Die biologische Entseuchung von Abwasserschlamm durch submerse Umwälzebelüftung

Autor(en): **Pöpel, Franz**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria**

Band (Jahr): **73 (1981)**

Heft 5-6

PDF erstellt am: **25.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-941329

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

Die biologische Entseuchung von Abwasserschlamm durch submerse Umwälzbelüftung

Franz Pöpel

Abwasserschlämme mit grossen Gehalten an organischen Stoffen können durch die submerse Zufuhr von ausreichenden Mengen von Luftsauerstoff und die gleichzeitige mechanische Umwälzung des gesamten Behälterinhalts nachgewiesenermassen biologisch entseucht werden. Die submerse Umwälzbelüftung löst in Substraten mit hohem Gehalt an biologisch abbaubaren Stoffen exotherm verlaufende biochemische Reaktionen aus, in deren Verlauf sehr günstige Bedingungen für die völlige Abtötung aller pathogenen Organismen und Keime geschaffen werden. Die durch die submerse Umwälzbelüftung geweckten Stoffwechselvorgänge werden nachfolgend anhand von durchgeführten Versuchen erläutert.

1. Die Stoffwechseltätigkeit aerober Bakterien

Aerobe Bakterien schliessen extrazellular die aus den Elementen C, H, O, N, P und S bestehenden organischen Stoffe im Abwasser, Abwasserschlamm und Flüssigmist enzymatisch auf. Die dabei entstehenden niedrigmolekularen Verbindungen werden zusammen mit dem im Wasser gelösten Sauerstoff infolge des hier herrschenden osmotischen Drucks und mit Hilfe von Transportenzymen durch die semipermeable Wand der Zelle in ihr Inneres gefördert. Während des anschliessenden interzellularen Stoffwechsels werden diese Stoffe oxidiert. Dabei entstehen neue Zellsubstanz und Stoffwechselprodukte, die an die Umgebung der Zelle abgegeben werden. Dieser sehr komplizierte Vorgang ist in den Bildern 1 und 2 vereinfacht dargestellt.

2. Die Auswirkung der Stoffwechseltätigkeit der aeroben Bakterien

Der gesamte Stoffwechsel aerober Bakterien umfasst also die Dissimilation oder den Betriebsstoffwechsel und die Assimilation oder den Baustoffwechsel.

Der Betriebsstoffwechsel der Bakterien entspricht der Oxidation von Kohlenstoff und Wasserstoff in den organischen Stoffen zu Kohlendioxid und Wasser. Bei der Bildung von 1 Mol Kohlendioxid werden 94,43 kcal und bei der von 1 Mol Wasser 68,3 kcal Wärme erzeugt. Demzufolge entstehen bei dem aeroben Abbau von 1 g Kohlenstoff

94,43 : 12,011 = 7,862 kcal und von l g Wasserstoff

68,3 : 2,016 = 33,879 kcal Wärme. Die bei der Oxidation von Kohlenstoff erzeugte Bildungswärme nimmt also mit der Menge des gleichzeitig oxidierten Wasserstoffes zu. Die beim Betriebsstoffwechsel je Gramm oxidiertem Kohlenstoff erzeugte Wärme muss also immer grösser als 7,86 kcal/g C sein.

Der Baustoffwechsel, d. h. die Bildung neuer Zellsubstanz aus den hydrolisierten organischen Stoffen, erfordert eine ständige Zufuhr von Wärme. Ein Teil der beim Betriebsstoffwechsel entstehenden Wärme wird also für die Durchführung der Assimilation benötigt. Der Rest wird zur Erwärmung des Substrates verwendet. Dieser Teil der Wärme wurde bisher gemessen.

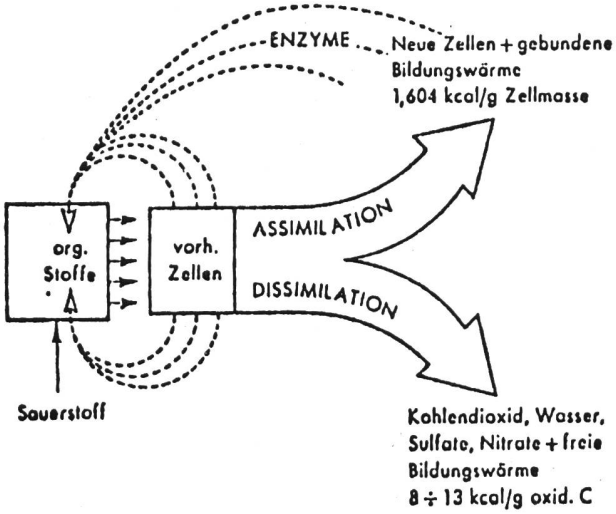

Bild 1. Schema des aeroben Abbaus organischer Stoffe.

