

Bild 3: Die Summe der insgesamt erzeugten Wärmemenge und der zeitliche Verlauf der spezifischen Wärmemenge

Bei der Behandlung des Abwasserschlamms mußte der Behälterinhalt wegen seiner größeren Zähflüssigkeit als Schweinegülle mit dem größeren Umwälzbelüfter umgewälzt und belüftet werden. Selbst wenn dieser den Schlamm mit der doppelten Sauerstoffmenge anreichern würde als die Schweinegülle, was aber nicht erwartet werden kann, so würde doch immer noch 35 bis 50 % des zugeführten Sauerstoffes von den Bakterien verbraucht. Bei zähflüssigen Substraten könnte sehr wahrscheinlich die Umwälzung und Belüftung des Behälterinhaltes durch eine zweckmäßigere Gestaltung der Behälterform verbessert werden. Von den bei den beiden Einzelversuchen erzeugten Wärmemengen wurden nur etwa 5,4 % (Schweinegülle) bis 8,6 % (Abwasserschlamm) für die Erwärmung der Behälterinhalte und der Rest für den Ausgleich der Strahlungsverluste und Verdampfungswärme verbraucht. Würde die Abstrahlung der Wärme durch eine bessere Isolierung der Behälter eingeschränkt, so würden sich die zu behandelnden Substrate schneller auf die optimale Temperatur thermophiler Bakterien von 55 °C erwärmen. Dadurch könnte auch die Reaktionskinetik und der Abbau der organischen Stoffe be-

schleunigt werden. Außerdem könnten in gut isolierten und zweckmäßig geformten Behältern auch Substrate mit geringeren Kohlenstoffgehalten mit Hilfe thermophiler Bakterien gereinigt werden. So würde schon bei der biologischen Oxidation einer Kohlenstoffmenge von 10 g/l eine Wärmemenge von 126,3 kcal/l erzeugt werden können. Davon werden für die Erwärmung des Substrates auf 55 °C etwa 45 kcal/l benötigt. Demzufolge stehen für den Ausgleich der Strahlungsverluste noch 81,3 kcal/l zur Verfügung. Die Isolierung des Behälters könnte sogar so weit verbessert werden, daß ein Teil dieser Wärme für andere Zwecke zurückgewonnen werden könnte.

#### Schrifttum

- [1] PÖPEL, F.: Grundsätzliche Betrachtungen zur geordneten Ablagerung und ihre Probleme. Band 41 Stuttgarter Berichte zur Siedlungswasserwirtschaft, Seite 5 bis 25. Verlag R. Oldenbourg, München 19
- [2] COONEY, C. L., D. I. C. WANG and R. I. MATTELES: Measurement of Heat Evolution and Correlation with Oxygen Consumption during Microbial Growth. Biotechnology and Bioengineering 9 (1968), S. 269—281

## Einsatz des Umwälzbelüfters für die Flüssigmist-Aufbereitung

Walter R ü p r i c h

Max Planck-Institut für Landarbeit und Landtechnik, Bad Kreuznach

### 1. Einführung

Die landwirtschaftlichen Betriebe in der gesamten Welt bevorzugen in zunehmendem Maße Aufstallungsformen für die Nutztiere, die mit wenig oder auch ohne Einstreu bewirtschaftet werden können. Im wesentlichen sind es arbeitswirtschaftliche Gründe, die diese Entwicklung begünstigen. Die Bergung und Einlagerung der voluminösen Einstreu sowie der Transport und das Einstreuen im Stall erfordert einen hohen Arbeitszeitaufwand. Die einstreulosen Haltungsformen werden aber auch von Gewerbebetrieben mit Großbeständen von Legehennen und Mastschweinen fast ausschließlich gebaut. Bei Neueinrichtung von Geflügelställen wird in Westeuropa sowohl für die Legehennen als auch für die Elterntiere, die Mast und die Aufzucht in Käfighaltung bevorzugt. Bodenintensivställe bilden bei Neubauten die Ausnahme. Auch bei der Mastschweine- und Rindviehhaltung finden die Ställe mit Flüssigkot-Produktion zunehmend Verbreitung.

### 2. Verfahren der Dungbehandlung

Die Behandlung der tierischen Exkrememente ohne Einstreu erfordert neue Verfahren für die Entmistung, Lagerung und

Ausfuhr. Zusätzlich ergeben sich verschiedene Probleme, die besonders verstärkt bei Großbeständen und in dicht besiedelten Gegenden auftreten. Der Viehbesatz in der Bundesrepublik hat sich im Jahre 1968/69 mit 90 GV/100 ha LN gegenüber 1935/38 mit 95 GV je 100 ha LN nur geringfügig vermindert. In den Betrieben haben sich aber zum Teil sehr starke Veränderungen ergeben, wobei sowohl die Betriebe ohne Viehhaltung, als auch die Betriebe mit flächenunabhängiger Nutztviehhaltung — Mastschweine und Legehennen — ohne landwirtschaftliche Nutzfläche stark zugenommen haben.

