaftliche Verwertung **oder** Entsorgung *in Abhängigkeit von der Höhe der Schwermetallgehalte bzw. -frachten*.
- Gefährdungspotenziale von Schadstoffen (vorrangig Schwermetalle) für Böden können nur durch eine *flächenbezogene Bewertung der Schadstofffrachten (g/ha)*, die mit Gaben „nach guter fachlicher Praxis“, d.h. mit *pflanzenbaulich üblichen Nährstoffgaben* in den Boden eingetragen werden, realistisch beurteilt und Klärschlämme, Komposte und Wirtschaftsdünger nur auf dieser Grundlage objektiv verglichen werden. Eine Bewertung der Bodenbelastung anhand der Schadstoff**gehalte** allein gemäß der Option 3 „Gleiches zu Gleichem“, wie sie vom Umweltbundesamt vorgeschlagen wird, ist ungeeignet.
- Bei flächenbezogener Bewertung der Schwermetallfrachten lässt sich nachweisen, dass Wirtschaftsdünger, vor allem Güllen, die Schwermetall-Grenzfrachten zumeist deutlich geringer ausschöpfen als Klärschlämme und Komposte. Klärschlämme schneiden wiederum nicht schlechter ab als Komposte. Die Einschätzung des Umweltbundesamtes, gewonnen aus einem Vergleich von Schwermetall<u>gehalten</u> (Mittelwerten) gemäß Option 3 „Gleiches zu Gleichem“, nach der Klärschlämme und Güllen auf Grund der damit verbundenen Schwermetallanreicherung des Bodens problematisch seien, Komposte aber nicht, kann nicht bestätigt werden.
- Die vorsorgeorientierten Schwermetallfrachten, die vom Umweltbundesamt als künftige Richtwerte vorgeschlagen wurden, sind außerordentlich stringent und würden künftig kaum noch eine Verwertung von Bioabfällen zulassen, ohne dass ein nachweisbares Risiko tatsächlich besteht. Sie werden zudem den sehr unterschiedlichen Schwermetallgehalten der Böden nicht gerecht. Als Alternative wird vorgeschlagen, die Zeiträume heranzuziehen, in denen die Schwermetallzufuhr eine definierte *minimale Anhebung der Schwermetallgehalte des Bodens* verursacht und damit die Risikoeinschätzung vorzunehmen.

- Eine entsprechende Bewertung zeigt, dass die Schwermetallzufuhr durch Klärschlamm und Biokompost bei regelmäßigen, am Nährstoffbedarf der Pflanzen orientierten Gaben mittelfristig (Zeiträume von 20 - 40 Jahren) zu keinen messbaren und bedenklichen Anhebungen der Bodengehalte an Pb, Cd, Cr, Ni und Hg führen kann. Es handelt sich also um ein beherrschbares Risiko, das stringente Bodenschutzmaßnahmen, wie die vorgeschlagenen vorsorgeorientierten Schwermetallfrachten, nicht rechtfertigt. Begrenzend wirkt in der Regel die Zufuhr an Cu und Zn (minimale Anhebung der Bodengehalte in 5 Jahren). Sie kann aber, da es sich bei beiden Schwermetallen um essenzielle Spurennährstoffe für die Pflanzen handelt, nicht mit gleicher Stringenz eingestuft werden.
- Bisher werden die Schwermetalle in allen Regelwerken von Landwirtschaft und Bodenschutz durchweg undifferenziert als Schadstoffe eingestuft. Der VDLUFA plädiert im Interesse einer realistischen Risikoabschätzung für eine *differenzierende Bewertung*, die neben den Belangen des Bodenschutzes auch agrikulturchemische Zusammenhänge berücksichtigt. Cu und Zn sind Spurennährstoffe und sollten deshalb eine geringe Risikoeinstufung erhalten. Der Eintrag von Pb, Cr, Ni und Hg in den Boden stellt auf Grund der geringen Bodenmobilität und der minimalen Aufnahme durch die Pflanze ein mittleres Risiko dar. Lediglich die Cd-Zufuhr kann auf Grund der hohen Bodenmobilität und der guten Pflanzenaufnehmbarkeit ein erhöhtes Risiko verursachen.
- Um das Gefährdungspotenzial sog. Stoffe mit „unbekannter Wirkung“, wie Arzneimittelreste oder endokrin wirksame Substanzen, real einzuschätzen, sind die *tatsächlichen* Wirkstoffkonzentrationen im Boden und letztlich in der Pflanze zu bestimmen und auf der *Grundlage des Dosis-Wirkungs-Prinzips* zu beurteilen. Eine sachlogische Bewertung zeigt, dass durch Verdünnung und Abbau (gilt nur für organische Stoffe) im Boden sowie die Wurzelbarriere die möglichen Gefahren als beherrschbar, häufig sogar als tolerierbar einzustufen sind. Die pauschale Bezeichnung solcher Stoffe als „Gifte“ ist fragwürdig und fachlich nicht haltbar. Sie führt zu Überreaktionen und Verunsicherungen, die dem Verbraucherschutz mehr schaden als nützen.

Plädoyer des VDLUFA

- Vorliegende Ergebnisse belegen übereinstimmend, dass die *differenzierende „Strategie der zwei Wege“* des VDLUFA für eine neue gesetzliche Regelung der landbaulichen Verwertung von Klärschlämmen, Komposten und Wirtschaftdüngern besser geeignet ist als einseitige Festlegungen (z.B. Totalverbote). Es muss deshalb mit Nachdruck deutlich gemacht werden, dass „geeignete“ organische Abfallstoffe *vorrangig*

in die stoffliche Verwertung, also auch in die Landwirtschaft gehören und *nur* „ungeeignete“ organische Abfallstoffe verbrannt oder deponiert werden sollten. Bei Letzteren sind zusätzlich Möglichkeiten zur Rückgewinnung von Nährstoffen zu nutzen.

