Planerische und technische Aspekte der Klärschlammentsorgung

Autor(en): **Henseler, Georg**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Archiv für Tierheilkunde SAT : die Fachzeitschrift für Tierärztinnen und Tierärzte = Archives Suisses de Médecine Vétérinaire ASMV : la revue professionnelle des vétérinaires**

Band (Jahr): **125 (1983)**

PDF erstellt am: **30.04.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-593063

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

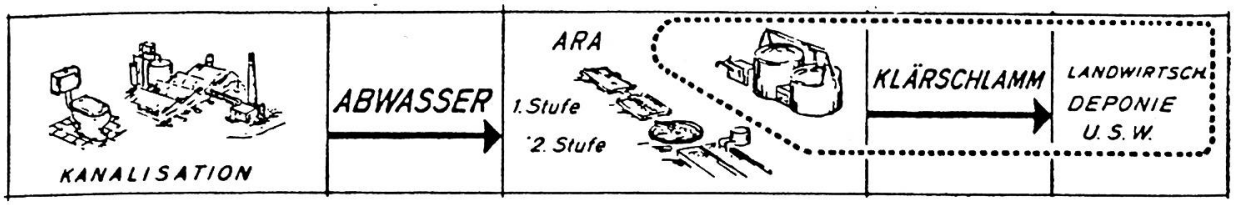
Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Schweiz. Arch. Tierheilk. *125*, 571–577, 1983

Planerische und technische Aspekte der Klärschlammentsorgung

Georg Henseler



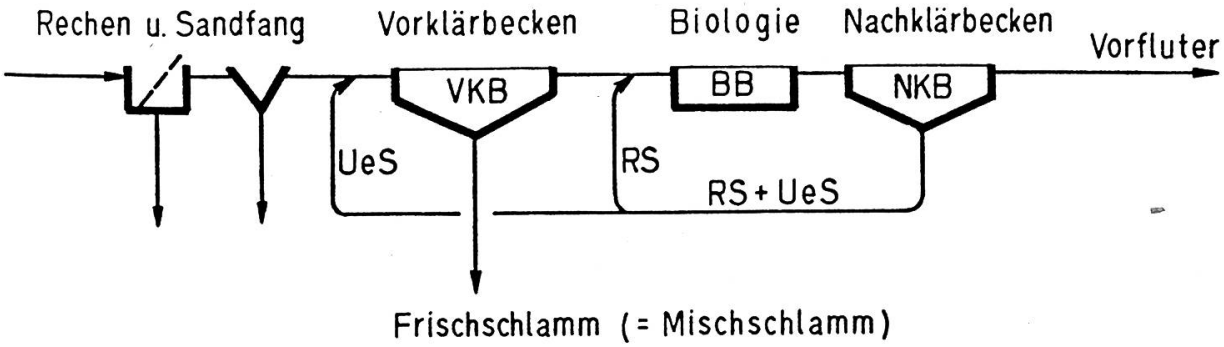
Klärschlamm-Definitionen

Klärschlamm ist der bei den mechanischen, biologischen oder chemischen Reinigungsstufen von Abwässern in zentralen Abwasserreinigungsanlagen (ARA) anfallende Schlamm.

Als *Frischschlämme* bezeichnen wir die Produkte aus einer
mechanischen Stufe = Primärschlamm
biologischen Stufe = Sekundärschlamm
chemischen Stufe = Tertiärschlamm
respektive das Gemisch der genannten Schlämme.

Der Abbau der im Frischschlamm enthaltenen Biomasse erfolgt mittels Sauerstoffzufuhr (aerobe Stabilisierung) oder durch anaerobe Zersetzung im geschlossenen Faulturm (anaerobe Stabilisierung) unter Bildung von Faulgas. Das Produkt aus letzterer Methode wird als *Faulschlamm* bezeichnet.

Herkunft des Klärschlammes



Mechanische Reinigungsstufen

Rechen	Zurückhaltung von Sperrstoffen
Sandfang	Ausscheidung von Sand
Vorklärbecken	Ausscheidung von absetzbaren Stoffen → *Primärschlamm*

Biologische Reinigungsstufe

Belebtschlammanlage	Durch O_2-Zufuhr intensivierter biologischer Abbau durch Mikroorganismen, vor allem Bakterien
Nachklärbecken	Ausscheiden der im biologischen Teil gebildeten Schlammflocken → *Sekundärschlamm*

Chemische Reinigungsstufe (Bsp.)

