

Zeitschrift:	Landtechnik Schweiz
Herausgeber:	Landtechnik Schweiz
Band:	51 (1989)
Heft:	10
 Artikel:	Anforderungen und Kriterien für die landwirtschaftliche Verwertung von Klärschlamm
Autor:	Candinas, Toni
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-1080633

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 03.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Anforderungen und Kriterien für die landwirtschaftliche Verwertung von Klärschlamm

Toni Candinas, Eidg. Forschungsanstalt für Agrikulturchemie und Umwelthygiene, 3097 Liebefeld-Bern



Klärschlamm ist ein vielseitig zusammengesetzter organischer Mehrnährstoffdünger mit hohem Phosphorgehalt. Wichtigstes Kriterium für die Beurteilung seiner landwirtschaftlichen Verwertbarkeit ist seine Qualität. Diese zeichnet sich durch einen hohen Nutz- und tiefen Schadstoffgehalt aus. Forderungen der Landwirtschaft beinhalten nicht nur die verbesserte Qualität des Klärschlammes und eine verlässliche Klärschlammkontrolle, sondern auch eine gute Verteilorganisation mit einem ausgebauten Beratungsdienst sowie eine fortschrittliche Forschung und eine angepasste Gesetzgebung.

In der Landwirtschaft ist es seit langem selbstverständlich, die bei Produktion und Konsum anfallenden Abfälle zu verwerten. Zu gewissen Zeiten waren die Abfälle aus den Siedlungen sogar ein fast unentbehrlicher Ersatz für die

Pflanzennährstoffe, die mit den landwirtschaftlichen Produkten die Betriebe verliessen. Heute können Düngemittel fast nach Belieben zugekauft werden. Die Landwirtschaft ist auf die Abfälle nicht mehr angewiesen. Im

Gegenteil, sie wird sogar verdächtigt, den Boden zu vergiften, wenn sie Abfälle aus den Siedlungen einsetzt. Heute werben die Abfallentsorger um die Landwirtschaft. Sie tun das aus der Einsicht, dass einmal

vorhandene Abfälle wenn immer möglich verwertet werden sollten. Die Landwirtschaft ist der potentiell wichtigste Verwerter von Abfällen (Bild 1). Sie tun es aber auch unter Druck der Engpässe in der Abfallentsorgung. Hierin liegt das Problem, dass Abfallverwertung oft als Übergangslösung betrachtet wird, in die man nicht zuviel investieren möchte.

Halbherzige Lösungen

Nachdem man die Klärschlammverwertung – trotz eindringlicher Warnungen – zwei Jahrzehnte lang weitgehend den Transporteuren, den ARA-Verbänden und dem Zufall überlassen hat, führen halbherzige Lösungen nicht aus der Sackgasse. Dafür ist die allgemeine Stimmung viel zu schlecht:

- Ein Landwirt, der Klärschlamm ausbringt, riskiert, als Umweltverschmutzer apostrophiert zu werden.
- Laufend werden neue Problemstoffe im Klärschlamm bekannt. Wer kann schon wissen, wie die Wissenschaft sich in 20 Jahren dazu äussert? Mit dem Risiko werden die Abnehmer allein gelassen.
- Das Übermass an Gülle, zur Unzeit ausgebracht, wird angeprangert, Tierbestände sollen deshalb abgebaut werden. Und da soll es noch Platz haben für Klärschlamm?
- Überhaupt fühlen sich viele Bauern wirtschaftlich und sozial immer mehr in eine Ausenseiter- und Verteidigungsposition gedrängt. Sie produzieren zu teuer..., der Druck wird grösser.

Diese Beispiele zeigen: entweder werden die Anstrengungen für eine ökologisch verantwortbare

Verwertung und für eine umfassende Information der Bevölkerung massiv verstärkt, oder auf die Verwertung muss verzichtet werden.

Darüber dürfte übrigens die Planungs- und Bauwirtschaft nicht unglücklich sein, da es Milliarden zusätzlich zu verdienen gibt, sofern Klärschlamm nicht in der Landwirtschaft verwertet wird.

enthält zusätzlich viel Stickstoff, gekalkter Schlamm viel Calcium und kompostierter Klärschlamm viel organische Substanz. Der Vergleich mit andern organischen Düngern (Tab. 1) zeigt aber, dass alle Klärschlammformen in erster Linie als Düngemittel einzustufen sind. Der Gehalt an organischer Substanz ist demgegenüber – selbst bei kompostiertem Klärschlamm – zweitrangig. Pro Kilogramm Phosphor werden nur unbedeutende Mengen organischer Substanz ausgebracht.