- Die geeignete Grundlage entsprechender Entscheidungen ist eine *objektive Abwägung aller Vorteilswirkungen* (Ressourcenschonung, Düngung, Bodenverbesserung, Erosionsschutz u.a.) *und möglicher Restrisiken auf der Basis von Fakten und sachlogischen Zusammenhängen*. Emotionale Kriterien und einseitige Festlegungen auf die Entsorgung bzw. die energetische Verwertung ohne diese Grundlagen sind nicht zielführend und können ohne Notwendigkeit wirtschaftliche Nachteile (erhöhte Kosten) verursachen. Priorität für eine stoffliche Verwertung haben alle Belange der Nachhaltigkeit, die einen optimalen Boden- und Verbraucherschutz gewährleisten.
- Für den objektiven Vergleich von Klärschlämmen, Komposten und Wirtschaftsdüngern hinsichtlich möglicher Risiken durch Schwermetalle und andere Stoffeinträge in den Boden hat die *Methode der flächenbezogenen Bewertung von Schadstofffrachten*, bezogen auf eine *einheitliche Nährstoffzufuhr nach „guter fachlicher Praxis“*, eindeutig Priorität. Nur sie ermöglicht, Gefährdungspotenziale dieser organischen Abfallstoffe objektiv zu vergleichen.
- Die *erhebliche Spannweite* der Schwermetallgehalte von Klärschlämmen, Komposten und Wirtschaftsdüngern spricht klar <u>für</u> eine differenzierende Bewertung und <u>gegen</u> die einseitige Favorisierung bzw. pauschale Ausgrenzung einzelner organischer Abfallstoffe. Um alle geeigneten organischen Abfallstoffe stofflich zu verwerten und gleichzeitig Anreize für die Senkung der Schwermetallzufuhr zu schaffen, sollten die aktuellen Grenzfrachten lt. BioAbfV als *Mindeststandards* erhalten bleiben und eine weitestmögliche Absenkung der Schwermetallfrachten durch *Selbstordnungsmaßnahmen* (freiwillige Gütesicherungssysteme) gesetzlich gefördert werden.

A Ausgangslage und Anliegen

In der aktuellen kritischen Diskussion um die möglichen Risiken bei der landwirtschaftlichen Verwertung von Klärschlämmen, Komposten und Wirtschaftsdüngern hat das Umweltbundesamt Grundsätze zum Schutz des Bodens veröffentlicht[1], die von der gemeinsamen Agrarminister/ Umweltministerkonferenz am 13.06.2001 in Potsdam als Diskussionsgrundlage verabschiedet worden sind. In einer Empfehlung zu Schadstoffeinträgen in Böden stellt das Umweltbundesamt vier Handlungsoptionen vor[2]:

- Option 1: kein Eintrag
- Option 2: Eintrag durch Bioabfälle = Austrag durch Ernteprodukte
- Option 3: „Gleiches kommt zu Gleichem“ (Verschlechterungsverbot), d.h. die Schadstoffgehalte der Abfälle dürfen nicht höher sein als die der Böden.
- Option 4: Tolerierung begrenzter Mehreinträge an Schadstoffen bis zum Erreichen tolerierbarer Bodengehalte (Hintergrundwerte).

Option 4 beschreibt die aktuelle Rechtslage für die Verwertung von Klärschlämmen lt. Klärschlamm-VO und Komposten lt. Bioabfall-VO. Ziel sind die Optionen 2 und 3.

Den Schwerpunkt der Schadstoffdiskussion bilden die Schwermetalle. Das Umweltbundesamt vergleicht dazu in seinen „Grundsätzen...“[1] mittlere Schwermetallgehalte verschiedener organischer Abfallstoffe mit denen typischer Bodenarten und kommt auf der Basis der Option 3 zu folgenden Bewertungen:

- Die Klärschlammverwertung führt zu einer nicht akzeptablen Anreicherung von Schwermetallen im Boden.
- Auch Güllen werden auf Grund hoher Schwermetallgehalte als problematisch angesehen.
- Komposte weisen ähnliche Qualitäten auf wie Böden. Bei ihrer Anwendung kommt es zu keiner Veränderung der Schadstoffgehalte in Böden.

Die Bewertung verschiedener organischer Abfallstoffe hinsichtlich ihrer Eignung zur landwirtschaftlichen Verwertung *allein auf Basis der Option 3 „Gleiches zu Gleichem“* erweckt erhebliche Zweifel. Der VDLUFA plädiert deshalb für die Einbeziehung weiterer Bewertungskriterien, um eine realistische und praxisbezogene Beurteilung zu erreichen, die den sachlogischen Zusammenhängen besser Rechnung trägt.

Nachfolgend werden die dazu vertretenen Thesen und Grundlagen vorgestellt. Ausführliche Begründungen können bei der VDLUFA-Geschäftsstelle angefordert werden.

B Methodische Grundsätze

Als Grundlage einer ganzheitlichen Bewertung, die Anliegen des Boden- und Umweltschutzes angemessen mit wirtschaftlichen Aspekten verbindet, hat sich die *objektive Abwägung aller Vorteilswirkungen und möglicher Risiken* bewährt. Nachhaltige Verwertung von Klärschlämmen, Komposten und Wirtschaftsdüngern in der Landwirtschaft heißt deshalb, wirtschaftliche Nutzung nachweisbarer Vorteilswirkungen unter Bedingungen, die den Schutz

[1] Umweltbundesamt: Grundsätze und Maßnahmen für eine vorsorgeorientierte Begrenzung von Schadstoffeinträgen in landwirtschaftlich genutzte Böden. Bodenschutz **6** (2001) 3, S. 101 - 103

[2] Umweltbundesamt: Empfehlung für eine vorsorgeorientierte Begrenzung von Schadstoffeinträgen in Böden bei Bewirtschaftungsmaßnahmen. Berlin, 28.05.2001, 27 S.

der Böden und Gewässer langfristig gewährleisten.