Die deutschen Landwirte waren bekannt für ihre geregelte Stallmistwirtschaft, wobei 1936/38 über Stallung größere Nährstoffmengen dem Boden zugeführt werden als über Mineräldünger [1]. Diese Tradition hat wohl mit dazu beigetragen, daß die Flüssigmist-Verfahren im wesentlichen in Deutschland entwickelt und vervollkommen wurden. Ich verweise hier auf einige Arbeiten, die den Entwicklungsstand im vergangenen Jahrzehnt kennzeichnen [2; 3; 4]. Diese Verfahren gehen davon aus, daß der Flüssigmist als Humus- und Nährstoffdünger auf landwirtschaftlichen Nutzflächen ausgebracht wird. Bei einem ausgewogenen Verhält-

nis von Viehbestand und Nutzfläche bringt die Flüssigmist-Düngung Ertragssteigerungen bei meist gleichzeitiger Verminderung des Mineraldüngeraufwandes. Die Dünggaben betragen in Abhängigkeit von Bodenart, Kulturzustand und Fruchtart 20 bis 60 cbm je Hektar.

Der Flüssigmist-Anfall unterliegt ebenfalls erheblichen Schwankungen, die im wesentlichen durch Tierart, Fütterung und Haltung beeinflusst werden. Im Durchschnitt ist mit folgenden Mengen zu rechnen:

Milchvieh	etwa 45 l/GV/Tag <sup>1)</sup> , davon etwa 60 % Kot
Mastschweine	etwa 40 l/GV/Tag, davon etwa 40 % Kot
Legehennen	etwa 60 l/VG/Tag.

Die Verwertung des Flüssigmistes als Düngemittel ist möglich bis zu einem Viehbesatz von etwa bis zu 3 GV/ha. Die Ausfuhr von größeren Flüssigmist-Mengen auf Ackerland ist vertretbar, wenn die Anwendung in Verbindung mit der Verwertung von Mährescherstroh erfolgt. Daneben ist die Flächenkompostierung in Verbindung mit einer Brache möglich.

Diese aufgeführten Verfahren gelten also für Betriebe, die eine ausreichende Nutzfläche zur Verfügung haben. Diese Flüssigmist-Anwendung kann in den landwirtschaftlichen Betrieben zu Schwierigkeiten führen, da bei den bisher üblichen Verfahren der Verteilung auf Ländereien eine mehr oder weniger intensive Geruchsbelästigung auftritt und das Verfahren in seuchenhygienischer Hinsicht Nachteile gegenüber der Festmistbehandlung zeigt.

Die Zahl der Betriebe, die keine ausreichenden Flächen für die landwirtschaftliche Verwertung des Flüssigmistes zur Verfügung haben, wird durch Spezialisierung der Produktion immer größer. Kot und Harn dieser Tiere, die für den Landwirt noch wertvolle Dungstoffe waren, sind für diese Betriebe unhygienische und leicht in stinkende Fäulnis übergehende Abfälle, die möglichst kostengünstig beseitigt werden müssen. Nach den bisherigen Erfahrungen kann der Flüssigmist durch die Tätigkeit anaerober oder aerober Bakterien stabilisiert werden oder durch den Einsatz geeigneter Geräte entwässert oder getrocknet werden.

In Amerika und England wird der Flüssigmist in Lagunen (Flüssigmist-Teichen) ausgefäult [5]. Bei ausreichender Größe der Teiche und zweckmäßiger Betriebsweise kann wohl die Entstehung von Geruchsbelästigungen eingeschränkt werden. Die mit faulenden Massen gefüllten Lagunen bilden aber immer eine akute Gefahr für das Grundwasser und sind Brutplätze für Ungeziefer. Das gleiche gilt auch für die Deponierung von Hühnerkot aus Käfiganlagen beispielsweise in Steinbrüchen, die zum Teil in Westeuropa angewendet wird.

Flüssigmist kann auch auf aerobem Weg in Oxydationsgräben und runden oder viereckigen Belüftungsbecken abgebaut werden (Bild 1). Der für die Oxydation der organischen Stoffe notwendige Sauerstoff wird mit Oberflächenbelüftern, wie beispielsweise Bürstenwalzen bei den Oxydationsgräben und Belüftungskreiseln bei den übrigen Belüftungsbecken in den Flüssigmist eingetragen [6]. Oberflächenbelüfter können wohl den Flüssigmist mit der für den aeroben Abbau der organischen Stoffe erforderlichen Sauerstoffmenge anreichern. Sie kühlen jedoch die Massen bei der Umwälzung ab und erzielen daher im Winter unbefriedigende Arbeitsergebnisse (Bild 2).

Bei einem in Großbritannien entwickelten Aufbereitungsverfahren wird der Flüssigmist durch die Zufuhr grobblasier Druckluft mit Sauerstoff angereichert [7]. Da die Erzeugung von Druckluft teuer ist und nur ein geringer Teil des darin enthaltenen Sauerstoffes ausgenutzt werden kann, entstehen hohe Betriebskosten.

Den aeroben Abbau der organischen Stoffe im Flüssigmist soll auch der zum Teil aus Strohänden hergestellte etwa

3,60 m hohe Biofiltrationsturm herbeiführen. Bei dem Durchsickern durch die Strohände wird der Flüssigmist belüftet und gefiltert [8].

Für die Trennung von festen und flüssigen Bestandteilen des Flüssigmistes wurden in einem Schweinmastbetrieb Zentrifugen eingesetzt. Die abgetrennten festen Bestandteile werden als Trockendünger gesackt und verkauft und die Flüssigkeit auf den Flächen des Betriebes verregnet [9].

Die Trocknung von Flüssigmist verursacht hohe Bau- und Betriebskosten, da die Anlagen korrosionsbeständig sein müssen und die stinkende Abluft zu desodorisieren ist [10]. Der Trockenkot hat wohl einen guten Düngerwert, ist aber wegen des hohen Preises nicht in größere Mengen abzusetzen.

