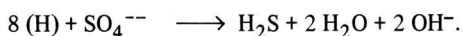


einer unzureichenden Sauerstoffversorgung des Schlammes, aber auch an der Bildung von nicht ständig umspülten Spritzwasserzonen und Schlammablagerungen in den Kanälen.

Die Erfahrung zeigt, daß auch bei relativ langen Verweilzeiten in Belüftungsbecken bzw. im Oxidationsgraben und bei niedriger Schlammbelastung der Stabilisierungsgrad des Flüssigmistes nicht so hoch ist, als daß nicht doch nach längerer Zwischenlagerung beim Ausbringen belästigende Gerüche auftreten können.

Die im belüfteten Flüssigmist vorhandene Biomasse und die unter aeroben Bedingungen nur langsam abbaubare Zellulose wird durch fakultativ oder obligat anaerobe Mikroorganismen zersetzt, wobei die bereits erwähnten, stinkenden Stoffwechselprodukte ("saure Stufe") gebildet werden, die sich im Medium ansammeln und erst dann lästig werden, wenn sie sich durch das Abspülen des Behälters und das Ausbringen verflüchtigen können.

Diese Gärungsprodukte sind zudem gute Wasserstoffdonatoren für die Reduktion von Sulfat oder elementarem Schwefel zu Schwefelwasserstoff:



Im Bedarfsfall ist deshalb eine Nachbelüftung im Stapelbehälter erforderlich, wobei ein Strippen der Geruchsstoffe vermieden werden sollte.

Wenn die aerobe Behandlung heute aus verfahrenstechnischen Gründen auch im Vordergrund steht, so darf nicht vergessen werden, daß auch durch eine anaerobe Behandlung der Flüssigmist sehr nachhaltig geruchsfrei gemacht und stabilisiert werden kann, was jedoch nur unter den Bedingungen der Methanfaulung möglich ist [10]. Die organischen Stoffe des Flüssigmistes werden hierbei in Methan und CO₂ überführt, d.h. stabilisiert, wobei das Methan als Energiequelle genutzt werden kann. Diese Art einer umweltfreundlichen Flüssigmistbehandlung wird in Zukunft sicher wieder an Bedeutung gewinnen, wenn es gelingt, Anlagen zu entwickeln, die kostengünstig und bedienungsfreundlich sind. Zur Verbesserung des Stallklimas läßt sich der Faulschlamm jedoch nicht einsetzen.

Orientierende Versuche zur Kompostierung von Schweinegülle und Stroh

Diskussionsbeitrag von H.G. van Faassen, Haren*)

In Zusammenarbeit mit Kollegen der Versuchsanstalt für die Champignonkultur und des Inst. voor Mechanisatie, Arbeid en Gebouwen (IMAG) wurde die Kompostierung von Gemischen aus Schweinegülle und Stroh untersucht. Unser Ziel war, in einem geruchsfreien Verfahren die Schweinegülle in ein besser zu verwertendes Produkt zu verwandeln. Wir haben versucht, einen Kompost zu erzeugen, der als Champignonsubstrat, Roh-Futter oder zur Verbesserung der Bodenstruktur zu verwenden ist. Bei den zwei erstgenannten Zielen kommt es darauf an, aus dem Ammonium-Stickstoff der Gülle und den Kohlenhydraten des Strohs Eiweiß (Biomasse) zu erzeugen, das für die Ernährung von Champignons bzw. Tieren geeignet ist. Die Versuche sind nur als orientierend zu betrachten.

In unseren Versuchen haben wir gehäckseltes Stroh mit verschiedenen Güllemengen vermischt und nach 4 Tagen zu Mieten von 1 m Höhe und 2 m Breite aufgesetzt. Die Varianten 1 bis 4 enthalten 2000, 4000 und 6000 l Gülle bzw. 4000 l belüftete Gülle

*) Drs. Henderikus G. van Faassen Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Haren (Gr.), Niederlande.

