

Temperatur der Gülle für die Intensität der Schwimmschichtbildung eine wesentliche Rolle.

Der Einbau eines Rührwerks in Lagergruben ist, obwohl bei unverdünnter Gülle in der Regel nur unbedeutende Schwimmschichten auftreten, nicht nur unter diesem Gesichtspunkt zu sehen, sondern auch von der thixotropen Erstarrung her. Es ist deshalb zweckmäßig, jede Gülle vor dem Ausfahren zu homogenisieren und damit die Gelerung abzubauen.

Abschließend kann festgestellt werden, daß mit der Definition des rheologischen Charakters der Gülle die Möglichkeit gegeben ist, allgemeine Vorhersagen über das Fließverhalten der Gülle unter verschiedenen Bedingungen zu geben. Darüber hinaus gestatten die im Labor gefundenen Ergebnisse eine schöpferische Anwendung auf allen Gebieten der Güllewirtschaft.

Dipl.-Landw. R. ZINKE*

Gülle kann meist nicht das ganze Jahr über kontinuierlich ausgebracht werden. Sie ist daher zwischenzeitlich in Behältern zu lagern. Während der Lagerung entmischt sich die Gülle. Dabei entstehen differenzierte Schichten, die sich insbesondere durch den Gehalt an Trockensubstanz, festen Bestandteilen und Nährstoffen sowie die Konsistenz und Dichte voneinander unterscheiden.

Um die Gülle nach der Lagerung störungsfrei entnehmen und die organische Substanz sowie die Nährstoffe möglichst gleichmäßig auf landwirtschaftlichen Nutzflächen ausbringen zu können, ist es erforderlich, die Gülle in ein physikalisch und chemisch homogenes Gemisch zu bringen. Dazu werden Homogenisierungseinrichtungen benötigt. Als solche sind bekannt: mechanische, hydraulische und pneumatische Homogenisierungseinrichtungen sowie Kombinationen von diesen.

Über den erfolgreichen Einsatz des Strahlapparates, der in erster Linie zur Homogenisierung von Dünggülle konstruiert wurde, haben HÖDE und GLASS [1] berichtet. Erste Erfahrungen über die Homogenisierung von Gülle durch Zirkulation zwischen Hoch- und Tiefbehältern sind aus Holland bekannt (POELMA und RIJKENBARG [2]). Von MEES [3] wurden u. a. Angaben zum Umpumpverfahren und zum Kreuzbalkenrührwerk gemacht. Versuche mit pneumatischen Rührwerken sind von OEHLCKERS [4] durchgeführt worden.

1. Bestimmung der Homogenität von Gülle

Um die Wirksamkeit von Homogenisierungseinrichtungen beurteilen zu können, ist es erforderlich, die Homogenität von Gülle zu bestimmen. Methoden zur genauen Bestimmung der Homogenität sind bisher nicht bekannt geworden. Deshalb wurden folgende Merkmale auf ihre Eignung zur Homogenitätsbestimmung untersucht: Dichte, feste Bestandteile, Nährstoff- und Trockensubstanzgehalt [5].

1.1. Dichte

Gülle ist ein plastischer Stoff mit quasiplastischem Fließverhalten [6]. Demzufolge sind Methoden zur Dichtebestimmung ungeeignet, denen als Meßprinzip der Auftrieb beim Schwimmen bzw. Schweben zugrunde liegt (Aräometer, Mor'sche Waage). Durch Wägungen in Gefäßen kann nur die

Zusammenfassung

Bei der zu erwartenden starken Ausbreitung der Güllewirtschaft machen sich genauere Kenntnisse der Fließeigenschaften der Gülle notwendig. In entsprechenden Untersuchungen konnte Gülle als plastischer Stoff mit quasiplastischem Fließverhalten und ausgeprägter Thixotropie definiert werden. Die Allgemeine Kenntnis des fließkundlichen Charakters der Gülle läßt eine schöpferische Anwendung in der Praxis zu.

