Zeitschrift: Plan : Zeitschrift für Planen, Energie, Kommunalwesen und Umwelttechnik = revue suisse d'urbanisme

Herausgeber: Schweizerische Vereinigung für Landesplanung

Band: 33 (1976)

Heft: 5

Artikel: Pasteurisierung von Klärschlamm in Kleinanlagen

Autor: Christen, J.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-783564

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: 10.12.2025

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

Gewässerschutz:

Pasteurisierung von Klärschlamm in Kleinanlagen

Von J. Christen, dipl. Ing. ETH/SIA, c/o Emch + Berger, Solothurn

1. Einleitung

Die Erfahrung hat gezeigt, dass kleinere Abwasserreinigungsanlagen sehr oft Schwierigkeiten haben, ihren Klärschlamm regelmässig und optimal zu beseitigen.

Die Pasteurisierung, das heisst die weitgehende Abtötung der im Abwasserklärschlamm vorhandenen Krankheitskeime, Wurmeier und Unkrautsamen, wird immer mehr eine notwendige Voraussetzung für die Abgabe des Schlammes an die Landwirtschaft.

Aus wirtschaftlichen Gründen kamen bisher für die kleinen Abwasserreinigungsanlagen keine Pasteurisierungsanlagen in Frage.

Dies bedeutet in der Praxis oft eine ernste Schwierigkeit für den Absatz des Schlammes, da viele Landwirte aufgrund veterinärmedizinischer Bedenken nicht mehr bereit sind, während der Vegetationszeit unpasteurisierten Schlamm zu übernehmen und auf den Feldern, zusammen mit der Hofgülle, auszubringen.

Die vorliegende Studie untersucht die Wirtschaftlichkeit einer zentralen Pasteurisierungsanlage für drei verschieden grosse Abwasserreinigungsanlagen.

2. Grundlagen

Abwasser-reinigungsanlage	Einwohner-gleichwerte	Schlamm-menge
ARA A	7 200 EGW	4 500 m³/a = 60 %
ARA B	3 840 EGW	2 400 m³/a = 32 %
ARA C	960 EGW	600 m³/a = 8 %
Total	12 000 EGW	7 500 m³/a = 100 %

Es handelt sich um nacheingedickten, aerob stabilisierten kommunalen Klärschlamm mit einem Wassergehalt von 96 %.

3. Erstellungskosten

Die Erstellungskosten basieren auf einer in diesem Jahr in der Region fertigerstellten Pasteurisierungsanlage nach dem Durchlaufverfahren mit anschliessender Schlammrückkühlung ohne Wärmerückgewinnung.

Komplette Pasteurisierungsanlage	Fr. 194 000.–
Kostenanteil an Öltankanlage und Brauchwassernetz der ARA	Fr. 13 000.–
Schlammannahme- und -abgabestelle (Pumpen, Rohrleitungen, Armaturen, Messung)	Fr. 33 000.–
Baulicher Teil und bauseitige Leistungen (Raum, Fundamente, Aussparungen Montagehilfe, Malerarbeiten)	Fr. 81 000.–
Total inklusive Ingenieurhonorar für Projekt und Bauleitung	Fr. 321 000.–

4. Betriebskosten

4.1 Grundsätzliche Bemerkungen

Die Betriebskostenrechnung basiert auf Offerten von Lieferanten und Erhebungen bei in Betrieb stehenden Anlagen.

Der Schlammtransport ist in den Betriebskosten nicht enthalten, da er separat ausgewiesen wird.

Die Betriebskosten unterteilen sich in feste und variable Kosten.

4.2 Berechnung der Betriebskosten

4.2.1 Feste Betriebskosten

Kostenanteil am Bedienungspersonal der ARA A	Fr. 1 500/a
Unterhalt, Revisionen, Ersatzteile, Betriebsmittel (jährliche Rückstellung)	Fr. 2 400/a
Verschiedenes, Unvorhergesehenes, Administration	Fr. 700/a
Total feste Betriebskosten	Fr. 4 600/a

4.2.2 Variable Betriebskosten

Heizöl (Fr. 500/t)	Fr. 4.33/m³
Trinkwasser für Dampferzeugung (40 Rp./m³)	Fr. 0.06/m³
Chemikalien für Speisewasseraufbereitung	Fr. 0.12/m³
Elektrischer Strom (12 Rp./kWh)	Fr. 0.47/m³
Total variable Betriebskosten	Fr. 5.52/m³

