

Tafel 1. Wartezeit der Kälber bis zur Abkühlung der Tränke auf die zulässige Aufnahmetemperatur bei unterschiedlicher Ausgangs- und Umgebungstemperatur

Umgebungs- temperatur °C	Dosiermenge				
	5 l	4 l	3 l	2 l	1 l
20	40 °C 5 min	40 °C 5 min	40 °C 5 min	40,5 °C 7,5 min	Einhaltung der Tempera- turtoleranz nicht möglich
15	42 °C 5 min	42 °C 5 min	44 °C 10 min	44 °C 15 min	

Tafel 2. Temperaturen bei der Tränkeaufbereitung mit zwischenzeitlicher Kühlung im Aufbereitungsbehälter

Umgebungs- temperatur °C	Temperatur	Dosiermenge				
		5 l	4 l	3 l	2 l	1 l
20	zum Vor- dosieren	40	40	40	40	40
	nach 20 min	39	39	39	39	39
15	zum Vor- dosieren	43	43	43	45	unter den hier angegebenen Bedingungen nicht möglich
	nach 15 min	39	39	39	39	

6.3. Eine völlig andere Variante ist die Tränkeaufbereitung mit zwischenzeitlicher Kühlung. Das dosierte Milchpulver wird in temperierfähigen Behältern bei Temperaturen von 40 bis 50 °C gelöst und bei 40 °C dosiert. Nach einem Kettenumlauf, der 25 min dauert, hat sich die Tränke in den zuerst gefüllten Eimern auf die Freßtemperatur abgekühlt. In der Zwischenzeit muß aber am Rührwerksbehälter die Kühlung so einsetzen, daß der letzte Teil der Eimer mit Tränke von genau $T = 39$ °C gefüllt wird.

Die genauen Temperaturen und Zeiten sind der Tafel 2 zu entnehmen.

7. Zusammenfassung

Die Einhaltung der Tränketemperatur, als eines der wichtigsten Kriterien bei der Kälberfütterung, ist sehr stark von äußeren Einflüssen abhängig.

Haupteinflussfaktoren sind Umgebungstemperatur, zu dosierende Tränkemenge sowie Anzahl der zu fütternden Tiere je Charge.

Um den Forderungen nach einer sachgemäßen Fütterung gerecht zu werden, d. h. die Tränke in einem Temperaturbereich zwischen 35 und 39 °C zu verabreichen, gibt es mehrere Möglichkeiten. Unter Umständen ist es erforderlich, die Tränke mit entsprechend höherer Temperatur in die Tränkeimer zu dosieren und geringfügige Wartezeiten bis zum Fütterungsbeginn in Kauf zu nehmen.

Eine andere Variante ist die Einschaltung einer Zwischenkühlung der Tränke im Aufbereitungsbehälter.

Es läßt sich daraus schlußfolgern, daß den Fütterungsbedingungen bzw. den Einwirkungen bestimmter Faktoren bei der Konzipierung künftiger Kälberzuchtanlagen verstärkte Aufmerksamkeit zu schenken ist.

Literatur

- 1/ DAMW-VW 1066 Bl. 1.
- 2/ Schätzel, K./J. Clausen: Deutsche Molkerei-Zeitung, Kempten, 84 (1963) H. 11, S. 371-376.
- 3/ Hansen, R./J. Lange/W. Schott: Verfahren zur kontinuierlichen Herstellung rekonstituierter und rekombinierter Milch. Arbeiten des Instituts für Milchwissenschaft, Oranienburg Nr. 15/1969.
- 4/ Kabis, H.-G.: Untersuchungen über die Herstellung rekonstituierter und rekombinierter Milch. Ing.-Arbeit, Ing.-Schule für Lebensmittelindustrie und Milchverarbeitende Industrie. Halberstadt, 1966.
- 5/ Bendull, K.: Mechanisches Auflösen von Trockenmilchpräparaten. Tierzucht 21 (1967) H. 8, S. 395-396.
- 6/ TGL 22 256.
- 7/ Autorenkollektiv: WTG Kälberaufzuchtanlagen (unveröffentlicht).

