

Nachdem bereits 1967 über zweijährige Erfahrungen mit der Fließkanalentmistung in der LPG „Sieg des Sozialismus“ Atzendorf berichtet werden konnte [1], liegen nunmehr weitere Beobachtungsergebnisse zu diesem Entmistungssystem vor. Die Erfahrungen wurden in einer Reihe von Praxisanlagen gesammelt, die entweder unter Ausnutzung der in Atzendorf gefundenen Erkenntnisse oder nach eigenen Vorstellungen der jeweiligen Betriebe entstanden sind. Besonders interessante Ergebnisse konnten dabei in der Versuchsanlage in Bad Dürrenberg ermittelt werden, da in diesem Stall mit einer Länge der Fließkanäle von 64 m die Probleme am deutlichsten wurden. Aus diesem Grunde wurden Hinweise aus Ställen mit kürzeren Fließkanälen in Bad Dürrenberg überprüft.

Im einzelnen betrafen die Untersuchungen folgende Details:

## 1. Kanalausbildung

Nach den bisherigen Ergebnissen [1] wurden alle Kanäle (vgl. Bild 1) mit waagrecht liegender Sohle ausgeführt. Außerdem konnte in einer Reihe von Betrieben veranlaßt werden, daß eine Kanalverlängerung von etwa einem halben Meter über den ersten Tierstand hinaus vorgenommen wurde [2]. Neben dem Vorteil dieser Verlängerung, der darin besteht, daß sich keine Gülle an der Giebelwand des Kanals ansetzen kann, erschien wichtig, daß sich in der Verlängerung des Kanals Flüssigkeit (Harn) ansammelt, die Kräfte auf den Güllestapel in Fließrichtung ausübt. Im praktischen Betrieb zeigte es sich, daß Fließkanäle mit „Kanalverlängerung“ tatsächlich günstige Eigenschaften aufweisen. Eine derartige Ausführung ist deshalb angebracht.

Verschiedene Autoren [2] empfehlen, die Kanalsohle stufenförmig auszubilden. Dabei wird unterstellt, daß die unteren Schichten der Gülle am Kanalansfang (vgl. Bild 1) unbeweglich liegen und daß mit dieser Ausführung die Anlagekosten des Baus vermindert werden könnten. POELMA [3] spricht dagegen davon, daß durch eingefügte Stufen die Neigung des Güllespiegels stärker wird. Was demnach am Kanalansfang an Tiefe eingespart würde, müßte am Abfluß zugesetzt werden.

Um das Problem zu klären, wurde in der LPG „Sieg des Sozialismus“ Atzendorf, Abt. Löderburg, ein Test durchgeführt. In einem der vier Kanäle von  $\approx 25$  m Länge wurden 12,5 m 600 mm und die andere Hälfte 900 mm tief ausgeführt. Es zeigte sich gegenüber den in einheitlicher Tiefe von 800 mm angelegten Kanälen im Stufenkanal eine stärkere Neigung des Güllespiegels.

Das Ergebnis läßt sich auch theoretisch begründen. Um jedoch die entsprechenden Gesetze der Hydrodynamik anwenden zu können, mußte erst die Behauptung widerlegt werden, daß die Gülle auf der Kanalsohle unbeweglich liegt. Das gelang mit Hilfe von Bewegungsuntersuchungen radioaktiv markierter Teilchen [4].

Nunmehr gilt:

Die Neigung eines Flüssigkeitsspiegels  $J$  ist, einen gleichgroßen Volumestrom  $Q$  vorausgesetzt, nach der Formel

$$J = \frac{Q^2}{k^2 \cdot F^2 \cdot R^3}$$

abhängig vom Geschwindigkeitsbeiwert  $k$ , der Querschnittsfläche  $F$  des Güllestapels und seinem hydraulischen Radius  $R$  [5]. Während der Geschwindigkeitsbeiwert  $k$  für beide Kanalformen nur unwesentlich differieren dürfte, verringert sich beim Stufenkanal gegenüber dem üblichen Kanal am gleichen Standplatz sowohl die Querschnittsfläche  $F$  als auch der hydraulische Radius  $R$ . Demzufolge muß die Neigung des Güllespiegels im Stufenkanal größer sein.

