

Zeitschrift: Plan : Zeitschrift für Planen, Energie, Kommunalwesen und Umwelttechnik = revue suisse d'urbanisme
Herausgeber: Schweizerische Vereinigung für Landesplanung
Band: 38 (1981)
Heft: 11

Artikel: Neue Erkenntnisse bei der Faulgaseinpressung in Faulbehälter
Autor: Konstandt, H.G.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-783973>

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: 17.01.2026

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

Neue Erkenntnisse bei der Faulgaseinpressung in Faulbehälter

H. G. Konstandt, Roediger Anlagenbau GmbH + Co., Hanau, BRD

In jedem biochemischen Verfahren, welches auf Fermentationsprozessen beruht, ist der Nährstofftransport zu den prozessstragenden Organismen sowie der Abtransport der Stoffwechselprodukte eine der grundlegenden Voraussetzungen für optimale Lebensbedingungen. Das gilt insbesondere auch für die anaerobe alkalische Schlammfäulung, bei welcher die Organismen der verschiedenen Prozessstufen in einer Lebensgemeinschaft existieren, in der die einen Organismen die Stoffwechselprodukte der anderen verarbeiten. Es müssen also hier nicht nur die Nährstoffe, sondern auch die Zwischenprodukte und die endgültigen Stoffwechselprodukte ausreichend transportiert werden. Das bedeutendste dieser Endprodukte ist das Faulgas, welches in kleinen Bläschen in den Schlammflockenaggregaten entsteht. Falls dieses Gas nur auf dem natürlichen Wege entweicht, ist es unvermeidlich, dass kleinste Gasblasen an den Flockenaggregaten anhaften und diese durch ihren Auftrieb nach oben, zur Schlammoberfläche, tragen. Erst wenn durch das Zusammenfließen der Blasen während des Aufstieges der Schlammflocke die Blasen eine bestimmte Grösse erreichen und von der Flocke abreißen, kann die Schlammflocke zurücksinken. Da sich aber der geschilderte Vorgang dauernd wiederholt, wirkt sich dies störend auf die Phasentrennung und somit auf die Eindickung des faulenden Schlammes im Faulbehälter aus.

Falls der Schlamm im Faulraum nur mit den üblichen Mechanismen wie Rührwerke, Schraubenschaufler oder ausserhalb des Faulraumes installierten Pumpen umgewälzt wird, so entstehen unweigerlich beim Umwälzvorgang Strömungsspindeln, also Kurzschlussströmungen.

Zu einer intensiven Durchmischung des Faulraum Inhaltes kommt es nur in dem durchströmten Teil des Behälters. Die übrigen Teile des Behälterinhaltes geraten nur zögernd nach und nach durch die innere Reibung der Flüssigkeit in Bewegung. So kommt es dort weder zu einem ausreichenden Nährstoff- und Stoffwechselprodukttransport noch zu einer ausreichenden Entgasung der einzel-

nen Schlammflocken. Ausserdem ist es meistens kaum zu vermeiden, dass die Flockenstruktur beim wiederholten Durchgang, zum Beispiel durch das Laufrad einer Pumpe, durch Scherkräfte beeinflusst und grössere Aggregate zerrieben werden.

Bei der Umwälzung mittels Faulgaseinpressung herrschen dagegen völlig andere Verhältnisse: Da sich keine Strömungsspindeln bilden, entstehen auch keine Kurzschlussströmungen. Es bilden sich turbulente Strömungsverhältnisse ähnlich denen in einem Druckluftbelüftungsbecken, da es dasselbe strömungstechnische Phänomen ist, welches die Umwälzung bewirkt. Die Flockenstruktur wird hierbei äusserst schonend behandelt.