Die Einschätzung der verschiedenen Methoden zur Dungbeseitigung im Hinblick auf eine Anwendung in Betrieben der Bundesrepublik erlaubt die Schlußfolgerung, daß der Einführung dieser Flüssigmist-Aufbereitungsverfahren enge Grenzen gesetzt sind. Die wichtigsten Gründe für den einschränkenden Einsatz sind je nach Verfahren hohe Klimaabhängigkeit, unzureichende Arbeitsergebnisse und hohe Bau- und Betriebskosten.

Diese Nachteile können durch die Anwendung der Umwälzbelüftung stark eingeschränkt, wenn nicht sogar ganz behoben werden. Mit ihr kann der Flüssigmist kompostiert werden.

### 3. Eigene Versuche zur Flüssigkompostierung

Die eigenen Versuche zur Flüssigkompostierung von Flüssigmist durch Umwälzbelüftung wurden Mitte 1969 in



Bild 1: Oxydationsgraben mit Bürstenwalze (rechts) für die Aufbereitung von Flüssigmist aus einem Mastkälberstall



Bild 2: Das Bild veranschaulicht die starke Umwälzung durch einen Belüftungskreisel

<sup>1)</sup> 1 GV = 500 kg Lebendgewicht; 1 GV = 300 Hennen

zwei landwirtschaftlichen Betrieben begonnen. Zwei Umwälzbelüfter der Größe I mit 1,1 kW Antriebsmotor wurden bis zur Berichtsabfassung in drei Versuchsvarianten unter wechselnden Bedingungen eingesetzt. Insgesamt wurden in den kontrollierten Anlagen rund 1200 cbm Flüssigmist aus Schweinemast- und Zuchtställen bearbeitet.

Die Anlage I hat in zwei Ställen eine Kapazität von 50 bis 60 Sauen mit Ferkeln und 250 bis 300 Läufer- und Mastschweinen. Die einzelnen Stallabteilungen sind mit Ganz- oder Teilspaltenboden und darunterliegender 70 cm tiefer Grube für eine Teilspeicherung des Flüssigmistes ausgerüstet. Die Ställe werden ohne Einstreu bewirtschaftet, nur bei kleinen Ferkeln wird zum Teil in manchen Buchten eine geringe Einstreu eingebracht, wobei die gesamte Einstreumenge im Durchschnitt fünf bis zehn Liter Sägemehl je Tag beträgt.

Die Fütterung erfolgt mit Gerste und Eiweißkonzentrat oder mit Fertigfuttermitteln. Die niedertragenden Sauen erhalten je nach Jahreszeit Grünfutter oder Silage, wobei nicht zu vermeiden ist, daß geringe Futterreste in den Flüssigmist gelangen. Aus den Gruben unter den Rosten wird der Flüssigmist nach Speicherzeiten von vier bis zwölf Wochen in die Vorgrube abgelassen und von dort in den Dungspeicherbehälter oder in den Belüftungsbehälter gepumpt.

Der Betrieb II hat einen zweireihigen Stall mit Bodenfütterung und einer Kapazität bis zu 350 Mastschweinen. Die Anlage hat Treibmistsystem in eine Vorgrube. Die zwei vorhandenen Dungspeicherbehälter werden mit dem Vakuumfaß gefüllt. Die kleinen Ferkel erhalten in den ersten zehn bis 14 Tagen eine geringe Einstreumenge mit Stroh, die Einstreu wird in der Flüssigmistanlage mit verarbeitet.

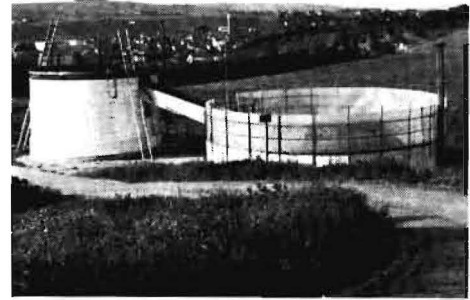
In den beiden Stallanlagen wurden bisher die folgenden drei Versuchsvarianten für die Flüssigkompostierung durchgeführt.

#### Versuchsvariante A im Betrieb I

Der Umwälzbelüfter wurde in den Dungspeicherbehälter in monolythischer Bauweise von 8,0 m  $\phi$  und 3,0 m Höhe bei einem Flüssigkeitsstand von 1,3 m eingesetzt und eingeschaltet (Bild 3). In den Behälter wurden wöchentlich 15 bis 25 cbm Flüssigmist aus den Ställen nachgefüllt. Der Belüfter mußte vor der Beschickung hochgezogen und nach ihrer Beendigung wieder auf die optimale Eintauchtiefe für eine gute Umwälzung und Belüftung des Behälterinhaltes abgesenkt werden. Während der Belüftung wurden die Temperaturen an sechs Meßstellen in verschiedenen Tiefen mit Widerstandsthermometern gemessen und mit einem Sechsfarb-Punktschreiber laufend registriert.