Schrifttum

Bücher sind durch • gekennzeichnet

- [1] •Uhlmann, D.: Hydrobiologie. Stuttgart 1975.
- [2] Staab, K.F. u.a.: Abwasserreinigung bei der industriellen Tierproduktion. Korrespondenz Abwasser Bd. 23 (1976) S. 81.
- [3] •Strauch, D., W. Baader u. C. Tietjen: Abfälle aus der Tierhaltung. Stuttgart: Ulmer 1977.
- [4] Habelt, J.: Geruchsminderung durch Oxidationsgraben. Diss. Univ. Hohenheim, 1977, KTBL-Schrift Nr. 201, im Druck.
- [5] Wolf, P.: Aerobe Schlammstabilisierung — Folgerungen aus den fachlichen Diskussionen in Bad Boll. gwf-Wasser/Abwasser Bd. 115 (1974) S. 283/87.
- [6] Mudrack, K.: Die aerobe Schlammstabilisierung. In: Verwertung und Beseitigung von häuslichen und industriellen Abwasserschlämmen. Herausg. von H. Liebmann. S. 290/314, Bd. 13 der Münchner Beiträge zur Abwasser-, Fischerei- und Flußbiologie. München/Wien: Oldenbourg 1966.
- [7] Koers, D.A. u.a.: Aerobe digestion of waste activated sludge at low temperatures. Journ. Water. Poll. Contr. Federation Bd. 49 (1977) S. 460.
- [8] Weisbrodt, W.: Aerobe Behandlung von Primärschlamm. Stuttgarter Berichte zur Siedlungswasserwirtschaft Bd. 51, München/Wien: Oldenbourg 1974.
- [9] Loll, U.: Stabilisierung hochkonzentrierter organischer Abwässer und Abwasserschlämme durch aerob-thermophile Abbauprozesse. gwf-Wasser/Abwasser Bd. 115 (1974) S. 191/98.
- [10] •Baader, W., D. Bardtke, K. Grabbe u. C. Tietjen: Behandlung tierischer Exkreme. In: Strauch, D., W. Baader u. C. Tietjen: Abfälle aus der Tierhaltung. Stuttgart: Ulmer 1977.

pro Tonne frischen Strohs. Bei der Variante 1 wurden außerdem 1300 l Wasser zugegeben. Die Zusammenstellung der Gülle zeigt Tafel 1.

Nach einer Kompostierungszeit von 8 Tagen, wobei die Mieten am 4. und am 8. Tage umgesetzt wurden, wurde 10 Tage pasteurisiert. Auf dem anfallenden Kompost wurden in üblicher Weise Champignons gezüchtet.

	Gehalt an Trockensubst. %	Gehalt an org. Subst. %	Gesamt-N g/l	NH ₄ -N g/l
unbelüftet	8,0	4,9	8,5	6,6
belüftet	7,0	4,9	4,8	2,3

Tafel 1. Zusammensetzung der Gülle

Zu unseren Ergebnissen folgendes:

1. Die Temperatur, Bild 1, ist am schnellsten gestiegen bei Variante 4 (belüftete Gülle), bis zu 72 °C; etwas langsamer hat Variante 1 eine Temperatur von 70 °C erreicht; bei Variante 2 und besonders Variante 3 ist die Temperatur viel langsamer gestiegen, bis etwa 66 °C.

- Die Wasser- und Trockenmasse-Verluste während der Kompostierung waren in allen Fällen nur gering: 10 bis 20 %. Eine bedeutende Volumenverringering haben wir also nicht erreicht.
- Der organische Stickstoff nahm durch Kompostieren nur wenig zu (Festlegung von Stickstoff in der Biomasse). Die Stickstoff-Verluste nahmen zu mit steigenden Stickstoffmengen (oder mit abnehmendem C/N-Verhältnis) der Varianten, Bild 2. Die Frage interessiert uns, ob bei niedrigeren Temperaturen ein größerer Teil des Stickstoffs in der Biomasse festgelegt wird. Gibt es dazu schon Erfahrungen?
- Nur bei den Varianten 1 und 4 konnten Champignons geerntet werden: 11,6 bzw. 1,2 kg/m², wobei etwa 20 kg/m² üblich sind. Vermutlich enthielt der Kompost noch zuviel Ammonium-Stickstoff. Der Ammonium-Stickstoff bei den Varianten 2 und 3 war so hoch, daß ein Wachstum der Champignons nicht möglich war. Die Ergebnisse von 1 und 4 sind vermutlich zu verbessern durch Zugabe von Gips (CaSO₄) zu dem Kompost (durch bessere Struktur und niedrigere Ammoniumgehalte).

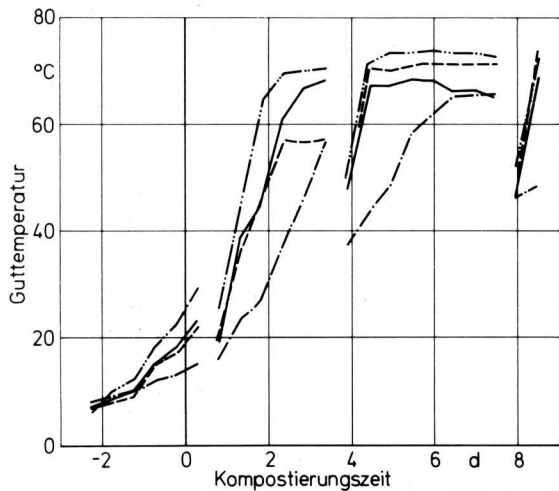


Bild 1. Temperaturverlauf bei der Kompostierung

- Variante 1: 2000 l Flüssigmist je t Stroh
- - - Variante 2: 4000 l Flüssigmist je t Stroh
- · - Variante 3: 6000 l Flüssigmist je t Stroh
- · · - Variante 4: 4000 l belüfteter Flüssigmist je t Stroh

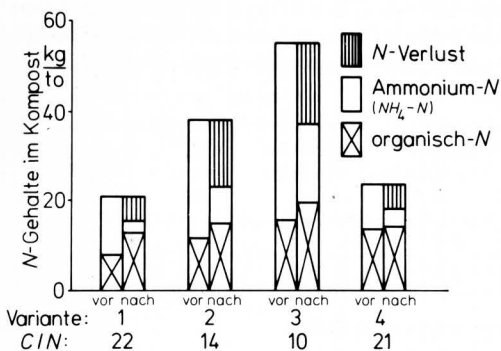


Bild 2. Stickstoffbilanz der Kompostierung.