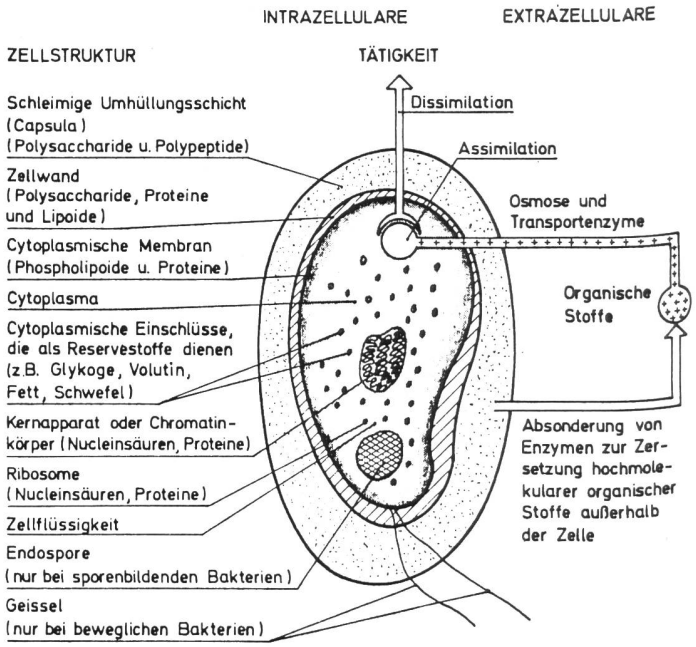

Bild 2. Die Struktur einer Zelle.

3. Die bei dem Betriebsstoffwechsel erzeugte Wärme

Trockenstoffe des Abwassers haben einen mit einem Kalorimeter messbaren Heizwert. Wird dieser auf den Kohlenstoffgehalt der Trockenstoffe umgerechnet, so ergeben sich die maximal bei seiner biologischen Verbrennung erzielbaren Wärmemengen. Die Heizwerte von Trockenstoffen und des darin enthaltenen Kohlenstoffs sind in Tabelle 1 zusammengestellt. Zufolge dieser Tabelle hat der Kohlenstoff in den Trockenstoffen des Abwasserschlammes des Lehr- und Forschungsklärwerkes der Universität Stuttgart in Büsnau (LFKW) einen etwas grösseren Heizwert als derjenige in den Trockenstoffen des Abwasserschlammes der BASF, der auch dem der Trockenstoffe des Schaumes entspricht. Da sie alle über 7,86 kcal/g C liegen, muss auch bei dieser Art der Bestimmung des Heizwertes eine entsprechende Menge Wasserstoff zusammen mit dem Kohlenstoff oxidiert worden sein.

Die von der Zelle an ihre Umgebung abgegebene Wärme wird für die folgenden Zwecke verwendet:

1. für die Erwärmung des Behälterinhaltes
2. für den Ausgleich der Strahlungsverluste des Behälters

Tabelle 1. Heizwert von Trockenstoffen im Abwasserschlamm und Hausmüll sowie des darin enthaltenen Kohlenstoffs.

Schlammart	Kohlenstoff-gehalt %	Heizwert Feststoffe kcal/g TS	per g Kohlenstoff kcal/g C
Belebtschlamm des LFKW			
mit hoher Belastung	28,5	3,136–3,188	11,0
mit mittlerer Belastung	28,6	3,507–3,233	11,2–12,1
mit mittlerer Belastung	--	3,765	--
mit schwacher Belastung	28,2	3,648–3,013	10,6–12,7
Vorklärschlamm gemischt			
roh	27,3	3,411–3,033	11,0–12,3
ausgefault	15,3	1,527–1,898	10,0–12,3
ausgefault	--	1,550	--
aerob stabilisiert	--	2,514–2,730	10,2–11,1
Schlamm der BASF nach			
1-tägiger Belüftung	37,2	3,559	9,567
2-tägiger Belüftung	34,9	3,472	9,948
3-tägiger Belüftung	37,6	3,690	9,814
4-tägiger Belüftung	37,5	3,629	9,677
5-tägiger Belüftung	36,5	3,636	9,962
6-tägiger Belüftung	36,6	3,611	9,866
Mittel		3,600±0,075	9,806±0,156
Schaum des Schlammes der BASF bei der Belüftung am			
1. Tag	32,7	3,254	9,951
2. Tag	34,5	3,368	9,762
3. Tag	35,2	3,380	9,602
4. Tag	34,4	3,387	9,846
5. Tag	35,1	3,530	10,057
6. Tag	34,3	3,270	9,536
Mittel		3,365±0,099	9,792±0,200