A 9577

Untersuchungen zum Fördern von Gülle geringerer Fließfähigkeit mit einer eingängigen Schnecke

Dr. R. Neumann, Karl-Marx-Universität Leipzig, Institut für Tropische Landwirtschaft und Veterinärmedizin

1. Problemdarstellung

Bei einstreuloser Haltung der landwirtschaftlichen Nutztiere fällt Gülle mit sehr unterschiedlichen Eigenschaften an, die bei technischen Lösungen für das Lagern, Fördern und Verteilen berücksichtigt werden müssen. In allen Verfahrensabschnitten spielen insbesondere die Unterschiede im Fließverhalten eine Rolle.

Die starken Abweichungen im Fließverhalten sind durch Tierart, Fütterung, Stallklima, Anteil an Futterresten, Gehalt an freiem Wasser u. a. m. bedingt /1/. Erstrebenswert ist es, für jede Art von Gülle in den einzelnen Verfahrensabschnitten jeweils eine einzige universell geeignete Maschinenkategorie einzusetzen, z. B. zum Fördern bestimmte Pumpen. Der Gülle müßte teilweise jedoch in erheblichem Maße Wasser zugesetzt werden, damit sie mit erforderlicher Geschwindigkeit beispielsweise dem Pumpensumpf oder im Fahrzeugtank der Verteileinrichtung zufließen kann.

Ein Wasserzusatz erfordert meist höhere Investitionen für größere Lagerbehälter, und in jedem Falle entsteht ein höherer Transportaufwand. Diese Nachteile werden selbst bei Gülleverregnung nicht voll aufgehoben.

Schlußfolgernd aus den vorangestellten Bemerkungen wurde untersucht, welches technische Prinzip geeignet ist, auch Gülle sehr geringer Fließfähigkeit ohne Wasserzusatz zu fördern. Die entsprechenden Versuche wurden im Rahmen der Entwicklung eines Tankfahrzeugs zum Ausbringen und Verteilen von Gülle mit hoher Fließgrenze durchgeführt /2/.

2. Versuchsmuster und Versuchsbedingungen

Von den relativ wenig möglichen Varianten wurde als günstigste das Fördern mit Hilfe einer eingängigen Vollschncke gewählt. Der Aufbau des Versuchsmusters ist aus Bild 1 ersichtlich. Das Fassungsvermögen des Behälters beträgt 1 m³. Die mit 45° geneigten Seitenwände sollen eine weitgehende Entleerung gewährleisten.

Die eingängige Vollschncke mit gerader Erzeugungslinie ist am Grund des Behälters angeordnet. Es betragen der Wellendurchmesser 50 mm, der Durchmesser der Förderschncke 250 mm, die Steigung 200 mm und die Materialdicke der Schnckenflügel 3 mm. Der Antrieb der Schncke erfolgt

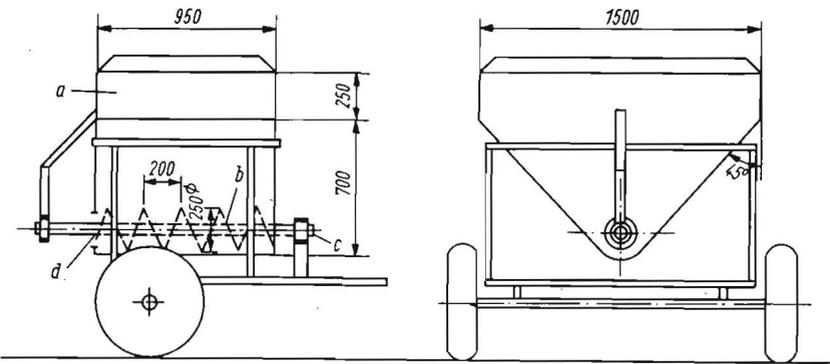


Bild 1. Versuchsmuster zur Durchführung der Förderversuche; a Behälter, b Förderschnecke, c Antrieb, d Ausbringeöffnung

Bild 2. Parameterdarstellung zur Fördercharakteristik;

- a = 2,77; h = 775 mm
- - a = 1,97; h = 775 mm
- - - a = 2,83; h = 625 mm
- · · a = 1,93; h = 625 mm
- · · rechnerisch ermittelt
- h Füllhöhe

vorn. Die an der Rückseite des Behälters befindliche Austragöffnung ist durch einen Scherenverschluß schließbar.

Für die Versuche wurde Gülle mit Fließfaktoren von $a = 1,9$ sowie $a = 2,8$ verwendet. Die Bestimmung der Fließgrenze erfolgte nach der von Lehmann [3] entwickelten Schüttkegelmethode. Die entsprechende Graduierung besagt, daß Gülle mit $a = 1$ einer hohen und mit $a = 8$ einer niedrigen Fließgrenze zuzuordnen ist.

Während der Versuche war der Behälter stets mit Gülle in bestimmter Höhe, gerechnet von Wellenmittellinie, gefüllt. In den Berechnungen wurde vereinfacht eine Dichte von $\rho = 1 \text{ kg/dm}^3$ unterstellt.

3. Berechnungsgrundlage

Aus Mangel an methodischen Grundlagen in bezug auf das Fördergut Gülle wurde zunächst der für die Schneckenförderung von stückigem oder Rieselgut ermittelte Rechengang angewendet. Dabei gelten folgende Größen, Symbole und Einheiten:

m	Masse	kg
φ	Füllungsgrad	—
D	Durchmesser der Förderschnecke	m
d	Durchmesser der Schneckenwelle	m
s	Steigung der Förderschnecke	m
ρ	Dichte des Förderguts	$\text{kg} \cdot \text{dm}^{-3}$
n	Drehzahl der Förderschnecke	U/min
\dot{V}	Volumenstrom	$\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$
\dot{m}	Massenstrom	$\text{t} \cdot \text{h}^{-1}$

Die allgemeine Gleichung für die Schneckenförderung lautet unter Berücksichtigung des Wellendurchmessers und bei Vernachlässigung der Materialdicke der Schneckenflügel im Idealfall

$$\dot{V} = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) \varphi s n \quad (1)$$

bzw. vereinfacht mit

$$\dot{V} = 47,1 (D^2 - d^2) \varphi s n \quad (2)$$

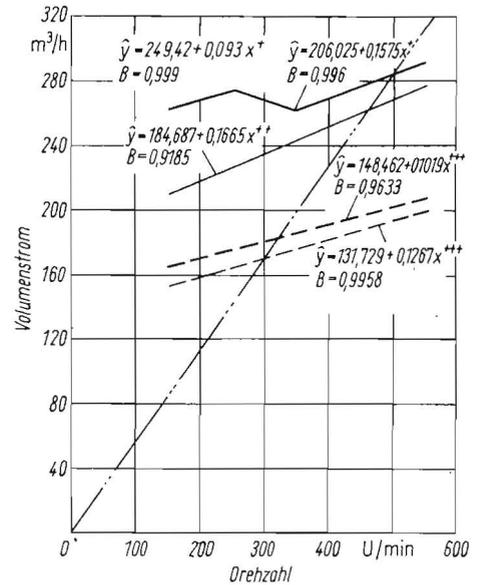
und bezogen auf den Massenstrom

$$\dot{m} = \dot{V} \rho \quad (3)$$

Der Füllungsgrad entspricht dem Verhältnis von tatsächlicher zu theoretisch maximal möglicher Raumausnutzung je Schneckenangang. Meist ist $\varphi < 1$, im vorliegenden Falle kann $\varphi = 1$ unterstellt werden. Die Volumenstromberechnung ergibt sich dann weiter vereinfacht zu

$$\dot{V} = 47,1 (D^2 - d^2) s n$$

Der so errechnete Förderstrom ist grafisch in Bild 2 dargestellt. Es war vorauszusehen, daß die reale Fördercharakteristik der idealisierten nicht nahe kommt. Wegen des geringen Kenntnisstands zur Bewegung der Gülleteilchen



während der Förderung war es auch nicht möglich, über eine Modellbetrachtung zu einer näherungsweise Berechnungsgrundlage zu gelangen. Deshalb sollte im Experiment die Wirkung einiger Einflußfaktoren untersucht werden.

4. Experimentelle Bestimmung des Förderstroms

Das Verhalten der Gülle beim Fördern mit Hilfe einer Schnecke wurde in bezug auf folgende Parameter untersucht:

Parameter	Varianten
Drehzahl der Förderschnecke	n = 150; 250; 350; 450; 550 U/min
Fließfaktor der Gülle	a ≈ 1,9; 2,8
Füllhöhe im Behälter	h = 625 mm; 775 mm

Die Abhängigkeit des Volumenstroms von der Drehzahl der Förderschnecke ist für beide Güllevarianten aus Bild 2 ersichtlich. Die Unregelmäßigkeit im Verlauf der Kurve bei den Fließfaktor-Varianten $a \approx 2,8$ ist nicht erklärbar. Aus der Gegenüberstellung kann man erkennen, daß der analytische Ausdruck für die theoretische Betrachtung $y = mx + 0$ und für die experimentell ermittelte Abhängigkeit $y = mx + n$ ergibt. Es ist also selbst bei Stillstand der Förderschnecke ein Förderstrom meßbar, der hier um so höher liegt, je größer die Fließfähigkeit der Gülle (hoher Wert des Fließfaktors) und der Füllstand im Behälter sind.

Aus der Gesamtbetrachtung von Bild 2 wird die Notwendigkeit sichtbar, für die praktische Berechnung weitere Beiwerte einzuführen, denn im unteren Drehzahlbereich ergäbe mit $\varphi > 1$ der Füllungsgrad allein keine sinnvolle Erklärung.

Tafel 1. Ergebnis der theoretischen Berechnung des Füllungsgrads aus dem experimentell bestimmten Förderstrom (Füllstandshöhe 775 mm)

Drehzahl	Fließfaktor	Masse je Schneckenflügel		Differenz ±	Füllungsgrad
		theoretisch	Versuch		
U/min	a	kg	kg	kg	%
150	2,82	9,42	29,26	+19,84	311
250	2,80	9,42	18,18	+ 8,76	192
350	2,78	9,42	12,44	+ 3,02	132
450	2,75	9,42	10,26	+ 0,84	109
505	—	9,42	9,42	± 0,00	100
550	2,70	9,42	8,87	- 0,55	94
150	1,97	9,42	18,17	+ 8,77	193
250	1,97	9,42	11,60	+ 2,18	123
320	—	9,42	9,42	± 0,00	100
350	1,97	9,42	8,77	- 0,65	93
450	1,97	9,42	7,20	- 2,22	76
550	1,97	9,42	6,20	- 3,22	66

Tafel 2. Experimentell ermittelter Volumenstrom für unterschiedlich fließfähige Gülle

Drehzahl	Fließfaktor	Volumenstrom	Fließfaktor	Volumenstrom	Volumenstromdifferenz	
					absolut	relativ
U/min		m ³ /h		m ³ /h	m ³ /h	%
150	2,82	263,4	1,97	163,7	-99,7	37,8
250	2,80	272,7	1,97	173,9	-98,8	36,2
350	2,78	261,5	1,97	184,1	-77,4	29,6
450	2,75	276,9	1,97	194,1	-82,8	29,9
550	2,70	292,7	1,97	204,5	-88,2	30,1

In Tafel 1 ist der aus dem experimentellen Ergebnis retrograd berechnete theoretische Füllungsgrad zur Veranschaulichung ausgewiesen.

Aus der Literatur sind kaum Untersuchungen zu einem ähnlichen Stoff bekannt — die Gülle ist als plastischer Stoff mit quasiplastischem Fließverhalten definiert. Es ist erklärlich, daß auch bei stillstehender Schnecke in wesentlicher Abhängigkeit von Schneckenquerschnitt, von Fließfähigkeit der Gülle und von dem aus der Füllhöhe resultierenden statischen Druck sich bereits ein bestimmter Förderstrom einstellt. Die drehende Schnecke erzeugt dann einen Längsschub und erhöht den Volumenstrom. Es müssen jedoch auch Zentri-

fugalkräfte beachtet werden. Es ist denkbar, daß bei Erhöhung der Drehzahl über den im Versuch gewählten Maximalwert hinaus die Einleitung des Fördervorgangs insofern erschwert wird, als dann die Gülleteilchen zunehmend von den Schnecken-schaufeln radial herausgedrängt werden.

Eine zunehmend höhere Fließgrenze führt zur Senkung des Volumenstroms. In Tafel 2 sind die experimentell ermittelten Werte dargestellt.

5. Schlußfolgerungen

Die durchgeführten Untersuchungen lassen folgende Aussagen zu:

- Die beschriebene eingängige Vollsnecke ist zum Fördern von Gülle unter bestimmten Bedingungen geeignet; vorteilhaft kann sie zum Entleeren von Tankfahrzeugen bei der Ausbringung von Dickgülle eingesetzt werden.
- Der Förderstrom der Gülle zeigt eine Abhängigkeit von Schneckendrehzahl und Füllstandshöhe sowie insbesondere von der Fließfähigkeit der Gülle. Diese Faktoren bereiten mit ihrer Variabilität Probleme im Falle einer geforderten Dosierung. Für diesen Zweck muß u. U. die Stellung des Öffnungsverschlusses verändert werden.
- Die bisherigen Untersuchungen reichen noch nicht aus, um für Gülle verschiedener Fließfähigkeit sowie für verschiedene Förderbedingungen (Schneckenausführung) eine allgemeingültige Berechnungsgrundlage aufzustellen.

6. Zusammenfassung

Es wurde über Untersuchungen zum Fördern von Gülle mit Hilfe einer Förderschnecke berichtet, wobei die Einsatzmöglichkeiten sowie die Probleme der Fördercharakteristik behandelt sind.

Literatur

- /1/ Lommatzsch, R.: Rheologische Untersuchungen an Rindergülle als Beitrag zur Mechanisierung in der Güllewirtschaft. Dissertation, Karl-Marx-Universität Leipzig 1968.
- /2/ Neumann, R.: Untersuchungen zur Ausbringung von Gülle mit hoher Fließgrenze aus Tankfahrzeugen unter besonderer Berücksichtigung der Gülleverteilung. Dissertation Karl-Marx-Universität Leipzig 1971.
- /3/ Lehmann, R.: Untersuchungen über die Fließgrenze und die physikalische Zusammensetzung von Rindergülle. Dissertation B, Karl-Marx-Universität Leipzig 1970. A 9580

Homogenisierung von Gülle mit Schneckenrührwerk und Mobilkran T 174-1/16

Dr. H. Holjewilken, KDT / Dr. J. Schmerler, KDT, Institut für Düngungsforschung Leipzig-Potsdam, Bereich Potsdam

Bei den einstreulosen Haltungsformen in der Tierproduktion fällt Gülle an, die vor dem Einsatz in der Pflanzenproduktion zwischenzulagern und aufzubereiten ist. Dazu sind Homogenisierungseinrichtungen erforderlich, die es ermöglichen, die Güllmengen in den Lagerbehältern bei Bedarf ausreichend zu durchmischen. Einige Homogenisierungseinrichtungen wurden in der vergangenen Zeit entwickelt (Gitterrührwerk, Ringleitungen mit Strahlröhren); sie werden gegenwärtig in zahlreichen Güllanlagen eingesetzt. Leider liegen auf dem Gebiet der Homogenisierung keine Lösungen vor, die allen Anforderungen und Produktionsbedingungen innerhalb der Güllewirtschaft gerecht werden. Viele Faktoren, wie z. B. Güllart, Trockensubstanzgehalt der Gülle oder Form und Größe der bislang nicht standardisierten Lagerbehälter begrenzen die Einsatzmöglichkeiten der Homogenisierungsverfahren, so daß bisher die vorgestellten Varianten für eine wirkungsvolle und bedarfsgerechte Homogenisierung noch nicht alle Forderungen erfüllen. Mit

dem Einsatz eines Schneckenrührwerks am Mobilkran T 174-1/16 wird eine weitere Variante zum Homogenisieren von Gülle empfohlen, um zur Lösung des Problems der Güllaufbereitung und -lagerung in unseren Tierproduktionsanlagen beizutragen.

Von Lehmann und Jäger /1/ wurde bereits ein Rührwerk entwickelt; sein Einsatz erfolgt stationär an einer im Lagerbehälter umlaufenden Brücke. Außerdem verweist Zinke /2/ auf die Verwendungsmöglichkeit eines Propellerrührwerks am Universallader T 157 oder am Hublader T 150 des Geräteträgers RS 09.

Die neue Variante des Schneckenrührwerks am Mobilkran T 174-1/16 ermöglicht das Homogenisieren von Gülle ohne Elektroenergie; der Antrieb des Schneckenrührwerks erfolgt hydraulisch vom Kran aus. Ohne Elektroanschluß ist damit die Möglichkeit geschaffen, mit einem mobilen Aggregat in mehreren Lagerbehältern Gülle zu homogenisieren. Diese Verfahrensvariante ist in allen Behälterformen mit bestimm-