- Variante 1: 2000 l Flüssigmist je t Stroh
- Variante 2: 4000 l Flüssigmist je t Stroh
- Variante 3: 6000 l Flüssigmist je t Stroh
- Variante 4: 4000 l belüfteter Flüssigmist je t Stroh

Belüftung von Schweinegülle in Fermentern zur Biomassegewinnung

Diskussionsbeitrag von H.G. van Faassen, Haren

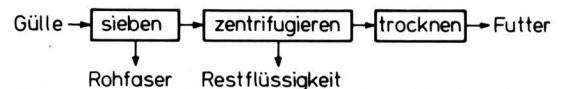
Belüftung von Schweinegülle mit der Einzellerproteingewinnung als Hauptziel ist unserer Meinung nach aus folgenden Gründen nicht wirtschaftlich möglich:

- Das C/N-Verhältnis der Gülle, etwa 3 bis 8, ist zu klein, wobei das Verhältnis zwischen verfügbarem Kohlenstoff und verfügbarem Stickstoff noch niedriger liegt. Schweinegülle enthält also zu wenig C oder zuviel N für eine optimale Biomassegewinnung.
- Meistens sind billige Zuschläge nicht verfügbar, um das C/N-Verhältnis zu verbessern. Ohne Zuschläge bleibt bei der Erzeugung und Abtrennung einer maximalen Biomassemenge – bei einer Verweilzeit von einigen Tagen – ein stickstoffreiches Abwasser übrig.
- Es ist möglich, den Stickstoff-Überschuß durch die Prozesse der Nitrifikation und Denitrifikation zu entfernen. Dann ist aber die Biomassegewinnung geringer, weil die Biomasse bei der Stickstoffumwandlung schon teilweise wieder abgebaut wird.

Deshalb wurde versucht, ein umweltfreundliches Verfahren zu entwickeln, bei dem aus der Gülle ein eiweißhaltiges Futter als Nebenprodukt gewonnen wird und ein weitgehend gereinigtes Abwasser übrig bleibt.

Daneben wurde versucht, eiweißhaltige Stoffe nach dem Absieben der Grobstoffe durch Zentrifugieren direkt aus der Gülle abzutrennen, Bild 1, I. Die Zusammensetzung dieser Feinfraktion war enttäuschend Tafel 1; außerdem zeigte die Verfütterung des getrockneten Materials eine nur geringe Verdaulichkeit.

I. Direkte Eiweißgewinnung



II. Biomassegewinnung durch Belüftung

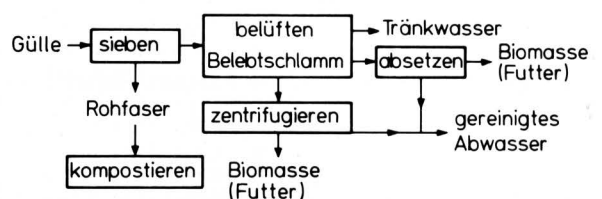


Bild 1. Eiweißgewinnung aus Schweinegülle.

Fraktion	Feuchte Subst.	Trocken Subst.	org. Subst.	Asche	N _{Kjeld.}	P	Cu
Gülle	100	100	100	100	100	100	100
Grobstoffe (>180 μm)	18	42	49	23	16	20	13
Feinstoffe (<180 μm)	6	22	16	38	15	59	15
Restflüssigkeit	76	37	36	39	69	20	72

Tafel 1. Verteilung von Inhaltsstoffen (%) auf Fraktionen einer Schweinegülle mit einem Trockenmassegehalt von 9,9 %.

Schematisch ist auf Bild 1 unter II angegeben, auf welche Weise Biomassegewinnung durch Belüftung von Schweinegülle möglich ist. Die Biomassegewinnung ist unter anderem abhängig von der Verweilzeit im Belebtschlammssystem. Wenn wir den N-Überschuss völlig entfernen wollen, ist dadurch die minimale Verweilzeit im System bestimmt. Die Nitrifikation ist nämlich ein langsamerer Prozeß als die Biomassesynthese der heterotrophen Bakterien. In Laborfermentern mit ein bis zwölf Litern Belebtschlamm wurde gesiebte Schweinegülle mit Verweilzeiten von 5 bis 65 Tagen belüftet. Täglich einmal oder mehrmals wurde Schweinegülle zugeführt, nachdem eine gleiche Menge dem Fermentergemisch entnommen war. Die Belüftung und die Rührgeschwindigkeit wurden der Verweilzeit angepaßt, um einer Überbelüftung (und Nitratbildung) vorzubeugen.

