

# Bewertung von Entmistungsverfahren in Rinderlaufställen

A. PÖLLINGER

## 1. Einleitung und Problemstellung

Jede Ansammlung von landwirtschaftlichen Nutztieren auf begrenzten Flächen führt auch zu einer Ansammlung von tierischen Ausscheidungen in Form von Kot und Harn, die gezielt gesammelt und abtransportiert werden müssen. Neue Stallsysteme und Umbauten sind häufig mit großen Reinigungsflächen und mit verschiedenen Mistachsen verbunden. Die Verwendung von Stroh ist wieder stärker verbreitet und schafft neue Probleme (OECHSNER, 1994). Die wichtigsten Fragen bei der Entmistung liegen im Bereich der Reinigungsqualität, baulichen Anordnung, Funktionssicherheit, Arbeitswirtschaft, Tiergerechtigkeit und Arbeitssicherheit (STEINER, 2000).

Die Zusammensetzung des anfallenden Wirtschaftsdüngers (Gülle oder Stallmist) ist auch für die Auswahl des geeigneten Entmistungsverfahrens von Bedeutung. Sie variiert in Abhängigkeit von der Tierart, dem Alter, dem Körpergewicht, der Ration (Futterzusammensetzung) und dem Trächtigkeitszustand der Tiere. OECHSNER, 1994, rechnet

mit einem Anfall von 50 l Kot-Harnmisch/GVE.d, SCHECHTNER, et.al. 1991, geht von 42 l Anfall an Kot-Harnmisch/GVE.d unverdünnt berechnet (u.v.b.) aus. Das bedeutet, dass beispielsweise bei 80 GVE (Großvieheinheiten) auf einem Betrieb mit Ganzjahresstallhaltung beinahe 1500 m<sup>3</sup> Gülle oder 800 t Stallmist jährlich gesammelt werden müssen.

Die zur Zeit am Markt befindlichen Entmistungssysteme sollen hinsichtlich der vorher angeführten Kriterien bewertet werden (Abbildung 1).

### Fest- oder Flüssigentmistung?

Lange galten Spaltenböden, bei ordnungsgemäßer Verlegung, als arbeitswirtschaftliche Optimallösung für den Rinderlaufstall. Flachschieberanlagen hatten aufgrund hoher Reparaturanfälligkeiten einen schlechten Ruf. Trotzdem wurde an der Verbesserung weiter gearbeitet. Heute liegt der Reparaturkostenanteil zwischen 4 und 6 % der Nettoinvestitionssumme (HAIDN, 1995). Somit stellt die stationäre Schieberentmistung eine durchaus interessante Alternative zum Vollspaltenboden dar. Aus der Sicht

der Arbeitswirtschaft ist die stationäre Entmistungsanlage im Vergleich zur Flüssigentmistung nicht schlechter zu beurteilen. Erst mit steigender Einstreumenge nimmt der arbeitswirtschaftliche Aufwand merkbar zu und wird auch betriebswirtschaftlich tragend (siehe Kapitel 6).

Mit einer Flachschieberanlage können die Ammoniakemissionen verringert werden, die verschmutzten Flächen werden regelmäßig gereinigt und die emissionsaktive Oberfläche der Wirtschaftsdünger dadurch reduziert.

## 2. Stationäre Entmistungssysteme

Im Rinderlaufstall werden in erster Linie Breitschieberanlagen zur Entmistung der Laufflächen eingesetzt. Bei den Breitschiebern gibt es Klapp-, Kombi-, Tretmist- und Faltschieber und den Entmistungsroboter (siehe Abbildung 2).

Der **Klappschieber** nimmt den Mist mit den senkrecht oder schräggestellten Pendelklappen mit. Diese werden bei der Rückwärtsfahrt mittels Umlenkmechanismus von der Lauffläche hochgehoben. Angetrieben wird dieser Schieber über einen Seilzug, eine hydraulisch bewegte Schiene oder eine Schnecke. Ein wesentlicher Vorteil liegt darin, dass der Schieber keine Öffnungswege und somit keinen extra Warteraum braucht, er räumt vom Stallanfang an. Nachteilig ist die Einhaltung von exakten Gangbreiten. Gangbreiten bis 4,00 m können mit dem Klappschieber geräumt werden.

Der **Faltschieber** hat zwei klappbare Räumflügel, die in Rückwärtsfahrt zusammenklappen. Ein Nachteil ist der lange Öffnungsweg von 2,5 bis 3,0 m, die Parkstellung liegt außerhalb des Laufgangbereiches. Vorteilhaft ist die Einsatzmöglichkeit bei unterschiedlichen Gangbreiten und dass er von den Tieren problemlos angenommen wird (kaum Verletzungsgefahr). Serienmäßig können Laufgänge bis 4,00 m gereinigt werden, bis 5,00 m Räumbreite sind in Sonderanfertigung möglich (Laufhofreinigung).

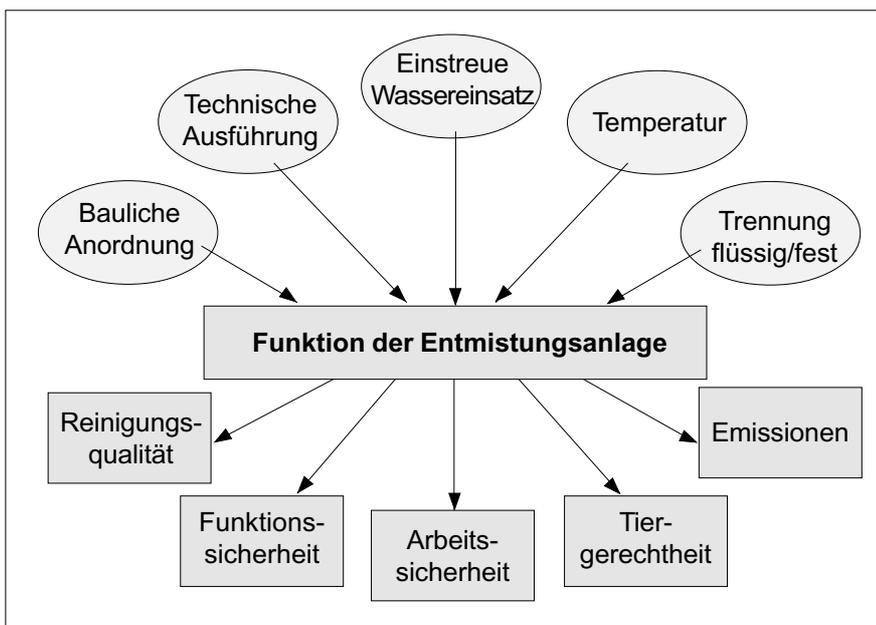


Abbildung 1: Funktionsdiagramm für eine Entmistungsanlage (STEINER, B. et.al, 2000)

Autor: Dipl. Ing. Alfred Pöllinger, Abteilung für Mechanisierung, BAL Gumpenstein, A-8952 IRDNING

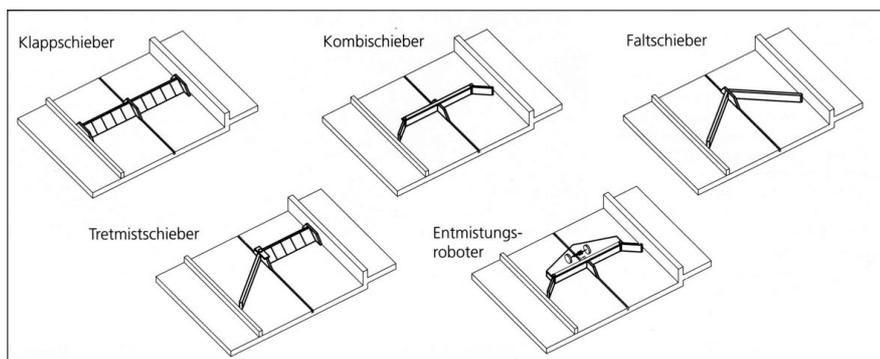


Abbildung 2: Verschiedene Breitschieberanlagen für Laufställe

Der **Kombischieber** ist eine Kombination zwischen Klapp- und Faltschieber. Der Mittelteil ist dem Klappschieber baugleich – klappbare Räumflügel – und die Randflügel werden wie beim Klappschieber ein- und ausgeklappt. Er kann die Vorteile von Klapp- und Faltschieber verbinden, braucht nur einen geringen Öffnungsweg und ist bezüglich der Gangbreiten flexibel einsetzbar.

Der **Tretristschieber** ist ebenfalls eine Kombination aus Klapp- und Faltschieber, wobei die Aufteilung in Hälften erfolgt. Mit dem Falträumerflügel wird der einseitig anfallende Mist gegen die Mitte geschoben. Die außermittige Anlenkung mittels Zugseil oder hydraulisch bewegter Schiene ist ebenfalls eine Möglichkeit die einseitig anfallenden Kräfte besser zu verteilen.

