Karl J. Thomé-Kozmiensky
Ulrich Loll (Hrsg.)

Recycling
von
Klärschlamm 1

EF-VERLAG für Energie- und Umwelttechnik GmbH

Herausgeber der Reihe „Technik, Wirtschaft, Umweltschutz“:
Prof. Dr.-Ing. Karl J. Thomé-Kozmiensky, Berlin

CIP-Kurztitelaufnahme der Deutschen Bibliothek

Recycling von Klärschlamm / Karl J. Thomé-Kozmiensky; Ulrich Loll (Hrsg.). — Berlin: EF-Verlag für Energie- u. Umwelttechnik

(Technik, Wirtschaft, Umweltschutz)

NE: Thomé-Kozmiensky, Karl J. / Loll, Ulrich [Hrsg.]

1 (1987).

ISBN 3-924511-18-7

Copyright: Prof. Dr.-Ing. Karl J. Thomé-Kozmiensky
Verlag: EF-Verlag für Energie- und Umwelttechnik GmbH
Berlin 1987

Redaktionelle Bearbeitung: Angela Kamphoff, Ingrid Motzke
Anzeigenverwaltung: Cornelia Avenarius
Alle Rechte vorbehalten

Druck:
E. Mühlthaler's Buch- und Kunstdruckerei GmbH,
München

ISBN 3-924511-18-7

Prof. Dr.-Ing.
Karl J. Thomé-Kozmiensky



Vorwort

Klärschlamm ist heute vielleicht das größte Mengenproblem, das die Abfallwirtschaft zu bewältigen hat. 1986 fielen in Deutschland 50 Millionen m^3 flüssigen Klärschlamms mit 4,6% Trockenmassegehalt an. Davon wird rund ein Drittel genutzt, nämlich 14,5 Millionen m^3 in der Landwirtschaft — ohne wesentliche Vorbehandlung — und 1,5 Millionen m^3 werden kompostiert. Der Rest — zwei Drittel des Gesamtaufkommens — geht in die Abfallbehandlung: 4,5 Millionen m^3 werden verbrannt, 29,5 Millionen m^3 — also fast 60% — gehen auf Deponien. Dieses Klärschlammaufkommen verursacht unübersehbare Probleme. Mit dem Neubau jeder Kläranlage werden diese Probleme größer.

Das Problem wird durch abnehmende Nutzung von Klärschlamm durch die Landwirtschaft vergrößert. Sowohl die Mengen als auch die Schadstoffe verursachen diese Entwicklung. Aus dem gleichen Grund ist die Klärschlamm-Kompostierung problematisch. Damit nimmt die zu deponierende Menge relativ und absolut zu. Dies ist sowohl wegen der Klärschlammeigenschaften bezüglich seiner Deponiefähigkeit als auch wegen des knapper werdenden Deponieraums problematisch. Auch mit der Verbrennung sind erhebliche Probleme verbunden: Zerstörung von organischer Substanz, Schadstoffe und Energie sind Schlagworte.

Es kann also festgestellt werden, daß es keinen problemlosen Behandlungs- und Beseitigungsweg für die Klärschlämme gibt.

In diesem Buch nehmen siebzig Autoren aus Deutschland, Polen, Ungarn, Italien, Österreich, Japan, Großbritannien, Belgien, Frankreich und der Schweiz in 37 Beiträgen Stellung zu den verschiedenen Aspekten der Klärschlammproblematik.

Zunächst gibt Ulrich Loll einen Überblick und stellt die mit der Klärschlammbehandlung und -verwertung verbundene Problematik anschaulich dar. Das Thema Inhaltsstoffe wird in fünf Beiträgen erörtert. Die Verwertung reicht vom Bodenverbesserungsmittel über die Herstellung von Viehfutter bis zur Verwendung in der Blähton-Industrie und der energetischen Verwertung.