Bei kurzer Verweilzeit wird ein Höchstwert der zu gewinnenden Biomasse angestrebt. Bei längerer Verweilzeit stehen als Ziele die geruchsfreie Lagerung (über längere Zeit), Volumenverringern und Wiedergewinnung von Phosphat und vielleicht Kupfer im Vordergrund.

Über unsere Ergebnisse ist folgendes zu sagen:

1. Meistens nimmt der Gehalt an organisch gebundenem Stickstoff durch die Behandlung ab. Bei längeren Verweilzeiten und/oder niedrigem C/N-Verhältnis der Gülle geht bis etwa 80 % des Gesamt-Stickstoffs durch Nitrifikation-Denitrifikation verloren. Eine diskontinuierliche Belüftung ist erforderlich, um Nitrit- und Nitratanhäufung zu vermeiden und eine Verwertung als "Tränkwasser" möglich zu machen.
2. Nur bei Verweilzeiten unter 7 Tagen war eine Zunahme des organisch gebundenen Stickstoffs festzustellen. Es ist dabei vielleicht besser, die Gülle kontinuierlich zuzugeben, um einer Hemmung der Nitritbildung vorzubeugen. Eine Ausführung mit zwei Gefäßen, **Bild 2**, das eine belüftet und das andere unbelüftet, macht höhere Geschwindigkeiten der Nitritbildung möglich, ohne daß sich zuviel Nitrit anhäuft. Die Gülle wird für die Denitrifikation dem unbelüfteten Gefäß zugeführt. In dem belüfteten Gefäß wird ein meßbarer Sauerstoffgehalt eingehalten, um die Biosynthese und die Nitrifikation zu fördern. Einige vorläufige Zahlen dieses Systems, das noch untersucht wird, zeigt die **Tafel 2**. Wichtig ist in diesem System, daß sich im Belüftungsgefäß nicht zuviel Nitrit anhäuft und der pH-Wert konstant etwas über 7 bleibt. So kann die Nitrifikation ungehemmt vollständig ablaufen, auch bei kurzen Verweilzeiten.
3. Eine Übersicht unserer Ergebnisse, letztgenanntes System nicht berücksichtigt, zeigen die Bilanzen des Chemischen Sauerstoffbedarfs und des Stickstoffs, **Tafel 3**. Vermutlich bleiben der Chemische Sauerstoffbedarf und der Stickstoffgehalt der gereinigten Flüssigkeit bei kürzeren Verweilzeiten etwas höher als bei längeren. Das bedeutet eine Abnahme der Klärung bei einer zunehmenden Biomassegewinnung.
4. In unseren Versuchen wurden 80 bis 95 % des Phosphats der Gülle zusammen mit der Biomasse abgetrennt. Aus dem Kupfergehalt der Biomasse läßt sich schließen, daß Kupfer größtenteils mit der Biomasse abgetrennt wird.

Schließlich zeigt **Tafel 4** die Zusammensetzung einer aus Schweinegülle gewonnenen Biomasse. Diese Biomasse wurde im 150-Liter-Maßstab produziert. Die Verweilzeit war dabei etwa 40 Tage, bedingt durch einen mangelhaften Lufteintrag. Zum Vergleich ist die Zusammensetzung der Feinfraktion angegeben, die nach vorherigem Absieben der Faserfraktion durch Zentrifugieren direkt aus der Gülle gewonnen wurde.

Die Biomasse enthält mehr Eiweiß und weniger Asche als die Feinfraktion. Beide enthalten viel Phosphat (überwiegend Calciumphosphat) und haben einen hohen Kupfergehalt.

Die Verdaulichkeit der organischen Stoffe der Biomasse in Versuchen mit Ratten und Küken war leider sehr gering. Die Verdaulichkeit des Roh-Eiweißes der Biomasse betrug dagegen etwa 60 %. Eine Verbesserung der Verdaulichkeit ist darum Voraussetzung für eine Verwertung der Biomasse als Futterkomponente.

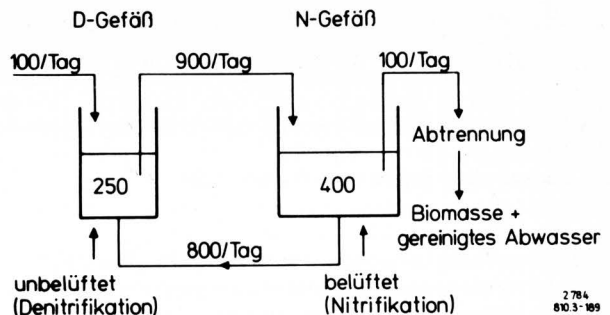


Bild 2. Zweigefäßversuch zur Nitrifikation und Denitrifikation.