Generell kann die Hydraulik der Umwälzung bei der Faulgaseinpressung wie folgt beschrieben werden: In der Zone der aufsteigenden Gasblasen entsteht durch die Schlupfwirkung der Blasen eine intensive, schnelle Aufwärtsbewegung der Flüssigkeitsteilchen und Flockenaggregate. Dabei werden die einzelnen Aggregate noch um ihre Achse herumgewirbelt, ähnlich wie beim «Schneiden» eines Tischtennis-Balles. Man kann dies als lokale Turbulenzen bezeichnen; dabei wirken auf die Flockenaggregate keine echten Scherkräfte ein. Dennoch kommt es zu einer intensiven Entgasung durch Loslösen des Gasbläschens von der Flockenoberfläche, weil dazu die Kräfte ausreichen, welche beim Herumwirbeln und Reiben der Flockenoberfläche an der umgebenden Flüssigkeit entstehen. Beweis dafür ist der Gasschwall, welcher unmittelbar nach Einsetzen der Faulgaseinpressung in jedem Faulbehälter auftritt. Bei der Einpressung des Faulgases an einem oder mehreren Punkten entstehen aufsteigende Gas-Flüssigkeits-(Schlamm-)Säulen, deren Aufstiegs geschwindigkeit zur Oberfläche zunimmt.

In den USA ist die Faulgaseinpressung als bewährtes Mittel zur Intensivierung des Faulprozesses schon seit Jahrzehnten bekannt. Vor etwa 25 Jahren wurde dann die Faulgaseinpressung von der Roediger-Anlagenbaugesellschaft erstmalig auch in Europa ange-

wandt und seither in zahlreichen Anlagen mit bestem Erfolg eingesetzt. Die technischen Lösungen wurden hierbei immer wieder weiterentwickelt und verbessert, so dass jetzt langjährig in der rauen Betriebspraxis bewährte, vollautomatisch arbeitende technische Einrichtungen zur Verfügung stehen.

Je nach Art und Form des Faulbehälters kann das Faulgas an der Peripherie des Behälters und in der Sohlenspitze oder über oberhalb der Sohle verteilte Punkte eingepresst werden. Die erste Art wird allgemein als periphere Gaseinpressung bezeichnet; bei der zweiten werden Einhänglanzen verwendet. Auf diese Weise können auch Faulbehälter mit flacher Sohle einwandfrei beherrscht werden. Ganz besonders wichtig ist auch die Möglichkeit der Nachrüstung bestehender Faulbehälter mit einer Faulgas-Einpressung. Zu diesen Zwecken wurden spezielle urheberrechtlich geschützte Einrichtungen von den Roediger-Firmen entwickelt: die Faulgaseinpressung mittels flexibel aufgehängter Einhänglanzen. Die einzelnen Lanzen werden – jeweils Faulbehältergrundriss, Form und Sohleneignung angepasst – frei beweglich in den Faulbehälter von oben eingehängt. Die einzelne Lanze ist dabei so konstruiert, dass der Lanzenaustrittskopf dem bei Austreten des Gases entstehenden Rückstoss mit seinem Gewicht entgegenwirkt. Mit dem speziell ausgebildeten Aufsatzstück ist die Lanze mit einem flexiblen Verbindungsstück so verbunden, dass ein Einhängen bzw. Herausheben aus dem Faulbehälter einfach zu bewerkstelligen ist. Es ist dabei nicht erforderlich, den Faulbehälter zu entleeren, meistens ist es nicht einmal notwendig, den Schlamm Spiegel abzusinken. Der Faulbetrieb wird also auf keinen Fall unterbrochen.