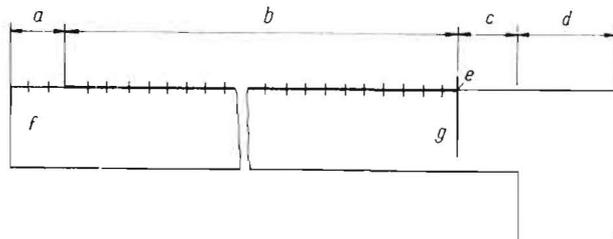


Bild 1  
Veranschaulichung der bei der Beschreibung des Fließkanals verwendeten Begriffe. a Kanalverlängerung, b Fließkanal, c Abfluß, d Querkanal, e Schieber, f Kanalansfang, g Kanalende

Ort	Tierzahl	Länge m	Tiefe m	Breite m	Funktions- sicherheit	Bemerkungen
Bad Dürrenberg, Kr. Merseburg	230	64,15	1,25	0,8	+	
Haardorf, Kr. Zeitz	240	56,1	1,30	0,8	+++	15 kg Schlempe/Fag
Löderburg II, Kr. Staßfurt	120	36,0	0,80	0,8	-	
Lauterbach, Kr. Marienberg	117	35,0	0,81	0,8	++	
Bornitz, Kr. Zeitz	100	30,0	0,80	0,8	-	Jungvieh, sehr viel Futterreste, keine Lagergrube
Droschka, Kr. Eisenberg	200	30,0	0,53 ... 0,85	0,7	-	Stufenkanal, Quer- kanal nicht vertieft
Ruppersdorf, Kr. Lobenstein	200	28,6	0,85	0,8	+++	Melken im Melk- stand, Waschen der Treibgänge
Löderburg I, Kr. Staßfurt	100	25,0	0,80	0,8	++	
Merkwitz, Kr. Leipzig	200	25,0	0,80	0,7	++	
Braunsbedra, Kr. Merseburg	280	24,5	0,80	1,0	+++	
Förderstedt, Kr. Staßfurt	180	23,0	0,80	0,8	++	
Straßberg, Kr. Plauen	120	18,5	0,75	0,8	+++	
Nassau, Kr. Brand-Erbisdorf	230	17,0	0,60	0,8	-	Jungvieh

◀ Tafel I  
Übersicht über einige beobachtete Praxisanlagen

- +++ keinerlei Abflußstörungen
- ++ Abflußstörungen sehr selten
- + in manchen Fütterungsperioden Abflußstörungen
- häufige Abflußstörungen

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

## 2. Kontinuität des Fließvorgangs

Infolge des Fehlens von Außenanlagen kam es in einer Reihe von Ställen häufig zu Rückstau von Gülle aus dem Pumpenschacht und dem Querkanal in die Längskanäle. Damit wurde der kontinuierliche Abfluß gestört. Ein Rückstau schien zumindest in den langen Kanälen in Bad Dürrenberg nachteilig zu sein. Der Anstieg der Gülle am Kanalende entsprach nicht nur der Höhe des Rückstaus am Kanalende, sondern er war größer. Es blieb auch, wenn der Rückstau beseitigt war, vorübergehend als Nachwirkung eine stärkere Neigung des Güllespiegels bestehen.

Der Einfluß eines Rückstaus auf die Fließvorgänge im Kanal ist schwer zu erfassen. Gleichartige Verhältnisse schafft ein Anstauen der Gülle durch Schließen der Schieber. In Bad Dürrenberg konnten damit Erfahrungen gesammelt werden. Der Schieber wurde erst geöffnet, als die Gülle am Kanalende den Rost erreichte. Dabei konnte beobachtet werden, daß der starke Abfluß der Gülle am Schieber in keinem Verhältnis stand zu dem relativ geringen Absinken der Gülle am Kanalende. Bei einer Wiederholung des Tastversuches erreichte die Gülle, dem Stand im Kanal entsprechend, schneller den Rost als beim ersten Versuch. Als Schlußfolgerung ergibt sich, daß durch Rückstau von Gülle in die Fließkanäle die Funktionssicherheit des Entnastungssystems vermindert wird.