Literatur

- [1] THUM, E. / R. LEHMANN / R. LOMMATZSCH: Mechanisiertes Entmisten von Rinderställen. Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin 1967
- [2] LOMMATZSCH, R. / A. HENNIG: Erfahrungen mit der Fließkanal-entmistung. Deutsche Agrartechnik 17 (1967) H. 6, S. 267 bis 270
- [3] LOMMATZSCH, R.: Rheologische Untersuchungen an Rindergülle als Beitrag zur Mechanisierung in der Güllewirtschaft, Landw. Dissertation, Leipzig 1969 A 7595

Homogenisierungsverfahren für Rindergülle und die Bestimmung der Homogenität von Gülle

Dichte von „flüssiger“ Gülle hinreichend genau bestimmt werden. Bei Proben von Schwimm- und Sinkschichten gelingt es nicht, diese unter Beibehaltung des ursprünglichen Volumens in ein Meßgefäß zu bringen. Die Dichte dieser Schichten ist daher durch Wägungen in Gefäßen nur in grober Annäherung zu ermitteln.

Mit Gamma-Dichtesonden ist es möglich, die Dichte von Güllebestandteilen unterschiedlicher Konsistenz zu bestimmen. Der Fehler der Messung betrug bei einer radioaktiven Quelle Cs-137 mit der Aktivität 6 mCi (Zählrate $\bar{x}_{20} = 10\,510$ Imp/min bei Dichte 1 kg/dm³) und einer Meßdauer von jeweils einer Minute für die Justiermessung (20 Meßwiederholungen) $\pm 0,218\%$ und für die eigentliche Dichtemessung (5 Meßwiederholungen) $\pm 0,436\%$. Dieser Meßfehler ist, absolut gesehen, niedrig. Der Schwankungsbereich der Dichte von Gülle ist aber auch gering, denn es wurden als Extremwerte 0,88 kg/dm³ in der Schwimmschicht (14,58% TS) und 1,08 kg/dm³ in der Sinkschicht (13,90% TS) festgestellt. Auf den Schwankungsbereich der Dichte von 0,20 kg/dm³ bezogen, beträgt der genannte Meßfehler etwa 3,3%. Bei diesem Meßfehler ist es nicht möglich, die Homogenität hinreichend genau zu bestimmen.

1.2. Feste Bestandteile

Die Abscheidung und Trennung der festen Bestandteile über 0,2 mm in acht Fraktionen führte bei der Spülzylinder-methode nach KOPECKY nicht zu reproduzierbaren Ergebnissen ($s_r = 11$ bis 100%). Für die Summe aller Fraktionen wurde bei sechs Versuchswiederholungen ein Variationskoeffizient von 6,33% ermittelt. Infolge des großen Meßfehlers und des hohen Arbeitsaufwandes ist dieses Verfahren für die Bestimmung der Homogenität ungeeignet.

1.3. Nährstoffgehalt

Der Schwankungsbereich des Nährstoffgehaltes ist gegenüber dem des TS-Gehaltes gering. So hatten sechs Durchschnittsproben von Rindergülle eine Streubreite im TS-Gehalt von 5,33% und im Nährstoffgehalt bei P und K von 0,012% und bei N von 0,028%. Dieser Verfahrensweg ist deshalb zur Bestimmung der Homogenität wenig geeignet.

1.4. Trockensubstanzgehalt

Für den TS-Gehalt wurden an der Gülleoberfläche Werte von 1,1 bis 18% (Schwimmschicht) festgestellt. In der Sinkschicht kann bei Sandeinlagerungen der TS-Gehalt bis zu

* Sektion Tierproduktion und Veterinärmedizin der Karl-Marx-Universität Leipzig — Bereich Technologie (Leiter: Dr. habil. E. THUM)