	Konzentrationen			pH-Wert	Redox-Potential ¹⁾ mV
	NH ₄ -N mg/l	NO ₂ -N mg/l	NO ₃ -N mg/l		
Gülle	5100	0	0	8,8	
Denitrif.-gefäß	570	0	0	8,8	-150 bis -350
Nitrifik.-gefäß	≤ 30	≈ 350	< 10	7,2	≈ + 75

¹⁾Kalomel-Elektrode

Tafel 2. Ergebnisse eines Zweigefäßversuches nach Bild 2.

	CSB-Bilanz %	N-Bilanz %
Biomasse	35-55	17-50
gereinigtes Abwasser	3-10	1- 7
abgebaut/entfernt	35-55	40-80

Tafel 3. Bilanzen der Eingefäßversuche zur Belüftung Verweilzeit 5-65 Tage.

	Biomasse	Feinfraktion der Gülle (<180 µm)
Asche	35	50
Nkjeldahl	4,8	3,8
NH ₄ -N	-	2,2
Roheiweiß	30	9,8
Aminosäuren	18	7,7
Rohfett	4,2	4,2
Rohzellstoff	11	19
Kohlenhydrate (Rest)	20	15
Ca	5,6	7,3
P	4,1	6,7
Na	0,75	-
Cl	0,55	-
Cu	ca. 1000 mg/kg	ca. 700 mg/kg

Tafel 4. Zusammensetzung (% der Trockenmasse) einer aus Schweinegülle gewonnenen Biomasse und der Feinfraktion einer Schweinegülle.

Diskussion

Nach den Referaten *Thaer, Daucher, Reuß/Gnieser des Kolloquiums.*

Stark gekürzt wiedergegeben von Rudolf Thaer.

Zum Referat *Reuß/Gnieser* wurde von Prof. *Rehm*, Münster, bemerkt, daß bei den Belüftungssystemen, die gegenwärtig in der Landwirtschaft angewandt werden, im Substrat gleichzeitig oder hintereinander sehr unterschiedliche Mikroorganismen-Zustände auftreten, daß Mikroorganismen, die sich in der logarithmischen Wachstumsphase befinden, in Zonen geraten, in denen sie in die Ruhephase übergehen, und auch Zonen mit Anaerobier-Wirkung vorhanden sind.

Reuß äußerte dazu, daß die Modellierung eines so komplexen Systems, wie es *Rehm* eben geschildert hat, letztlich nicht möglich ist. Man sollte seine Anstrengung lieber darauf richten, Reaktoren mit klaren Verhältnissen zu schaffen, wie sie ein durchmischter Rührkessel darstellt.

Gnieser ergänzte in der Richtung, daß die von ihm verwendeten Blasensäulen mit $k_L a$ -Werten von 50–180 h⁻¹ Hochleistungsgeräte darstellen und sich schon dadurch grundsätzlich von den Flüssigmist-Belüftungsgeräten unterscheiden, die mit sehr viel geringerer Energiedichte arbeiten. Überdies wird bei deren Einsatz der Sauerstoffeintrag durch den höheren Trockenmassegehalt des Substrates noch weiter herabgesetzt. In dem Referat ging es aber um das Prinzip der Modellierung.

Thaer und Dr. *Loll*, Darmstadt, bezweifelten, daß das gezeigte Modell gegenwärtig in der Landwirtschaft durchsetzbar ist, weil der ideal durchmischte Rührkessel zuviel Energie verlangt.

Prof. *Pöpel*, Stuttgart, wies darauf hin, daß entgegen vieler ihm zugeschriebener Zitate die Energiedichte, bei der ein Behälterinhalt gut umgewälzt und belüftet wird, nicht konstant ist, sondern von der Form des Behälters abhängt. In hydraulisch ungünstig gestalteten Behältern kann aufgrund der Versuche in einem Schlammstapelbehälter von 7,5 m ϕ und 7,3 m Fülltiefe der Kläranlage Solothurn-Emme bei einer Energiedichte von 67 W/m³ noch eine gute Umwälzung, d.h. eine gleichmäßige Verteilung der Feststoffe in dem ganzen Behälterinhalt erzielt werden. Der bei den Versuchen verwendete submerse Saugbelüfter, ein Rotationsbegaser, tauchte 1,10 m tief in das Abwasser ein. Dessen Feststoffgehalt wurde in 6 nacheinander durchgeführten Versuchsreihen von 1,72 g/l auf 3,6 g/l gesteigert. Die in verschiedenen Tiefen gemessenen Strömungsgeschwindigkeiten lagen im Mittel bei 23 cm/s mit einer Standardabweichung von nur 0,8 cm/s. In hydraulisch günstigen Behältern, bei denen die Seitenlänge doppelt so groß ist wie die Fülltiefe, kann die Energiedichte auf 30 bis 40 W/m³ oder vielleicht sogar noch mehr eingeschränkt werden. Die Kanäle der Umlaufbelebungsbecken werden zweckmäßig mit einer Geschwindigkeit von 50 cm/s durchflossen. Bei dieser Ablagerungen auf der Sohle verhindernden Grenzgeschwindigkeit muß aber auch die für den Stoffwechsel der belebten Substanz erforderliche Sauerstoffmenge eingetragen werden. Normal verschmutzte Abwässer können in gut dimensionierten Umlaufbelebungsbecken bei der Anwendung von Energiedichten von 15 bis 30 W/m³ mit Rotationsbegasern ausreichend belüftet und umgewälzt werden.