Aus diesem Sachverhalt ergibt sich: Klärschlamm (in jeder Form) ist ein vielseitig zusammengesetzter organischer Mehrnährstoffdünger. Aus dem hohen Phosphor- (und Calcium-)Gehalt leitet sich die Forderung ab, Klärschlamm genau nach Bedarf zu dosieren. Damit ergeben sich meist sehr bescheidene Frachten (0.5 – 1 t TS/ha/Jahr).

Nutzen der KS-Verwertung

Klärschlamm gibt es in flüssiger, entwässerter, gekalkter, kompostierter oder getrockneter Form. Je nach Produkt ist der Nutzen der Klärschlammverwertung unterschiedlich zu bewerten.

Allen KS-Formen gemeinsam ist ein relativ hoher Gehalt an Phosphor. Flüssiger Klärschlamm

Bild 1

Abfälle in der Schweiz 1983

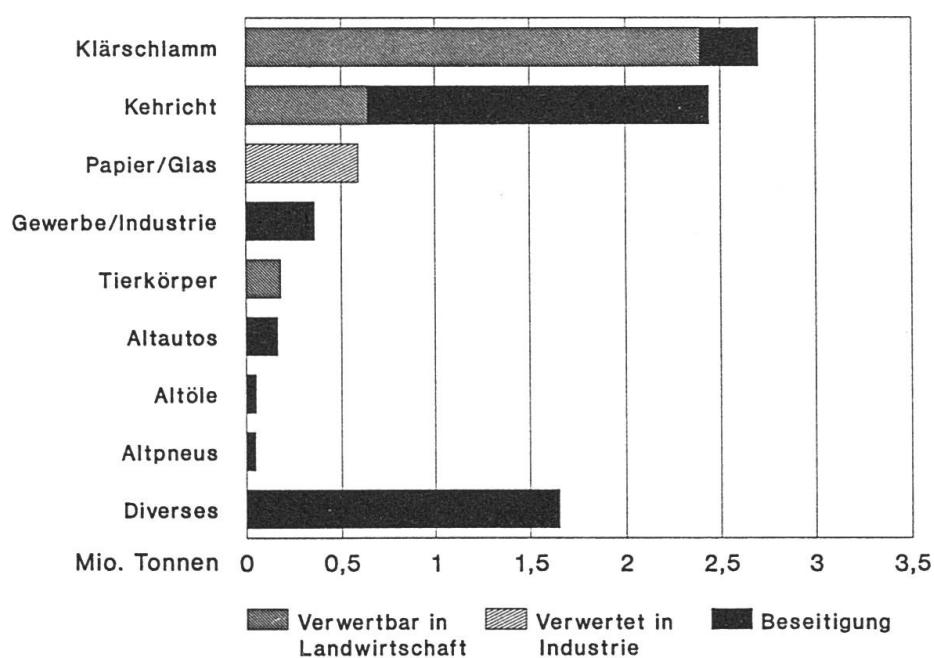


Tabelle 1: Organische Dünger und Klärschlamm im Vergleich. In Kilogramm pro Tonne Trockensubstanz sind angegeben: Der Gehalt an Stickstoff (N), Phosphor (P) und Calcium (Ca) sowie das Verhältnis Kohlenstoff zu Stickstoff (C/N) bzw. organische Substanz zu Phosphor (OS/P). Die Angaben sind als Richtwerte zu verstehen. Von ARA zu ARA können hohe Gehaltsunterschiede auftreten.