4.3 Betriebskosten bei eigenen Anlagen

Für die Wirtschaftlichkeitsstudie mussten die Betriebskosten abgeschätzt werden, für den Fall, dass jeder Partner eine eigene Anlage betreibt:

	A allein	B allein	C allein
Erstellungskosten der Anlage	Fr. 310 000	Fr. 300 000	Fr. 290 000
Feste Betriebskosten	Fr. 4 600/a	Fr. 3 000/a	Fr. 2 800/a
Variable Betriebskosten	Fr. 5.52/m³	Fr. 5.52/m³	Fr. 5.52/m³

4.4 Schlammtransportkosten von der ARA B bzw. ARA C auf die ARA A (Standort der Pasteurisierungsanlage) und zurück
Die Stapelbehälter für die Aufnahme des unpasteurisierten und des pasteurisierten Schlammes auf den drei Anlagen sind in der Wirtschaftlichkeitsstudie nicht berücksichtigt.
Bei der vorliegenden Studie wurde von der Annahme ausgegangen, dass der Schlamm auf den Anlagen B bzw. C aus dem Stapel 1 (Stapel für den unpasteurisierten Schlamm) in einen Tankwagen (Fassungsvermögen 16 m³) gepumpt wird. Der Schlamm wird auf die Anlage A zur Pasteurisierung geführt. Auf der Rückfahrt wird eine äquivalente Menge pasteurisierter Schlamm zurückgebracht und auf der Anlage B bzw. C in den Stapel 2 gepumpt.
Die Transportzeiten- und Transportkostenberechnung basiert auf einem Stundenansatz von Fr. 75.– für einen 16-m³-Sattelschlepper.
Der Schlammtransport umfasst folgende Einzeltätigkeiten:
Fahrzeitanteil vom Standplatz des Sattelschleppers auf die ARA B bzw. C. Täglich einmalige Hin- und Rückfahrt anteilmässig auf alle täglichen Fahrten verteilt.
An-, Um- und Abkuppeln des Schlauches am Tankwagen und an den Kupplungsstellen der Stapelbehälter. Betätigen der Schieber. An- und Abstellen der Pumpen.
Füll- und Entleerungszeiten auf den Anlagen A, B und C.
Fahrzeiten zwischen den Anlagen A und B bzw. A und C hin und zurück. Diverse Tot- und Wartezeiten.

Die Berechnung ergibt folgenden Zeitbedarf und folgende Kosten:

für ARA A:	keinen, da Standort der Pasteurisierungsanlage	
für ARA B:	2 h, 4800 m³/a (hin und zurück), Fr. 4.69/m³ ergibt	Fr. 22 512/a
für ARA C:	2⅓ h, 1200 m³/a (hin und zurück), Fr. 5.47/m³ ergibt	Fr. 6 564/a
Totale Transportkosten		Fr. 29 076/a

Totale Schlamm-Menge A + B + C = 7500 m³/a oder spezifische Transportkosten bei vollem Ausgleich von Fr. 3.88/m³.

4.5 Schlammtransportkosten
Jede ARA erstellt, wie bereits erwähnt, ihre Stapelbehälter selbst. Diese Lösung hat den Nachteil, dass (abgesehen von Spezialfällen) der pasteurisierte Schlamm, entsprechend der zugeführten Menge, auf die Anlagen B + C zurücktransportiert und in die dort vorgesehenen Stapelbehälter (Stapel 2) gepumpt werden muss.
Der Vorteil liegt aber darin, dass die Landwirte der betreffenden ARA-Region den Schlamm auf relativ kleinen Transportdistanzen (im Mittel etwa 2 km) aus dem Stapel 2 abholen können und dies zu den dafür geeigneten Zeiten. Man kann erwarten – und die Erfahrung aus verschiedenen Regionen zeigt dies –, dass dadurch der grösste Teil des Schlammes durch die Landwirte abgeholt wird.
Andernfalls müssen Transportkosten von Fr. 5.50/m³, das heisst 7500 m³/a × Fr. 5.50/m³ = Fr. 41 250/a, zusätzlich durch die Partner A, B und C aufgewendet werden.