## 3. Maßnahmen bei gestörtem Abfluß

Durch ungenügende Bemessung der Kanaltiefe, starken Futteranteil in der Gülle oder hohe Zähigkeit des Kotes infolge besonders rohfasereicher Fütterung kam es in einigen Ställen gelegentlich oder ständig (Tafel 1) zu Abflußstörungen: Die Gülle erreichte am Kanalende den Rost.

Da eine Entnahme von Gülle am Kanalende mit dem Gülletankwagen nur eine ausgesprochene Notmaßnahme darstellt, wurde überprüft, welche Methoden bei Abflußstörungen anwendbar sind.

Wie bereits aus dem vorigen Abschnitt ersichtlich ist, kann das teilweise übliche Anstauen der Gülle nicht als Maßnahme zur Beseitigung einer Abflußstörung angewendet werden. Deshalb war es notwendig, andere Methoden zu erproben.

Die einfachste Maßnahme war ein Wasserzusatz zur Gülle mit dem Schlauch (3/4"). Es zeigte sich jedoch sowohl in Atzendorf als auch in Bad Dürrenberg, daß, ganz gleich in welche Tiefe des Güllestapels der Schlauch geführt wird, ein

Erfolg nicht erzielt werden kann. Vielmehr bildet sich ein „Kurzschluß“ heraus; das Wasser fließt in bestimmten Schichten des Güllestapels unter diesem ab und tritt erst dort wieder, einer Quelle ähnlich, hervor, wo der Güllestand noch etwa 40 cm beträgt. Wird das Wasser durch Röhren mit der Gülle vermischt, gelingt es mitunter den Abfluß etwas in Gang zu bringen. Der Wasserverbrauch ist dabei sehr hoch. Auch ein stärkerer Wasserstrom durch einen Zusatz von Wasser mit dem Gülletankwagen in die Kanalverlängerung ist nicht in jedem Falle erfolgversprechend: Es kommt zu einer Verschiebung des Güllestapels in Fließrichtung um einige Meter. Dabei sinkt der Güllestand etwas ab. Häufig wächst er jedoch wieder bis an die Roste an, so daß erneut Maßnahmen notwendig werden.

In weiteren Versuchen sollte die Gülle ohne Wasserzusatz nur durch Röhren zum Abfließen gebracht werden. Dazu wurde sie mit einem Brett, das durch den Gitterrost gesteckt wurde, in Abständen von einem Meter quer zur Fließrichtung durchgerührt. Dabei kam es ebenfalls zu einem gewissen kurzzeitigen Abfluß. Eine vollkommene Beseitigung der Verstopfung war jedoch nicht zu erreichen.

Als günstiger erwies sich ein anderes Vorgehen an den Fließvorgang im Güllestapel. Die bisher angeführten Methoden legten zugrunde, daß die Gülle durch ihre hohe innere Reibung nicht abfließt.

Geht man jedoch davon aus, daß der Fließvorgang vorwiegend im oberen Teil des Güllestapels stattfindet bzw. daß im Güllestapel flüssigere Schichten vorhanden sind, auf denen die obere Schicht wie ein kompakter „Pfropfen“ an den Wänden gleitet, müßte durch Verbesserung der Gleitschicht zwischen Kanalwand und „Pfropfen“ ein Abfließen erreicht werden. Dies war tatsächlich in Bad Dürrenberg der Fall. Bei mehreren Kanälen, in denen eine Abflußstörung vorlag, wurde mit einem Schlauch (3/4") Wasser auf die Oberfläche der Gülle gegeben. Der Strahl wurde dabei besonders auf die Randzonen gerichtet. Man fand heraus, daß es zweckmäßig ist, die Wasserzugabe etwa 15 m vom Abfluß entfernt zu beginnen und nach dem oberen Ende hin fortzusetzen. Die Gülle kommt dabei ganz allmählich in Bewegung und fließt bis weit unter die durchschnittliche Neigung des Güllespiegels ab. Die Maßnahme erfordert etwa eine halbe Stunde Zeit und relativ geringe Wassermengen. Sie versagte jedoch bei den extremen Verhältnissen in den Fließkanälen im Dezember 1967. In diesem Fall konnte mit einer Methode, die wohl als die sicherste anzusprechen ist, Abhilfe geschaffen werden: die Gülle wurde umgepumpt. Es wurde eine Rohrleitung in den Stall verlegt (Beregnungsrohr) und die Gülle aus dem Querkanal in die Fließkanäle zurückgepumpt. Man beginnt ebenfalls in der unteren Hälfte des Fließkanals und verlängert, wenn die Gülle abfließt, die Rohrleitung. Die Gülle strömt von oben auf den Güllestapel. Dabei gelangt immer mehr festliegende Gülle aus dem Kanal in den Pumpenkreislauf. Die Maßnahme erfordert den Einsatz von 2 AK für etwa 2 h. Für gute Entlüftung ist Sorge zu tragen. Wegen des hohen Aufwandes ist jedoch das Umpumpen der Praxis nicht zu empfehlen. Es muß nach weiteren Methoden gesucht werden, Abflußstörungen auf einfache Art zu beseitigen.

## 4. Zuordnung und Ausführung der Querkanäle

Bei der Mehrzahl der unter Beratung des Instituts erbauten Ställe fließt die Gülle in einen in der Mitte des Stalles angelegten oder am Giebelende vorgelagerten Querkanal ab. In der LPG „Weiße Elster“, Straßberg, Kr. Plauen, wurde jedoch eine andere Variante erprobt. Es bot sich bei diesem Projekt an, zwei Querkanäle anzulegen. Damit konnten gegenüber einem mittig angeordneten Querkanal die Fließkanäle flacher gehalten werden. Es ergaben sich zwei Fließkanäle von je 18 m Länge und ein Fließkanal von 33 m Länge (Bild 2). Aus dem zwischen den beiden Querkanälen gelegenen Fließkanal konnte die Gülle nach beiden Seiten abfließen. Nach den Beobachtungen und Testmessungen bildete sich in diesem Kanal eine geringfügig stärkere Neigung

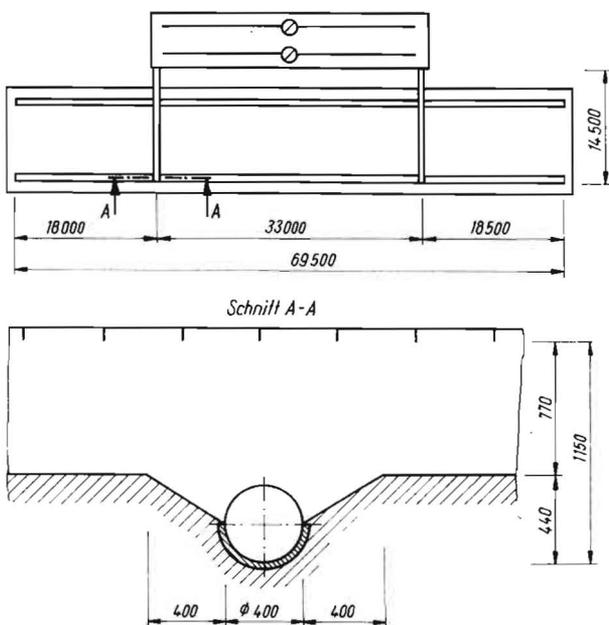


Bild 2. Anordnung und Ausführung der Querkanäle im Milchviehstall der LPG „Weiße Elster“ Straßberg

des Güllespiegels aus als in den nach einer Seite abfließenden Kanälen. In der Mitte entstand eine breite Gipfelzone, so daß der Güllespiegel, im Längsschnitt betrachtet, einem Kreissegment ähnlich war. Die maximale Höhe des Güllespiegels betrug in diesem Stall — allerdings wurden alle Futterreste über den Futtertisch entfernt und nicht durch den Rost gekehrt — kaum mehr als 60 cm.

Neben den beidseitig fließenden Längskanälen wurde in diesem Stall auch die Eignung von Rohrleitungen als Querkanal erprobt. Die Laboruntersuchungen hatten quasiplastisches Fließverhalten der Gülle ergeben [6]. Daraus konnte abgeleitet werden, daß der Anstiegswinkel der Gülle bzw. die relative Viskosität  $\eta'$  um so kleiner wird, je höher die Fließgeschwindigkeit ist. In Atzendorf hatte sich ebenfalls gezeigt, daß im Querkanal ständig ein niedrigerer Gülleanstieg zu beobachten war als im Längskanal. Diese Untersuchungen berechtigten zu der Annahme, daß sich anstelle der teuren Querkanäle die weitaus billigere Anlage eines Rohrstranges bewährt. In Bild 2 ist dargestellt, wie in Straßberg die waagrecht verlegten Tonrohre mit 400 mm NW und einer Länge von 14,5 m in die Fließkanäle eingebunden worden sind. Im zweijährigen Betrieb des Stalles traten noch keine Abflußstörungen auf, so daß anzunehmen ist, daß Querkanäle künftig auch in dieser Ausführung angelegt werden können.

## 5. Übersicht über beobachtete Praxisanlagen

In der Praxis wurde in den letzten Jahren, seitdem in der LPG Atzendorf die Funktionsfähigkeit der Fließkanalentmistung nachgewiesen worden war, eine Vielzahl von Anlagen mit diesem Entmistungssystem gebaut. Dabei ist zu unterscheiden zwischen solchen Betrieben, die die Erfahrungen von Atzendorf übernehmen und solchen LPG und VEG, die eigene „Experimentalbauten“ nach ihren Vorstellungen errichteten. Leider ist bei diesen Betrieben der Anteil an funktionsuntüchtigen Anlagen sehr hoch. Die *Hauptfehlerquellen* für das Versagen der Fließkanalentmistung sind vor allem:

- keine Abrißkante zwischen Längs- und Querkanal,
- Kanaltiefe zu gering, besonders im Zusammenhang mit der Ausführung als Stufenkanal,

## Die Fließeigenschaften von Rindergülle

Die Prognose zur Entwicklung der Landwirtschaft unserer Republik läßt erwarten, daß bis 1980 als Folge der Rinderhaltung ohne Einstreu bei der Hälfte aller Kuhplätze sowie bei der gesamten Bullenmast Gülle anfällt. Ursache für das große Interesse, das von unserer Landwirtschaft der Rinderhaltung ohne Einstreu entgegengebracht wird, sind bekanntlich in allererster Linie arbeitswirtschaftliche Vorteile, die sich als Folge der Auflösung der herkömmlichen Stroh-Stallmist-Kette ergeben [1].

Mit Gülle fällt in unserer Landwirtschaft ein Material an, das sich in seiner Handhabung vollkommen vom üblichen Stallmist unterscheidet. Da Gülle ein fließfähiger Dünger ist, kann die vorhandene Mechanisierungskette für Stallmist nicht mehr verwendet werden. Aber auch die zur Förderung und zur Verteilung der Jauche bisher eingesetzte technische Ausrüstung ist für Gülle ungeeignet. Der Grund dafür ist, daß Gülle ein sog. plastisches Material darstellt und in ihren Fließeigenschaften in wesentlichen Punkten eine Stellung zwischen Stallmist als Schüttgut einerseits und Jauche als Flüssigkeit andererseits einnimmt.