Stoffe	OS	N	P	Ca	C/N	OS/P
Torfmüll	960	8	0,4	3	60	2400
Weizenstroh	950	7	1	2	70	950
Reif-Kompost (Grünabfälle)	350	13	3	70	13	120
Stapelmist	740	20	6	20	19	120
Vollgülle Rind	815	42	7,3	21	10	112
Vollgülle Schwein	770	65	18	25	6	43
Klärschlamm:						
flüssig	420	40	20	70	5	20
entwässert	340	20	20	70	9	17
entwässert, gekalkt	300	15	18	200	10	16
kompostiert	550	14	15	60	20	35
getrocknet	420	20	20	70	10	21

Probleme der Klärschlammverwertung

Im Klärschlamm werden auch Schadstoffe aus dem Abwasser aufkonzentriert. Die Luft wird oft als Förderband bezeichnet, die Schadstoffe von der Quelle aus fein über weite Distanzen verteilt. Abwasser wirkt ebenfalls als Förderband. Diesmal werden die Schadstoffe aus allen Quellen aber an einem Punkt zusammengeführt.

Es ist verlockend, daraus den Schluss zu ziehen, die so gesammelten Schadstoffe bei dieser Gelegenheit zu eliminieren. Ein paar Schönheitsfehler haften diesem Schluss aber an:

- Grob geschätzt konzentriert sich die Hälfte sehr vieler Schadstoffe nicht im Klärschlamm, sondern verbleibt im gereinigten Abwasser und verteilt sich damit unbehelligt weiterhin in der Umwelt.

- Der Druck, Massnahmen an der Quelle durchzusetzen, lässt nach und die Gesamtbelastung kann damit ansteigen.
- Mit den Schadstoffen wird eine sehr viel höhere Menge Nutzstoffe eliminiert.
- In der zentralen Abwasserreinigungsanlage wird nur ein Bruchteil der im Umlauf befindlichen Schadstofffracht eliminiert. Schätzungen zeigen z.B. für Cadmium, dass 1981 netto ca. 100 – 200 Tonnen Cd in die Schweiz importiert worden sind. Davon haben sich ca. 3 Tonnen im Abwasser angehäuft und 1,5 Tonnen im Klärschlamm konzentriert. Selbst bei optimalem Entzug dieses Cadmiums aus dem Stoffkreislauf wurden also bloss zwischen 0,75 und 1,5% der gesamten umlaufenden Menge bzw. 50% der im Abwasser befindlichen Menge erfasst.

Summenparameter oder Leitsubstanzen

Neue Untersuchungen über die Schwermetallgehalte von Klärschlamm zeigen übrigens den Erfolg der Umweltschutzmassnahmen der letzten Jahre. Die im Klärschlamm der Schweiz enthaltene Cadmium-Fracht ist zwischen 1981 und 1983 um zwei Drittel zurückgegangen (Bild 2), die Bleifracht um die Hälfte (Bild 3) und die Zinkfracht um ein Drittel (Bild 4).

Bei den organischen Schadstoffen, welche die aktuellen Diskussionen beherrschen, ist die Beurteilung der Situation schwieriger. Erstens hat man nur spärliche Angaben über die Gehalte von nur wenigen ausgewählten chemischen Verbindungen. Zweitens ist das Verhalten dieser Stoffe in der Umwelt und ihre Wirkung auf die Biosphäre bisher noch völlig ungenügend erforscht.

Um die Umwelt vor diesen Stoffen zu schützen, braucht es aber langfristig gesehen nicht ein Verbot der Klärschlammverwertung, welche nur einen Bruchteil der gesamten sich in Umlauf befindenden Menge betrifft, sondern viel mehr eine massive Einschränkung von Produktion und Verbrauch solcher Stoffe.

In der Zwischenzeit sollten wir uns vielleicht mit der routinemässigen analytischen Erfassung einer Auswahl von Summenparametern behelfen, die möglichst viele problematische Schadstoffe oder aber brauchbare «Leitsubstanzen» umfassen sollten. Damit könnte die potentielle Gefährlichkeit eines Klärschlammes erkannt und bei Bedarf dieser von der Verwertung ausgeschlossen werden. Das «Risiko», dass dabei auch einzelne qualitativ gute Schlämme von der Verwertung