Simultanfällung	Elimination von Phosphor

Weitergehende Reinigungsstufe (Bsp.)

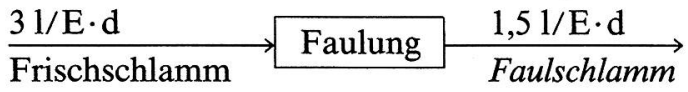
Flockungsfiltration	Rückhalt von Schwebestoffen und weitere Elimination von Phosphor → *Tertiärschlamm*

RS (= Rücklaufschlamm) Zur Aktivierung und Steuerung des Prozesses in BB aus dem NKB zurückgepumpte Schlammflocken.

Ues (= Überschussschlamm) Überschüssig anfallende Menge, die ins VKB zurückgeführt wird und sich hier zusammen mit dem Primärschlamm absetzt.
→ Mischschlamm oder *Frischschlamm*

Klärschlamm-Mengen

Je nach Reinigungsverfahren fallen pro Einwohner und Tag bis *3 l Frischschlamm* an. Bei einem mittleren Gehalt von 3,3% TR (= Trockenrückstand) ergeben sich i.M. etwa 100 g TR/E · d (zukünftig ~ 110 g TR/E · d). Der Anteil der organischen Substanz beträgt ∅ 64% respektive 70 g OS/E · d. Bei einer ungestörten Faulung erfolgt ein Substanzabbau von ~ 50% der OS.



Nach der Faulung fallen infolge Substanzabbau und Sedimentation pro E·d ~ *1,5 l Faulschlamm* an. Bei einem ∅ TR-Gehalt von 5% sind dies noch ~ 73 g TR/E · d mit 33 g OS/E · d (= 45%).

Als erwünschter Nebeneffekt wird bei der Faulung *30–34 l/E · d Faulgas* produziert mit einem $H_u \simeq 24$ MJ/m³.

Klärschlamm-Eigenschaften

In der verfahrenstechnischen Terminologie ist Schlamm kein eindeutiger Begriff. Klärschlamm ist ein Gemisch aus einer unbestimmten Anzahl von Stoffen, die in gelöster, suspendierter oder absetzfähiger Form im Schlammwasser enthalten sind. Die stark variable chemische Zusammensetzung ist bedingt durch die unregelmässige Stoffeinleitung industrieller und gewerblicher Herkunft sowie die Witterungseinflüsse infolge des bei uns verbreiteten Mischkanalisationssystems.

Bedingt durch die Herkunft der Wasserfremdstoffe enthalten die Klärschlämme unterschiedliche Mengen von Nutz- und Schadstoffen. Klärschlamm besteht in der Regel aus *95% Wasser*. Den Rest machen die Feststoffe, auch *Trockenrückstand (TR)* genannt, aus. Für biologische Prozesse ist der *Glühverlust*anteil (GV) von Bedeutung. Aus dem GV kann man auf den Gehalt an organischer Substanz und damit an abbaubaren, d.h. gasliefernden Stoffen, schliessen. In der hier interessierenden Biomasse liegt der Anteil an organischem Kohlenstoff bei etwa 50% des GV. Im Hinblick auf die landwirtschaftliche Verwertung ist der *Dungwert* massgebend. Nebst den allgemein anerkannten Düngerkomponenten Phosphor und Stickstoff ist auch der organischen Substanz als Humusbildner sowie den Spurenelementen wie Fe, Cu, Mn, Mo u.a. als essentiellen Mikronährstoffen einige Bedeutung zuzumessen.

Aufgrund seiner Herkunft enthält Frischschlamm eine Fülle von Mikroorganismen. Diese finden im nährstoffreichen Milieu gute Lebensbedingungen vor und gehen rasch in stinkende Fäulnis über. Pathogene Mikroorganismen, Parasiteneier und dergleichen stammen vorwiegend von menschlichen und z.T. tierischen Ausscheidungen. Die Variabilität der Zusammensetzung erlaubt keine einheitliche Beurteilung. Es trifft jedoch für alle Schlämme zu, dass die Weiterbehandlung durch den hohen Wassergehalt erschwert wird.

Im Klärschlamm finden sich grundsätzlich alle Verunreinigungen, die im Abwasser der ARA zugeführt werden.