Methodische Grundsätze für die Risikobewertung:

- Alle organischen Abfallstoffe müssen auf der Grundlage *einheitlicher Grenzwerte für Schadstoffe* bewertet werden.
  Handlungsbedarf: Vereinheitlichung der Grenzwerte.
- Das Gefährdungspotenzial von Schadstoffen (vorrangig Schwermetalle) für Böden ist anhand der *realen Frachten* zu beurteilen, die mit Gaben „nach guter fachlicher Praxis", d.h. mit *pflanzenbaulich üblichen Nährstoffgaben* in den Boden eingetragen werden. Eine Bewertung nur anhand der Schadstoff*gehalte* ist ungeeignet.
  Handlungsbedarf: Frachtenbewertung auf Basis pflanzenbaulich üblicher Nährstoffgaben.
- In die Bewertung ist die *Spannweite der Schadstoffgehalte* in organischen Abfallstoffen und Böden einzubeziehen. Eine Beurteilung nur anhand von Mittelwerten führt zu Pauschalurteilen für oder gegen die Verwertung, die den realen Erfordernissen nicht gerecht wird.
  Handlungsbedarf: Differenzierende Bewertung unter Berücksichtigung der Spannweiten von Schadstoffgehalten.

C Fakten und sachlogische Zusammenhänge

1 Risiken durch Schwermetalle

1.1 Ausschöpfung aktueller Grenzwerte sowie Spannweiten der Schwermetallgehalte von Klärschlämmen und Komposten

Die **Schwermetallgehalte der Klärschlämme** sind, wie eine repräsentative Übersichtsuntersuchung aus Hessen beispielhaft belegt[3], in den letzten Jahren deutlich zurückgegangen. Die Grenzwerte der Klärschlamm-VO werden durch die Medianwerte bei Pb, Cd, Cr, Ni und Hg nur noch zu 5 - 15 % und bei Cu und Zn zu 25 - 30 % ausgeschöpft.

Die **Schwermetallgehalte von Biokomposten** schöpfen die Grenzwerte der Bioabfall-VO, wie repräsentative Übersichtsuntersuchungen aus Hessen[3] und Baden-Württemberg[4] zeigen, im Vergleich zu Klärschlämmen stärker aus:

- Die Ausschöpfung der Medianwerte bewegt sich zwischen 30 und 50 % der Grenzwerte. Das liegt auch an den im Vergleich zur Klärschlamm-VO stringenteren Grenzwerten der Bioabfall-VO.
- Grüngutkomposte weisen (vorrangig bei Pb, Cu, Zn, Hg) gegenüber den Biokomposten eine *geringere Ausschöpfung* der Grenzwerte (70 - 80 % der Biokomposte) auf. Sie sind deshalb für die landwirtschaftliche Verwertung vorrangig geeignet.

Die Übersichtsuntersuchungen aus Hessen und Baden-Württemberg belegen zudem die *erhebliche Spannweite* der Schwermetallgehalte beider organischen Abfallstoffe:

- „Sehr gute" Klärschlämme (25. Perzentil) schöpfen die Grenzwerte der Klär-

[3] SCHAAF, H. und JANßEN, E.: Schwermetallgehalte von Wirtschafts- und Sekundärrohstoffdüngern sowie Schwermetallfrachten bei Anwendung nach anerkannten Regeln der guten fachlichen Praxis. VDLUFA-Schriftenreihe 53/2000.

[4] TIMMERMANN, F., KLUGE, R., STAHR, K. und ZAUNER, G.: Erarbeitung von Grundlagen für Anwendungsrichtlinien zur Verwertung geeigneter Rest- und Abfallstoffe. Forschungsvorhaben Baden-Württemberg PW 95 171. Abschlussbericht 1999.

schlamm-VO bei Pb, Cd, Cr, Ni und Hg nur zu kleiner 10 %, bei Cu und Zn zu kleiner 25 % aus. „Schlechte“ Klärschlammqualitäten (75. - 90. Perzentil) zeigen bei Pb, Cd, Cr, Ni und Hg Ausschöpfungsraten von maximal 20 - 30 %, bei Cu und Zn von maximal 50 %.

- „Sehr gute“ Komposte (10. - 25. Perzentil) zeigen eine Ausschöpfung der Grenzwerte von 20 - 40 %. „Schlechte“ Komposte (75. - 90. Perzentil) schöpfen die Grenzwerte zu 50 - 70 % aus.

Fazit

- Die erhebliche Spannweite der Schwermetallgehalte von Klärschlämmen und Biokomposten spricht grundsätzlich *gegen pauschale Einstufungen* (geeignet/ ungeeignet), sondern *für eine differenzierende Bewertung*, d.h. landwirtschaftliche Verwertung **oder** Entsorgung *in Abhängigkeit von der Höhe der Schwermetallgehalte*. Gleiches trifft auch für die ausgebrachten Schwermetallfrachten zu.
- Die Unterschiede in der Bewertung von Klärschlämmen und Komposten verdeutlichen, dass *einheitliche Grenzwerte* dringend erforderlich sind. Auch eine Verschärfung der Grenzwerte bis auf das Niveau der Bioabfall-VO würde eine Verwertung eines Großteils der anfallenden Klärschlämme zulassen.
- Als Beitrag zur Risikominimierung sollten in der Landwirtschaft künftig nur „gute“ Qualitäten eingesetzt werden. Unter diesen Bedingungen nähert sich die Schwermetallbilanz dem Idealwert eines ausgeglichenen Saldos (Option 2: Zufuhr = Entzug). Von einer bedenklichen Schwermetallbelastung kann dann nicht mehr gesprochen werden.