Mit dem System Roediger der Faulgaseinpressung mittels Einhänglanzen ist es daher durchaus möglich, auch bei Faulbehältern mit extrem flacher Sohle eine vollkommene Durchmischung des Faulraum Inhaltes und eine weitestgehende Entgasung zu erreichen. Durch geeignete Anordnung und Wahl der richtigen Anzahl und Ein-

hängtiefe der Lanzen wird die Bildung der gefürchteten Schlammablagerungen an der Faulbehältersohle verhindert. Nach älteren amerikanischen Untersuchungen (Langford) kann die Verminderung des «aktiven Faulraumvolumens» durch diese Ablagerungen und durch Schwimmstoffanhäufungen an der Schlammoberfläche bis zu 60% betragen, also nur 40% des rechnerischen Faulraumvolumens stehen effektiv für den Prozess zur Verfügung! Bei dem beschriebenen System der Faulgas-Einpressung mittels eingehängter Lanzen, welche so angeordnet sind, dass sich ihre «Einwirkzonen» praktisch berühren oder sogar überlappen, wird bei der Umwälzung der gesamte Faulrauminhalt zu 100% erfasst und daher voll in den Faulprozess einbezogen.

Bei der peripheren Gaseinpressung System Roediger – mit einer Vielzahl am Umfang der Zylinderwand des Faulbehälters angeordneter Einpressdüsen – wirkt die Aufwärtsbewegung praktisch als Kreisring entlang der Wand, wobei die «toten Ecken» bestrichen und die Ablagerungen mitgerissen werden.

Die Aufstiegs geschwindigkeiten in der Gas-Schlamm-Säule wurden bei beiden beschriebenen Systemen auf einer Anlage im Frankfurter Raum gemessen: Es wurden im Mittel Werte um 0,7 m/s festgestellt! Auch auf die Schwimmstoffansammlungen an der Schlammoberfläche wirkt die Faulgaseinpressung äusserst günstig: Sie verhindert ein Verdichten und Verfilzen, da die Schwimmdecke «kocht» und andauernd durch die aufsteigenden Gasblasen aufgerissen und locker gehalten wird.

Die Hydraulik der Strömungsvorgänge bei der Faulgaseinpressung kann vereinfacht durch die von Morgan und Neuspil aufgestellte Gleichung dargestellt werden:

$$v_i^2 = Q_k / K \cdot D$$

worin ist:

v_i = ideale repräsentative Profilschwindigkeit einer aufwärts bewegten Differenzialschicht [m/h]

K = Proportionalitätsfaktor des Faulbehälters [–]

D = grösster Durchmesser des Faulbehälters [m]



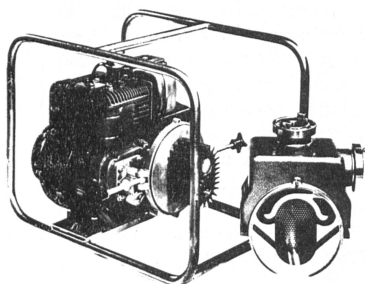
Die PERMAROP-Verdrängerpumpe:

«Einfach und genial»

ist das Urteil der Fachleute, weil die PERMAROP-Verdrängerpumpe **einmalige Eigenschaften** aufweist:

- Hoher Luftdurchsatz (dadurch können die letzten Flüssigkeitsmengen auf ebenen Flächen abgesaugt und lange Ansaugleitungen verlegt werden)
- selbstansaugend bis 8 m (die kurze Ansaugzeit wird auch Sie beeindrucken)
- Unempfindlich gegen Fremdkörper (bis 6 mm)
- Auswechseln oder Reinigen des Förderelementes am Einsatzort, ohne Werkzeug, innert weniger Minuten
- Förderhöhe 20–35 m
- Förderleistung linear mit Drehzahl bis 32 000 l/h
- Geringes Gewicht (Die PERMAROP 2" für 32 000 l/h mit Briggs-&-Stratton-Motor wiegt nur 32 kg)

Anlässlich einer unverbindlichen Vorführung werden wir Sie gerne überzeugen.