**Bild 3: Einsatz des Umwälzbelüfters im Dungspeicherbehälter**  
Während der Belüftung bildet sich eine Schaumschicht von 60 bis 70 cm Höhe. Zur Ausnutzung der vollen Lagerkapazität wurde für die Aufnahme des Schaumes ein Ring aus Kunststoff auf den Betonbehälter gesetzt



**Bild 4: Blick auf Versuchsanlage mit Belüftungsbehälter (links), Schaumrinne und Dungspeicher**

Auf eine ausführliche Darstellung der Versuchsergebnisse kann hier verzichtet werden, da die Behälterform für den Lüfter nicht den optimalen Bedingungen entspricht. Es zeigte sich eine unzureichende und nicht gleichmäßige Durchlüftung des Flüssigmistes infolge der zum Teil zu geringen Flüssigkeitshöhe und des zu großen Durchmesser des Behälters für den Umwälzbelüfter mit 1,1 kW Antriebsmotor. Insbesondere wurden die Ecken des Behälters nicht ausreichend erfaßt, so daß es dort zu Ablagerungen kam. Dennoch wurde während der Bearbeitung der Dung im günstigsten Fall bis auf 46 °C bei 15 °C Außentemperatur erwärmt und befriedigende Arbeitsergebnisse erzielt.

Auch bei durchschnittlichen Tagestemperaturen von +4 °C konnte eine Rotte bei Temperaturen von 38 bis 39 °C erreicht werden. Hygienisch-bakteriologische Versuche wurden durchgeführt.

Für die landwirtschaftliche Praxis muß allerdings die allmähliche Füllung des Belüftungs-Speicherbeckens mit der Vergrößerung der Fülltiefe abgelehnt werden. Sie ist viel zu schwierig zu handhaben.

#### Versuchsvariante B im Betrieb II

Für die Flüssigmist-Lagerung stehen zwei Behälter von 5 m Durchmesser und 3,5 m Tiefe aus 15 cm dicken Wänden in monolythischer Bauweise zur Verfügung. Sie stehen etwa 50 % im Boden. Die Behälter werden alternativ bis etwa 50 cm unter Oberkante Wand allmählich mit 60 m<sup>3</sup> Flüssigmist gefüllt, anschließend für die Dauer von zwölf bis fünfzehn Tagen mit dem Umwälzbelüfter behandelt und danach ausgefahren. Auf diese Weise behandelte der Betrieb bisher 550 m<sup>3</sup> Flüssigmist und verbrauchte für die Kompostierung 3400 kWh entsprechend 6,18 kWh/m<sup>3</sup>. Ein Salmonellentest wurde durchgeführt. Die Temperaturen im Behälter schwankten während der Belüftung bei Außentemperaturen von -2 °C zwischen 30 und 32 °C. Demzufolge wird der Flüssigmist bei ausreichend langer Umwälzbelüftung auch während der Winterzeit in befriedigender Weise kompostiert. Dabei verschwindet der typische penetrante Geruch des Schweineflüssigmistes. Die ausreichend lange alternative Umwälzbelüftung kann allerdings nur dann durchgeführt werden, wenn der Betrieb über zwei Speicherbehälter und einen wechselweise einsetzbaren Umwälzbelüfter verfügt. Bei optimaler Form der Speicherbehälter für eine gute Umwälzung ihrer Inhalte nach Durchmesser und Höhe sowie Wand- und Sohlauformbildung können gute Arbeitsergebnisse erzielt werden.

#### Versuchsvariante C im Betrieb I

Nach Durchführung der Versuchsvariante A wurde im Betrieb I die vorhandene Flüssigmistanlage durch die Aufstellung eines speziellen Belüftungsbehälters erweitert. Da-

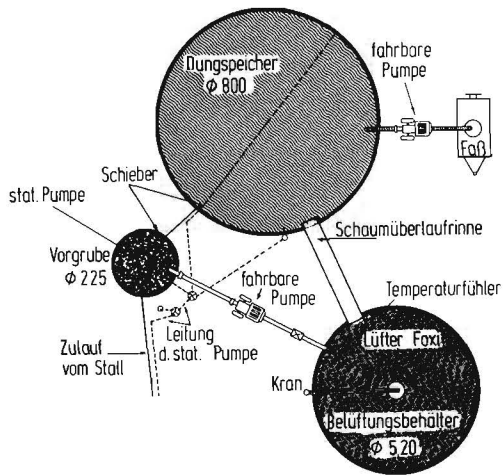


Bild 5: Der Lageplan zeigt die Anordnung von Vorgrube, Belüftungsbehälter und Dungspeicher im Betrieb I

Die vorhandene Flüssigmistanlage mit Vorgrube, stationäre Pumpe und Dungspeicher wurde für die Versuchsvariante C durch einen Belüftungsbehälter erweitert

durch konnte die Fragestellung der Versuche erweitert werden (Bild 4).