1.2 Schwermetallfrachten von Klärschlämmen, Komposten und Wirtschaftsdüngern im Vergleich

Die einzige sachlogisch vernünftige Grundlage unter Bedingungen der landwirtschaftlichen Pflanzenproduktion ist die **flächenbezogene Bewertung der Schwermetallfrachten,** bezogen auf *eine einheitliche Nährstoffzufuhr nach „guter fachlicher Praxis“*. Nicht die Schwermetall**gehalte** sind maßgebend, sondern die Schwermetall**frachten in g/ha**, die mit Gaben an organischen Abfällen, bezogen auf *einheitliche Nährstofffrachten,* ausgebracht werden. Nur auf dieser Basis kann die Bodenbelastung objektiv richtig beurteilt werden.

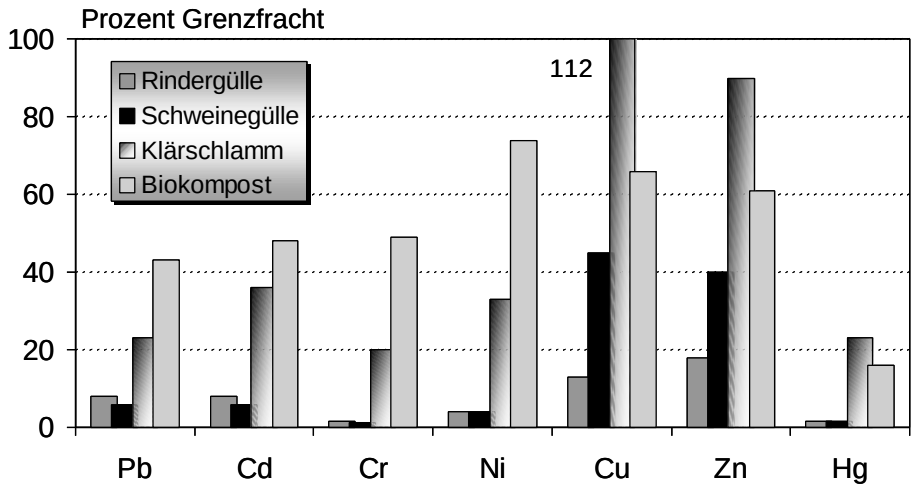
Repräsentative Ergebnisse der LUFA Hessen[3], die in der Größenordnung bundesweite Relevanz haben, belegen bei *Bezug auf einheitliche Nährstofffrachten* von 130 kg/ha N bzw. 57 kg/ha P_2O_5:

- Notwendige Gaben zur Applikation einer am pflanzenbaulichen Bedarf orientierten Nährstofffracht lt. Dünge-VO steigen in der Reihenfolge Schweinegülle < Rindergülle ~ Klärschlamm < Biokompost an (vgl. Tabelle 1). Die Gabenhöhe wird dabei überwiegend durch die P-Fracht und nicht durch die N-Fracht begrenzt.
- *Unter diesen Bedingungen* schöpfen Wirtschaftsdünger (Güllen) die - als einheitlicher Bewertungsmaßstab zugrunde gelegten - Schwermetallgrenzfrachten lt. Bioabfall-VO deutlich geringer aus als Klärschlämme und Komposte (vgl. Abbildung).
- Klärschlämme weisen im Vergleich zu Komposten eine gleiche bzw. häufig sogar geringere Ausschöpfung der Schwermetallgrenzfrachten lt. Bioabfall-

Tabelle 1: Erforderliche Gaben an Klärschlamm, Kompost und Wirtschaftsdünger (Gülle) zur Applikation von mittleren Nährstofffrachten gemäß Düngebedarf

Nährstoff	Fracht	Erforderliche Gabe in t/ha Trockenmasse			
	kg/ha	Schweinegülle	Rindergülle	Klärschlamm	Biokompost
Stickstoff (N)	130	1,8	3,1	3,6	9,5
Phosphor (P_2O_5)	57	1,1	3,5	1,7	8,9

Bezogen auf Zufuhr von 130 kg/ha N



Bezogen auf Zufuhr von 57 kg/ha P_2O_5

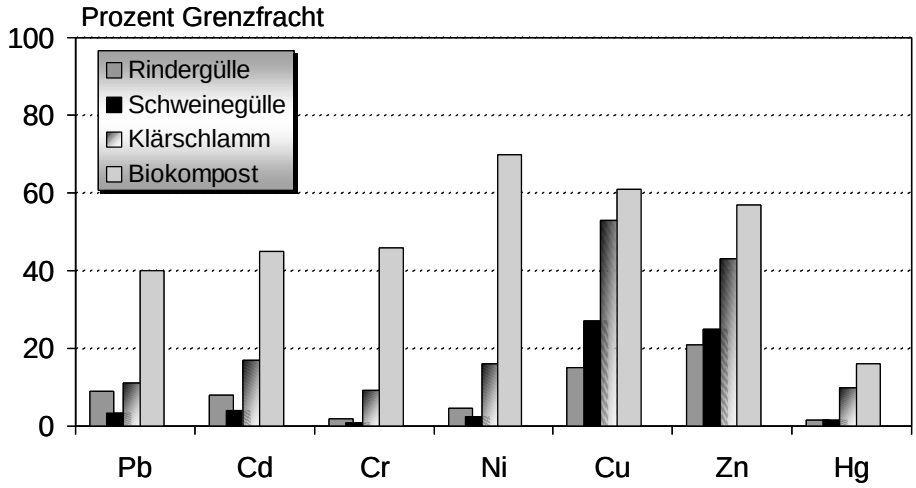


Abbildung Vergleich der Schwermetallfrachten (***Medianwerte***) von Wirtschaftsdüngern Güllen), Klärschlämmen und Biokomposten bei *einheitlichen Nährstoffgaben* von 130 kg/ha N (oben) und 57 kg/ha P_2O_5 (unten)
Ausschöpfung der Grenzfrachten der BioAbfall-VO (= 100 %)

