

desrepublik Deutschland Nr. 1 017 629 vom 3. April 1958.

2. GLATHE, H.: Verbilligung der Kunstmistbereitung durch Fischpreßkompost-Verwendung. — DLP 65 (1958) Nr. 48, S. 621.
3. HECKSCHER, K.: Die Volkskunde des germanischen Kulturkreises. — Hamburg 1925.
4. CLARK, J. G. D.: Prehistoric Europe, The Economic Basis. — London 1951.
5. HEYDRICH, M.: Koreanische Landwirtschaft. — Abh. Ber. Mus. Tierkde. Völkerkde. — Dresden 1931.

6. LORCH, W.: Die siedlungsgeschichtliche Phosphatmethode. — Naturwissenschaften 28 (1940) S.633—540.

Ausführliche Literaturbelege erscheinen demnächst in der Schrift des Verfassers „Zur Geschichte und Verbreitung der Düngung“.

Für erteilte Auskünfte wird folgenden Damen und Herren gedankt: Dr. E. GROETZNER †; Dr. U. GROHNE, Wilhelmshaven; Dipl.-Ing. K. SCHILLER, Völkenrode; Baron F. E. STAEL VON HOLSTEIN, Völkenrode; Ing. agr. A. URQUIJO, Madrid; S. J. GHABBOUR, Kairo.

Analysen, sofern nicht verzeichnet, aus dem Chemischen Untersuchungslaboratorium der FAL.

Cord Tietjen, Institut für Humuswirtschaft

ZUR „UNTERBRINGUNG VON ABWASSERSCHLAMM IN DER LANDWIRTSCHAFT“

Der Rückstand der Abwasserreinigung wird zeitweise als „Dünger“ bezeichnet, besonders dann, wenn benachbart gelegene landwirtschaftliche Betriebe für den Abtransport und die „Verwertung“ auf landwirtschaftlicher Kulturfläche gewonnen werden sollen. In Notzeiten gelingt dies unschwer. Während des Krieges waren viele Landwirte bereit, die nicht angenehme Handhabung des Materials zu ertragen, die Transportkosten zu übernehmen und auch noch durch Entrichtung einer Gebühr die Betriebskosten der Abwasserreinigungsanlage zu entlasten. In den folgenden Jahren verschlechterte sich jedoch der Absatz von Abwasserschamm wieder, da der Aufwand auch bei kostenloser Abgabe häufig nicht durch den Ertragserfolg gerechtfertigt wurde.

Die ständig wachsende Besiedlungsdichte und die Erkenntnis, daß die Verschmutzung unserer Flüsse durch Zufuhr unzureichend oder nicht gereinigten Abwassers vielfach bereits als hochgradig zu bezeichnen ist, läßt gegenwärtig die Zahl der Abwasserreinigungsanlagen sprunghaft ansteigen. Da, nach IMHOFF (1), ein Klärwerk, bei dem es nicht gelingt, den Schlamm „unbedingt und endgültig los zu werden“, nichts wert sei, hat die Werbung für das „Unterbringen in der Landwirtschaft“ erneut eingesetzt und findet — der Zufall will es — mehr Anklang als zunächst zu erwarten war. Viehlos oder vieh schwach wirtschaftende Betriebsführer, besorgt um die Humuswirtschaft ihrer Betriebe, suchen Ersatz für den ausgefallenen Stallmist.

Die Fragen dieser Betriebsführer nach dem Wert des Abwasserschammes sind nicht einfach mit dem Hinweis auf frühere Ergebnisse beantwortet; denn den guten Erfahrungen stehen früher und in jüngster Zeit erworbene schlechte Erfahrungen gegenüber. Es erscheint ratsam, Industrieabwässer und auch Stadt abwässer mit hohem Anteil an Industrie wässern zumindest dann von einer landwirtschaftlichen Verwertung auszuschließen, wenn ein sicherer Schutz vor pflanzen- und bodenschädlichen Stoffen nicht einwandfrei gewährleistet werden kann. Bei einem nach Jahresfrist oder noch später erkennbaren Schaden auf der Kulturfläche ist es nicht leicht, rückwärts die Spur bis zum Schuldigen zu finden.