Bild 2

Cd Fracht

Berechnungsbasis: n = 248 ARA's

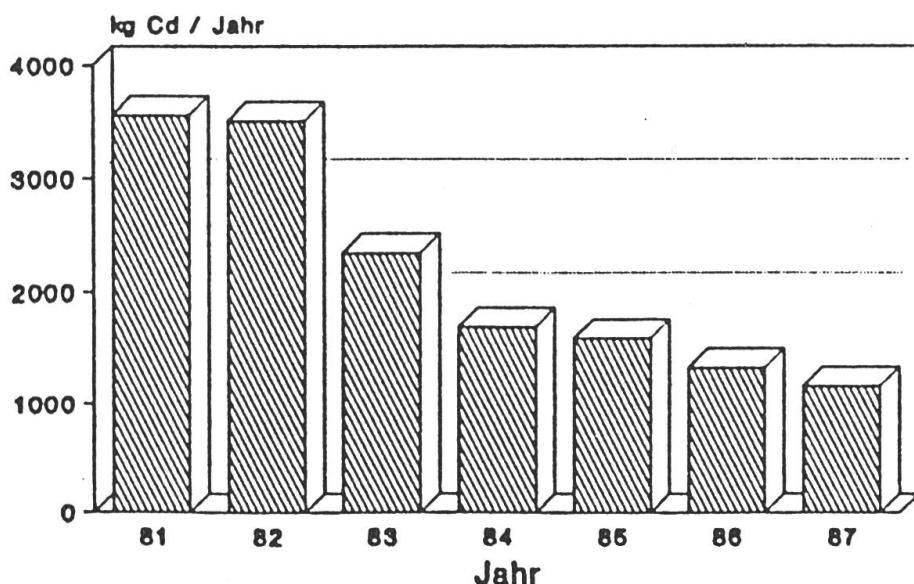
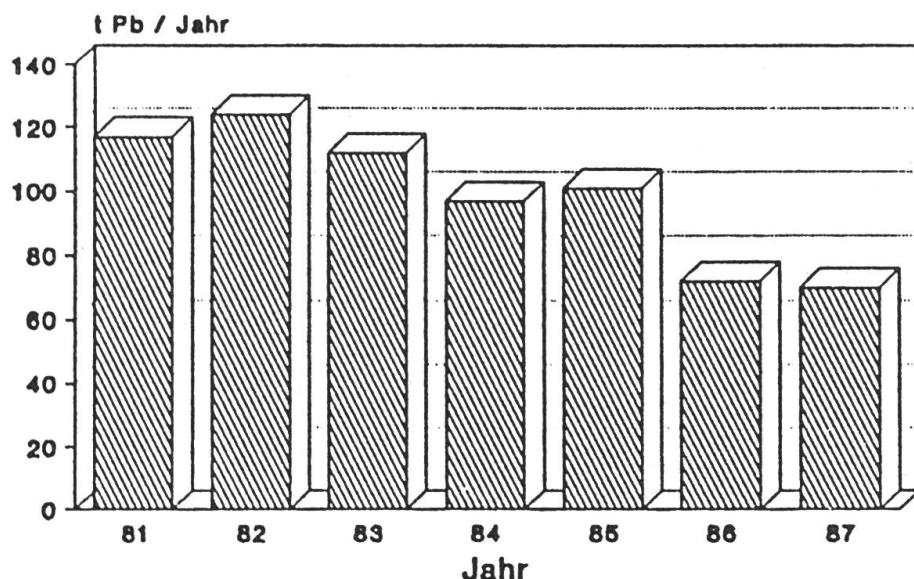


Bild 3

Pb Fracht

Berechnungsbasis: n = 248 ARA's



ausgeschlossen würden, geht die Landwirtschaft gerne ein. Auch im Zusammenhang mit organischen Schadstoffen steht die tolerierbare Fracht im Vordergrund. W. Kampe (Speyer 1987),

der verschiedene langjährige Klärschlammversuche in der Bundesrepublik mit z. T. sehr hohen KS-Gaben (bis 2000 Tonnen TS/ha) durchgeführt hat, kommt zu ermutigenden Resultaten: Die

bis heute bekannten, meist sehr geringen Gehalte an persistenten organischen Schadstoffen im Klärschlamm lassen den Schluss zu, dass bei den empfohlenen KS-Gaben das Risiko für klärschlammgedüngte Böden im Vergleich zu andern Einträgen sehr gering ist.