Der Heizwert des Kohlenstoffes der organischen Stoffe im Hausmüll von 6 Städten und Landkreisen schwanken zwischen 8,1 und 10,8 kcal/g C.

3. für die Erwärmung der dem Abwasserschlamm zu seiner Sauerstoffanreicherung zugeführten Luft auf die Temperatur des Abwasserschlammes
4. zum Ausgleich der Wärme, die für die Verdampfung von Schlammwasser benötigt wird.

4. Die für die Wärmeproduktion benötigten organischen Stoffe

Die für die genannten 4 Zwecke verwendeten Wärmemengen (kcal/d) können auf verhältnismässig einfache Weise berechnet werden. Wird die Wärmemenge durch den Heizwert des Kohlenstoffes in den Trockenstoffen geteilt, so ergibt sich die Menge des biologisch oxidierten Kohlenstoffes.

$C = W \cdot h_u^{-1}$ (kg)

Diese Menge sollte auch der Differenz der am Anfang und Ende der Belüftungsperiode vorhandenen Feststoffe entsprechen. Dieses ist leider nicht der Fall, da die Bakterien verhältnismässig kurzlebig sind und sich die abgestorbene Zellmasse durch nichts von anderen organischen Stoffen im Abwasserschlamm unterscheidet. Diese wird deshalb auch wieder durch die lebenden Bakterien extrazellular hydrolisiert und intrazellular oxidiert. Bei der Langzeitbehandlung von Suspensionen mit viel organischen Stoffen führt also die Kurzlebigkeit der Bakterien zwangsläufig zu einem sich ständig wiederholenden Zyklus von biologischem Abbau und Aufbau von Zellmasse. Die während der Stabilisierungsphase mehrfach abgebaute Zellmasse beteiligt sich natürlich auch an der Produktion der Biowärme. Diese bisher nicht bekannten Vorgänge wurden erstmalig bei der mit grösster Sorgfalt mit einem submersen Umwälzbelüfter durchgeführten Flüssigkompostierung von Überschuss-Schlamm beobachtet, der in einer Versuchsanlage für die Reinigung des Abwassers der BASF erzeugt wurde. Die aus der laufend kontrollierten Zusammensetzung des Behälterinhaltes abgeleitete Feststoffbilanz ist in Tabelle 2 zusammengestellt.

Eine Schlamm-Menge von 17 m³ wurde in den ersten 24 Stunden von 24 auf 37,5 °C erwärmt und kühlte in den anschliessenden 122 h auf 32 °C ab. Insgesamt wurden für die Erwärmung des Schlammes und den Ausgleich aller anderen Wärmeverluste 1434.10^3 kcal benötigt.

Da die organischen Stoffe des Überschuss-Schlammes einen mit dem Kalorimeter ermittelten Heizwert von 3600 ± 0,075 kcal/kg haben, hätten $1434 \cdot 3{,}6^{-1} =$ 398,33 kg organische Stoffe während der 6tägigen Stabilisierung oxidiert werden müssen. Da aber nur 299,5 kg oxidiert wurden, könnten diese vielleicht einen höheren als den mit dem Kalorimeter festgestellten Heizwert von 4788 kcal/kg haben. Es besteht aber auch die Möglichkeit, dass bei dem Abbau der mineralischen Stoffe exotherme Reaktionen ausgelöst werden, die den fehlenden Rest an Wärme von $1434 - (299{,}5 \cdot 3{,}6) = 355{,}8 \cdot 10^3$ kcal erzeugen. Da insgesamt 368,9 kg mineralische Stoffe während der Belüftungsperiode biologisch abgebaut wurden, würden diese eine spezifische Wärmemenge von 965 kcal/kg erzeugen. Eine Überschätzung der während der Belüftungsperiode insgesamt benötigten Wärmemenge um 24,8% ist unwahrscheinlich. Demzufolge dürfte die bei der submersen Umwälzbelüftung von Abwasserschlamm insgesamt freiwerdende Wärme durch exotherme Reaktionen erzeugt werden, die aerobe Bakterien beim Abbau der organischen Stoffe auslösen und die sich als Folge der chemischen Oxidation der dabei frei werdenden mineralischen Stoffe ergeben.