Hessische Ergebnisse (siehe Fußnote [3], Seite 5)

VO auf. Das trifft durchgängig zu für eine einheitliche P-Gabe von 57 kg/ha P_2O_5. Bei Bezug auf eine einheitliche N-Gabe von 130 kg/ha N fallen die Cu- und Zn-Frachten von Klärschlämmen deutlich höher aus als bei Biokomposten.

Fazit

- Die Option 3 „Gleiches zu Gleichem", wie sie vom Umweltbundesamt vorgeschlagen wird, führt auf der Grundlage mittlerer Schwermetallgehalte zu völlig anderen Beurteilungen als die flächenbezogene Bewertung der Schwermetallfrachten auf der Grundlage einheitlicher Nährstofffrachten. Ein Vergleich von Wirtschaftsdüngern, Klärschlämmen und Komposten *nur anhand ihrer mittleren Schwermetallgehalte* ist deshalb nicht geeignet, das Gefährdungspotenzial der Schwermetallzufuhr in Böden realistisch zu beurteilen.
- Die Option 3 „Gleiches zu Gleichem" eignet sich nur dann als Bewertungskriterium, wenn relativ große Materialmengen (z.B. Bodenaushub) auf Böden verwertet werden sollen. Bei kleinen Abfallgaben <10 t/ha Trockenmasse ist dagegen maßgebend, ob und in welchem Maße die eingetragene Schwermetall**fracht** den Schwermetallgehalt der großen Bodenmenge (etwa 3.000 t/ha, bezogen auf eine Bearbeitungstiefe von 20-30 cm) nachteilig verändern kann.
- Die Schwermetallfrachten, die mit Gaben nach „guter fachlicher Praxis" in den Boden eingetragen werden, sind trotz der o.g. relativen Unterschiede von Wirtschaftsdüngern, Klärschlämmen und Komposten *absolut noch sehr gering* und stellen damit kein akutes Gefährdungspotenzial dar. Dies und die erhebliche Spannweite im Einzelfall unterstreichen, dass eine *differenzierende Bewertung anhand der realen Gehalte und ausgebrachten Frachten* realitätsnäher ist als eine pauschale Einstufung anhand von Mittelwerten.

1.3 Beurteilung des Risikos der Schwermetallanreicherung in Böden

Das Umweltbundesamt schlägt für die künftige Landbewirtschaftung und damit auch für die Verwertung von organischen Abfallstoffen außerordentlich niedrige **vorsorgeorientierte Schwermetallfrachten**[2] vor, welche die Richtwerte zulässiger zusätzlicher jährlicher Frachten lt. Bundes-Bodenschutz-VO um den Faktor 2 - 3 unterschreiten. Da letztere wiederum gültige Grenzfrachten der Bioabfall-VO deutlich unterschreiten, wäre künftig kaum noch eine Verwertung von Bioabfällen möglich, *ohne dass ein nachweisbares Risiko tatsächlich besteht*.

Wegen der erheblichen Folgekosten, die der Ausschluss der Klärschlämme und Komposte von einer landwirtschaftlichen Verwertung nach sich ziehen würde, sollten die vorsorgeorientierten Schwermetallfrachten gründlich hinterfragt und das Risiko der Bodenbelastung mit Schwermetallen *eindeutig nachgewiesen* werden. Dazu sind folgende Gesichtspunkte und sachlogischen Zusammenhänge heranzuziehen:

- Die vorsorgeorientierten Schwermetallfrachten basieren auf teilweise sehr unsicheren Datenunterlagen (z.B. Mittelwerte der Einträge über den Luftpfad, zu niedrige Werte für Gesamtausträge an Cu und Zn), so dass eine Verwendung als Richtwerte in Frage zu stellen ist.
- Der weiten Spanne der Schwermetallgehalte in Böden wird das vorgesehene pauschale Konzept nicht gerecht: Auf

Böden mit hohen geogenen Schwermetallgehalten könnten nach Option 3 „Gleiches zu Gleichem“ wesentliche höhere Schwermetalleinträge erfolgen, ohne den Bodengehalt anzuheben. Andererseits ist auf Böden mit niedrigen Schwermetallgehalten keine bedenkliche Belastung zu erwarten, wenn befristet leicht erhöhte Frachten (Option 4) zugelassen werden.

Es steht außer Frage, dass bei Verwertung von Klärschlämmen und Komposten ein Positivsaldo an Schwermetallen im Boden verbleibt, da die Abfuhr über Ernteprodukte die Zufuhr im Mittel deutlich unterschreitet.

Eine praxisnahe Risikoabschätzung sollte sich aber an der *absoluten Höhe* dieses Positivsaldos und seiner *Relevanz für den Bodenschutz* und die *Produktion pflanzlicher Lebensmittel* orientieren. Das Risiko ist zweckmäßig daran zu messen,

- ob und in welchen Zeiträumen der Positivsaldo zu einer *minimalen, analytisch gerade messbaren Anhebung* der Schwermetallgehalte im Boden[5] führt und
- ob es mit der Zufuhr zu einer erhöhten Schwermetallmobilisierung und somit zu einem Transfer in Grundwasser und pflanzliche Produkte kommt.