Der Belüftungsbehälter besteht aus dem Oberteil eines Stahlilos mit Kuppel und zwei Ringen, die umgekehrt auf einem Fundament stehen. Die Strahlungsverluste werden durch eine 15 bis 20 cm starke Sohlschicht auf Isolierbeton (Styropor) und eine Isolierung der Behälterwand mit 3 cm dicken Styroporplatten vermindert. Die Wandisolierung wurde nachträglich angebracht, um die Erwärmung des Behälterinhaltes auf über 50 °C zu gewährleisten. Nach der Isolierung der Behälterwand erhöhten sich die Temperaturen des Behälterinhaltes innerhalb von 2 bis 3 Tagen auf etwa 40 °C. Bei anderen Versuchen wurden maximale Temperaturen von 53 °C erreicht. Die Anordnung der Vorgrube des Belüftungsbehälters und des Dungspeichers sowie die Lage der Temperaturfühler im Belüftungsbecken sind aus den Bildern 5, 6 und 7 zu erkennen. Sie wurde so gewählt, daß das Belüftungsbecken intermittierend oder kontinuierlich beschickt werden kann. Dafür steht eine fahrbare Kreiselpumpe zur Verfügung. Bei dem bisher angewandten intermittierenden Betrieb wird der bei abgestelltem Umwälzbelüfter unten in den Belüftungsbehälter geförderte kalte Flüssigmist durch die horizontale Prallplatte an der Sohle gleichmäßig auf die ganze Behälterfläche verteilt. Er verdrängt eine gleich große Menge des warmen und kompostierten Behälterinhaltes durch die Überlaufrinne in den Dungsreicher. Bisher wurden in Zeitabständen von sechs bis acht Tagen jeweils 15 bis 32 m<sup>3</sup> frischer Flüssigmist in den Behälter gefördert. Mit dem nicht verdrängten Rest von 12,6 bis 29,6 m<sup>3</sup> wurde das neue Material geimpft. Den Temperaturverlauf während der Zugabe von 21 beziehungsweise 26,5 m<sup>3</sup> Flüssigmist mit Temperaturen von 18 bis 20 °C und der anschließenden Umwälzbelüftung des Behälterinhaltes zeigen die Bilder 8 und 9. Der erste gestreckte Teil der Temperaturkurven für die verschiedenen Meßstellen wurde von dem Original-Registrierpapier unmittelbar abgezeichnet. Der zweite Teil der Kurve enthält in gedrangter Form die um 12 und 24 Uhr beziehungsweise 16 Uhr aufgezeichneten Temperaturen.

Bei der Füllung am 16. 6. steigt die im Schaum liegende Meßstelle 3 von 19 auf 47 °C. Der Schaum wird also durch kompostierten Flüssigmist ersetzt. Im gleichen Zeitraum sinkt die Temperatur der Meßstelle 4 von 46 °C auf 22 °C bis 26 °C. Sie liegt also ganz in der Nähe des kalten Flüssigmistes. Die Temperaturen der Meßstellen 5 und 6 bleiben während der Füllzeit von etwa 1,5 Stunden konstant auf 47 bzw. 43 °C. Dieses muß als Fehlalarm infolge von Ablagerungen oder der Anordnung von Meßeinrichtungen für die Durchführung der bakteriologischen Untersuchungen gewertet werden, da der darüber liegende Meßpunkt 4 einen Temperaturabfall um 22 °C anzeigt. Der kurze Anstieg der

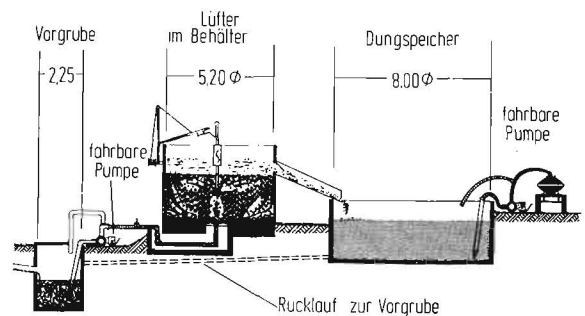


Bild 6: Versuchsanlage für die Belüftung von Flüssigmist — Schnitt

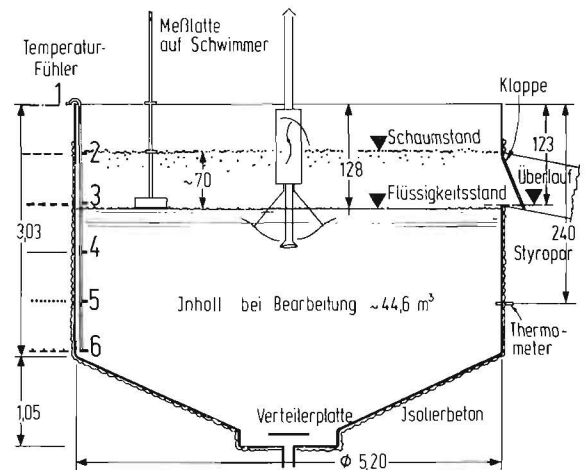
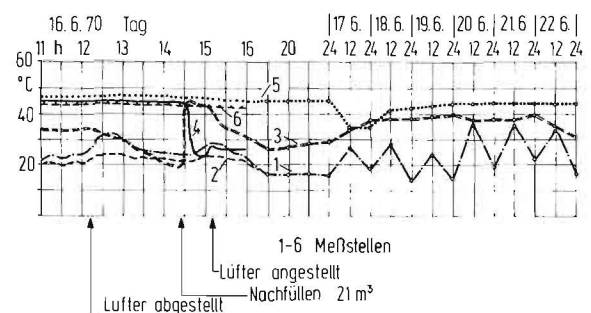
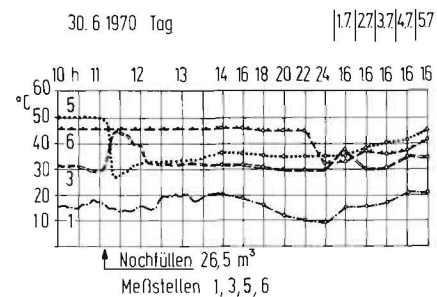