Die Wärme- und Stoffbilanz bei diesen mit grösster Sorgfalt durchgeführten Versuche lassen die vielschichtigen Reaktionen erkennen, die die submerse Umwälzbelüftung von Abwasserschlamm auslöst.

Da der zu behandelnde Schlamm anfänglich 415,5 kg organische Stoffe enthielt, müssten diese in dem submers belüfteten Schlamm nach 6 Tagen auf $415{,}5 - 299{,}5 =$ 116 kg organische Stoffe vermindert sein. Tatsächlich wurden aber 430,1 kg organische Stoffe gefunden. Demzufolge wurden $439{,}1 - 116 = 314{,}1$ kg neu gebildet. Von diesen werden in den rhythmisch aufeinanderfolgenden Perioden 299,5 kg wieder abgebaut, so dass sich die endgültige Zunahme von 14,6 kg organischer Stoffe ergab.

Die zu untersuchenden Schlammproben wurden von einem Beauftragten der BASF täglich zweimal dem Belüftungsbecken entnommen und in dem Ammonlabor der BASF untersucht. Demzufolge sind Fehler bei der Entnahme und Untersuchung der Proben ausgeschlossen.

Tabelle 2. Veränderung der Menge der organischen und mineralischen Stoffe im Überschuss-Schlamm während 6tägiger Belüftung im Standversuch.

Zeit h	organische Stoffe in kg Menge	Abbau	Aufbau	mineralische Stoffe in kg Menge	Abnahme	Zunahme
0	415,5			383,5		
		120,7			1	188,7
17	294,8			572,2		
			83,6		49,6	
26	378,4			522,6		
		103,5				36,0
41	274,9			558,1		
			141,3		158,3	
50	416,2			399,8		
			44,3		129,3	
65	460,5			270,5		
			22,0		22,0	
74	482,5			248,5		
		3,8				20,8
89	478,7			269,3		
		18,2				1,2
98	460,5			270,5		
			18,2		1,2	
103	478,7			269,3		
		18,2				1,2
122	460,5			270,5		
		35,1				13,2
137	425,4			283,6		
			4,7		8,5	
146	430,1			274,9		
Bilanz		-299,5	+314,10		-368,9	+261,0
			+ 14,6 kg			- 107,9 kg

5. *Die Auswirkung des beim bakteriellen Stoffwechsel entstehenden Kohlendioxids auf den zu entseuchenden Schlamm*

Bei der biologischen Oxidation von 1 g Kohlenstoff entstehen 44,011 : 12,011 = 3,6642 g CO_2. Dieses Stoffwechselprodukt wird – wie die Wärme – an das Schlammwasser abgegeben. Da sich ein Teil davon im Wasser löst, wird das Kalk- Kohlensäure-Gleichgewicht des Schlammwassers gestört und sein pH-Wert angehoben. Je nach Dauer der Belüftungszeit und Gehalt des Wassers an gelösten Ca-Ionen könnte dieser auf $8{,}3 < pH < 8{,}6$ erhöht werden. Bei der submersen Belüftung des Überschuss-Schlammes aus der Versuchsanlage der BASF wurde der pH in 50 h von 6,9 auf 8,2 erhöht. Bei der submersen Umwälzbelüftung anderer Substrate mit grossem Gehalt an organischen Stoffen wurde der pH-Wert bis auf 8,6 angehoben.
Zusammenfassend kann also festgestellt werden, dass der durch die submerse Umwälzbelüftung bewirkte bakterielle Stoffwechsel zu einer Selbsterwärmung des Abwasserschlammes und zu der Erhöhung seines pH-Wertes führt. Beide Vorgänge begünstigen die völlige Abtötung aller pathogenen Organismen und Keime ohne Gefahr ihrer Rückbildung.