Gegenwärtig liegen über die Gülle als Material erst in relativ geringem Umfang technische Untersuchungen vor. Demzufolge ist z. Z. sowohl der Bauprojektant als auch der

- die Einstellung von Jungvieh oder Mastvieh an Kanälen mit einer Tiefe wie sie für Milchvieh bemessen ist,
- hoher Anteil von Futterresten in der Gülle durch unsachgemäße Krippenausbildung,
- ständiger Rückstau der Gülle in die Fließkanäle durch Fehlen der Lagerbehälter.

Tafel 1 zeigt eine Auswahl von Betrieben, die Anbindeställe mit Fließkanalentmistung betreiben, die Abmessungen der Fließkanäle sowie deren Funktionssicherheit.

## Zusammenfassung

Es wird über Erfahrungen mit der Fließkanalentmistung berichtet. In der Kanalausführung bringt eine Kanalverlängerung über den ersten Standplatz hinaus Vorteile, während eine Ausführung als Stufenkanal eine höhere Neigung des Güllespiegels zur Folge hatte. Der ständige freie Abfluß der Gülle aus dem Fließkanal ist für die Funktionssicherheit des Entmistungssystems wichtig. Bei gestörtem Abfluß ist es zweckmäßig, mit Wasser eine Gleitschicht zwischen Kanalwand und Gülle zu erzeugen. In einem weiteren Abschnitt werden die Hauptursachen für das Versagen von Fließkanalentmistung in verschiedenen Anlagen genannt. In einer Übersicht werden Kanalabmessungen und Funktionssicherheit einiger Stallanlagen gegenübergestellt.

## Literatur

- [1] LOMMATZSCH, R. / A. HENNIG: Erfahrungen mit der Fließkanalentmistung. Deutsche Agrartechnik 17 (1967) S. 267 bis 270
- [2] BERGLUND, S. / G. ANIANSSON / EKESBÖ, J.: Hantering av flytande gödsel. Jordbrukstekniska Institutet, Meddelande nr. 310, Uppsala 1965
- [3] POELMA, H. B.: persönl. Mitteilung, Oktober 1966
- [4] Teilabschlußbericht „Untersuchungen zum Transport von Rindergülle ohne Wasserzusatz vom Stall in den Lagerbehälter durch Schwerkraft“ des Forschungsauftrages 4502 021 VI 8008/8 „Entmistung und Mistbehandlung bei einstreuloser Haltung von Rindern“ vom 30. Juni 1969. Bearbeiter: R. LOMMATZSCH, Institut für Landtechnik der Karl-Marx-Universität Leipzig (unveröffentl.)
- [5] WECHMANN, A.: Hydraulik, 3. Aufl. VEB Verlag für Bauwesen, Berlin 1966
- [6] LOMMATZSCH, R.: Die Fließeigenschaften von Rindergülle. Deutsche Agrartechnik 19 (1969) H. 7, S. 318 bis 321 A 7596

Dr. R. LOMMATZSCH\*

Landtechniker auf Erfahrungswerte angewiesen. Es ist jedoch erforderlich, die Empirie in der Mechanisierung der Güllewirtschaft mehr und mehr zu überwinden. Dies wird um so dringender, wenn die sich zukünftig ergebende Konzentration der Viehbestände berücksichtigt wird. Eine Übernahme von Erfahrungen, die im bäuerlichen Betrieb gewonnen wurden, ist dabei völlig unzureichend. Mängel in der Bauausführung oder im Mechanisierungssystem, die im bäuerlichen Betrieb mit einem vertretbaren Mehraufwand an lebendiger Arbeit zu überbrücken sind, würden bei ihrem Auftreten in der Großanlage kaum lösbare Probleme stellen. Bereits aus diesem Grund erweist es sich als notwendig, genauere Kenntnisse über die technisch-physikalischen Eigenschaften der Gülle zu erhalten.

Darüber hinaus erhält die Aufklärung des Fließverhaltens unverdünnter oder wenig mit Wasser verdünnter Gülle durch die Entwicklung der Fließkanalentmistung [2] besondere Bedeutung.

Bezeichnend ist, daß bei dieser Art der Entmistung, die zweifellos die größte Bedeutung unter den gegenwärtig

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