Verschiedene Aspekte der Klärschlammstabilisation — wie Einfluß der Schwermetalle, anaerob-thermophile Stabilisierung und Entseuchung — werden dargestellt. Der Themenbereich Konditionierung, Entwässerung und Förderung wird in sieben Beiträgen abgehandelt.

Gerade wegen der Probleme der Klärschlammunterbringung auf Deponien kommt den verschiedenen Methoden der thermischen Behandlung erhebliche Bedeutung zu. So ist es nicht erstaunlich, daß dies einen Schwerpunkt dieses Buches darstellt. Behandelt werden die Trocknung, die alleinige Verbrennung und die Verbrennung mit anderen Abfällen. Auch die Verwertung in der Industrie, so in der Zementindustrie und in Asphaltmischwerken werden dargestellt. Als Alternative zur Verbrennung wird die Pyrolyse-Entgasung: Thermische Behandlung unter Luftabschluß — erörtert.

Dieses Buch, das die Beiträge zum 5. Internationalen Recycling Congress enthält, erhebt keinen Anspruch auf vollständige Darstellung der Klärschlammproblematik, gibt aber einen guten Überblick.

Berlin, Mai 1987

Prof. Dr.-Ing. Karl J. Thomé-Kozmiensky
Institut für Technischen Umweltschutz
— Fachgebiet Abfallwirtschaft —

Inhaltsverzeichnis

1. Einführung

U. Loll	D	Klärschlamm — Quo vadis?	1

2. Inhaltsstoffe

R. Leschber	D	Die Problematik organischer Mikroverunreinigungen in Klärschlämmen	16
A. Marcomini J. McEvoy P. H. Brunner W. Giger	CH	Auftreten und Verhalten ausgewählter Waschmittel-Inhaltsstoffe und ihrer Abbauprodukte in der Abwasserreinigung und im Klärschlamm	19
Rainer F. Nolte	D	Herkunft und Stoffbilanz der sieben Schwermetalle aller 562 hessischen Kläranlagen	23
M. Ried K. Leonhard	D	Elimination von Schwermetallen aus kommunalen Klärschlämmen	29
E. Billmeier	D	Menge und Beschaffenheit von Fäkalschlämmen	36

3. Verwertung

Dieter Holtz Stefan Frh. Fellner von Feldegg	D	Klärschlamm-Verwertung mit dem Orgabo-Verfahren	46
G. Urbini C. Collivignarelli V. Riganti	I	Erfahrungen mit Abfallrecycling in einem landwirtschaftlichen Großbetrieb	53
Michal Mańczak Edward S. Kempa	PL	Viehfutter aus Belebtschlamm ...	63

J. Kálmán I. Szebényi I. Bóné I. Csik	H	Verwertung von Kalkschlammrückständen aus der pharmazeutischen Industrie	77
A. Bossi U. Ghezzi M. Giugliano C. Ortolani A. Rolla	I	Die Verwendung von Klär- und Industrieschlamm in der Blähtonproduktion	84
Josef Mérai	D	Ein Problemstoff wird Energie — Neue Perspektiven der Klärschlammverwertung	93
Manfred Ewald	D	Der Einsatz von Belebtschlämmen zur Entfernung von Zink und Cadmium aus Abwässern	103

4. Stabilisierung

Ulrich Loll Gundolf Pawletta Dieter Reibert	D	Einfluß von Schwermetallen auf die aerob-thermophile Klärschlammstabilisation	109
K. Bau	D	Einfluß der Feststoffanreicherung auf die aerob-thermophile Stabilisierung	123
H. J. Braun E. Zingler	D	Aerob-thermophile Schlammbehandlung (ATS-Verfahren) unter Betriebsbedingungen	130
Helmut Sixt Othmar Jungbauer	D CH	Zweistufige Klärschlammbehandlung mit aerothermer Konditionierung zur Entseuchung und Reaktionsverbesserung	145
Norbert Dichtl	D	Zweistufige Klärschlammstabilisierung nach dem Verfahren aerobthermophiler Vorbehandlung mit nachfolgender mesophiler Faulung	154
J. Pinnekamp	D	Steigerung des Gasertrages bei der Klärschlammfaulung durch Vorerhitzung des Schlammes	163