Bedeutung der Klärschlammverwertung für die Landwirtschaft

Um die Bedeutung der KS-Verwertung für die schweizerische Düngerwirtschaft abzuschätzen, stellen wir die umgesetzte und die effektiv benötigte der im Klärschlamm enthaltenen Düngermenge gegenüber (Tab. 2). Solche Berechnungen sind, was den Bedarf betrifft, immer mit Ungenauigkeiten und Unsicherheiten

Tagungsheft «Klärschlamm in der Schweiz»

Dieser Beitrag von Toni Candinas ist die schriftliche Wiedergabe seines Referates zum Dafür und Dafür der landwirtschaftlichen Klärschlammverwertung anlässlich der diesjährigen Tagung der Schweizerischen Vereinigung für Gewässerschutz und Lufthygiene (VGL). Alle Referate dieser Tagung, bei der es um eine Standortbestimmung in Sachen Schadstoffproblematik und landwirtschaftliche Klärschlammverwertung gegangen ist, sind in der Zeitschrift «Umwelt-Information» Nr. 2/89 publiziert worden. Diese Nummer kann zum Preis von 9 Franken bezogen werden bei: VGL-Sekretariat, Schaffhauserstrasse 125, 8057 Zürich, Tel. 01 - 362 94 90.



Ein guter Tag beginnt auf einem MF 3000.

Am frühen Morgen steigen Sie auf Ihren Traktor. Ein langer Arbeitstag liegt vor Ihnen. Sie haben sich vorgenommen, heute viel zu leisten.

Die ersten Stunden gehen vorbei – und plötzlich wird Ihnen bewusst, wie wohl Sie sich bei Ihrer Arbeit fühlen. Sie sitzen bequem, Sie geniessen die Behaglichkeit der modernen Kabine. Sie haben eine ausgezeichnete Rundsicht. Die Bedienung ist leicht, die Gänge lassen sich spielerisch schalten. Sie freuen sich an der Kraft des Motors und der Hydraulik, an den präzisen Reaktionen Ihres Traktors.

Mit einem Blick erfassen Sie die ganze Instrumentierung, die Autotronic erleichtert Ihnen die Arbeit gewaltig, und vergnügt hören Sie Musik. Ob Regen, Kälte oder pralle Sonne – Sie sind bestens geschützt und geniessen die Vorteile der Klimaanlage. Und Sie wissen: Mit diesem Traktor, einem MF 3000, werden Sie einen guten Arbeitstag haben.



Zwei neue elektronische Steuersysteme zur Erhöhung der Produktivität:
AUTOTRONIC und **DATATRONIC**.

Das bieten Ihnen die revolutionären MF 3000:

- ◆ Automatisierte Schalt- und Überwachungsfunktionen, für volles Ausnützen aller Möglichkeiten.
- ◆ Lastschaltbarer Frontantrieb, für mehr Bodenhaftung und Stabilität.
- ◆ Drehmomentstarker Perkins-Dieselmotor, für mehr verwertbare Kraft an Triebräder und Zapfwelle.
- ◆ Elektronische Steuersysteme Autotronic und Datatronic, mit weniger Energie mehr leisten.
- ◆ 32-Gang-Vollsynchrongetriebe mit Reservierung und Lastschaltung.
- ◆ Topmoderne Kabine mit Drehsitz, für mehr Komfort. Auf Wunsch auch in Niedrigversion ohne Komforteinbusse.

In Zukunft MF – denn MF hat Zukunft.

Mehr über die revolutionären MF 3000 und die Adresse des nächsten MF-Vertreters erfahren Sie von der Generalvertretung:

Name/Vorname: _____

Adresse: _____

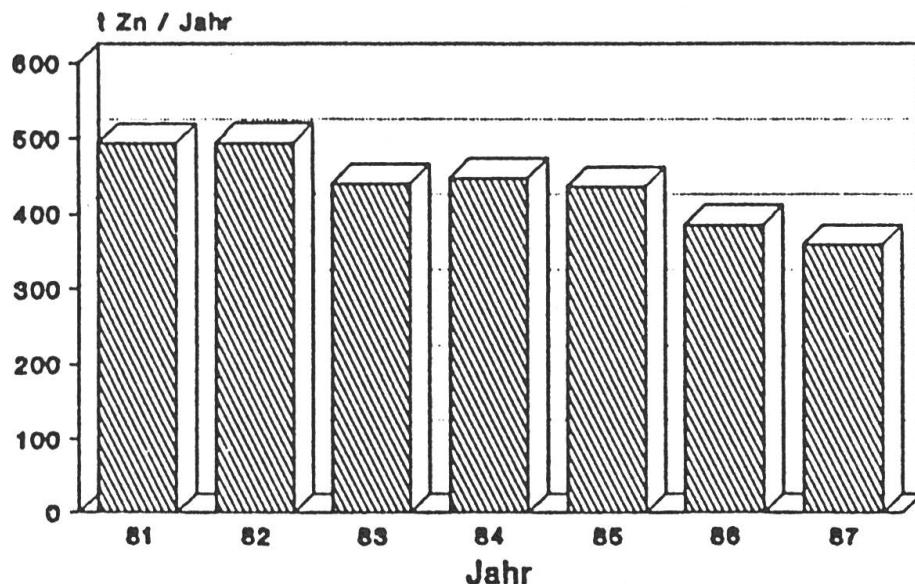


Service Company AG, Usterstrasse 124, 8600 Dübendorf, Tel. 01/8201212.

Bild 4

Zn Fracht

Berechnungsbasis: n = 244 ARA's



behaftet. Es wird auch nie möglich sein, eine optimale Verteilung der Hofdünger zu erreichen oder mit den Hofdüngern alle Spezialbedürfnisse der Landwirtschaft abzudecken. Somit müssen gewisse «Übermengen» in Kauf genommen werden. Trotzdem darf behauptet werden, dass wohl ein Teil der Klärschlämme, nicht jedoch ein grosser Teil der importierten Handelsdünger in der schweizerischen Landwirtschaft Platz hat.

Daraus folgt, dass das wichtigste Kriterium für die Beurteilung der Verwertbarkeit von Klärschlamm seine Qualität ist. Bis heute entscheidet in erster Linie die regionale Phosphorbilanz über die Verwertbarkeit von Klärschlamm. Damit wird oft nur ein bescheidener Beitrag zur Vermeidung der Überdüngung in der Region geleistet, solange überhöhte Tierbestände und Handelsdüngerverkäufe nicht ebenso konsequent behandelt werden.

Die regionale P-Bilanz soll damit

nicht als unbrauchbar erklärt werden. Im Gegenteil, sie ist absolut notwendig. Aber sie sollte nicht verwendet werden, um die Verwertbarkeit eines Schlammes an sich zu beurteilen, sondern um den möglichen Einsatz in der Region abzuschätzen.

Es ist ja auch nicht üblich, die

Brauchbarkeit eines Handelsdüngers aufgrund von P-Bilanzen zu beurteilen. Hingegen wäre es sehr wohl zu wünschen, dass auch Handelsdünger nur dann verwertet würden, wenn die P-Bilanz einen Bedarf ausweist.

Wenn auf diesem Weg ein grosser Teil der Handelsdünger nicht mehr importiert würde, so würde das nicht nur zum Abbau von Überdüngung führen, sondern ebenso die importierte Schadstoffmenge und ihre Verteilung auf den Böden reduzieren. Immerhin sei daran erinnert, dass gemäss Stoffverordnung z.B. Handelsdünger mit über 2000 g Chrom pro Tonne Trockensubstanz (Grenzwert KS: 1000 g, gewichtetes Mittel 1987: 170 g) bis 1991, solche mit über 50 g Cadmium pro Tonne Phosphor (Grenzwert KS: 30 g/t TS, gewichtetes Mittel 1987: 5 g/t TS; bei 24 kg Phosphor pro t TS entspricht dies rund 200 g Cd pro t P) sogar noch bis 1996 abgegeben werden dürfen. Bis dann werden auch die Klärschlämme bereits wieder eine bessere Qualität aufweisen.

Tabelle 2: In der schweizerischen Landwirtschaft umgesetzte Ist-Zustand und tatsächlich benötigte Düngermengen Soll-Zustand. Angaben in 1000 Tonnen Reinnährstoffe pro Jahr. (Bedarf* = Schätzung FAC).