PERMAROP AG

Bubenbergratz 8
3011 Bern
Telefon 031 21 04 42
Telex 33 063

Wasser – Abwasser

Q_k = Leistung des Faulgaskompressors, also Menge des eingepressten Gases [Nm^3/h]

Mit dieser Gleichung, mit welcher sich ebenfalls Eckenfelder und McCabe identifizieren, werden Verhältnisse ausgedrückt, als ob eine Differentialschicht dF den Faulbehälter mit der Geschwindigkeit v_i durchwandern würde. In Wirklichkeit sind die Verhältnisse natürlich ganz anders, wie auch die besagten Messungen bewiesen haben. Vektoral vereinfacht idealisiert kann man diese so darstellen, dass entgegen einer als zylindrischer Körper darstellbaren Aufwärtsströmung ein gleichvolumiger Kreisringkörper abwärts strömt. Bei der peripheren Gaseinpressung strömt der Kreisringkörper an der Behälterwand aufwärts, der Zylinder in der Mitte des Behälters abwärts. Veränderungen der eingepressten Gasmenge beeinflussen die Geschwindigkeit allerdings nur mit der Kubikwurzel des Multiplikators: Wenn zum Beispiel die Faulgaseinpressmenge auf das Doppelte erhöht wird, so vergrößert sich die ideale Profilgeschwindigkeit nur auf das 1,26fache der ursprünglichen. Es ist also nicht sinnvoll, willkürlich die Kompressorleistung zu steigern bzw. grössere Kompressoren einzusetzen.

Die Wirtschaftlichkeit der Faulgaseinpressung gegenüber der Umwälzung des Faulraum Inhaltes mit mechanischen Einrichtungen lässt sich an dem Beispiel einer ausgeführten Anlage demonstrieren:

Faulbehältervolumen 8700 m^3
Umwälzung mit aussenliegender Umwälzpumpe:

zur Homogenisierung des Faulraum Inhaltes musste das Behältervolumen 6mal innerhalb von 24 h umgepumpt werden. Das entspricht einer Förderleistung der Pumpe von $2175 \text{ m}^3/\text{h}$

und bei $H_{\text{man}} = 3 \text{ m WS}$ und Wirkungsgrad 55 % einer Leistungsaufnahme an der Kupplung von

$$N_k = 38,8 \text{ kW}$$

bzw. Nettoenergiebedarf von $E = 931 \text{ kWh/d}$

Umwälzung mit Faulgaseinpressung:

Verwendeter Gasverdichter

$$Q_k = 600 \text{ Nm}^3/\text{h}$$

Leistungsaufnahme bei $p = 3,0 \text{ bar}$

$$N_k = 80 \text{ kW}$$

repräsentative ideale Profilgeschwindigkeit

$$v_i = 3,2 \text{ m/h}$$

bei einem grössten Durchmesser von 23,3 m und Einpresstiefe 26,0 m erforderliche tägliche Einpressdauer

zur völligen Homogenisierung

$$t = 5,1 \text{ h/d}$$

bzw. Nettoenergiebedarf von

$$E = 408 \text{ kWh/d}$$

Der jährliche Energiebedarf bei der Faulgaseinpressung ist pro Faulbehälter demnach um etwa 188 000 kWh/Jahr niedriger als bei der Umwälzung mittels aussenliegender Pumpen! Das aufgeführte Beispiel ist der Berechnung der Faulgaseinpressung für eine Grosskläranlage im niederrheinischen Raum entnommen; die Faulgaseinpressung wurde dort nachträglich in die zwei bestehenden Faulbehälter mit flacher Sohle (System Roediger mit Einhänglanzen) und ist seit 1975 in Betrieb. Laut Betriebsberichten ist sogar eine tägliche Betriebszeit der Faulgaseinpressung von nur etwa 3 Stunden pro Behälter erforderlich, um eine völlige Umwälzung und Homogenisierung des Inhalts zu erreichen; dementsprechend höher sind die Energieeinsparungen gegenüber dem ursprünglichen Umwälzsystem mittels aussenliegender Umwälzpumpen.