5. Konditionierung — Entwässerung — Förderung

M. Sugahara S. Oku	J	Konditionierung des Abwasserschlamms in Bandfilterpressen	172
R. Hilligardt J. Weber J. Werther	D	Erfahrungen mit der Entwässerung von Baggerschlämmen in Dekantierzentrifugen	180
Albert Hackl	A	Aufarbeitung ölhaltiger Schlämme	186
Ulrich Loll	D	Entwicklung und Entwässerungsleistung der kontinuierlich arbeitenden CHP-Hochdruckfilterpresse	193
Willi Gries	D	Förderung von Abwasserschlämmen mit Exzenterschneckenpumpen	203
Berthold Fehn	D	Einsatz von Kolbenpumpen zur Dickschlammförderung	211
M. F. Ahmed	Bangladesh	Bewertung der Komprimierbarkeit von Klärschlamm bei der Entwässerung durch Filtern	225

6. Thermisches Verfahren

Toshihiko Shiota	J	Ökonomische Bewertung eines Systems zur Gewinnung von Brennstoff aus Klärschlamm	233
R. C. Frost H. W. Campbell	GB	Alternative Verwendung von Klärschlamm	240
Ronald Tize	B	Schlammtrocknung im Etagen-Trockner	250
Tokuo Yoshida	J	Vorschlag zur Energiegewinnung aus einer Abwasserschlamm-Verbrennungs-Anlage	258
Hajime Tejima	J	Gemeinsame Verbrennung von Hausmüll und Schlamm — Erfahrungen in Japan	267
Kazuo Ieyama Kenji Kakeda Mineo Fukiharu Katsuhiro Kawamura	J	Abfall/Schlamm-CO-Feuerungssystem	277

Th. Lang A. Obrist	CH	Verbrennung von Klärschlamm in Zementdrehöfen	284
G. Kohler H. Mohmeyer G. Schilder	D	Klärschlamm-Trocknungsverfahren und Verwendung als Heizmedium in Asphaltmischwerken	292
J. P. Levasseur	F	Recycling von Klärschlamm durch thermische Trocknung	301
W. Kaminsky T. Augustin U. Bellmann M. Krüger-Betz	D	Pyrolyse industrieller und kommunaler Klärschlämme	309
Janusz Wandrasz	PL	Ausgewählte Probleme der Schlammverbrennung	317

1. Einführung

Klärschlamm - Quo vadis?

Ulrich Loll

1. Einleitung
2. Menge und derzeitiger Verbleib des Klärschlammes in der Bundesrepublik Deutschland
3. Anforderungen an die Klärschlammstabilisierung
4. Qualitätsanforderungen beim Klärschlammrecycling
4.1. Limitierung der Schwermetallgehalte
4.2. Organische Schadstoffe
4.3. Entseuchung von Klärschlamm
4.4. Klärschlammzwischenspeicherung bei der landwirtschaftlichen Verwendung
5. Ablagerung auf Deponien
6. Anforderungen bei der thermischen Klärschlammbehandlung
7. Literatur

1. Einleitung

Die Frage, wohin der Klärschlamm geht, ist aus heutiger Sicht je nach Standort und Tätigkeitsfeld des Fragenden oder des Befragten zu ergänzen durch den Zusatz wohin soll er, darf er oder muß er gehen.

Welchen Weg er auch immer nimmt, keiner wird ihm leicht gemacht.

Neue gesetzliche und verfahrenstechnische Forderungen bedingen neue Konzeptionen und Techniken. Dies gilt gleichermaßen für alle Varianten der Klärschlammverwertung und -beseitigung. Nachfolgend sollen zu diesem Problemfeld die wichtigsten Zieldaten einer geordneten Klärschlammentsorgung und die aus ihnen abzuleitenden technischen und verfahrenstechnischen Forderungen beschrieben werden.