Ergebnisse:

Bei pflanzenbaulich bedarfgerechten Gaben an Klärschlamm und Biokompost sind *minimale Anhebungen der Schwermetallgehalte der Böden* im Mittel in folgenden Zeiträumen zu erwarten[6]:

- Klärschlamm: Cu und Zn 5 - 8 Jahre, Pb, Cd, Cr und Ni 25 - 50 Jahren, Hg über 80 Jahre
- Biokompost: Cu und Zn 4 - 7 Jahre, Pb, Cd, Cr und Ni 8 - 12 Jahre, Hg über 50 Jahre.

Fazit:

- Es handelt sich - mit Ausnahme von Cu und Zn - um *große Zeiträume*, in denen Schwermetallgehalte des Bodens *minimal ansteigen* können. Sie belegen, dass die Zufuhr von Schwermetallen in Größenordnungen unterhalb der Grenzfrachten lt. Bioabfall-VO *eindeutig ein nachrangiges Risiko* darstellt.
- Spürbare und bedenkliche Anhebungen der Bodengehalte an Pb, Cd, Cr, Ni und Hg sind *mittelfristig* (Zeiträume von 20 - 40 Jahren) *ausgeschlossen*. Sie rechtfertigen keine stringenten Maßnahmen, wie die vorgeschlagenen vorsorgeorientierten Schwermetallfrachten.
- Begrenzend wirkt - sofern überhaupt - die Zufuhr an Cu und Zn. Diese Schwermetalle sind als gleichzeitige Spurennährstoffe gesondert zu bewerten (vgl. Punkt 1.4).

Zur Mobilität zugeführter Schwermetalle im Boden:

Sie scheidet als möglicher Risikofaktor aus, solange der pH-Wert des Bodens im anzustrebenden optimalen Bereich verbleibt.

[5] Minimale, analytisch noch erfassbare Anhebungen der Bodengehalte:
Hg - 0,002 mg/kg; Cd - 0,02 mg/kg; Pb, Cr, Ni, Cu - 1,0 mg/kg; Zn - 2,0 mg/kg

[6] Zugrunde gelegt wurden pflanzenbaulich erforderliche Gaben lt. Tabelle 1 und mittlere Schwermetallfrachten lt. Abbildung

1.4 Vorschlag für eine differenzierende Bewertung der Schwermetalle

Bisher werden die Schwermetalle in allen gesetzlichen Regelwerken von Landwirtschaft und Bodenschutz durchweg undifferenziert als Schadstoffe eingestuft.

Der VDLUFA plädiert im Interesse einer realistischen Risikoabschätzung von organischen Abfallstoffen für eine *differenzierende Bewertung*, die neben den Belangen des Bodenschutzes auch agrikulturchemische Zusammenhänge der Düngung berücksichtigt (vgl. Tabelle 2).

Begründung:

Cu und Zn sind Schwermetalle **und** *essenzielle Spurennährstoffe* zugleich, welche die Pflanzen für ihre Ernährung zwingend benötigen. Eine ausschließliche Einstufung als Schadstoffe im Sinne des Bodenschutzes ist deshalb nach Stand des Wissens nicht mehr haltbar. Cu- und Zn-Einträge in den Boden in Höhe der Grenzfrachten lt. Bioabfall-VO bedeuten ein relativ *geringes Risiko*:

- Eine Anhebung der Bodengehalte kann in Regionen mit *nachweislichem Mangel* an diesen Spurennährstoffen eindeutig als *Vorteilswirkung der Bioabfallverwertung* (= Einsparung von Cu- bzw. Zn-Düngemitteln) eingestuft werden.
- Um eine optimale Düngewirkung zu erzielen, sind Gaben an Cu- und Zn-Düngemitteln notwendig und zulässig, die das Vielfache der stringenten Grenzfrachten lt. Bioabfall-VO betragen. Ihre strenge Einhaltung ist deshalb auf Böden *mit Mangel an diesen Spurennährstoffen* fachlich unsinnig und sollte gelockert werden. Im Gegenteil, auf diesen Böden ist die Zufuhr von Cu und Zn über organische Abfallstoffe zur Optimierung der Bodengehalte sogar erwünscht.
- Auf Böden mit höheren Gehalten im Bereich geogener Hintergrundwerte kann der Bodenschutz problemlos gewährleistet werden, indem hier - abweichend von der ansonsten gültigen Frachtenbetrachtung nach Punkt 1.3 - gemäß Option 3 „Gleiches zu Gleichem“ organische Abfallstoffe mit gleichen oder niedrigeren Cu- und Zn-Gehalten wie im Boden angewendet werden.
- Eine riskante Anhebung der Bodengehalte bis in bedenkliche Bereiche, wie sie z.B. in Weinbauböden nach früherer jahrelanger exzessiver Cu-Anwendung zu verzeichnen war, kann bei sachgemäßer Verwertung von organischen Abfallstoffe ausgeschlossen werden.