Auch *Daucher* warnte davor, die Energiedichte unabhängig von den geometrischen Verhältnissen als Kriterium zu verwenden. Es kommt sehr darauf an, an welcher Stelle des Behälters Energie effektiv wird. Wichtig sind die Flüssigkeitsgeschwindigkeiten an den Stellen, an denen die Gefahr des Absetzens besteht. Deshalb sind Belüftungssysteme im Vorteil, die in Bodennähe arbeiten und nicht nur an der Oberfläche herumplätschern. Die Strahldüse erzeugt am Boden hohe Geschwindigkeit bei weitaus niedrigerer mittlerer Geschwindigkeit. In der Betriebskläranlage genügte zur Vermeidung von Ablagerungen eine mittlere Geschwindigkeit unter 20 cm/s.

Dr. *Grabbe*, Völkenrode, wandte bezüglich der Modellierung der Versuche von *Reuß u. Gnieser* ein, daß im Hinblick auf die Stabilisierung von Flüssigmist nicht nur die gelösten organischen Verbindungen betrachtet werden müssen, sondern auch die in viel größeren Mengen vorhandenen hochmolekularen Fraktionen. Diese sind in kurzer Zeit nicht abbaubar. Daher ist der sauerstofflimitierte Substratumsatz nicht unbedingt als Regelgröße wünschenswert. Man könnte auch die substratlimitierte Biomassebildung anstreben, um Geruchsentwicklungen durch autolytische Prozesse zu mindern. In diesem Zusammenhang sei auf die Schlüsselstellung des Stickstoffumsatzes verwiesen.

Dem wurde von *Reuß* geantwortet, daß die Modellierung nicht auf die Optimierung des Sauerstoffeintrages beschränkt ist, sondern das Modell soll Sauerstoffgehalt und Abbaugeschwindigkeit einander zuordnen. Wie der Prozeß danach geregelt wird, ist eine spezielle Frage der jeweiligen Aufgabe.

Prof. *Wagner*, Stöckheim, vertrat die Auffassung, daß die Konzentration an gelöstem Kohlenstoff auch dann als Regelgröße zu verwenden ist, wenn der Feststoffanteil die Zielgröße darstellt; denn in der Geschwindigkeitskonstanten des Abbaues wird es zwischen gelöstem Anteil und Feststoffanteil sicherlich eine Relation geben, ungefähr in der Größenordnung einer Zehnerpotenz.

Dr. *Simons*, Bonn, sprach die Berücksichtigung des Erhaltungstoffwechsels im Referat *Reuß/Gnieser* an, der dort proportional der Zellkonzentration angesetzt war. Bei Mikroorganismen-Verweilzeiten von ca. 30 h, wie sie angeführt wurden, ist dies angängig. Bei Verweilzeiten von mehreren Wochen, wie sie in der Flüssigmistbehandlung üblich sind, muß aber die Lebensfähigkeit der Mikroorganismen in Betracht gezogen werden. Es sind dann die Konstanten für Erhaltungstoffwechsel und endogene Atmung nur auf die aktive Zellmasse zu beziehen, nicht auf die Gesamtzellmasse.

Reuß sagte dazu, daß derartige Modelle mit Unterscheidung von aktiver und inaktiver Zellmasse existieren. Man erhält eine immense Zahl von Parametern. Es ist auch schon mit quadratischen Ausdrücken für die Zellkonzentration gearbeitet worden, manchmal mit Erfolg. Man sollte die Bedeutung der kinetischen Ausdrücke nicht überschätzen. Er sprach von "Formalkinetik": Es werden verschiedene Ansätze aufgestellt, auf ihre Bewährung getestet und nötigenfalls modifiziert.

Der Auffassung von Dipl.-Ing. *Nebiker*, Sissach, daß Oberflächenbelüftung und Druckbelüftung vom Prinzip her nicht geeignet seien, eine Selbsterwärmung hervorzurufen, entgegnete *Loll*, daß er mit Blasenbelüftung schon mehrfach eine Selbsterwärmung erreicht habe. Mit derartigen Systemen ist die Selbsterwärmung aber nicht so gut zu erreichen, wie mit submersen Saugbelüftern, weil bei diesen die Luftverhältnisse günstiger sind und sie als schnell umlaufende Geräte einen besseren Austausch der Grenzflächen hervorrufen.