65% betragen. Der Schwankungsbereich ist somit verhältnismäßig groß. Der Meßfehler bei der Bestimmung des TS-Gehaltes ist gering. So wurden bei homogener Gülle in zehn Meßwiederholungen der Mittelwert \bar{x} mit 8,44% und der mittlere Fehler des Mittelwertes $s_{\bar{x}}$ mit $\pm 0,014\%$ bestimmt (der Variationskoeffizient betrug 0,53%). Entsprechend der Gesetzmäßigkeit der GAUSS-Kurve ($\bar{x} \pm 3 s_{\bar{x}}$) kann die Abweichung vom Stichprobenmittel maximal $\pm 0,042\%$ betragen. Auf einen Schwankungsbereich der Trockensubstanz von 25% bezogen beträgt diese Abweichung 0,17%. Ein derart geringer Meßfehler erlaubt es, die Homogenität durch den TS-Gehalt auszudrücken.

Als Kenngröße für den Homogenisierungsgrad kann der Variationskoeffizient dienen. Dieser wird aus dem Trockensubstanzgehalt von Gülleproben errechnet, die in Abhängigkeit von der Behälterfüllung an bestimmten Meßstellen (s. Bild 4) aus drei oder vier Meßtiefen vor sowie nach bestimmten Rührzeiten entnommen werden. Entsprechend den bei der Versuchsdurchführung erzielten Ergebnissen kann eine Gülle mit einem durchschnittlichen TS-Gehalt von 10% bei einem Variationskoeffizienten von 10% und eine Gülle mit einem durchschnittlichen TS-Gehalt von 5% bei einem Variationskoeffizienten von 20% als homogen bezeichnet werden (Bild 1). Das entspricht einer Streubreite des TS-Gehaltes von etwa 2 bis 3,5%.

2. Homogenisierungsverfahren

Die volkswirtschaftliche Aufgabenstellung sieht vor, Homogenisierungseinrichtungen auszuwählen bzw. zu entwickeln, die in möglichst großen Lagerbehältern eingesetzt werden können und bei geringen Investitions- und Verfahrenskosten gewährleisten, daß die Gülle ausreichend homogenisiert werden kann. Dieses war vom Blatt- und dem Paddelrührwerk, dem mobilen Propellerrührwerk und dem Zirkulationsverfahren zwischen Hoch- und Tiefbehälter zu erwarten, die daher für Untersuchungen ausgewählt wurden.

2.1. Blattrührwerk

Zu diesem Rührwerk wurden bereits an anderer Stelle Ausführungen gemacht [7]. In weiterhin durchgeführten Versuchen konnte es auch in einer sogenannten doppelt breiten Kammer (zwischen zwei Rührwerken keine Trennwand) mit einem Fassungsvermögen von 1150 m³ erprobt werden (Bild 2). Bei der Homogenisierung der Gülle müssen beide Rührwerke gleichzeitig und mit entgegengesetzter Drehrichtung in Betrieb genommen werden, um einen gleichgerichteten Güllestrom zu erzeugen. Die Blätter sind so angestellt, daß sie bei dem einen Rührwerk bei Rechtsdrehung und bei dem anderen bei Linksdrehung unten mit Vorschub eingreifen. Das Rührwerk wird für Typebehälter industriell gefertigt und zum Preise von 7500 M geliefert und installiert.

Durch Vereinfachung des Antriebes (Bild 3) können die Kosten um etwa 2000 M gesenkt und der Wirkungsgrad verbessert werden. Infolge der vertikalen Anordnung der Rührwelle ist das Rührwerk jedoch strömungstechnisch ungünstig. Weitere Verbesserungen sind daher kaum zu erwarten.

2.2. Paddelrührwerk

Das Paddelrührwerk wurde in einem etwa 630 m³ fassenden rechteckigen Lagerbehälter erprobt (Bild 4).

Auf der horizontal gelagerten Rührwelle sind in gleichen Abständen zehn Paddel so angeordnet, daß sie im Winkel von 36° zueinander stehen. Dadurch wird eine weitgehend ausgeglichene Belastung des Antriebes erzielt. Der größte erprobte Rührerdurchmesser betrug 4,10 m. Er kann wahrscheinlich bei Verkleinerung der Rührfläche noch vergrößert werden, ohne daß dadurch der Antrieb stärker belastet wird. Der Paddelrührer ist unmittelbar über der Behälteroberkante zu lagern. Dadurch wird eine gute Förderwirkung erreicht, und es kann auf die bei tieferer Lagerung erforder-

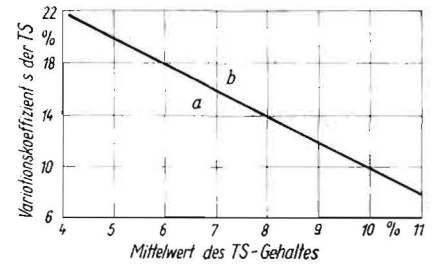


Bild 1. Beziehungen zwischen dem Variationskoeffizienten und dem Mittelwert des Trockensubstanzgehaltes zur Einschätzung der Homogenität von Rindergülle; a homogen, b inhomogen

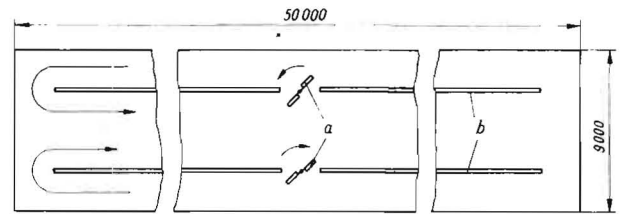


Bild 2. Güllelagerbehälter mit Blattrührwerken der LPG Braunsbedra (Draufsicht auf „doppeltbreiter“ Grube); a Blattführer, b Leitwelle

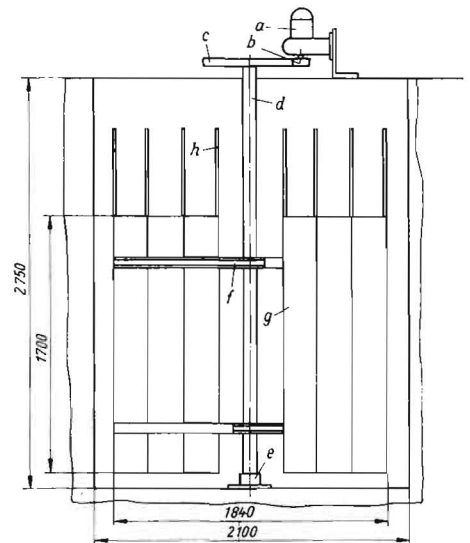


Bild 3. Blattrührwerk der LPG Braunsbedra; a Motor, 7,5 kW, 250 U/min, b Ritzel, c Stirnrad (Übersetzungsverhältnis Ritzel: Stirnrad $i = 12$), d Rührwelle, $n \approx 21 \text{ min}^{-1}$, e Lager, f Querholme, g Blätter, h Rührstäbe

liche Stopfbuchse für die Abdichtung zwischen Rührwelle und Behälterwand verzichtet werden;

Als Antrieb ist ein Getriebemotor mit der Nennleistung von 4 kW und einer Drehzahl von 40 min^{-1} mit einer Stirnradübersetzung $i = 5$ (Hochdrucksammelpresse) geeignet. Daraus ergibt sich eine Rührerdrehzahl von 8 min^{-1} . Der Motor ist mit einem Polwendschalter auszurüsten. Die Selbstkosten von 725 M für den Antrieb bzw. von etwa 3000 M für das gesamte Rührwerk sind niedrig.

Für den Lagerbehälter kann bei dem genannten Rührerdurchmesser vorerst eine durchschnittliche Tiefe von 2,50 m empfohlen werden. Bei einer Behälterbreite von 6 m müßte die Länge 43 m sein, wenn das nutzbare Fassungsvermögen etwa 600 m³ betragen soll. Das Funktionsprinzip des Paddelrührwerks läßt eine Verbreiterung des Behälters zu, wodurch das Volumen erhöht werden kann. Eine bessere Entnahme der Sinkschicht wird erreicht, wenn der Lagerbehälter an

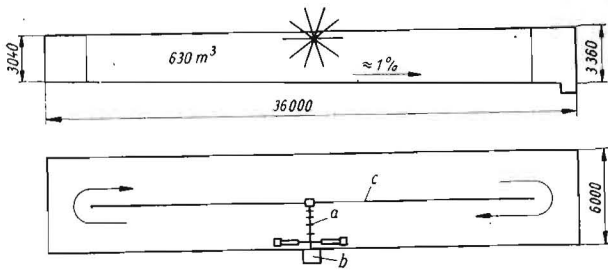


Bild 4. Güllelagerbehälter mit Paddelrührwerk der LPG Bad Dürrenberg; a Paddelrührer, b Antrieb, c Leitwand

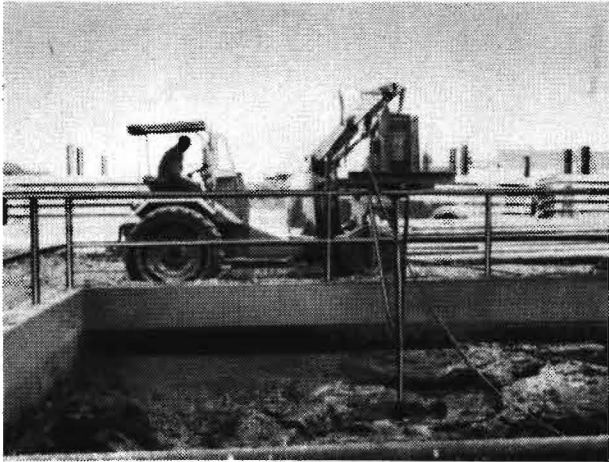


Bild 5. Propellerrührwerk am Universallader T 157

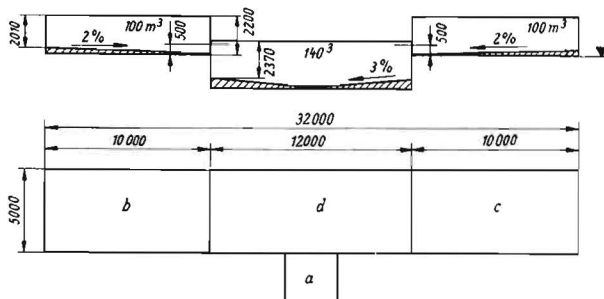


Bild 6. Güllesammel- und Lagerbehälter der LPG Merkwitz — Zirkulationsverfahren —; a Sammelbehälter, b und c Hochbehälter, d Tiefbehälter

beiden Enden einen Pumpenschacht erhält. Der Behältersohle ist dann von der Mitte des Behälters nach beiden Pumpenschächten hin etwas Gefälle zu geben.

Die Schwimmschicht wird mit dem Paddelrührwerk dadurch zerstört, daß auf der Entnahmeseite des Rührers schollenartige Bestandteile durch die Strömung abgetrennt, zum Rührwerk gefördert und dort zerkleinert werden. Durch den Wechsel der Drehrichtung des Rührwerkes wird die Zerstörung der Schwimmschicht auf beiden Seiten des Rührwerkes begünstigt oder überhaupt erst ermöglicht. Nach etwa 60 min Rührzeit ist die Gülle meist homogen. Soweit danach noch eine Schwimmschicht vorhanden ist, ist diese bei abgesenktem Güllestand zu homogenisieren, denn die Strömungsgeschwindigkeit wird größer, wenn der Güllestand abnimmt. Wird zu lange gerührt, so kann sich die Gülle entmischen. Das geschieht vermutlich in dem Maße, wie während der Rührarbeit der Grad der thixotropen Er-

starrung der Gülle abnimmt, die Gülle also „flüssiger“ wird. Dabei nimmt auch die Leistungsaufnahme des Rührwerkes geringfügig ab. Eine ausgeprägte Sinkschicht, in der erhebliche Anteile von Sand enthalten sein können, wird durch dieses Rührwerk nicht zerstört. Bestandteile der Sinkschicht können jedoch mit der Strömung horizontal verlagert werden. Die Gülle sollte daher stets an der tiefsten Stelle des Lagerbehälters entnommen werden.

2.3. Mobiles Propellerrührwerk

Propellerrührwerke haben eine besonders intensive Rührwirkung. In bereits vorhandenen kleinen Lagerbehältern, für die der Kostenanteil für den Einbau von Rührwerken zu groß oder deren Abmessungen für stationäre Rührwerke ungeeignet sind, kann die Gülle durch ein mobiles Propellerrührwerk am Universallader T 157 homogenisiert werden (Bild 5).

Um eine befriedigende Auslastung der Bedienungsperson und des Trägeraggregates zu erreichen, sollte die Antriebsleistung mindestens 13 kW betragen. Die Rührwirkung ist bei geringer Eintauchtiefe (bis 50 cm) am günstigsten. Zur Erhöhung des Wirkungsgrades des Rührwerkes muß dieses öfter horizontal umgesetzt werden. An die Form der Lagerbehälter werden keine besonderen Anforderungen gestellt. Die Behälter müssen jedoch offen sein. Sie können eine Breite von etwa acht Metern haben, wenn das Trägeraggregat an beiden Seiten passieren kann.

2.4. Zirkulationsverfahren

Bei diesem Verfahren sind mehreren Hochbehältern ein mindestens gleichgroßer Tief(Misch)behälter zugeordnet. Die erste in der DDR errichtete Anlage dieser Art wird in der LPG Merkwitz, Kr. Leipzig, seit Dezember 1966 genutzt (Bild 6). Das Funktionsprinzip beruht darauf, daß die gesamte Gülle eines Hochbehälters über eine ausreichend dimensionierte und mit einem Schieber versehene Abflußöffnung schlagartig in den Tiefbehälter einströmt. Dabei wird die Gülle homogenisiert. Mit dem Zirkulationsverfahren ist die Zerstörung einer starken Schwimmschicht nur in begrenztem Umfang möglich, so daß dieses Verfahren in erster Linie zur Homogenisierung von Dickgülle eingesetzt werden sollte, da sich Dickgülle nicht so stark entmischt wie Dünngülle. Dieses Verfahren kann auch für Dünngülle angewendet werden, wenn sie zwischenzeitlich homogenisiert und die Bildung einer starken Schwimmschicht verhindert wird. Im Hochbehälter verbleibende Rückstände müssen durch wiederholtes Nachspülen mit Gülle beseitigt werden.

Dieses Verfahren kann in Hanglagen zur Homogenisierung von Rindergülle Bedeutung erlangen, wo die Auslegung eines ausreichenden Sohlengefälles für den Hochbehälter sowie die Anordnung des Tiefbehälters ohne größeren Bauaufwand möglich sind. In ebenen Lagen mit hohem Grundwasserstand sowie für Großanlagen ist es ungeeignet.

3. Leistungsaufnahme und Energiebedarf

In Tafel 1 werden Ergebnisse von Untersuchungen zur Leistungsaufnahme und zum Energiebedarf der beschriebenen Homogenisierungseinrichtungen wiedergegeben. Von diesem hat das Paddelrührwerk mit 0,58 kWh je 100 m³ homogenisierter Gülle den geringsten Energiebedarf. Diesem Rührwerk ist daher der Vorzug zu geben.

4. Empfehlungen für die Praxis

Produktionsunterlagen für die genannten mechanischen Homogenisierungseinrichtungen liegen beim KfL Schiepzig/Saalkreis vor bzw. werden diesem noch zur Verfügung gestellt. Über Projektierungsunterlagen für das Zirkulationsverfahren verfügt der VEB Landtechnikprojekt Dresden.

Zur Gewährleistung der Funktionsfähigkeit von Homogenisierungseinrichtungen ist es erforderlich, daß die Lagerbehälter ordnungsgemäß bewirtschaftet werden. Dazu gehört,

daß der Behälter nach der Homogenisierung zügig und vollständig entleert wird. Andernfalls wird das Anwachsen einer Sinkschicht begünstigt. Der einer Stalleinheit zugeordnete Lagerraum sollte daher aus zwei oder mehr Lagerbehältern oder Kammern bestehen.

Zusammenfassung

Gülle entmischt sich während der Lagerung. Bei Dünngülle entstehen im allgemeinen stärkere Schwimm- und Sinkschichten als bei Dickgülle. Zur Charakterisierung des Homogenitätsgrades kann der Variationskoeffizient des Trockensubstanzgehaltes verwendet werden.

Für die Homogenisierung in rechteckigen Lagerbehältern sind das Blatt- und Paddelrührwerk einsetzbar. Diese Rührwerke sollten vorrangig zur Homogenisierung von Dickgülle dienen. Ausgeprägte Sinkschichten können damit nicht zerstört werden. Dem Paddelrührwerk ist wegen des besseren Wirkungsgrades der Vorzug zu geben.

Mit dem Propellerrührwerk können Dick- und Dünngülle homogenisiert werden. Beim Einsatz des mobilen Propellerrührwerkes werden an die Lagerbehälter keine besonderen Anforderungen gestellt. Sie müssen jedoch offen sein.

Das Zirkulationsverfahren ist für Dickgülle anwendbar. Es werden Hochbehälter und ein mindestens gleichgroßer Tiefbehälter benötigt. Dieses Verfahren könnte nach weiteren Versuchen unter besonderen Bedingungen Bedeutung erlangen.

An der Entwicklung von Homogenisierungseinrichtungen, die ohne Bedienungsaufwand sowohl Schwimmschichten als auch ausgeprägte Sinkschichten zerstören, muß noch gearbeitet werden.

Literatur

- [1] HÖDE, M. / GLASS, K.: Der hydraulische Strahlapparat — ein Gerät zur Schwimmdeckenzerstörung und Homogenisierung von Gülle. Deutsche Agrartechnik 17 (1967) II. 11, S. 529 bis 531

Tafel I. Ergebnisse über Leistungsaufnahme und Energiebedarf von Einrichtung zur Homogenisierung von Rindergülle

Homogenisierungseinrichtg.	Behältervolumen	Gülle-Volumen	TS-Gehalt	Leistungsaufnahme		Rühr- bzw. Energiebedarf		
	m ³	m ³	%	gesamt je 100 m ³ Lager-raum	gesamt je 100 m ³ Gülle	Pumpzeit	gesamt je 100 m ³ Gülle	
				kW	kWh	h	kWh	
Blatt-Rührwerk	330	250	4,70 (4,95) ¹	7,5	2,28	0,7	5,25	2,10
	570	500	7,27 (8,14) ¹	5,5 ²	0,97	.	.	.
Paddelrührwerk	630	585	8,98 (10,59) ¹	3,5	0,56	1,0	3,50	0,58
Zirkulation	100	100	6,00 (6,57) ¹	2,4	2,40	2,2	5,30	5,30

¹ einschlt. Sinkschicht

² verbesserter Wirkungsgrad durch Getriebemotor

- [2] POELMA, H. R. / RIJKENBARG, G. H. J.: Mestafvoersystemen (Entmistungssysteme). Publikatie Nr. 25, Oktober 1964, Instituut voor Landbouwbedrijfsgebouwen, Wageningen/Holland
- [3] Studie FE 03-1 „Behälter für Güllelagerung, Untersuchungen zu Behälterdimensionen und -formen in Abhängigkeit vom Mischsystem“ vom 30. Dez. 1966. Bearbeiter: MEES, Deutsche Bauakademie, Institut für Landwirtschaftliche Bauten, Berlin (unveröffentlicht)
- [4] Abschlußbericht zum Forschungsauftrag 061215/7 — 103/6 „Einrichtungen für Güllelagerbehälter“ vom 15. Dez. 1967. Bearbeiter: G. OENLCKERS, VEB Landtechnikprojekt Dresden (unveröffentlicht)
- [5] Teilabschlußbericht „Untersuchungen zu technischen Problemen der Lagerung und Homogenisierung von Rindergülle“ des Forschungsauftrages 4502 021 Vf 8008/8 „Entmistung und Mistbehandlung bei einstreuloser Haltung von Rindern“ vom 31. Aug. 1968. Bearbeiter: R. ZINKE, Institut für Landtechnik der Karl-Marx-Universität Leipzig (unveröffentlicht)
- [6] LOMMATZSCH, R.: Rheologische Untersuchungen an Rindergülle als Beitrag zur Mechanisierung in der Güllewirtschaft. Diss. Sektion Tierproduktion und Veterinärmedizin der Karl-Marx-Universität Leipzig, 1969
- [7] ZINKE, R. / PALM, W.: Homogenisierung von Gülle mit einem Blatt-rührwerk. Deutsche Agrartechnik 17 (1967) II. 6, S. 270 bis 273

A 7638

Ökonomische Parameter zur Gülleausbringung mit Tankfahrzeugen unterschiedlicher Nutzmasse

Dr. E. FLEISCHER*

Arbeitswirtschaftlich gesehen stellt die Gülleausbringung — ebenso wie die Ausbringung von Stalldung und Jauche — vor allem eine erhebliche Transportaufgabe dar. Wer diese Aufgabe rationell bewältigen will, wird an ihre Lösung zunehmend aus der Sicht der sich entwickelnden Spezialisierung heranzugehen haben. Insbesondere sind die tendenziell wachsenden Transportentfernungen und die hiermit verbundenen steigenden Anforderungen an die Leistungsfähigkeit der Transportmittel zu berücksichtigen.

„Während bisher die durchschnittlichen Entfernungen in vielen Betrieben 1,5 bis 2,5 km betragen, können sie sich beispielsweise durch den Bau von großen Rinderanlagen mit 1000 und mehr Tieren auf 5 bis 6 km erhöhen. Auch durch Ausgliederung oder Zusammenfassung bestimmter Arbeiten aus dem Produktionsprozeß der einzelnen landwirtschaftlichen Betriebe und zwischengenossenschaftlichen Einrichtungen erhöhen sich die Entfernungen bis zu 50% und mehr“ [1]. Für prognostische Kalkulationen erscheint hierbei zweckmäßig, den einzelnen Produkten bzw. Transportgütern in Abhängigkeit von ihren technologisch-ökonomischen Besonderheiten differenzierte Entfernungen zuzuordnen, Speise- und Industriekartoffeln beispielsweise 10 km (zen-

trale Sortier- und Lagerhäuser!), Gülle dagegen auf Grund ihrer geringeren Transportwürdigkeit nur 3 bis 4 km.

Wir beschränken uns hier auf die Transportaufgabe „Gülleausbringung“. Es zeigt sich deutlich, daß unabhängig von der konkreten inneren Verkehrslage der Kooperationsgemeinschaften der Gülletankwagens TE 4 F (3 m³ Fassungsvermögen) den künftigen Leistungsansprüchen an Transportmittel dieser Art nicht mehr gerecht wird und von 9 bis 10 m³ fassenden Tankwagen abgelöst ist. Die folgenden ökonomischen Kalkulationen zielen darauf ab, die Überlegenheit des in Entwicklung befindlichen Gülletankwagens TE 10 F (9 bis 10 m³) nachzuweisen und die Dringlichkeit seiner baldigen Bereitstellung zu unterstreichen. Hierbei soll gezeigt werden, wie sich Arbeitszeitbedarf, Leistung und Verfahrenskosten der Gülleausbringung quantitativ ändern, wenn die (von der analytisch-kalkulatorischen Methode der Leistungsnormung notgedrungen auf konstante Werte festgelegten, in Wirklichkeit jedoch) veränderlichen Arbeitsbedingungen in Bewegung geraten. Zu diesem Zwecke sollen die zwischen diesen Größen bestehenden Zusammenhänge durch analytische Ausdrücke dargestellt werden.

* WZT für Landtechnik Schlieben (Bereich Forschung), Außenstelle Halle