SCHONNOPP hat wiederholt gefordert, daß bereits bei der Planung von landwirtschaftlichen Ab-

wasserverwertungsvorhaben eine enge Zusammenarbeit von Landwirt und Ingenieur stattfindet (2). Um Schäden und Fehlschläge zu vermeiden, sollte eine landwirtschaftliche Untersuchungsanstalt mit der Überwachung des zur Düngung verwendeten Materials betraut werden.

Die Frage nach dem Nährstoffgehalt von Abwasserschamm kann nicht allgemein gültig beantwortet werden. Die Untersuchungsergebnisse und zahlreiche Literaturangaben weisen eine beträchtliche Streuung auf, die durch sich ändernde Lebensgewohnheiten in den Haushalten, durch unterschiedliche Verfahren der Abwasseraufbereitung und durch den jeweiligen Schlammzustand zum Zeitpunkt der Probeentnahme bedingt sein mag (Übersicht 1).

Übersicht 1
Nährstoffgehalt in Abwasserschamm* und in Stallmist
bezogen auf 100 % Trockensubstanz

	Organische Substanz	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Abwasserschamm				
Mittelwerte	43,1	2,48	1,36	0,46
Extremwerte	60—22,4	4,5—0,95	2,85—0,18	1,10—0,03
Stallmist	88—76	2,2—1,8	1,0—0,5	3,0—1,8

* Nach KLEMM (3).

Aus der Übersicht 1 über den Nährstoffgehalt ergibt sich z. B., daß bei einem angenommenen Trockensubstanzgehalt von 40 % im Abwasserschamm für eine Düngergabe von etwa 40 dz organischer Masse eine Schlammmenge zwischen rd. 150 und 450 dz erforderlich wäre.

Es erweist sich für eine Beurteilung von Abwasser und Abwasserschamm zur landwirtschaftlichen Verwendung als notwendig, schärfer nach dem Aufbereitungsverfahren und der jeweiligen Beschaffenheit zu unterscheiden, als es bisher üblich ist.

Angelehnt an die abwassertechnischen Bezeichnungen könnte grob eingeteilt werden in:

Mechanische Reinigungsanlagen:

Bei starker Verminderung der Strömungsgeschwindigkeit im Absetzbecken sinken Schmutzstoffe als Frischschamm auf den Boden, der selbsttätig oder mit Pumpen in ein offenes Faulbecken oder einen geschlossenen Faulturn befördert wird; unbeheizte



Bild 1: Tropfkörper mit sich drehendem Berieselungskreuz.

Lagerung, auch über längere Zeit, liefert angefaulten Schlamm;

Faulgasanlagen:

Der Frischschlamm wird in geschlossene Faultürme befördert und unter günstigen Temperaturbedingungen einer Methangärung unterzogen; dabei entsteht ausgefaulter Schlamm;

Biologische Reinigungsanlagen:

a) Tropfkörper: Nach mechanischer Vorreinigung wird der Frischschlamm in Faultürme befördert. Das Wasser durchläuft Tropfkörper (Bild 1 und 2) und wird anschließend mechanisch nachgereinigt. Der dabei anfallende Schlamm wird dem Frischschlamm der Vorreinigung zugeführt und ausgefault;

b) Belebtschlamm: Das mechanisch vorgereinigte Wasser wird in offenen Kanälen stark belüftet und anschließend mechanisch nachgereinigt. Die Schlamme aus Vor- und Nachreinigung werden in Faultürmen ausgefault.

Diese kurze Aufzählung möge für unsere Zwecke genügen und eine Erörterung von Kombinationen einzelner Verfahren sich erübrigen.

Zur „Unterbringung in der Landwirtschaft“

ist also zu unterscheiden:

1. Mehr oder weniger gereinigtes Abwasser für Beregnungszwecke. Abwasser mit höherem Schmutzanteil sollte ausschließlich in nicht bewohnter Gegend verwendet werden, um Geruchsbelästigung, hygienische und wirtschaftliche Nachteile (z. B. Sinken der Baulandpreise) zu vermeiden. Für Braunschweiger Abwasser, das im Gebiet des hiesigen Abwasserverbandes verregnet wird, wurden folgende Angaben über den Nährstoffgehalt in 1 m³ gemacht (4):

- 56 g Stickstoff,
- 20 g Phosphorsäure,
- 30 g Kali.

Jedoch sind stärkere Abweichungen von diesen Werten möglich, wie Übersicht 2 von jeweils 12 Braunschweiger Abwasserproben zeigt.

Übersicht 2
Nährstoffgehalt in Braunschweiger Abwasser
(g in 1 m³)

Abwasser verregnet am:	Trocken-substanz	Organische Substanz	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
29. 9. 1959	3220	1080	55	59	150	120	84
14. 10. 1959	2530	860	90	46	120	79	59
14. 12. 1959	3550	1060	77	44	130	150	70

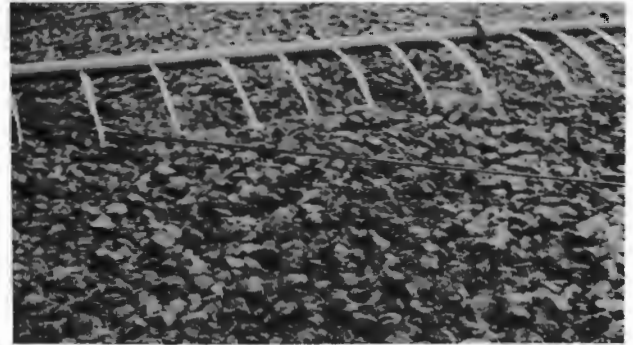


Bild 2: Die Tropfkörperfüllung (z. B. Lavaschlacke) wird von Abwasser berieselt.

2. Frischschlamm aus mechanischer Reinigung. Analysen von 32 Braunschweiger Schlammproben ergaben im Herbst 1959 folgenden Nährstoffgehalt (Übersicht 3):

Übersicht 3
Nährstoffgehalt in Braunschweiger Frischschlamm
(kg in 1 m³)

Trocken-substanz	Organische Substanz	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
29,5	21,8	1,16	0,71	0,19	0,68	0,23

3. Angefaulter Schlamm aus unbeheizten Faulanlagen. Das Material wird nur in seltenen Fällen keinen Gestank entwickeln.

4. Ausgefaulter Schlamm aus beheizten Faulgasanlagen ohne oder mit vorangegangener „biologischer“ Behandlung, also ausschließlich anaerob bzw. kombiniert aerob-anaerob aufbereiteter Schlamm. — Dieser Schlamm besitzt keinen unangenehmen Geruch.

Nach ANDERSON (5) führt die Art der Schlamm-aufbereitung zu einem deutlichen Unterschied im Nährstoffgehalt (Übersicht 4).

Für den Gehalt an Spurenelementen geben nachstehend die Mittelwerte aus beiden Aufbereitungsverfahren einen Anhalt (5). Zum Vergleich sind die Werte für Stallmist angegeben (6) (Übersicht 5).

Der im Vergleich zu Stallmist wesentlich höhere Gehalt an Zink und Kupfer sollte beachtet werden. Manche Enttäuschung mit Schlammdüngung dürfte auf einen zu hohen Gehalt an Spurenelementen zurückzuführen sein. Die Verwertung

Übersicht 4
Gehalt an N und P₂O₅ bei unterschiedlicher Schlamm-aufbereitung

bezogen auf 100 % Trockensubstanz

	anaerob	aerob
Stickstoff,		
mittlere Werte	2,4	5,6
hohe Werte	3,1	6,0
niedrige Werte	1,8	4,8
Phosphorsäure,		
mittlere Werte	2,7	5,7
hohe Werte	5,0	7,4
niedrige Werte	0,9	4,0



Bild 3: Abwasserabsetzbecken verbunden mit drei Schwemmstilsilos.



Bild 4: Bihugasanlage für Stallmist und Abwasserschlämme (ca. 40 GVE + 1000 Haushalte).

von Schlämmen industrieller Herkunft ist daher eine Frage der ständigen Überwachung des anfallenden Abwassers, um pflanzen- und bodenschädliche Konzentrationen von der landwirtschaftlichen Nutzung auszuschließen.

Übersicht 5

Spurenelemente in Abwasserschlämme und Stallmist ppm

	Bor (B)	Kupfer (Cu)	Mangan (Mn)	Mo- lybdän (Mo)	Zink (Zn)
Abwasserschlämme					
mittlere Werte	21	780	198	11	2480
hohe Werte	45	1740	490	29	3675
niedrige Werte	5	350	48	4	1150
Stallmist (117 Proben)	17	10	219	1	82

Die Verwertung ausgefallter Schlämme nach 3. und 4. läßt sich mit der anaeroben Stallmistaufbereitung in Bihudunganlagen verbinden, wenn die örtlichen Verhältnisse hierfür günstig sind (7). (Bild 3 und 4). Eine weitere Unterteilung ist nach der

Konsistenz des Schlämmes

zu machen:

1. **Pumpfähig:** Er wird mit geeignetem Schlämmwagen oder mit dem Güllewerfer ausgebracht. Durch Zusatz von Klarwasser oder Abwasser wird er verregnungsfähig, wenn Grobstoffe ferngehalten werden können (Bild 5, 6 und 7).

2. **Stichfest:** Der Schlämme wird vom Faulbehälter auf Trockenbeete gepumpt, wo gute Dränung überschüssiges Wasser abführt. Dieser Trocknungsvorgang ist bei günstigem Verlauf, d. h. bei nur wenig behindertem Luftzutritt, eine Kompostierung, die auch zur Beseitigung geruchsbelästigender Stoffe führen kann (Bild 8 bis 14).

3. **Erdfeucht:** Der Kompostierungsvorgang wird auf dem Trockenbeet oder nach Abfuhr auf einem Vorratsplatz durch Förderung des Luftzutritts fortgesetzt, indem die Oberfläche des flach ausgebreiteten Materials wiederholt mit Egge, Kultivator oder Rotor-Krümler aufgerissen wird. Der Schlämmkompost läßt sich mit dem Stallmiststreuer gut verteilen.

Einige Ergebnisse von Düngungsversuchen mit verschiedenen Schlämmdüngern, die SAUERLANDT



Bild 5: Ein Hochfaß als Zapfstelle für pumpfähigen Schlämme.



Bild 6: Das Ausbringen von pumpfähigem Schlämme im Felddüngungsversuch.



Bild 7: Auf Grünland kann pumpfähiger Schlämme oder Schwemmist bzw. eine Mischung beider Substanzen verregnet werden (24-mm-Düse).



Bild 8: Schlamm-trockenbeete vor einem Faulturm.



Bild 9: Stichefester Schlamm wird in mühsamer Handarbeit aus einem Trockenbeet geräumt.

bereits mitteilte (8), sind nachstehend angeführt, um die Ertragswirkung der drei Schlammkonsistenzen — pumpfähig, stichfest und erdfeucht — etwas zu kennzeichnen (Übersicht 6).

Bei Unterschieden im Trockensubstanzgehalt von rd. 1 bis 45 % und im C:N-Verhältnis von 6.1 bis 13.7:1 ragen die pumpfähigen Schlamm durch den höheren Anteil an pflanzenphysiologisch wirksamem Stickstoff hervor.

4. Künstlich getrocknet: Pumpfähigem Schlamm wird z. B. durch Saugfilter ein Teil des Wassers bis auf etwa 60—80 % entzogen, anschließend wird er durch Heißluft auf unter 10 % getrocknet. Das Endprodukt der kostspieligen Behandlung ist grobkörnig, feinkörnig oder staubig und sucht seinen Absatz als anerkanntes Düngemittel vornehmlich in Gebieten mit Spezialkulturen. Es hat den Vorteil, daß es standardisierbar ist. Einer wesentlichen Absatzerweiterung dürften die hohen Aufbereitungskosten zunächst noch entgegenstehen. In den USA stieg von 1938 bis 1951 der Absatz an getrocknetem aerob aufbereitetem Schlamm von rd. 48 000 auf 145 000 tons und an Schlamm aus anaerober Herstellung von 25 000 auf 51 000 tons. Vom aeroben Schlamm wurden

1951 55 %, vom anaeroben nur 13 % als Füll- und Ergänzungsstoff in Mischdüngern verwendet (9).

Bei der Vielzahl von Sorten, in die sich Abwässer und Schlamm unterteilen lassen, dürfte es verständlich sein, daß dem Landwirt mit verallgemeinertem Urteil nicht gedient ist. In systematischer Weise sind die Erfahrungen zu gliedern und bei neuen Verwertungsvorhaben entsprechend zu beachten.