6. *Die geeigneten Belüftungsgeräte für Abwasserschlamm*

Die aeroben Bakterien entnehmen dem sie umgebenden Substrat ausser den hydrolisierten organischen Molekülen auch die für die Durchführung ihres intrazellularen Stoffwechsels notwendige Sauerstoffmenge. Da also dem Substrat dauernd der darin gelöste Sauerstoff entzogen wird, muss dieser ständig durch die Zufuhr von Luftsauerstoff ersetzt werden.
In Substraten mit grossen Gehalten an biologisch abbaubaren Stoffen, die viel Sauerstoff verbrauchen, kann der aerobe Stoffwechsel nur dann aufrechterhalten werden, wenn diesen laufend ausreichende Mengen von Luftsauerstoff submers zugeführt werden und die Aerobier sehr häufig und genügend lange mit den abzubauenden Stoffen in engen Kontakt gebracht werden. Deshalb muss das zu entseuchende Substrat auf eine solche Weise belüftet und innig durchmischt werden, dass die die biochemischen Reaktionen auslösenden und durchführenden Aerobier in diesem gleichmässig verteilt und stets ausreichend mit Sauerstoff versorgt werden, die Selbsterwärmung des Behälterinhaltes beschleunigt und seine Abkühlung durch Verspritzen des Substrates an der Oberfläche vermieden wird sowie eine kleine Druckänderung in der unmittelbaren Umgebung der Aerobier rhythmisch wiederholt wird. Ein geringer Unterdruck wird sehr wahrscheinlich die Abgabe der Dissimilationsprodukte der Bakterien an die Umgebung günstig beeinflussen, und eine nachfolgende Druckerhöhung dürfte den Transport von Sauerstoff und hydrolisierten Molekülen in das Innere der Zelle unterstützen. Da submerse Umwälzbelüfter diese Anforderungen in jeder Hinsicht erfüllen, können diese auch mit gutem Erfolg für die submerse Anreicherung von hochkonzentrierten Substraten mit Luftsauerstoff verwendet werden.
In die sehr grossen, durch den Rotor des Umwälzbelüfters mechanisch umgewälzten Substratmengen wird über das Saugrohr Luft hineingezogen und feinblasig in dem Förderstrom verteilt. Dadurch entstehen grosse Grenzflächen zwischen den kleine Luftblasen, die von sauerstoffgesättigten Flüssigkeitsfilmen mit den darin eingeschlossenen stark sauerstoffzehrenden Bakterien eingehüllt sind. Durch ihren innigen Kontakt mit den stets sauerstoffgesättigten Luftblasenfilmen wird die Sauerstoffversorgung der Zelle gewährleistet und ihr Stoffwechsel gefördert. Dieses beweist die Feststoff- und Wärmebilanz der Tabelle 2.
Die sehr rege Stoffwechseltätigkeit der Bakterien, die aus dieser Tabelle abgeleitet werden kann, beweist aber auch, dass submerse Umwälzbelüftung den bakteriellen Stoffwechsel in jeder Hinsicht fördert.

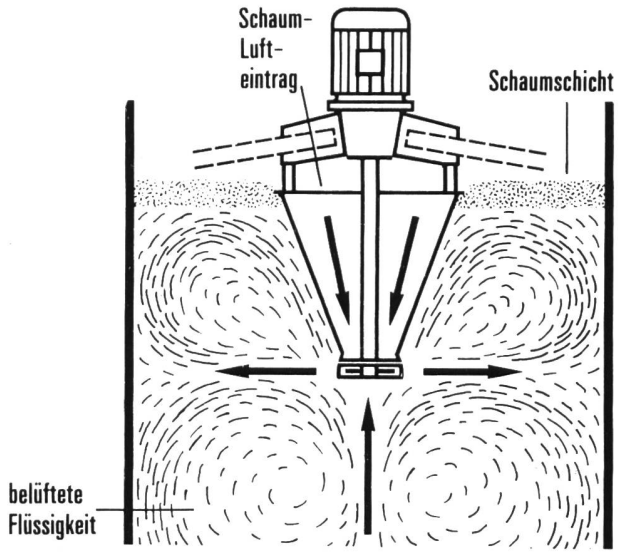

Bild 3. Submerser Umwälzbelüfter mit schaumabsaugendem Saugrohr.