2. Menge und derzeitiger Verbleib des Klärschlammes in der Bundesrepublik Deutschland

Die Gesamtmenge des im Jahre 1986 zu entsorgenden flüssigen Rohschlammes beträgt etwa 50 Mio. m^3, wobei gemäß (8) von einem durchschnittlichen Trockenmassegehalt von 4,6 % auszugehen ist. Wird die in (3) genannte prozentuale Aufteilung in die wichtigsten Unterbringungsarten übernommen, so ergeben sich die in Bild 1 dargestellten Massenströme. Im Vergleich zu den in (1, 2 und 9) ermittelten Gesamtrohschlammengen hat sich, bezogen auf die Basis des Jahres 1976, innerhalb des zurückliegenden Jahrzehnts eine Steigerung des jährlichen Klärschlammaufkommens um etwa 20 % ergeben. Dies ist in erster Linie mit dem zunehmenden Anschluß der Bevölkerung an öffentliche Kanalisations- und Kläranlagensysteme sowie dem gesteigerten Qualitätsgrad der Abwasserreinigung selbst zu erklären.

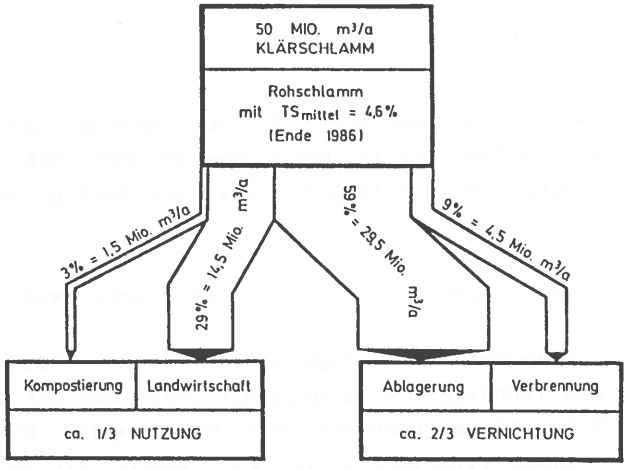


Bild 1

Menge und Verbleib des Klärschlammes in der Bundesrepublik Deutschland

Wird der Verbleib des Klärschlammes unter dem Gesichtspunkt des Recycling analysiert, so ist festzustellen, daß in den vergangenen Jahren der Anteil seiner Nutzung in der Landwirtschaft und der Kompostierung nennenswert gesunken ist und derzeit bei etwa einem Drittel liegt. Die Verfahrenswege der Ablagerung (meist auf Deponien) und der Verbrennung (mit Deponierung der Reststoffe), welche letztlich eine Vernichtung des Nutzpotentials bedeuten, haben hingegen entsprechend zugenommen und umfassen heute etwa zwei Drittel der Klärschlammunterbringung.

3. Anforderungen an die Klärschlammstabilisierung

Die Klärschlammstabilisierung ist eine zentrale Grundoperation der meist aus mehreren Verfahrensstufen bestehenden Schlammbehandlung. Gemäß DIN 4045 "Abwassertechnik, Begriffe" sollen mit ihr die Prozeßziele

- weitgehende Verringerung von geruchsbildenden Inhaltsstoffen,
- Verringerung der Schlammfeststoffe,
- Verbesserung der Entwässerbarkeit und
- Verminderung von Krankheitserregern

erreicht werden.

In Abhängigkeit zu den angestrebten Endzielen der jeweiligen Schlammbehandlung und Schlammunterbringung sind unterschiedliche Stabilisierungsgrade anzustreben. Diese sind in Tabelle 1 klassifiziert.