Bild 7: Anordnung der Meßeinrichtungen im Belüftungsbehälter

Temperatur bei Meßstelle 4 nach dem Einschalten des Umwälzbelüfters und das gleichmäßige Sinken der Temperatur in Meßstelle 3 läßt erkennen, daß der Behälterinhalt ausreichend durchmischt wird. Dieses bestätigt auch das Temperaturdiagramm der Behälterfüllung am 30. 6. 1970. Während die Temperatur der Meßstelle 5 schnell absinkt und die der Meßstelle 3 steigt, bleibt die der Meßstelle 6 trotz der Überflutung mit kaltem Flüssigmist konstant auf 47 °C. Dieses muß ebenfalls auf eine Fehlalarme der Meßstelle



Bilder 8 und 9: Temperaturverlauf im Belüftungsbehälter nach der Neufüllung

infolge der Umhüllung mit abgesetzten Feststoffen oder Instrumenten zurückgeführt werden, die allerdings nach elfstündiger Umwälzung beseitigt werden. Nach der Wiederinbetriebnahme des Umwälzbelüfters steigt die Temperatur der Meßstelle 5 in etwa zwei Stunden zunächst schneller und dann etwas langsamer um insgesamt 10 °C an. Nach der weiteren Belüftung von 20 bis 28 Stunden wird die Temperatur des Behälterinhaltes durch die dann einsetzenden exothermen Reaktionen stetig weiter erwärmt. Dieser Prozeß wird bei dem Füllvorgang am 16. 6. bereits nach zehn bis 21 Stunden erreicht, da bei dieser Füllung 1,12 und bei der anderen nur 0,68 Raumteile von kompostiertem Flüssigmist mit einem Raumteil frischem Flüssigmist gemischt werden. Demzufolge setzen die aeroben Abbauvorgänge nach der Neufüllung des Behälters mit Flüssigmist um so früher in vollem Umfang ein, je mehr kompostiertes Material für die Impfung verfügbar ist. Da die größte Impfung bei kontinuierlicher Beschickung der Belüftungsbecken erreicht wird, müssen sich auch dabei die schnellsten Abbauvorgänge erzielen lassen.

Während der viermonatigen Versuchsperiode vor der Ausarbeitung dieses Berichtes wurde die Anlage mit Flüssigmist beschickt, der unterschiedlich große Mengen an organischen Stoffen enthielt. Da bei ihrer biologischen Oxydation durch mesophile und thermophile Bakterien eine entsprechende Wärmemenge frei wird, werden auch die Behälterinhalte auf unterschiedlich hohe Temperaturen von 46 bis 53 °C erwärmt. Damit werden aber bereits Temperaturen wie bei dem Edelmist-Verfahren nach KRANTZ mit 50 bis 60 °C erreicht. Leider liegen noch nicht genügend Versuchsergebnisse für eine Ableitung der Beziehung zwischen dem Gehalt an organischen Stoffen, der Isolierung des Belüftungsbehälters und der erzielbaren Höchsttemperatur vor.

Von besonderer Bedeutung ist die in Bild 10 dargestellte Beobachtung, daß der starke Abfall der Außentemperaturen während der Nacht keinen Einfluß auf die Temperaturen des Behälterinhaltes ausübt. Während die Temperaturen der Luft um 28 °C abnehmen, sinkt die der Meßstelle um 1 °C und steigen die der Meßstellen 4 und 5 um 1 bis 2 °C.

Während der Belüftung des Flüssigmistes entstehen selbst in der Nähe des Behälters kaum Geruchsbelästigungen. Der sich bei der Umwälzbelüftung bis zu einer Schichtstärke von 70 cm bildende Schaum dürfte die frei werdenden Geruchsstoffe im wesentlichen binden.

Für die Beurteilung der Auswirkung der Belüftung auf den Geruch wurden Proben von unbelüftetem Flüssigmist nach Durchmischung mit der Pumpe aus der Vorgrube entnommen. Die Probenahme von belüftetem Flüssigmist erfolgte während der Befüllung des Lüftungsbehälters am Auslauf der Schaumrinne. Je fünf bis sechs Einzelproben wurden gemischt und in Absetzgläser gefüllt. Die Testpersonen hat-

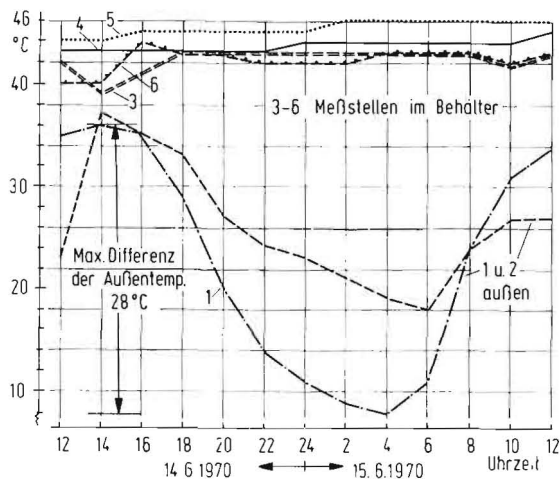


Bild 10: Temperaturverlauf im Belüftungsbehälter bei wechselnder Außentemperatur

Tafel 1: Geruchsbeurteilung von Flüssigmistproben in Absetzgläsern durch Testpersonen

Durchgeführt im Juni/Juli 1970

	Unbelüftet	Belüftet
Zahl der Proben	12	12
Zahl der Testpersonen	20	20
Zahl der Testproben	37	37
davon mit Handtest	19	28

Einstufung der Proben

Stufe	Zahl / %	Unbelüftet	Belüftet
Stufe 1	—	—	28/75,7
Stufe 2	—	—	7/18,9
Stufe 3	2/ 5,4	—	2/ 5,4
Stufe 4	35/94,6	—	—