Baader wies darauf hin, daß es sich bei der gezeigten Ausführung der Strahldüse für ein Becken von 250 m³ um ganz andere Dimensionen handelt, woraufhin *Daucher* ergänzte, daß die Strahldüse eine Anschlußleistung von 15 kW besitzt und bei einer Wassertiefe von 5 bis 6 m 20 bis 30 kg Sauerstoff/h in Reinwasser einträgt. Zu der von Prof. *Bischofsberger*, München, angesprochenen Verstopfungsgefahr wurde von *Daucher* bemerkt, daß die Düse einen Durchmesser von 40 mm besitzt und deshalb bei Schweinegülle eine vorherige Absiebung zu empfehlen sei, wenn die Gülle größere Partikel enthält.

Wagner bestätigte die guten Eigenschaften der Strahldüse hinsichtlich Sauerstoffeintrag und Substratabnahmerate. Allerdings muß die Strahldüse für den jeweiligen Anwendungsfall vorher über längere Zeit erprobt werden. In Stöckheim wurde sie in zwei verschiedenen Reinkulturen eingesetzt. Die eine vertrat die ständige intensive Phasengrenzflächen-Erneuerung innerhalb des Impuls-Austauschraumes der Strahldüse ausgezeichnet, die andere dagegen nicht. Für Mischkulturen liegen dort noch keine Erfahrungen vor. Mit ihnen muß man über eine längere Zeit arbeiten, um ein stabiles biologisches System zu erhalten.

Die Frage von *Rehm* über die Bestimmung der Sauerstoffzufuhr mit der mehrfach genannten Sulfitmethode in Flüssigmist bei Temperaturen von 50–60 °C wurde von *Thaer* folgendermaßen beantwortet: Die Sulfitmethode wurde in Völknerode nur bei Reinwasser angewandt. Sonst wurde die Sauerstoffanreicherungsrate unter Beachtung der Atmungsaktivität zur Bestimmung des Sauerstoffeintrages benutzt. Außerdem wurden nach Versuchen von *Wolfermann* und nach eigenen Versuchen Sauerstoffzufuhrwerte aus der Substraterwärmung errechnet, die ja unter Beachtung der Wärmeverluste in ein festes Verhältnis zur Sauerstoffaufnahme gebracht werden kann. In gleicher Weise ist *Sneath* in England vorgegangen. Er hat außerdem die CSB-Abnahme benutzt. Bei diesen Rechnungen haben sich die im Säulendiagramm des Referates *Thaer* aufgeführten hohen Werte ergeben, für die die Erklärung noch aussteht.

Diskussion

Nach den Referaten *Schuchardt*, *Niese* und *van Faassen* des Kolloquiums.

Stark gekürzt wiedergegeben von Frank Schuchardt.

Nebiker fragte sich, ob in der Landwirtschaft als Maßstab der BSB₅ verwendet werden sollte. Der biologische Sauerstoffbedarf als Meßgröße des Rotteverlaufes scheint ihm etwas zu fiktiv in der Landwirtschaft. Er möchte deshalb vorschlagen, den Anteil des organisch gebundenen Stickstoffs am Gesamtstickstoff anzugeben, zur Kennzeichnung für den Stand der Rotte und des Rotteerfolges.

Niese sagte zum Bereich der Müllkompostierung, daß dort andere Verhältnisse als in der Güllewirtschaft vorliegen. Bei einer Mietenkompostierung mit einer nicht durch Belüftung besonders forcierten Rotte ist der Stickstoffverlust nicht hoch oder er bleibt gleich Null. Beim Müllkompost ist der Stickstoffgehalt der Trockenmasse mit 0,4 bis 0,5 % sehr niedrig. Aus diesem Grunde ist der Müllkompost auch nie als Dünger anerkannt worden, sondern er ist ein Bodenverbesserungsmittel mit einem bestimmten Gehalt an Dauerhumusstoffen oder an Nährhumus. Es sei kein Anspruch erhoben worden, durch Müllkompost ganz erhebliche Ertragssteigerungen aufgrund der Stickstoffgehalte zu gewinnen.

Dr. *Tietjen*, Völknerode, verglich die Gülle mit dem Müllkompost und erklärte, daß im Müllkompost der organische Stickstoff von Anfang an vorhanden sei. Bei Müllkompost handelt es sich um ein Material, welches über die Jahre wirkt und bei der unbehandelten Gülle handelt es sich um ein Material, welches sofort wirkt, weil der Stickstoff in der Gülle zu etwa 30 bis 60 % in pflanzenaufnehmbarer Form vorliegt. Das ist auch der Stickstoffanteil, der bei der Belüftung flüchtig ist und entweicht. Es sei nicht zu erwarten, daß man mit der zugeführten Gülle, wenn sie stark belüftet würde, sofort einen Ertragseffekt beobachten könne, sondern man müsse warten, bis der organisch gebundene und der zurückgebliebene Stickstoff mineralisiert und pflanzenverfügbar sei. *Tietjen* stimmte *Nebiker* zu, daß bei der Behandlung von Flüssigmist angestrebt werden sollte, den in der Gülle in flüchtiger Form vorliegenden Stickstoff organisch zu binden, damit er nicht entweicht. Es seien auch *Nebikers* Überlegungen gewesen, wenn er C-haltige Substanz zugesetzt habe in dem Versuch, diesen Pflanzen und Mikroorganismen verfügbaren Stickstoffanteil organisch zu binden. So könne er nicht verloren gehen und werde auf der Ackerfläche im Laufe der Vegetationszeit und im Laufe der geeigneten Umsatzbedingungen durch die Mineralisierung frei und als langsam fließende Stickstoffquelle der Pflanze angeboten.