Zusammenfassend können die Eigenschaften der Klärschlämme wie folgt charakterisiert werden:

Frischschlamm:	unästhetisch
	stinkt
	hygienisch riskant
	voluminös
Faulschlamm:	geruchlich inoffensiv
	hygienisch nicht unbedenklich
	voluminös

Klärschlamm-Behandlung

Unter Berücksichtigung der Schlammeigenschaften gilt es, die zulässige Endlage (Verwertung im Landbau oder Ablagerung in Deponie) zu wählen, welche die gewünschte Form (flüssig – fest) bestimmt. Dabei zielen alle Massnahmen eine positive Veränderung der Frischschlammbeschaffenheit an im Hinblick auf die Weiterverwendung, wie

- Reduktion des unerwünschten hohen Ballastwasseranteiles,
- Produktion eines biochemisch stabilen und geruchlich inoffensiven Schlammes mit z. T. gleichzeitiger Faulgaserzeugung,
- Verminderung des Gehaltes an pathogenen Mikroorganismen, Parasiteneiern und dergleichen.

Um die vorgenannten Forderungen zu erfüllen, sind physikalische und chemische *Verfahren* sowie biologische Prozesse anzuwenden. Nachstehend sind die wichtigsten Verfahren der Schlammbehandlung als Überblick angegeben, die z. Z. einzeln oder in Kombination angewandt werden können und einen hohen Entwicklungsstand aufweisen.

Stabilisierung

Durch kontrollierte Stoffwechselprozesse wird der organische Anteil des Frischschlammes soweit abgebaut, dass ein biochemisch stabiles und geruchlich inoffensives Schlammprodukt entsteht.

anaerobe –	Mehrstufiger biologischer Abbau mit charakteristischer Methanfermentation, kontinuierlich im geschlossenen Faulbehälter;
aerobe –	Abbau hochmolekularer organischer Stoffe unter Zufuhr von Luftsauerstoff.

Beide Verfahren bezwecken eine positive Veränderung des Frischschlammes im Hinblick auf dessen Weiterverwendung wie Volumenreduktion, Geruchsentwicklung, Keimreduktion.

Desinfektion

Massnahmen zur Reduktion der pathogenen Keime (Entseuchung).

Kompostierung	(mit oder ohne Zusätze) Keimvermindernde Wirkung durch Rottetemperatur und Antibiotikaausscheidungen.
Pasteurisierung	Erhitzen von Flüssigschlamm auf in der Regel 70 °C während 30 Minuten Einwirkzeit.
Bestrahlung	Ionisierende Strahlen, wie z. B. Gammastrahlen oder Elektronenstrahlen, wirken bakterizid. Eine hinreichende Entseuchung erfolgt bei einer Strahlendosis von $\geq$ 300 krd.

Die quantitative Wirkung von Hygienisierungsanlagen wird an der Reduktion charakteristischer Populationen in einem bestimmten Verfahren, wie z. B. Enterobacteriaceen, bestimmt.

Konditionierung

Vorstufe für eine weitergehende Entwässerung mit dem Ziel, die Wasserbindekräfte zu lockern und damit die Eindickung und Entwässerung zu erleichtern oder zu verbessern.

Wasserentzug

Weitergehende Trennung von Wasser und Feststoffen als logische Folge der Klärung. Das Ziel der Wasserabtrennung ist eine weitgehende Volumenverminderung und Zustandsänderung. Die aufzubringende Trennenergie (mechanisch-thermisch) erhöht sich mit steigendem gewünschtem Endtrockengehalt.

Eindickung	Sedimentation von Schlammpartikeln unter Ausnutzung des natürlichen Schwerefeldes (statische Entwässerung).
Entwässerung	Abtrennung von Schlammwasser unter Einsatz mechanischer Kräfte (wie Vakuum und Druckfilter) sowie durch Erzeugung künstlicher Schwerefelder (wie Zentrifugen).
Trocknung	Nach vorgängiger Entwässerung Abtrennung von Adsorptions- und Innenwasser durch Einsatz thermischer Energie.
Verbrennung	Veraschung der organischen Substanz nach vorgängigem Wasserentzug.

Kompostierung

Aerobe Umwandlung bzw. Abbau der organischen Substanz in biologisch stabilere Formen (humusähnliche) sowie Wasser und CO_2;
- mit Zuschlagstoffen zur Verbesserung der physikalischen und chemischen Parameter;
- ohne Zuschlagstoffe, jedoch mit Rückführung von Rottegut;
- Flüssigrotte, aerob-thermophile Verfahren mit Flüssigschlamm.