Stoffe	Ist-Zustand umgesetzte Düngermengen 1985/86		Soll-Zustand benötigte Düngermengen in Zukunft	
	P	N	P	N
Hofdünger	28	156	Bedarf*	30
Handelsdünger	18	74	Hofdünger	28
Klärschlamm	2,3	3		156
Total	48,3	233	Ergänzungsbedarf	2
Bedarf*	30	?	In 50% der Klärschlämme (beste Qualität) enthalten	?
Überschuss	18	?	Handelsdüngerbedarf	3
				4

Klärschlamm – Forderungen der Landwirtschaft

Qualität

Klärschlamm ist als Dünger nur interessant, wenn er einen hohen Nutzstoffgehalt und tiefen Schadstoffgehalt aufweist. Es sind gesamtschweizerisch die qualitativ besten Schlämme auszuwählen und zu verwerten, ungeachtet des Ergebnisses der regionalen P-Bilanz. Diese soll nur angewendet werden, um zu entscheiden, ob ein Schlamm in dieser Region oder anderswo verwertet werden soll. Bezuglich organischer Schadstoffe ist möglichst rasch eine Methode einzuführen, die es erlaubt, potentiell problematische Schlämme zu erkennen und von der Verwertung fernzuhalten.

Vorausgesetzt wird auch, dass der Schlamm keinerlei Hygienerisiko birgt, dass er optisch und geruchlich einwandfrei ist, dass er keine Unkrautprobleme verursacht und dass er gut verteiltbar ist.

Verteilorganisation und Beratung

Klärschlamm muss in der optimalen Menge zur gewünschten Zeit in boden- und pflanzenschonender Weise am richtigen Ort ausgebracht werden. Dies setzt ein Management voraus, das sich auf gute Kenntnisse der regionalen Landwirtschaft, auf ein fundiertes Wissen in Pflanzenbau und Bodenbearbeitung, auf Maschinenkenntnisse, auf ein Vertrautsein mit dem Betrieb der ARA und im Transportwesen und auf gute Kontakte zu Forschung und Behörden abstützt. Eine Klärschlammverwertung ohne gut ausgebauten Beratung ist verantwortungslos.

Information der Bevölkerung

Klärschlammverwertung lässt sich auf die Dauer nicht gegen die breite Meinung der Bevölkerung durchführen. Der Schlammabnehmer der Zukunft sollte nicht als Umweltverschmutzer, sondern als Helfer bei der Beseitigung von Umweltproblemen angesehen werden. Die Bevölkerung muss auch wissen, was sie tun kann, um eine gute Schlammqualität zu fördern.

Gesetzgebung

Die Entwicklung der KS-Qualität hängt in sehr grossem Mass davon ab, ob an der Quelle (bei

Produktion und Verbrauch) Massnahmen ergriffen werden. Am Gesetzgeber liegt es, dafür zu sorgen, dass das geschieht. Mit Stoffverordnung und Luftreinhalteverordnung ist ein ermutigender Anfang gemacht.

Die Einführung der Massnahmen und ihre Wirksamkeit ist durch Kontrollen zu überwachen. Das verlässlichste Bild von Erfolg oder Misserfolg ergibt die Klärschlammkontrolle. Diese ist auch unerlässlich, um Nährstoffgehalt, Hygienezustand und Schadstoffgehalt zu kennen und richtige Anwendungsempfehlungen abgeben zu können. Mit einem Ausbau der Einleitungskontrollen muss vermehrt Druck auf die Einleiter vermeidbarer Schadstofffrachten ausgeübt werden. Stark mit Schadstoffen belastete Abwässer gehören nicht mit unbelasteten gemischt, sondern sollten in Privat-ARA der Industrie gereinigt werden.

Forschung

Der Forschung müssen die Mittel zur Verfügung gestellt werden, um Analysenmethoden zu entwickeln, Versuche durchzuführen und internationale Kontakte zu pflegen.

Zentrale Koordinations- und Beratungsstelle

Erst seit drei Jahren beginnt sich die Erkenntnis durchzusetzen, dass Klärschlammverwertung nur verantwortbar ist, wenn eine kompetente regionale Beratung aufgebaut wird. Die Effizienz dieser regionalen Beratungsstellen liesse sich ganz erheblich steigern, wenn eine zentrale Koordinations- und Beratungsstelle aufgebaut würde, welche laufend die wissenschaftliche und technische Fachliteratur bearbeiten, die Kontakte mit Wissenschaft und Behörden pflegen, die rasche und qualifizierte Information für die Beratungsstellen garantieren, Forschung betreiben, sowie Berater, Klärwärter und Transporteure ausbilden könnte. Dieses letzte Anliegen scheiterte bisher am Finanzierungsproblem, eine Schande, wenn man die Kostenrelationen bei der Klärschlammversorgung berücksichtigt.