Zusammenfassung

Die richtig geplante und installierte Faulgaseinpressung ist jeder anderen Art des Umwälzens oder Umpumpens des Faulraum Inhaltes weit überlegen. Die Faulgaseinpressung erfasst gleichzeitig den gesamten Schlamm eines Faulbehälters in einer äusserst wirkungsvollen und trotzdem die Flockenstruktur des Schlammes schonenden Weise; die Eindickeeigenschaft des Faulschlammes wird also nicht durch die Zerstörung seiner Flockenstruktur verschlechtert, sondern im Gegenteil durch die Entgasung verbessert. Durch die Faulgaseinpressung wird also der gesamte Faulraum Inhalt erfasst und in idealer Weise umgewälzt und entgast. Ausserdem werden Schwimmdeckenbildung und Ablagerungen an der Sohle verhindert. Die Umwälzung mittels Faulgaseinpressung ist ausserdem sowohl vom Energiebedarf als auch von der Hydraulik her der mechanischen Umwälzung überlegen. Hierbei muss ausserdem noch der besondere Vorteil der Faulgaseinpressung hervorgehoben werden, dass keinerlei bewegte oder maschinelle Teile mit dem Schlamm in Berührung kommen und daher kein Verschleiss und auch keine Beeinflussung der Schlammstruktur auftreten können.

Die vorteilhafte Wirkung der Faulgaseinpressung ist ganz besonders wichtig für Fälle, in denen der

Schlamm infolge störender oder sogar giftiger Anteile zeitweilig oder ständig schwer ausfällt. Es ist vielfach erwiesen, dass mit Hilfe der Faulgaseinpressung selbst das Umkippen des Faulprozesses in die saure stinkende Fäulung sogar noch in einem sehr weit vorgeschrittenen Stadium verhindert werden kann.

Bei schwierig auszufaulendem Schlamm und bei Faulbehältern mit flacher Sohle ist die Faulgaseinpressung also unbedingt erforderlich, um einen regulären Faulprozess gewährleisten zu können. Aber auch bei leichter ausfaulendem Schlamm und bei genügend stark geneigter Faulbehältersohle ist die Faulgaseinpressung sehr zu empfehlen, und zwar deshalb, um den Faulprozess intensivieren und ihn damit schneller und sicherer abwickeln zu können. Das Faulbehältervolumen kann damit sparsamer bemessen werden, und man hat den Faulprozess auch dann fest in der Hand, wenn störende oder gar schädliche Inhaltsstoffe im Schlamm auftauchen, was heutzutage sehr schnell passieren kann. Es sei nur an die unübersehbare Zahl von Galvanisierungsanlagen erinnert, wie sie selbst in Kleinstbetrieben (und nicht etwa nur in Galvanisierungsanstalten) so nebenbei abgewickelt werden. In der gleichen Faulzeit wird mit Faulgaseinpressung ein höherer Abbaugrad erreicht und damit eine grössere Faulgasmenge erzeugt als ohne Faulgaseinpressung.

Roediger – Spezialist für Faulgaseinpressung

Insgesamt sind von den Roediger-Firmen schon weit mehr als hundert Anlagen mit Faulgaseinpressung erstellt worden, davon über 60 Anlagen mit Einhänglanzen. Als Beispiele seien erwähnt: Mönchengladbach-Neuwerk I ($2 \times 9000 \text{ m}^3$), Zürich-Werdhölzli ($4 \times 7250 \text{ m}^3$), Lugano ($2 \times 2400 \text{ m}^3$), Birs i/Reinach (1800 m^3)

Referenz

Roediger Anlagenbau GmbH + Co.
Abwassertechnik
D-6450 Hanau/Main
CH-4142 Münchenstein/Basel



ABWASSERTECHNIK für Städte und Industrie

30 Jahre Erfahrung an über 700 Anlagen

1. Entspannungs-Flotation

Industrie-Abwasserreinigung. Sanierung von überlasteten Kläranlagen. Stoff-Rückgewinnung, starke Schlamm-eindickung

2. Mechanische Abwasser-Klärung

Pumpstationen, belüftete Sandfänge, Flock- und Eindick-Anlagen, mechanische Einrichtungen