Sonstige Verfahren

- Kompostierung gemeinsam mit Müll
- Verbrennung gemeinsam mit Müll

Problemstellungen bei der Klärschlammbewirtschaftung

Klärschlamm ist aufgrund seiner Herkunft ein Abfallprodukt mit einem relativ bescheidenen Ressourcenpotential. Die Entsorgung hat ohne Umweltbeeinträchtigung, mit bestmöglicher Nutzung der Inhaltsstoffe und minimalen Kosten zu erfolgen. Für Bewirtschaftungskonzepte kommt damit der Frage nach der zutreffenden Endlage, Verwertung im Landbau oder Ablagerung eine zentrale Bedeutung zu.

Heute werden rund 70% der Klärschlämme landwirtschaftlich genutzt. Die diesbezüglichen Randbedingungen sind in der Klärschlammverordnung vom 8. April 1981 (seit 1. Mai 1981 in Kraft) festgelegt.

Bei der landwirtschaftlichen Verwertung sieht man sich mit einschneidenden Randbedingungen konfrontiert:
- Der Schlamm muss geruchlich und ästhetisch inoffensiv sein,
- eine Übertragung von Krankheitserregern und Parasiten mit dem Schlamm auf das

Nutzvieh und indirekt – via landwirtschaftliche Produkte – auf den Menschen, muss ausgeschlossen sein,
- es darf keine Gewässerverunreinigung entstehen. In dieser Hinsicht stellen sich die gleichen Probleme wie bei der Hofdüngerverwertung,
- der Gehalt des Schlammes an Schadstoffen muss so gering sein, dass die Böden und Kulturpflanzen langfristig nicht geschädigt werden.

Im Verlauf der letzten Jahre wurden nun Erkenntnisse gewonnen, welche es immer besser ermöglichten, die allgemeinen Forderungen betreffend der Gewässerverunreinigung und der Schadstoffe zu *quantifizieren.* Die Möglichkeiten der Klärschlammverwertung wurden dadurch immer mehr eingeschränkt:
- Die gewässerschutzkonforme Verwertung des Klärschlammes bedingt, dass er nicht während der Vegetationsruhe und nur in *beschränkten* Mengen pro Fläche ausgebracht werden darf. Es zeigt sich auch, dass ein substantieller Teil des Klärschlammes in Gebieten anfällt, in denen nur schon die gewässerschutzgerechte Verwertung der *Hofdünger* problematisch ist.
- Die Ergebnisse der obligatorischen Klärschlammkontrolle ergaben bezüglich Schwermetallen: 25% der untersuchten Schlämme liegen im Bereich «stark erhöht» und sind langfristig für die landwirtschaftliche Verwendung nicht zulässig. Weitere 25% liegen im Bereich «erhöht» und sind langfristig nicht unbedenklich (FAC Liebefeld).
- Die Anschlussquote von heute 70% wird sich bis zum Endausbau auf 92% (= 6 Mio Einwohner) erhöhen. Ebenfalls werden die Anforderungen an die Reinigungsgrade verschärft. Dadurch werden die *Frischschlamm-Mengen* um weitere 40% ansteigen.
- Die Klärschlammverordnung sieht eine Desinfektion der Klärschlämme vor, welche als Dünger auf Futter- und Gemüseflächen ausgebracht oder der Hofgülle zugesetzt werden.
- Verschiedene Gründe sind verantwortlich für eine *geringere Nachfrage,* wie: Verunsicherung der Abnehmer bezüglich Langzeitschäden; Überlappung von Austragsgebieten durch neue benachbarte ARA; Kunstdünger ist effizienter und einfacher in der Handhabung; erhöhte Deckung des Düngerbedarfes mit Hofdünger durch gezielten Einsatz (Düngerbilanzen zeigen hohe Eigenversorgungsgrade).