7. *Die bei der Belüftung von Abwasserschlamm entstehenden Schaummengen*

Infolge des sehr innigen Kontaktes zwischen den im Abwasserschlamm suspendierten Stoffen und den Luftblasen wird deren Flotation ausserordentlich stark gefördert. Während der ganzen Belüftung wird ein Schaum gebildet, der je nach der Länge der Belüftungsperiode Feststoffgehalte von 4 bis 6,8% haben kann. Dieser Schaum muss ständig beseitigt werden. Bei dem in Bild 3 gekennzeichneten submersen Umwälzbelüfter wird der Schaum durch das trichterförmig ausgebildete Saugrohr zusammen mit der Luft angesogen und durch den unter dem Saugrohr angeordneten Rotor wieder in den Abwasserschlamm eingerührt. Andere submerse Umwälzbelüfter benötigen rotierende Schaumzerstörer, die den Schaum zerschlagen und ihn wieder mit dem Beckeninhalt vermischen.

8. *Die nachgewiesene Entseuchung von Abwasserschlamm und Flüssigmist mit Hilfe der submersen Umwälzbelüftung*

Die mit submerser Umwälzbelüftung erzielbare Entseuchung von Abwasserschlamm und Flüssigmist wurde von Prof. *Strauch* und Mitarbeitern eingehend untersucht. Die Ergebnisse sind in der Berliner und Münchner Tierärztlichen Wochenschrift veröffentlicht. Die von Prof. Strauch ausgearbeitete Zusammenfassung der Forschungsergebnisse ist nachfolgend wiederholt.
1. Mitteilung: Das Umwälzbelüftungsverfahren eignet sich zur Desodorisierung grosser Mengen von Flüssigmist. Durch die stattfindenden exothermen Prozesse ist auch eine Einsatzmöglichkeit für Zwecke der Desinfektion tierischer Exkremente und kommunaler Abfälle zu erwarten. Das Verfahren wird in seiner Funktion beschrieben und die bisher vorliegenden hygienischen Untersuchungen werden besprochen.

2. Mitteilung: In Schweineflüssigmist werden durch die Umwälzbelüftung Salmonellen unter folgenden Bedingungen abgetötet: 10 Stunden Belüftung bei pH 8,5 nach Erreichen von mindestens 40 °C oder 8 Stunden Belüftung bei pH 8,5 nach Erreichen von mindestens 45 °C.

3. Mitteilung: In Rinderflüssigmist werden durch die Umwälzbelüftung Salmonellen unter folgenden Bedingungen abgetötet: 48 Stunden Belüftung bei pH 8,7 nach Erreichen von mindestens 45 °C oder 2 Stunden Belüftung bei pH 9,0 nach Erreichen von mindestens 50 °C. Treten bei Rinderflüssigmist Schwierigkeiten beim Erreichen der geforderten pH-Werte auf, dann kann durch Zusatz eines Eiweissträgers die Mikroflora zur Verbesserung ihres Stoffwechsels angeregt und eine Steigerung von Temperatur und pH-Wert bewirkt werden.

4. Mitteilung: In kommunalem Frischschlamm werden durch die Umwälzbelüftung Salmonellen unter folgenden Bedingungen abgetötet: 48 Stunden Belüftung bei pH 8,7 nach Erreichen von mindestens 40 °C oder 10 Stunden Belüftung bei pH 8,5 nach Erreichen von mindestens 45 °C. Liegt bei Beginn der Belüftung der pH-Wert unter 7,0, kann durch Zusatz von Eiweisskonzentraten ein Anstieg in den notwendigen höheren alkalischen Bereich bewirkt werden.

5. Mitteilung: Es wurden Versuche mit Schweinegülle und Klärschlamm durchgeführt, die zum Ziel hatten, die hygienische Aufbereitungskapazität des Umwälzbelüftungssystems nach *Fuchs* gegenüber mit Vermehrungsstadien von Parasiten verseuchten Substraten zu überprüfen. Als Behältnisse für die aus Askaridenweibchen entnommenen Eier dienten Perlongazebeutel von 28 µm Maschenweite. Während des Versuchsablaufs wurden in bestimmtem Rhythmus Stichproben gezogen und unter optimalen Bedingungen bebrütet. Die Schädigungsrate der Eier wurde anhand von Entwicklungskontrollen und Tierversuchen ermittelt. Die Askarideneier erweisen sich anfänglich als sehr resistent und erst bei Temperaturen von 52,5 °C bis 53 °C in Schweinegülle und bei 50 °C bis 54 °C in Klärschlamm war das Eiplasma irreversibel blasig degeneriert und zerstört. Der pH-Wert hatte keinen entscheidenden Einfluss auf die Überlebens- und Entwicklungsfähigkeit der Askarideneier.