5. Jahreskosten in Funktion der verarbeiteten Schlamm-Menge

5.1 Gemeinsame Lösung
Prozentsätze für die Verzinsung und Amortisation des investierten Kapitals:

Ausrüstungen	n = 15 Jahre, p = 7 %a, a = 10,98 %/a
Bauteil	n = 50 Jahre, p = 7 %a, a = 7,25 %/a

Kapitalkosten A:

Ausrüstungen	Fr. 240 000.– × 10,98 %/a	= Fr. 26 352/a
Bauteil	Fr. 81 000.– × 7,25 %/a	= Fr. 5 873/a
Total A	Fr. 321 000.– × (10,04 %/a)	= Fr. 32 225/a

5.2 Eigene Anlagen

	A	B	C
Erstellungskosten K (Fr.)	310 000.–	300 000.–	290 000.–
Annuität a (%)	10	10	10
Kapitalkosten A (Fr./a)	31 000.–	30 000.–	29 000.–

5.3 Berechnung der Jahreskosten
Die Jahreskosten J sind die Summe der Kapitalkosten (A) der Betriebskosten (B) und der Schlammtransportkosten (T).
Im Diagramm sind die spezifischen Kosten (Kosten pro Kubikmeter behandelter Schlamm) in Fr./m³ aufgetragen.
Aus dem Diagramm ist folgendes ersichtlich:
a) Spezifische Kosten in Funktion der jährlich pasteurisierten Menge für den Fall, dass jeder Partner für sich allein eine Anlage erstellen und betreiben würde.
b) Spezifische Kosten in Funktion der jährlich pasteurisierten Menge bei einer gemeinsamen Anlage, aber ohne Transportkostenausgleich, das heisst, dass die Partner B und C die Kosten für den Hin- und Rücktransport des Schlammes zur Pasteurisierung auf der Anlage A selber tragen müssen.
c) Spezifische Kosten in Funktion der jährlich pasteurisierten Menge bei einer gemeinsamen Anlage mit Transportkostenausgleich.
d) Spezifische Kosten in Funktion der jährlich pasteurisierten Menge bie voller Kapazitätsausnützung der Anlage (260 d/a, 21–22 h/d, Schlamm-Menge 22 000 m³/a).
In den spezifischen Kosten im Diagramm sind *nicht* enthalten:
1. die *Abtransportkosten* des Schlammes an die Landwirtschaft (etwa Fr. 5.50/m³),
2. die Kosten für die Stapelbehälter zur Überbrückung von Absatzschwierigkeiten (Stapelzeit etwa 2 bis 3 Monate). Diese Kosten würden umgerechnet zusätzlich etwa Fr. 2.50 m³ ergeben (bezogen auf die gesamte anfallende Schlamm-Menge).

6. Zusammenfassung und Schlussbemerkungen

Bei einer jährlichen Schlamm-Menge von 7500 m³ und einer Durchsatzleistung von 4 m³/h wird die Anlage täglich rund 7¼ Stunden in Betrieb stehen.
In der vorliegenden Arbeit wurden mit Ausnahme der Stapelbecken und des Abtransports an die Landwirtschaft alle mit der Pasteurisierung in Zusammenhang stehenden Kosten berücksichtigt.
Würde die vorgesehene Anlage ohne Zufuhr von Fremdschlamm mit Voll-Last, das heisst vollautomatisch, während etwa 21 bis 22 Stunden pro Tag während 260 Tagen pro Jahr betrieben, so könnte eine Schlamm-Menge von 22 000 m³/a pasteurisiert werden.
Die im Diagramm aufgetragenen Kurven zeigen, dass die spezifischen Kosten (Fr./m³ behandelte Schlamm-Menge) ausserordentlich stark ansteigen, sobald eine einmal vorhandene Anlage nur teilweise ausgelastet wird.

Bei den in diesem Bericht aufgeführten spezifischen Kosten der Pasteurisierung ist zu berücksichtigen, dass die Heizölkosten von Fr. 4.33/m³ einen hohen Anteil ausmachen und dass jährlich Fr. 2400.– zurückgestellt werden, damit grössere Revisionsarbeiten aus diesem Fonds bezahlt werden können.
Bei Kostenvergleichen zwischen aeroben und anaeroben Schlammbehandlungssystemen muss die weitere Schlammbehandlung in den Vergleich miteinbezogen werden, da bei der anaeroben Schlammbehandlung ein guter Teil der erforderlichen Wärmeenergie aus dem meist ohnehin im Überschuss vorhandenen Faulgas gedeckt werden kann.
Beim Zusammenschluss kleiner Abwasserregionen zu einer Betriebsgemeinschaft für die Schlammpasteurisierung sollte es möglich sein, die Kosten für die Entkeimung des Schlammes in einem tragbaren Rahmen zu halten, sofern die Abwasserreinigungsanlagen (die aus topographischen Gründen nicht zusammengeschlossen werden konnten) nicht mehr als 5 km auseinanderliegen.

Es ist zu hoffen, dass in Zukunft auch die kleinen Gemeinden eine reelle Chance haben, ihren Klärschlamm vorschriftsgemäss zu beseitigen. Dem Übelstand, dass Schlamm aus grössern Anlagen mit dem Argument der bessern Qualität in Regionen von kleinern Anlagen ausgebracht werden kann und diese kleinen Regionen dann auf ihrem Schlamm sitzenbleiben, sollte im Interesse der Kleinen abgeholfen werden.

Legende
- - - - jeder Partner für sich allein
——— gemeinsam *ohne* Transportkostenausgleich
▬▬▬ gemeinsam *mit* Transportkostenausgleich
▬ ▬ ▬ volle Belastung der Anlage

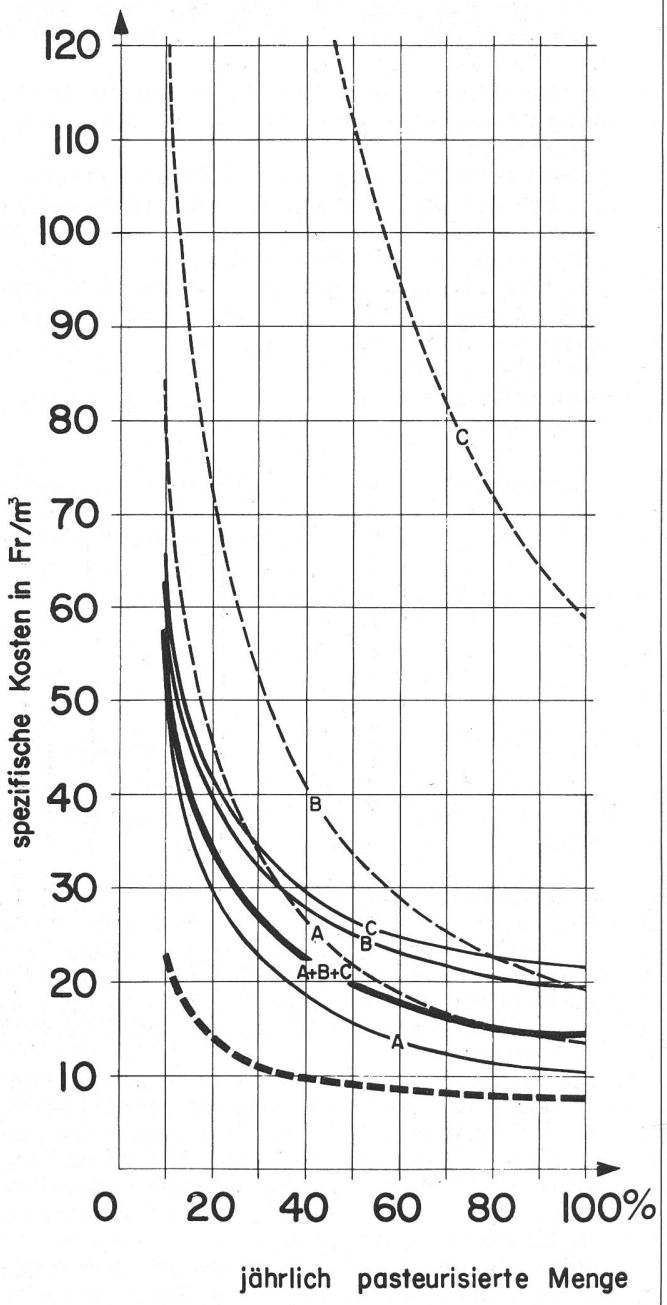
Der Anteil der Ölkosten an den spezifischen Kosten beträgt (bei einem Ölpreis von Fr. 500/t) Fr. 4.33/m³

Behandelte Mengen:
A 100 % = 4500 m³/a (etwa 7 000 Einw.)

B 100 % = 2400 m³/a (etwa 4 000 Einw.)

C 100 % = 600 m³/a (etwa 1 000 Einw.)

A + B + C = 7500 m³/a (etwa 12 000 Einw.)

Volle Kapazität der Anlage
etwa 22 000 m³/a (etwa 35 000 Einw.)

Spezifische Kosten der Schlammpasteurisierung ohne Beseitigungskosten