Tabelle 2: Vorschlag für eine differenzierende Bewertung der Schwermetalle

Schwermetall	Bodenschutz		Pflanzenernährung	**Risiko**
	Anhebung Bodengehalte	Mobilität	Qualität Nahrungspflanzen	
Cd	möglich	hoch	gefährdet	**hoch**
Pb, Cr, Ni, Hg	möglich	minimal	nicht gefährdet	**mittel**
Cu, Zn	möglich, bei Düngungsbedarf erwünscht	Cu gering, Zn hoch	Wird bei Düngungsbedarf gefördert, ansonsten nicht gefährdet	**gering**

Der **Eintrag von Pb, Cr, Ni und Hg** in den Boden bis zur Höhe der Grenzfrachten lt. Bioabfall-VO ist mit einem *mittleren Risiko* verbunden, weil die Mobilität dieser Schwermetalle im Boden gering ist und die Qualität von Nahrungspflanzen auf Grund der Wurzelbarriere nicht gefährdet wird (Wurzelfrüchte mit Einschränkung).

Lediglich die **Cd-Zufuhr** in Höhe der Grenzfrachten lt. Bioabfall-VO kann ein erhöhtes Risiko verursachen, weil die relativ hohe Mobilität im Boden und auch die gute Aufnehmbarkeit über die Wurzel zu einer ernährungshygienisch bedenklichen Kontamination von Nahrungspflanzen führen kann.

2 Weitere mögliche Risiken

Neben den Schwermetallen lt. Bioabfall-VO wurden in die Diskussion über das Für und Wider der Verwertung organischer Abfallstoffe aktuell weitere Substanzen als Problemstoffe eingeführt und auch als „Gift“ deklariert. Häufig liegen dafür noch keine aussagekräftigen Fakten vor. Diese Sorgen sind sehr ernst zu nehmen und auf ihre Relevanz abzuklären. Der VDLUFA möchte emotional dominierten Diskussionen das bewährte Konzept der objektiven Abwägung aller Vor- und Nachteile unter Berücksichtigung tolerierbarer Restrisiken entgegensetzen. Anstehende Probleme der landwirtschaftlichen Verwertung organischer Abfallstoffe können nur unter Einbeziehung von wissenschaftlichen Grundlagen und darauf aufbauenden Ergebnissen und Erfahrungen der Landwirtschaftsforschung sachkundig, verantwortungsbewusst und vorausschauend geklärt werden. Diese Strategie beinhaltet eine permanente Überprüfung der Risikobewertung anhand neuer wissenschaftlicher Ergebnisse. Das ist bei den nachfolgenden Einschätzungen und Beurteilungen zu berücksichtigen.

2.1 Das Dosis-Wirkungs-Prinzip und seine Relevanz für die Risikoabschätzung

Für die Bewertung von eingetragenen unerwünschten Stoffen, neben den Schwermetallen auch solchen mit „noch unbekannter Wirkung“, gilt - mit wenigen Ausnahmen - das **Dosis-Wirkungs-Prinzip**. Danach sind

> Stoffe nur dann als *Gifte* bzw. *Problemstoffe* anzusehen, wenn sie bestimmte Grenz-Konzentrationen im organischen Abfallstoff und im Boden übersteigen und dadurch die Bodenfunktionen beeinträchtigen bzw. zu gesundheitlich bedenklichen Konzentrationen in den pflanzlichen Lebensmitteln führen können.

Eine pauschale Kennzeichnung aller Stoffe als Gifte bzw. Problemstoffe ist unzutreffend und für die sachkundige Bewertung ungeeignet.

2.2 Gefährdungspotenzial in der Kette organischer Abfall/ Boden/ Pflanze

Bei aller gebotenen Vorsorge im Sinne des Verbraucherschutzes ist für die Risikobewertung nicht die Tatsache an sich relevant, <u>dass</u> ein möglicher Problemstoff im Bioabfall gefunden und mit der Applikation in den Boden eingetragen wird, sondern dessen *Konzentration im Boden* nach Applikation und die mögliche *Verlagerung in die Ernteprodukte*.

In die Risikobewertung sind deshalb **folgende Faktoren** einzubeziehen:

- **Verdünnungseffekt**

  Klärschlämme bzw. Komposte werden im ungünstigsten Fall, d.h. bei Applikation der Höchstgaben von 5 bzw. 30 t/ha Trockenmasse, um den Faktor F = 600

bzw. 100[7] verdünnt. Zu beurteilen ist bei Verwertung auf Ackerböden, bei denen eine Einarbeitung in den Boden obligatorisch ist, ob die *nach Verdünnung im Boden vorliegende Konzentration* der Schad- und Problemstoffe Grenz- bzw. Vorsorgewerte erreicht, die zu Besorgnis Anlass geben.

Auf Grünlandböden hat dagegen die mögliche Belastung der als Futtermittel genutzten Pflanzen durch Verschmutzung mit den ausgebrachten organischen Abfällen bzw. mit kontaminiertem Bodenmaterial für die Risikobewertung Vorrang. Hier greift das Verdünnungsprinzip nicht.

- **Mikrobieller Abbau im Boden**

  Böden sind „mikrobielle Biofabriken“ mit nachweislich erheblichem Leistungspotenzial zum Abbau (Mineralisierung) organischer Substanzen. Dieses Potenzial wird durch die professionelle Landwirtschaft seit langem mit Erfolg für die Düngung und Humusreproduktion genutzt. Auch organische Schad- und Problemstoffe werden in aktiven Böden abgebaut, die meisten Stoffe in der Regel zügig, aber auch sog. persistente Schadstoffe (z.B. PCB, PCDD/F) allmählich, wenn auch sehr langsam[8].
  Dieser mikrobiologische Abbau, d.h. *die zurückgehende Konzentration im Boden*, ist in die Risikobewertung einzubeziehen.