3. Biologische Abwasser-Reinigung

Druckluft-Belüftung mit herauschwenkbaren Belüfter-Aggregaten, Oberflächen-Belüftung mit gut umwälzen-den BSK-Turbinen

4. Weitergehende Abwasser-Reinigung

Flächenfilter zum Entfernen der restlichen Schwebstoffe aus dem Ablauf der Nachklärbecken

5. Kontakt-Fermentation

anaerober Abbau organisch sehr stark verschmutzter Abwässer, Faulgas-Verwertung

6. Intensivierte Schlamm-Faulung

unter anderem Vor-Erwärmung und Vor-Impfung des Rohschlamm, gute Umwälzung, wirksame Schwimm-decken-Verhinderung, feste oder herausziehbare Gas-Einpressung

7. Faulgas-Verwertung

Erzeugung von Kraft und Wärme, Abwärme-Verwertung, weitgehende Energie-Autarkie

8. Schlamm-Pasteurisierung

vor oder nach oder ohne Faulung, Wärme-Rückgewin-nung, volle Automatik

9. Schlamm-Entwässerung

SSP-Bandfilter mit hoher Leistung, geringem Flockungs-mittel-Verbrauch, sauberem Filtrat. Nachkonditionierung mit Branntkalk zu einem lager- und streubaren hygieni-sierten Produkt

10. Schlamm-Kompostierung

Schnellrotte ohne Bedarf an teuren Zuschlagstoffen wie zum Beispiel Sägemehl, keine Austrags- und Geruchs-probleme, lager- und streubares hygienisiertes Produkt

11. Schlamm-Trocknung

thermische, entkeimende Trocknung zu lager- und streu-barem Granulat, keine Geruchs- und Emissions-Pro-bleme

12. Mess- und Steuer-Zentralen

Messgeräte und elektrotechnische Ausrüstung, Leucht-schaltbilder, Automation, Rechner

Untersuchungen (auch halbtechnische)

Einfahren aller Anlagenteile

Ausbildung des Betriebspersonals

Unterstützung bei Betriebsstörungen

Hilfe bei Geruchsproblemen

Betreuung und Wartung der Anlagen

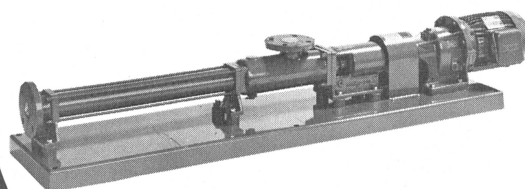


ANLAGENBAU-GESELLSCHAFTEN
D-6450 HANAU/MAIN und
CH-4142 MÜNCHENSTEIN/Basel

SOCSIL
INTER SA

liefert alle MONO
- MOHNO Exzenter
Schneckenpumpen.

Eigene Montage-Werkstätten. Beratung.
Immer umgehender Kundendienst.



Das komplette
NETZSCH MOHNO
Pumpenprogramm.

SOCSIL
INTER SA

1024 ECUBLENS/LAUSANNE

TEL. (021) 34 35 51

TELEX 24 249

ES-energiesparende Bauteile

dem ES-Holz-metallfenster können wir nichts mehr anhaben...

... ES-Holzmetallfenster System Sessa. Rahmen und Flügel innen Holz, aussen Aluminium.

- Für jedes gewünschte Einbaumaß
- wärmeisolierend
- schalldämmend
- wartungsfrei

Schweizer=Meister
Ernst Schweizer AG Metallbau Zürich
Werk: Hedingen ☎ 01 761 60 22
im Metallbau

Ernst Schweizer AG
Metallbau

Zürich

Sessa-Norm

8047 Zürich, Fellenbergstr. 279, Tel.: 01 52 69 10
Werk: 8908 Hedingen, Tel.: 01 761 60 22

Coupon: ☐ Wir wünschen techn. Prospekte

D/P

Adresse:

Telefon: