

Untersuchungen an Rindergülle hatten ergeben, daß Gülle als plastischer Stoff mit quasiplastischem Fließverhalten und ausgeprägter Thixotropie definiert werden konnte <sup>1/</sup>. In weiteren Versuchen war der Einfluß von Futterresten und Wasser auf die Fließigenschaften von Rindergülle festgestellt worden <sup>2/</sup>.

Aus dem Auftreten der Thixotropie ließ sich ableiten, daß der Gehalt der Gülle an kolloidal gelösten Stoffen die Fließigenschaften entscheidend beeinflusst und daß die Gülle dem rheologischen Charakter nach den Kolloiden zugerechnet werden muß. Diese Erkenntnis führte dazu, weitere Versuche anzustellen. Sie sollten zeigen, inwieweit durch eine Beeinflussung der Kolloid-Wasser-Beziehungen in der Gülle eine Veränderung des Fließverhaltens möglich ist.

Unter dem Gesichtspunkt der Verbesserung der Fließigenschaften von Gülle wäre es günstig, wenn das Wasserbindungsvermögen der Kolloide vermindert oder diese Kolloide sogar ausgeflockt werden könnten. Damit würde erreicht, daß das Adsorptionswasser frei beweglich wird und als „Schmiermittel“ zwischen den grobdispersen Teilchen wirken kann. Es war deshalb zu untersuchen, inwieweit ein Einfluß von Substanzen, die Kolloide ausflocken, wie Säuren, Alkalien und Salze, sowie eine Frost- und Hitze koagulation als typische Eigenschaft der Kolloide auch bei Gülle nachweisbar ist.

Außerdem erschien es interessant, den Einfluß der Gärung, die die Gülle als Folge des Stoffwechsels der in ihr enthaltenen Bakterien durchmacht, auf die Fließigenschaften zu untersuchen.

Den experimentellen Arbeiten gingen umfangreiche methodische Untersuchungen voraus. Sie hatten die Anfertigung eines Überlaufviskosimeters (Bild 1) zum Ergebnis. Das Überlaufviskosimeter <sup>4/</sup> ist die einzige Art der bisher bekannten Viskosimeter, mit dem eine Durchflußkurve in einem bestimmten Schubspannungsbereich durch nur einen Versuch aufgestellt werden kann. Dieser Vorteil ist noch damit verbunden, daß die Messung erfolgt, wenn die Untersuchungssubstanz „zum ersten und zum einzigen Male durch die Kapillare fließt“ <sup>5/</sup>. Für die Aufnahme der Fließkurve bei thixotropen Substanzen kommt daher nur diese Art Viskosimeter in Frage.

Der Durchmesser für das anstelle einer Kapillare verwendete Meßrohr betrug 24 mm, die Länge 1890 mm; das Fallrohr wurde mit 96 mm Dmr. bei 2000 mm Höhe angefertigt. Eine Justierung des Gerätes mit Getriebeöl ergab eine mittlere Abweichung der unter verschiedener Schubspannung gefundenen dynamischen Viskosität von  $\pm 1$  Prozent. Zwischen UBBELOHDE-Viskosimeter und Überlaufviskosimeter differierten die Ergebnisse um etwa 5 Prozent.

Die Versuche, in denen der Einfluß verschiedener Faktoren auf das Fließverhalten der Rindergülle geprüft wurde, erbrachten folgende Ergebnisse:

## 1. Gärung

Die Untersuchung sollte Klarheit darüber bringen, ob, wie vielfach angenommen wird, die „Viskosität“ einer gasdurchsetzten Gülle geringer ist als die einer gasfreien. Insbesondere bei Betrachtungen zur Fließkanalentmischung wird häufig behauptet, daß die Gärung den Gülleabfluß fördert.

\* Karl-Marx-Universität Leipzig, Sektion Tierproduktion und Veterinärmedizin, Lehrbereich Technologie

<sup>1</sup> Diesem Informationsartikel liegt ein ausführlicher Bericht zugrunde, der 30 Schreibmaschinenseiten, 15 Abb. und 48 Literaturangaben umfaßt. Mikروفilmkopien oder Fotokopien in Originalgröße liefert und verrechnet die Deutsche Staatsbibliothek (Reprografische Abteilung), 108 Berlin, Unter den Linden 8. Bei Bestellung ist folgendes Kennwort anzugeben: „Lommatzsch: Fließkundliche Untersuchungen. Ag. 001/71.“

Für den Versuch wurde ungegorene Gülle mit einer Dichte  $\rho = 1,029 \text{ t/m}^3$  und gegorene Gülle mit 16,8 Volumenprozent Gaseinschlüssen und einer Dichte  $\rho = 0,709 \text{ t/m}^3$  unter vergleichbaren Bedingungen viskosimetrisch untersucht. Der Volumenstrom beider Proben im Viskosimeter zeigte, in Abhängigkeit von der wirkenden Schubspannung aufgetragen, eine überraschend gute Übereinstimmung. Damit läßt sich aussagen, daß das Volumen der Gülle, die bei einer bestimmten angelegten Schubspannung durch ein Rohr fließt, unabhängig ist von ihrem Gasgehalt. Betrachtet man jedoch die Masse des durchfließenden Gülle-Gas-Gemisches, so kann man schlußfolgern, daß sie sich gegenüber Gülle ohne Gasanteil um soviel Prozent verringerte, wie Gas in ihr enthalten war.

Dem Versuch zufolge gibt es auch keine Unterschiede in der relativen dynamischen Viskosität zwischen beiden Proben. Die relative kinematische Viskosität ist jedoch bei gasdurchsetzter Gülle höher als bei ungegorener.

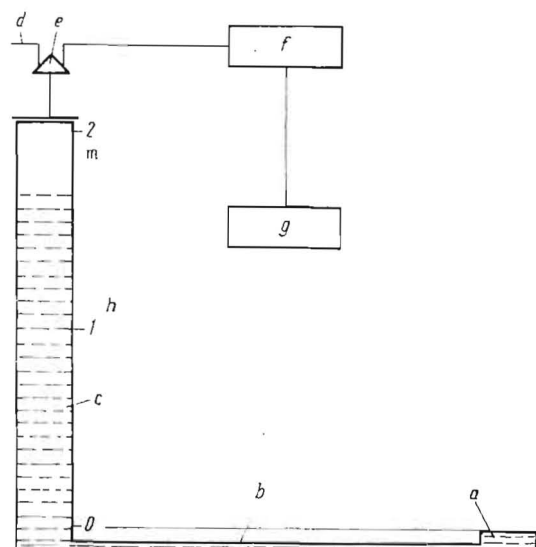
Überträgt man das Ergebnis des Versuchs auf die Fließkanalentmischung, wird eine ungünstige Auswirkung ersichtlich. Obwohl sich die dynamische Viskosität bei der Gärung nicht verändert, wird die Neigung des Göllespiegels im Kanal gegenüber ungegorener Gülle erhöht. Ursache dafür ist die verringerte Dichte gasdurchsetzter Gülle, die kleinere Schubspannungen in der Gülle und an der Kanalwand hervorruft.

## 2. Temperatur

Extreme Temperaturen verändern z. T. nachhaltig den Spannungszustand von Kolloid-Wasser-Gemischen. Sie verursachen ein Herauslösen von Wasser aus den Solvathüllen der Kolloide. Während das Ausfrieren des Wassers häufig ein reversibler Vorgang ist, flockt stärkeres Erhitzen meist die Kolloide aus. Der Vorgang ist dann irreversibel. Praktisches Interesse im Hinblick auf die Gülle ruft vor allem die Frosteinwirkung auf das nachfolgende Fließverhalten hervor.

Im Versuch wurde Gülle, die kurzzeitig auf etwa 50 °C erwärmt worden war, mit Gülle, die in der Tiefkühltruhe eingefroren und anschließend wieder aufgetaut war, sowie mit unbehandelter Gülle verglichen. Dabei zeigte sich, daß die

Bild 1. Prinzipschema des Überlaufviskosimeters; a Überlaufgefäß, b Meßrohr, c Fallrohr, d atmosphärischer Druck, e Dreiweghahn, f Manostat für Überdruck, g Kompressor



Gülle, die eine Frostbehandlung erfahren hatte, nach dem Auftauen an ihrer Oberfläche von Flüssigkeit bedeckt war. Das ausgefrorene Wasser wurde der Probe wieder untergemischt.

Im Versuch zeigte sich eine überraschend starke Verminderung des Volumenstroms hitzebehandelter Gülle, während die kältebehandelte Gülle keinen Unterschied zur unbehandelten Gülle zeigte.

Praktische Erfahrungen beim Betrieb von Fließkanälen in Rinderställen hatten gezeigt, daß Gülle, die an kalten Tagen im Kanal gefroren war, nach dem Auftauen nicht wieder in Fluß geriet. Ursache dafür schien zu sein, daß die aufgetaute Gülle gegenüber der ungefrorenen Gülle an „Viskosität“ stark zugenommen hatte. Dieser scheinbare Widerspruch zum Versuchsergebnis löst sich jedoch, wenn man beachtet, daß bei starker Kälte Wasser ausfriert. Während dieser Umstand beispielsweise beim Gefrieren der Gülle im Lagerbehälter keine Rolle spielt, da das Wasser nach dem Auftauen beim Homogenisieren des Behälterinhalts wieder in der Gülle verteilt wird, zeigt es sich im Fließkanal, daß die ausgefrorene Flüssigkeit beim Auftauen auf der geneigten Gülleoberfläche abfließen kann und damit der Gehalt der Gülle an freiem Wasser entscheidend vermindert wird. Es ist deshalb unter allen Umständen zu vermeiden, daß in den Fließkanälen die Temperaturen bis zum Gefrierpunkt der Gülle absinken.

### 3. Salze

Sowohl Elektrolyte als auch Nichteurolyte verändern die Fließigenschaften von Kolloiden, da sie die Solvatisierungsvorgänge beeinflussen. So wird auch in der Literatur häufig darauf hingewiesen, daß die Zugabe von Superphosphat zur Gülle eine Verbesserung der Fließigenschaften zur Folge haben soll. Tatsächlich zeigte sich in der Versuchsreihe, daß der Zusatz von Superphosphat, besonders aber der Zusatz von Kaliumrhodanid, den Volumenstrom der Gülle gegenüber der Vergleichsprobe wesentlich erhöhte, während Ammoniumsulfat keine günstige Wirkung zeigte.

### 4. pH-Wert

Verläuft die Gärung der Gülle unter aeroben Bedingungen, wird ihre Reaktion infolge freierwerdendem Ammoniak basisch. Unter anaeroben Bedingungen kann sich dagegen eine saure Reaktion einstellen. Um zu klären, ob eine während der Reaktion der Gülle entstehende Abweichung vom Neutralwert auch Einfluß auf das Fließverhalten hat, wurde der

pH-Wert der Gülle durch Zugabe von Reagenzien auf 8,4 bzw. 5,0 verändert. Dabei erwies es sich, daß Gülle eine chemische Pufferwirkung aufweist.

Die Durchführung des Versuchs und die Auswertung der Durchflußkurven zeigten, daß jede Änderung des pH-Wertes der Gülle aus dem Neutralbereich heraus eine Viskositätsminderung mit sich bringt.

### 5. Schlußfolgerungen

Um einen Überblick zu erhalten, wie Gärung, Temperatur, Zugabe von Salzen, Veränderung des pH-Wertes neben dem bereits beschriebenen Einfluß von Wasser und Futterresten [2] [3] und der Thixotropie [4] das Fließverhalten der Gülle verändern, wurde jede beobachtete Erscheinung für sich untersucht. Das Ergebnis des analytischen Vorgehens ist jedoch nur die Kenntnis der Faktoren, nicht aber ihr Zusammenspiel. So ist es durchaus denkbar, daß die Auswirkungen der Gärung beispielsweise der Thixotropie antagonistisch gegenüberstehen. Im Verlauf der Gärung wird durch den Abbau eines Teiles der Kolloide Wasser frei. Außerdem verschiebt sich durch die Tätigkeit der Bakterien die Wasserstoffionenkonzentration im allgemeinen in den basischen Bereich. Sowohl der Abbau der Kolloide als auch das freiwerdende Wasser sowie die Änderung des pH-Wertes bringt eine Verminderung des thixotropen Charakters mit sich.

Weiteren Untersuchungen ist es vorbehalten, sowohl das Zusammenwirken der nunmehr bekannten Faktoren, die die Fließigenschaften der Gülle bestimmen, festzustellen als auch nach weiteren Faktoren zu suchen. Unabhängig davon ist es jedoch möglich, die gewonnenen Ergebnisse für eine Deutung des Fließverhaltens der Gülle anzuwenden bzw. für eine gezielte Beeinflussung auszunutzen.

### Literatur

- 1/ LOMMATZSCH, R.: Die Fließigenschaften von Rindergülle. Deutsche Agrartechnik 19 (1969) H. 7, S. 318 bis 321
- 2/ LOMMATZSCH, R.: Der Einfluß von Futterresten und Wasser auf die Fließigenschaften von Rindergülle. Deutsche Agrartechnik 19 (1969) H. 12, S. 575 bis 577
- 3/ LOMMATZSCH, R.: Fließkanalreinigung und Stallhygiene. Monatshefte für Veterinärmedizin 24 (1969), S. 933 bis 935
- 4/ OSTWALD, W. / R. AUERBACH: Zur Meßmethodik der Viskosimetrie bei variabler Fließgeschwindigkeit und über ein neues Viskosimeter. Kolloid-Zeitschrift 41 (1927), S. 56 bis 62
- 5/ OSTWALD, W. / W. W. STUART: Über mechanisch labile und stabile Strukturviskosität bei Gelatinesolen. Kolloid-Zeitschrift 78 (1937), S. 324 bis 333

A 8523

Akademie-Mitglied D. I. NASEROV\*,  
Ing. A. B. MARTYNOV\*,  
Ing. N. P. OLENIK\*

## Gärfutterstamper mit 2-Motoren-Antrieb<sup>1</sup>

Um hochwertiges Gärfutter zu erhalten, muß man es während des Lagerns vor Luftzutritt schützen, d. h. ein anaerobes Medium schaffen. Diese Bedingung wird in der Praxis mit Selbstverdichtung durch die Eigenmasse des Gärgutes und Verwendung von luftdichten Hochsilos mit verschiedenen Systemen des Druckausgleiches und des schichtweisen mechanischen Verdichtens mit nachfolgendem zuverlässigen Abdecken der obersten Schicht erfüllt.

Erfahrungsgemäß führt das Einlagern von Gärfutter in gewöhnliche Hochsilos mit Selbstverdichtung durch die Eigenmasse zu Verlusten und manchmal sogar — bei Feuchten unter 50 Prozent — zum Verderb des Futters. In luftdichten

Hochsilos erhält man ein Gärfutter guter Qualität. Wegen der hohen Kosten dieser Silos sind die Kapitalinvestitionen je Volumeneinheit jedoch sehr hoch, wodurch die Verwendung von Hochsilos für die Gärfutterlagerung beeinträchtigt wird. Im Moskauer Institut für landwirtschaftliche Betriebsingenieure wird seit einigen Jahren an der Entwicklung von elektrifizierten Vorrichtungen zum Einlagern, Verdichten, Entnehmen und Verteilen von in Hochsilos gelagertem Gärfutter gearbeitet. Dabei haben Prüfungen eines im Institut entwickelten selbstfahrenden elektrischen Gärfutterstamper in verschiedenen Betrieben ergeben, daß das Gerät für das Verdichten von Gärfutter gut geeignet ist. Man kann mit ihm in Hochsilos 30 bis 40 Prozent mehr Gärfutter einlagern als bei Selbstverdichtung durch Eigendruck und Feststampfen von Hand und erhält ein Gärfutter hoher Qualität.

\* Moskauer Gorjatschkin-Institut für landwirtschaftliche Betriebsingenieure  
Aus „Mechanizacija i elektrifikacija socialističeskogo sel'skogo chozajstva“, Moskau (1970) Heft 8, S. 26 bis 28 (gekürzte Übersetzung von Dr.-Ing. W. BALKIN)