Tabelle 1

Erforderlicher Stabilisierungsgrad in Zuordnung zum Prozeßziel der Schlammstabilisierung und -unterbringung

Prozeßziel der Stabilisierung	Erforderlicher Stabilisierungsgrad
Verwertung im Landbau in der Landwirtschaft im flüssigen Zustand	vollstabilisiert; wenn der Klärschlamm entseucht wird: auch bedingt stabilisiert oder sogar unstabilisiert
Verwertung im Landbau in der Landwirtschaft in entwässertem Zustand	
Flüssigschlamm-Deponie in Schlammteichen	vollstabilisiert (Erreichen der technischen Stabilisierungsgrenze)
Deponie in entwässertem Zustand	je nach der Art der Schlammkonditionierung; vollstabilisiert bis bedingt stabilisiert
Deponie nach Veraschung	unstabilisiert vor der Veraschung

In Tabelle 2 sind für die entsprechenden Stabilisierungsgrade heute gebräuchliche Stabilisierungskennwerte zusammengestellt, die eine Qualitätszuordnung zu analytischen Meßwerten herstellen.

Tabelle 2

Wertbereiche für verschiedene Stabilisierungskennwerte bei Schlämmen mit überwiegend kommunalem Ursprung (10)

Für Verfahren d. biologischen Klärschlammstabilisierung	aerob und anaerob	anaerob		aerob, flüssig
Stabilisierungs-Kennwert	GV % von TS	Essigsäure-Gehalt (mg/l)	Fettsäure-Gehalt (mg/kg)	BSB_5/CSB-Verhältnis
Stabilisierungs-Grad	Einstufung nach Roediger	nach Niemitz	nach Baumgart	nach Loll
Rohschlamm (unstabilisiert)	bis >90 %	1800–3600	>1000	>0,25
Teilstabilisiert	(50)–60 %	1000–2500	–	ca. 0,25–0,18
Bedingt stabilisiert (je nach Prozeßziel und Ausgangswert)	45–55 %	100–1000	300–1000	ca. 0,18–0,15
Vollstabilisiert (technische Stabilisierungsgrenze)	≤45 %	<100	≤300	≤0,15

* Je nach Ausgangswert

** Gilt nur für Schlämme üblicher Zusammensetzung und Stabilisierbarkeit

Die Klärschlammstabilisierung kann durch biologische (aerob oder anaerobe), physikalische und/oder chemische, insbesondere auch thermische Prozesse erfolgen. Weitergehende Informationen über die Zusammenhänge zwischen den Prozeßzielen der Klärschlammstabilisierung und deren Dimensionierungs-, Betriebs- und Kontrollparametern können (10) entnommen werden.

4. Qualitätsanforderungen beim Klärschlammrecycling

Bei der Rückführung des Klärschlammes in den natürlichen Stoffkreislauf sind für die Verfahrensvarianten der direkten landwirtschaftlichen Verwertung und der Kompostierung des Schlammes allein oder im Gemisch mit anderen kompostierbaren, organischen Abfallstoffen bestimmte Qualitätsanforderungen im Hinblick auf chemische Inhaltsstoffe sowie die Seuchenhygiene einzuhalten und bestimmte Perioden zur Ausbringung zu berücksichtigen.

4.1. Limitierung der Schwermetallgehalte

Die seit mehr als drei Jahren in Kraft befindliche Klärschlammverordnung hat bei der landwirtschaftlichen Klärschlammverwertung für die wichtigsten Schwermetalle Grenzkonzentrationen im Schlamm und im beaufschlagten Boden festgelegt.

Entsprechende Grenzwerte sind neuerdings in einer im Juni 1986 veröffentlichten EG-Richtlinie erschienen. Werden die in Tabelle 3 gegenübergestellten Werte verglichen, so ist anzunehmen, daß zukünftig in der Bundesrepublik mit einer weiteren Herabsetzung der Grenzkonzentrationen für den Schlamm bei den Metallen Blei und Quecksilber und bei den Böden bei Cadmium und Zink zu rechnen ist.