Offene Probleme

Die bereits genannten Probleme und die neuen Erkenntnisse, aber auch die kostenmässigen Konsequenzen der in der Schweiz geltenden Vorschriften bringen somit die *landwirtschaftliche Verwertung* des Klärschlammes immer mehr ins Hintertreffen. Damit treten folgende Probleme in den Vordergrund:

1. Der Schadstoffgehalt des Klärschlammes – es handelt sich dabei um sogenannte *«umweltgefährdende Stoffe»* – kann nur gesenkt werden, indem der Gehalt an entsprechenden Stoffen im Abwasser gesenkt wird. Das bedingt Massnahmen an der Quelle, nämlich Rückhalt der fraglichen Stoffe durch betriebsinterne Vorkehrungen der Industrie sowie Beschränkungen oder Verbote bestimmter Stoffe und Erzeug-

nisse, welche in der Industrie, im Haushalt oder bei andern Aktivitäten im Gebrauch sind.

2. Die Forderung, wonach die *Übertragung von Krankheitserregern* auszuschliessen ist, führt je nach Kulturen und Stand der Vegetation zu unterschiedlichen Anforderungen. Unter gewissen Bedingungen muss der Schlammaustrag ganz unterlassen werden. Zur Herabsetzung des Gehaltes an Krankheitserregern muss der Schlamm in technischen Verfahren einer sogenannten *Hygienisierung* unterzogen werden.

3. Neben den heute üblichen Beseitigungsarten (Nassaustrag in der Landwirtschaft, Entwässerung und nachfolgende Deponierung oder Verbrennung) gibt es noch *andere Möglichkeiten* für die Beseitigung des Klärschlammes (z.B. Trocknung und Austrag des Trockengutes). Deren Technik und kostenmässige Konsequenzen sind aber nicht genügend gut bekannt. Zudem gilt für die meisten Beseitigungsarten, dass die Kenntnisse über die von ihnen verursachten Umweltbelastungen noch mangelhaft sind.

Zur Lösung der vielen offenen Fragen wird man auf wesentliche Beiträge der wissenschaftlich-technischen Forschung und Entwicklung angewiesen sein.

Zusammenfassung

Die Aufgabe der rund 800 in der Schweiz in Betrieb stehenden Kläranlagen besteht in der Abtrennung von Wasserfremdstoffen. Dabei fällt als Rückstandsprodukt Klärschlamm an. Aufgrund seiner Herkunft enthält Klärschlamm sowohl Nutz- wie auch Schadstoffe. Nebst den riskanten Inhaltsstoffen erschwert der grosse Ballastwasseranteil (>90%) die Behandlung und Endlagerung der ca. 4,5 Mio m^3 jährlich anfallenden Frischschlämme. Die Klärschlammbewirtschaftung hat die zentrale Frage nach der optimalen Endlagerung zu beantworten. Dabei sind Lösungsvarianten anzustreben, die keine Umweltbeeinträchtigung verursachen, das Nutzpotential bestmöglichst ausschöpfen und wirtschaftlich vertretbar sind. Für diese anspruchsvolle Aufgabe stehen eine grosse Zahl bewährter Verfahren und Prozesse zur Verfügung. Alle diese Massnahmen bezwecken eine positive Veränderung der ungünstigen Frischschlammeigenschaften wie Volumenreduktion, Entgeruchung, Keimreduktion. Bei der in der Schweiz verbreiteten landwirtschaftlichen Verwertung (ca. 70% des Anfalles) sieht man sich zur Erfüllung all der Anforderungen mit einschneidenden Randbedingungen konfrontiert.

Résumé

La tâche des quelques 800 stations d'épuration en exploitation en Suisse est de séparer de l'eau les substances qui lui sont étrangères. Cette activité donne naissance à un résidu que l'on nomme boues d'épuration. Etant donné leurs origines, les boues d'épuration contiennent des substances utiles, mais aussi des substances nuisibles. A part les substances dangereuses, la grande quantité d'eau contenue dans les boues (plus de 90%) rend difficile le traitement et le stockage définitif des quelques 4,5 millions de m^3 de boues d'épuration produits chaque année. Le point essentiel de l'utilisation des boues d'épuration réside dans le stockage définitif optimal de ce produit. Il faut rechercher des solutions qui sont sans dangers pour l'environnement, qui valorisent au mieux les substances utiles contenues dans le produit et qui soient économiquement supportables. Un nombre important de procédés reconnus sont à disposition. Les mesures qui visent à influencer favorablement les caractéristiques défavorables des boues d'épuration fraîches sont la réduction de volume, la désodorisation et la réduction du nombre de germes. La mise en valeur par l'agriculture des boues d'épuration est très répandue en Suisse (environ 70% de la production), ce qui necéssite d'importants efforts pour que le produit réponde aux exigences requises.