Verteilung der Testpersonen

Zahl der Personen <sup>1)</sup>	Durchgeführte je Person	Proben insgesamt
1	7	7
1	6	6
2	3	6
2	2	4
14	1	14
20		37

<sup>1)</sup> davon 13 Personen landwirtschaftlich orientiert  
7 Personen nicht landwirtschaftlich orientiert

ten eine Einstufung der Geruchsintensität nach dem unten angeführten Schema vorzunehmen. Die Proben wurden während der Geruchsbestimmung in den Gläsern mit einem Glasstab gerührt. Der durchgeführte „Handtest“, wobei die linke Hand (oder ein Finger) in unbearbeiteten Flüssigmist und die rechte Hand in belüfteten Flüssigmist gehalten wird, erlaubt eine bessere Einschätzung und Klassifizierung. Die Hände werden anschließend unter kaltem Wasser abgespült. Dieser Handtest wurde von den 37 Testproben 19 mal bei unbelüfteten und 28 mal bei belüfteten Flüssigmist durchgeführt.

Geruchsstufen:

1. Typischer Schweinemistgeruch nicht mehr wahrnehmbar. Geruch nach verrottetem Stapelmist. Bezeichnung von einigen Testern: Kompost, Walderde, aber nicht unangenehm, zum Teil aber noch Ammoniak  
Geruch von den Händen nach einmaligem Waschen mit Kaltwasser beseitigt.
2. Geringer Geruch nach Schweinemist, besonders nach intensivem Rühren noch wahrnehmbar.  
Die Handprobe zeigt ebenfalls nach Waschen auch mit Seife unter Kaltwasser Schweinemistgeruch
3. Typischer, aber abgeschwächter Geruch nach Schweinemist.
4. Penetranter übler Geruch, nachhaltig stinkend.  
Geruch auch nach mehrmaligem Waschen der Hände mit Seife unter Kaltwasser nicht zu beseitigen.

Die in Tafel 1 zusammengestellten Ergebnisse weisen eine deutliche Geruchsminderung bei belüfteten Flüssigmist aus. Der typische Schweinemistgeruch ist um so schneller und intensiver beseitigt, je höhere Bearbeitungstemperaturen erzielt wurden.

Der Flüssigmist-Kompost läßt sich leichter und schneller homogenisieren als der unbelüftete Flüssigmist. Demzufolge wird seine Ausfuhr erleichtert. Es wird sich sehr wahrscheinlich sogar verregnen lassen.

Die bei der Ausbringung mit Tankwagen oder der Verregung von Flüssigmist-Kompost mögliche Bildung von Gerüchen schätzt WOLFERMANN [11] wie folgt ab:

„Wird der so belüftete Flüssigmist ausgefahren und verteilt, dann ist eine wesentliche Geruchsverminderung festzustellen und die Dauer der Geruchsbildung von früher mehreren Tagen schrumpft auf wenige Stunden, der tier-spezifische Geruch geht vollständig weg und der belüftete Flüssigmist riecht nach Humusstoffen.“

Angaben über den Düngewert des Flüssigmist-Kompostes können bisher nicht gemacht werden, da eine ausreichende Anzahl von Analysen noch nicht vorliegt.

#### 4. Ausblick

Die vorliegenden Teilergebnisse über den Einsatz von Umwälzbelüfter erlauben die Schlußfolgerung, daß es sich um ein aussichtsreiches Verfahren zur Aufbereitung von Flüssigmist handelt. Die Flüssigkompostierung mit Erwärmung des Flüssigmistes bis in den thermophilen Temperaturbereich bringt eine Geruchsminderung und fördert die Hygienisierung der Dungstoffe. Weitere Versuche müssen die technischen, biologischen und hygienischen Einsatzbereiche abgrenzen sowie den Düngewert des belüfteten Mistes ermitteln. Zu prüfen ist ferner, wie das Verfahren für die Kotbeseitigung wirtschaftlich eingesetzt werden kann.

#### Schrifttum

- [1] TIEDJEN, C.: Grundlagen und Anforderungen für die Verwertung von Flüssigmisten aus düngewirtschaftlicher Sicht. VII. Internationaler Kongreß für Technik in der Landwirtschaft in Baden-Baden 1969. CIGR Dokumentation 3, Frankfurt/Main, S. 267—275
- [2] TAIGANAIDES, E. P.: Abfallbeseitigung und Düngewirtschaft. VII. Internationaler Kongreß f. Technik in der Landwirtschaft in Baden-Baden 1969; CIGR Dokumentation 8, S. 165—176
- [3] BLANKEN, G., W. HAMMER, W. RÜBRICH und C. TIEDJEN: Flüssigmistverfahren in der Rindvieh- u. Schweinehaltung. Flugschrift Nr. 15 des KTL; H. Neureuter-Verlag, München/Wolfratshausen 1966
- [4] GRIMM, K.: Entwicklungsrichtung bei der Technik der Entmistung. Landtechnische Forschung 18 (1970), S. 47—54
- [5] HAMMER, W. und P. CZEPLUCH: Erfahrungen mit der Schwemmenmistung. Landtechnik 15 (1960) S. 381—388
- [6] HART, S. A. und W. HILLENDAHL: Düngerteiche für die deutsche Landwirtschaft? Landtechnische Forschung 17 (1967) S. 82—85
- [7] POELMA, H. R. und H. M. J. SCHEITINGA: De biologische afbraak van mest en grier; Mededeling No. 34; Instituut voor Landbouwhedrijfsbouwen; Wageningen Oktober 1969
- [8] Beseitigung landwirtschaftlicher Abfallprodukte. Britische Nachrichten, Technik und Forschung Nr. 95/70 vom 3. 7. 1970
- [9] HOPE, H.: Und nun — ein Schlammurm für die Landwirtschaft. Die Milchpraxis 8 (1970) S. 30—31
- [10] WILLIAMS, M.: Schweinemist — nutzbringend verwendet. Schweinezucht und Schweinemast 17 (1969) S. 144—145
- [11] SCHOLZ, H. G.: Erzeugung von Humusdünger aus dem Abwasser einer Schweinemästerei. VII. Kongreß CIGR in Baden-Baden; Dokumentation 3; S. 247—255
- [12] WOLFERMANN, H. F.: Immissionen Milchlagerhaltung und Möglichkeiten ihrer Einschränkung. Bauen auf dem Lande 21 (1970) S. 179—182

## Teilergebnisse der hygienisch-bakteriologischen Prüfung des Systems der Umwälzbelüftung

Dieter Strauch, Wolfgang Müller und Eckart Best

Lehrstuhl für Tierhygiene der Universität Hohenheim

### 1. Einführung

Nach der in Deutschland gültigen Tierseuchengesetzgebung ist im Falle eines Seuchenausbruches den von Tieren stammenden festen und flüssigen Abfällen besondere Aufmerksamkeit zu widmen, um eine davon ausgehende weitere Vorbereitung von Seuchen erfolgreich zu verhindern. Die vorgeschriebenen Maßnahmen bestehen in einer wirkungsvollen Desinfektion der festen und flüssigen Abgänge aus den Ställen. Die Entseuchung von festem Dünger geschieht durch Kompostierung nach einem genau vorgeschriebenen Verfahren, wobei es zur Selbsterhitzung des Materials und damit zur thermischen Desinfektion kommt. Jauche wird teilweise dem festen Dünger beigemischt, der Rest wird mit chemischen Desinfektionsmitteln behandelt, wobei für jede anzeigepflichtige Seuche das anzuwendende Verfahren beziehungsweise Desinfektionsmittel vorgeschrieben ist [1].

Diese aus dem Jahr 1909 stammenden Desinfektionsvorschriften berücksichtigen verständlicherweise nicht die Veränderungen, die seit jener Zeit auf dem Gebiet der Haltung landwirtschaftlicher Nutztiere eingetreten sind. Dies betrifft sowohl die Tendenz zur Haltung größerer Tierzahlen auf engem Raum als auch die veränderten Aufstallungsmethoden, bei welchen in immer größerem Umfang die Flüssigmist-Verfahren eingesetzt werden. Aus der Kombination von Flüssigmist-Verfahren bei gleichzeitiger Haltung großer Tierzahlen ergibt sich ein Anfall großer Mengen von Abfallstoffen, die im Seuchenfall wirkungsvoll zu desinfizieren sind. Mit den herkömmlichen Methoden erscheint das nahezu aussichtslos.

Eine Kompostierung und damit Selbsterhitzung im herkömmlichen Sinn scheidet beim Flüssigmist aus. Durch die Kotbestandteile im Flüssigmist ist sein Gehalt an organischer

Substanz so hoch, daß die üblichen Desinfektionsmittel bereits vor Einsetzen ihrer eigentlichen Aufgabe oxidiert sind oder in so großen Mengen angewendet werden müssen, daß das Entseuchungsverfahren wirtschaftlich nicht tragbar erscheint. Bei Anwendung bestimmter Desinfektionsmittel wie beispielsweise Natronlauge wird der damit behandelte Flüssigmist für eine spätere landwirtschaftliche Verwertung unbrauchbar und muß somit anderweitig unschädlich beseitigt werden [2].

Nach bisherigen Untersuchungen [2; 3] leben zum Beispiel Salmonellen als Erreger von Paratyphus in Flüssigmist von Rindern bei imitierten Wintertemperaturen bis zu einem Jahr, im Sommer immerhin noch länger als vier Monate, während sie in Flüssigmisten von Schweinen und Kälbern etwas schneller inaktiviert werden. Die Verseuchung, insbesondere von großen Schweinemast-Beständen mit Salmonellen, ist offenbar im In- und Ausland in stetigem Zunehmen begriffen. Damit wächst auch die ständige Bedrohung des Menschen durch diese Paratyphuserreger. Um den Anforderungen der modernen Umwelthygiene und des Seuchenschutzes entsprechen zu können, wird es sich in Zukunft nicht mehr vermeiden lassen, daß die Abfallstoffe aus Großbeständen vor ihrer landwirtschaftlichen Eigenverwertung oder Abgabe an andere Verbraucher einer ständigen Entseuchungsmaßnahme unterzogen werden. Diese Entwicklung liegt auf der gleichen Linie wie die ständigen Desinfektionsmaßnahmen in den Stallungen größerer Betriebe während der Haltungsperioden und beim Wechsel der Population.

Um bei der erwähnten langen Lebensdauer der Salmonellen in Flüssigmisten zu einer sogenannten „Autosterilisation“ (Selbstentseuchung) zu kommen, reichen die Kapazitäten der Flüssigmist-Behälter in unseren landwirtschaftlichen Betrie-