- **Aufnahme durch die Pflanze (Wurzelbarriere)**

  Pflanzen verfügen über eine *Wurzelbarriere*, welche die Aufnahme bestimmter Schwermetalle (Pb, Cr, Ni, Cu, Hg) nachweislich erschwert bzw. ganz verhindert. Gleiches gilt für organische Schadstoffe. Relativ mobil sind nur Cd und Zn. Die Pflanzen sind also - mit Ausnahme von Cd und Zn[9] - vor der Aufnahme erhöhter Konzentrationen dieser Stoffe geschützt. Das Gefährdungspotenzial einer bedenklichen Kontamination von Lebensmitteln aus Nahrungspflanzen ist zumindest für vegetative Pflanzenteile *überwiegend als sehr gering* einzustufen. Bei Wurzelfrüchten (Knollen u.a.) sind dagegen Risiken der Einlagerung von Schadstoffen in Randzonen zu berücksichtigen.

Ausgehend von diesen grundlegenden Prinzipien sind weitere mögliche Risiken abzuklären. Dazu zählen u.a. die Aufnahme flüchtiger organischer Schadstoffe über das Blattwerk sowie längere Halbwertszeiten persistenter organischer Schadstoffe.

Fazit

Grundanliegen der objektiven Risiokobewertung ist es, in der Landwirtschaft nur möglichst schadstoffarme organische Abfallstoffe zu verwerten.

Vorhandene Schad- und Problemstoffe jedoch pauschal als „Gifte“ und „unkalkulierbares Risiko“ zu stigmatisieren und ein „Null-Risiko“ zu fordern, ist in der Sache nicht zielführend. Eine objektive Risikobewertung sollte klären, ob

- Böden **nach** Verdünnung und - im Fall der Organika - **nach** mikrobiellem Abbau applizierter organischer Abfallstoffe

[7] Bezogen auf eine mittlere Masse der Ackerkrume von 3.000 t/ha in 0 - 25 cm Tiefe

[8] Es gilt als fachlich gesichert, dass in Böden bei mehrfacher Zufuhr von organischen Behandlungsmitteln eine Anpassung von Mikroorganismen-Populationen dergestalt erfolgt, dass diese Stoffe selektiv und mit hoher Rate abgebaut werden.

[9] Zn ist als Spurennährstoff nicht ausschließlich als Risikofaktor zu bewerten! Vgl. Punkt 1.3.

belastet bzw. in ihren Funktionen beeinträchtigt sind,

- Nutzpflanzen mit einer Wurzelbarriere in ihrer Qualität als Lebensmittel beeinträchtigt werden und
- sonstige Schädigungen im Ökosystem auftreten können.

2.3 Gefahren durch Arzneimittel und endokrin wirksame Stoffe

Die Vielfalt der organischen Stoffe, die in eine Risikobewertung einzubeziehen sind, erschöpft sich, insbesondere bei Klärschlamm, nicht in Arzneistoffen und endokrin wirksamen Substanzen. Diese Stoffgruppen dominieren aber die aktuelle - teilweise kontroverse - Diskussion. Nachfolgend wird deshalb der Versuch unternommen, mit Hilfe des aktuellen Abwägungskonzeptes mögliche Gefährdungspotenziale durch diese Stoffgruppen in einer *vorläufigen* Einschätzung zu beschreiben:

- **Arzneimittel in Klärschlammen und Komposten**

Geprüfte **organische Arzneimittel** schädigen die therapierten Probanden in unverdünnter Form (= 100 %) nachweislich nicht. Wenn kleinste Chargen in die Abwasserklärung bzw. die Kompostierung gelangen, unterliegen sie in der Regel einer Verdünnung durch andere Abfallstoffe. Bei der Kompostierung findet zudem der mikrobielle Abbau dieser verdünnten Stoffe schon während der Rotte statt, der im Boden fortgesetzt und in günstigen Fällen beendet wird. Das gilt für Klärschlamm analog, wobei der Klärprozess wahrscheinlich ein geringeres Abbaupotenzial aufweist.

Geprüfte **anorganische Arzneimittel** werden, sowohl im Abfall als auch im Boden, zwar nicht mikrobiell abgebaut, aber erheblich verdünnt. Verdünnung **und** - im Fall der Organika - mikrobieller Abbau bewirken, das Arzneimittel im Boden nur in minimalen Konzentrationen vorkommen können, die zudem durch die Wurzelbarriere überwiegend nicht in die Nahrungspflanze gelangen. Arzneimittel bilden damit - ausgehend von diesen sachlogischen Zusammenhängen - mit großer Wahrscheinlichkeit kein akutes Gefahrenpotenzial, d.h. das Risiko ist grundsätzlich als überschaubar und kalkulierbar einzustufen. Unabhängig davon erfordert die Vorsorge, den Eintrag von Arzneimitteln in Böden weitestmöglich zu unterbinden und verstärkt Daten zum objektiven Gefährdungspotenzial zu erarbeiten.

- **Endokrin wirksame Stoffe**

Die mögliche Gefährdung durch endokrin wirksame Substanzen, wie Nonylphenol, Octylphenol und Bisphenol-A, muss sehr kritisch hinterfragt werden, da schon Konzentrationen im Submikrobereich wirksam werden können. Die zu erwartenden geringen Konzentrationen im Klärschlamm, die weitere erhebliche Verdünnung dieser Stoffe im Boden und die Wurzelbarriere bei der Pflanzenaufnahme, dazu die aktuellen wissenschaftlichen Befunde, dass diesen Stoffen *in originalen Produkten kein Gefährdungspotenzial zukommt*, sprechen insgesamt dafür, dass das Risiko als gering eingestuft werden kann.

Fazit

Risiken durch Arzneimittel und endokrin wirksame Substanzen sind nach vorläufiger Einschätzung beherrschbar. Unabhängig davon sind weitere Daten und Erkenntnisse erforderlich, um die zu fordernde Sicherheit für den Verbraucher zu gewährleisten.