6. Mitteilung: In Schweineflüssigmist wurde durch die Umwälzbelüftung der Stamm eines bovinen Enterovis aus der Gruppe der Picorna-Viren unter folgenden Bedingungen inaktiviert:

1. bei pH 6,6 30 Stunden Belüftung bei Temperaturen bis 48 °C als frei suspendiertes Virus und 47 Stunden Belüftung bis 59 °C in Ampullen eingesiegelt.
2. bei pH 9,2 22 Stunden Belüftung bis 30 °C frei suspendiert und 50 Stunden belüftet bis 59 °C in Ampullen eingesiegelt.

Weitere Untersuchungen mit anderen Viren, unter anderem dem der MKS, sind geplant.

Zusammenfassend stellte Prof. Straub fest, dass nur mit Hilfe der submersen Umwälzbelüftung die Randbedingungen für eine Entseuchung von Abwasserschlämmen und Flüssigmist geschaffen werden können. Dieses Belüftungsverfahren fördert die keimabtötenden Wirkungen wie Selbsterwärmung und pH-Wertveränderung durch die häufigen, innigen und genügend langen Kontakte zwischen den Aerobiern und den biologisch zu oxidierenden Stoffen sowie den submers in das Substrat eingetragenen Luftsauerstoff durch die sehr intensive und zweckmässige mechanische Durchmischung des gesamten Behälterinhalts.

Gleichartige Ergebnisse erzielte die EAWAG bei den von ihr im Auftrage des Bundesamtes für Umweltschutz in Zusammenarbeit mit Prof. *Hess* im Jahre 1978 in Dübendorf durchgeführten Versuchen zur Stabilisierung von Abwasserschlamm mit einem von der Firma Alfa in Rheinfelden zur Verfügung gestellten Umwälzbelüfter. Die Ergebnisse wurden in einem Bericht «Klärschlammstabilisierung und Hygienisierung/Umwälzbelüfter» von Dr. *Obrist,* EAWAG, zusammengefasst.

Die Ergebnisse des selbst durchgeführten Versuches lassen darüber hinaus erkennen, dass bei den für die Entseuchung der Abwasserschlämme notwendigen submersen Belüftungszeiten ihr Gehalt an organischen Stoffen nicht vermindert wird, sondern gleich bleibt oder sogar noch etwas grösser wird. Diese Ergebnisse bestätigen auch die Versuche der EAWAG, bei denen sehr starke Schwankungen der Gehalte an organischen Stoffen in dem zu behandelnden Schlamm beobachtet wurden. Demzufolge enthält der durch Selbsterwärmung entseuchte Abwasserschlamm auch noch genügend grosse Mengen an organischen Stoffen für einen anschliessenden anaeroben Abbau, bei dem nach den bisherigen Erfahrungen die Schlämme sich nicht wieder rekontaminieren.

Nach den bisherigen Erfahrungen werden für die Entseuchung von Abwasserschlamm submerse Belüftungszeiten von 4 bis 6 Tagen benötigt. In hydraulisch zweckmässig gestalteten Schlammbehältern kann bei der Anwendung von Leistungsdichten von 30 bis 50 W/m³ nutzbarem Raum genügend Luftsauerstoff in das Substrat eingetragen und dieses auch ausreichend mechanisch umgewälzt werden. Für die Entseuchung von 1 m³ Abwasserschlamm werden also 180 bis 300 W elektrische Antriebsenergie benötigt. Für die thermische Entseuchung des Abwasserschlammes werden sehr wahrscheinlich wesentlich grössere Energiemengen benötigt. Ausserdem ist das Verfahren der thermischen Entseuchung wesentlich komplizierter als das der submersen Umwälzbelüftung.

Adresse des Verfassers: Prof. Dr. Ing. habil. *Franz Pöpel,* c/o Mangold, Wasseraufbereitung, Abwassertechnik, Homburgerstrasse 32, 4010 Basel.

Gratulation

Gian Andri Töndury, 1951 bis 1975 Direktor des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes und Redaktor der «Wasser- und Energiewirtschaft», kann am 13. Juli 1981 seinen 70. Geburtstag feiern. Herzlichen Glückwunsch!

Im Namen des SWV *Renzo Lardelli,* 1. Vizepräsident