Abwasser und Abwasserschläm sind infektiöse Substanzen. Bei einer landwirtschaftlichen Verwertung kommt ein Bevölkerungskreis mit ihnen in Berührung, der nicht ohne weiteres die Größe einer Gesundheitsgefährdung für sich als Erzeuger wie auch für den Verbraucher der mit Abwasser gedüngten Kulturpflanzen zu überblicken vermag. Wenn auch, nach Popp (10), der Boden als Überbringungsmilieu für Abwasser und seine Inhaltsstoffe in hygienischer Hinsicht viel besser geeignet ist als das Wasser der Bäche und Flüsse, so gibt es auf dem oft recht langen Weg von der Abwassersammelstelle bis zum Boden zahlreiche Möglichkeiten einer Infektion. Leichtfertigkeit wie auch übertriebene Vorsicht sind in gleicher Weise nicht geeignet, der Entwicklung einer verstärkten landwirtschaftlichen Abwasserverwertung den Weg zu

Übersicht 6

Chemische Eigenschaften und Ergebnisse von Gefäßdüngungsversuchen

	Trocken- substanz	Kohlen- stoff	Stick- stoff	C:N- Verhältnis	Physiologisch wirksamer Stickstoff % vom Gesamt N	100 mg N im organischen Dünger brach- ten Mehrertrag g je Gefäß
Frischschlamm Völkenrode	1,03	37,7	6,21	6,1	81,5	12,6
Bihudung aus Schlamm und Stallmist	6,52	36,9	2,70	13,7	52,7	7,2
Schlamm Baden-Baden	7,26	22,1	2,22	10,0	43,5	7,0
Schlamm Völkenrode stichfest	21,2	30,2	2,83	10,7	31,1	2,5
Schlamm- kompost Völkenrode	44,9	20,4	1,83	11,1	12,8	1,8



Bild 10: Räumen eines Trockenbeetes mit elektrischer Schaufel und Förderband.

ebnen. Hygienische Notwendigkeiten, landwirtschaftliche Erfordernisse und technische Möglichkeiten sind aufeinander abzustimmen, um Fehlschläge zu vermeiden.

Schriftumsnachweis:

1. IMHOFF, K.: Taschenbuch der Stadtentwässerung. 15. Aufl. München: Oldenburg 1954. 335 S.
2. SCHONNOPP, G. u. A. SCHALLER: Die Praxis der landwirtschaftlichen Abwasserverwertung. — Wolfratshausen: Neureuter 1959. (Ber. über Landtechnik. 56.) 46 S., 4 Falttab.
3. KLEMM, G.: Gefäßversuche über die Düngewirkung des ausgefaulten städtischen Klärschlammes. — Diss. Kiel 1953.
4. EWERT, H.: Die Landwirtschaft im Abwasserverband Braunschweig. — Wasser u. Nahrung 4 (1959) H. 1, S. 16—25.
5. ANDERSON, M. S.: Composition of sewage sludge as influenced by type of disposal system. — Sew. a. Ind. Wastes, Febr. 1956.
6. SCHARRER, K. u. H. PRÜN: Über den Mikro- und Makro-Nährstoffgehalt von Wirtschaftsdüngemitteln. — Landw. Forsch. 8 (1956) H. 3, S. 182—206.
7. TIETJEN, C.: Bihudung aus Abwasserschläm und Stroh. — Landbauforsch. 6 (1956) H. 4, S. 75.
8. SAUERLANDT, W.: „... von wegen sine eigene stinkerige Natur“. Einige Untersuchungen über Abwasserklärschlamm. — Landbauforsch. 6 (1956) H. 4, S. 76 bis 79.
9. MEHRING, A. L., J. R. ADAMS u. K. D. JACOB: Statistics on Fertilizers and Liming Materials in the United States. — Washington: U.S. Dep. Agr. 1957. (Stat. Bul. No. 191.)
10. POPP, L.: Abwasserunterbringung und Abwasserverwertung. In: Abwasserverwertung gefahrlos und nutzbringend. Frankfurt: DLG-Verl. (1959) S. 30—40. (Arbeiten d. DLG. Bd. 58.)



Bild 12: Große Erdbeeten als Trockenbeete. Links: Teilweise getrocknet. Rechts: Frisch beschickt.



Bild 13: Trocknungsrisse in stichfestem Schlamm.



Bild 11: Ein kostspieliges Glashaus über einem Trockenbeet in regenreicher Gegend mit einer Hängebahn für den Transport des stichfesten Schlammes.



Bild 14: Stichfester Schlamm im großen Erdbeeten wird vom Raupenschlepper zu flachen Mieten zusammengeschoben, um erdfeucht zu werden.