Grabbe stimmte *Tietjen* zu und führte weiter aus: So verlockend die Aussicht ist, daß man verfügbaren Stickstoff, mobilen Stickstoff, bei solchen Flüssigfermentationen über die Biomasse bilden könnte, so aussichtslos erscheint mir dieses Unternehmen; einfach aus der Überlegung heraus, daß wir es hier mit zwei Stofffraktionen zu tun haben. Einmal ist das der Kohlenstoff, der relativ schwer verfügbar ist in den höher molekularen Fraktionen, und das Ammoniak, das doch an sich sehr leicht freigesetzt wird aus der organischen Substanz. Wir bekommen natürlich Biomassebildung in der ersten Phase der Flüssigfermentation, aber wir können in die Kulmination der mikrobiellen Tätigkeit keine Stagnation hineinbringen. In dem Moment, wo die leicht verfügbaren Kohlenstoffreserven zusammen mit dem verfügbaren Stickstoff erschöpft sind, kippt die Biomasse sofort um und geht in Autolyse über. Wir haben kein stabilisierendes System mehr, so daß ich auf dem Standpunkt stehe, daß eine Förderung der Biomasse in solchen Systemen gleichbedeutend mit einer Förderung der Instabilität solcher Materialien und keineswegs der Stabilität ist.

Notizen aus Forschung, Lehre, Industrie und Wirtschaft

Prof. Dr.-Ing. H.J. Matthies zum Rektor der Technischen Universität Braunschweig gewählt.

Am 28.1.1978 hat das Konzil der Technischen Universität Braunschweig Herrn Prof. Dr. *Matthies*, Direktor des Instituts für Landmaschinen, zum künftigen Rektor der Technischen Universität Braunschweig gewählt.

Hans Jürgen Matthies wurde am 6. November 1921 in Teterow/Mecklenburg geboren. Nach der Reifeprüfung 1939 praktizierte er in einer Landmaschinenfabrik und Eisengießerei und bei Daimler-Benz in Stuttgart-Untertürkheim. Von Juni 1940 bis Juli 1945 leistete er — zuletzt als Oberleutnant und Batterieführer — Wehrdienst. Während dieser Zeit konnte er bereits zwei Semester Maschinenbau studieren. Im Januar 1946 nahm er sein Studium an der TH Stuttgart wieder auf und schloß es im Juli 1949 mit der Diplomhauptprüfung ab. Seine wissenschaftliche Laufbahn begann er anschließend im Institut für Landmaschinenforschung der FAL in Braunschweig-Völknerode unter Prof. Dr.-Ing. *Georg Segler*. Im Frühjahr 1950 wurde er Assistent an dem von Prof. *Segler* übernommenen Institut für Landmaschinen der Technischen Hochschule Braunschweig. Dort führte er Forschungsarbeiten auf dem Gebiete der Heubelüftung, der Kartoffel- und Gemüsebelüftung, der Gebläsehäcksler und der Raufuttererntemaschinen durch.

Nach seiner Promotion zum Dr.-Ing. trat er 1954 in die Maschinenfabrik Gebrüder Welger, Wolfenbüttel ein, wo er sich mit konstruktiven Entwicklungsaufgaben, Durchführung von Versuchen und organisatorischen Aufgaben befaßte, bis er 1956 Handlungsvollmacht erhielt und als Chefkonstrukteur die Leitung von Entwicklung, Versuch und Konstruktion dieser Firma übertragen bekam.

Im Oktober 1958 folgte *Matthies* einem Ruf als ordentlicher Professor und Institutsdirektor auf den Lehrstuhl für Landmaschinen der Technischen Hochschule Braunschweig. Damit begann eine außerordentlich fruchtbare Tätigkeit in der Lehre und in der Forschung. Die von ihm durchgeführten und betreuten Forschungsarbeiten zeichnen sich durch eine systematische Grundlagenforschung aus. Als Beispiele seien genannt:

- die Methoden zur Berechnung und Gestaltung von Schleppergetrieben,
- die Untersuchungen an hydraulischen Maschinen, die an sorgfältig konzipierten Versuchsständen mit hochentwickelter Meßtechnik solche komplexe Gebiete wie die Reibungsvorgänge zwischen verschiedenen Elementpaarungen und die Ursachen der Geräuschentwicklung behandeln sowie
- die Entwicklung eines Verfahrens zur Wirkungsgradbestimmung an Pumpen und Motoren durch thermodynamische Messungen.