In den meisten Fällen werden die Breitschieber von einem Zugseil über einen Seilwindenmotor angetrieben. 0,75 kW starke Motoren reichen in der Regel für den Vorschub aus, ein Rückzugsmotor hat meist 0,35 kW.

Die Entwässerungsrinne wird häufig gleichzeitig auch als Führungsrinne für das Zugseil verwendet. Die Vorfahrtsgeschwindigkeit liegt zwischen 3 – 5 m/min. Bei größeren Schiebern sollte die Geschwindigkeit wegen der Gefahr von Tierverletzungen nicht höher als 4,0 m/min sein.

### Entwässerungs-/Jauchenrinne

Für die problemlose Funktion von Entwässerungs- und Jauchenrinne sind automatisch geführte Räumklappen oder die gute Zugänglichkeit zur händischen Reinigung wichtig. In der Endstellung von automatischen Schiebern mit Räumklappen empfiehlt es sich, einen Samelschacht für in Rückwärtsfahrt mitgenommene Stroh- und Mistreste zu errich-

ten. Damit soll auch gleichzeitig verhindert werden, dass im Bereich der Umlenkrollen Mist angelagert wird, der im Winter zum Festfrieren führen kann.

Jauchenrinnen mit Räumklappe sind sehr sorgfältig auszuführen. Auf einem praktischen Untersuchungsbetrieb der BAL Gumpenstein kam es beim Einbetonieren der aus aufgeschnittenen Polokalrohren hergestellten Jauchenrinne zum Verrutschen der Rohre. Deshalb musste die Räumklappe kleiner geschnitten werden, wodurch der Reinigungseffekt verschlechtert wurde. In der Regel werden hier von den Firmen vorgefertigte, zusammensteckbare Rinnenelemente verwendet, die einfacher einnivelliert und einbetoniert werden können.

Wichtig ist auch eine gute Verbindung mit dem umgebenden Betonmantel, damit punktförmige Belastungen nicht zu Rissebildung im Spaltenbereich führen und durch Verkleinerung des Führungspaltes ein Verkleben des Flachschiebers bewirken können. Der als Betonkragen ausgeführte Übergangsbereich von Rinne zur Lauffläche muss besonders stabil ausgeführt werden.

### Entmistungsintervall

Die Häufigkeit der Entmistung entscheidet über die Sauberkeit der Laufflächen im Stall. Klauenschäden in der Laufstallhaltung nehmen einen steigenden Anteil an den Abgangsursachen ein (SEKUL, 1999; zit. nach STEINER et.al. 2000). Mit einem längeren Entmistungsintervall steigen die Ammoniakemissionen an und Ammoniak macht Klauen instabil. Diese und weitere Gründe sprechen für eine hohe Entmistungsfrequenz im Rinderlaufstall mit stationärer oder mobiler Entmistung, bzw. sauberen Spalten und kleine Oberflächen bei Flüssigmistsystemen.

50 % des Mistes fallen im Fressbereich an. Diese Tatsache macht es besonders wichtig diesen Bereich gut und häufig zu entmisten. Darin besteht auch das Problem mobiler Entmistungssysteme (Traktor, Hoflader oder Motorschieber). Nur stationäre Entmistungsanlagen werden in der Regel zwei- bis mehrmals pro Tag in Betrieb genommen. Automatische Steuerungen, mit denen die Entmistungsfrequenz beliebig hoch gestaltet werden kann, bieten hier einen großen Vorteil, sind jedoch hinsichtlich der Tierverletzungen nicht völlig unproblematisch zu sehen. Kälberkühe sollten auch aus diesem Grund in einer eigenen Box separiert werden.

Bei einer Untersuchung in der Schweiz wurde festgestellt, dass in der Anbindehaltung zu 90 % 2x pro Tag entmistet wird, während in Laufställen mit Klapp- und Kombischieber knapp über 50 % und bei Faltschieber nur mehr 30 % 2x pro Tag entmistet werden. Die restlichen Betriebe mit Laufstall entmisten häufiger als 2x täglich.

### Anforderungen an Mistbahnen mit planbefestigten Oberflächen

Planbefestigte Oberflächen sind aus der Sicht der Tiergesundheit, -gerechtigkeit und den wesentlich niedrigeren Investitionskosten, im Vergleich zum Vollspaltenboden eine zu bevorzugende bauliche Lösung. Das Reinigungsintervall ist allerdings so zu wählen, dass durch langes Stehen im Kot die Klauen nicht erweichen.

Anforderung an Mistbahnen aus baulicher Sicht (FAT, 1999):

- ebene Ausführung mit Quergefälle, keine Muldenbildung
- rissfrei und wasserundurchlässig
- widerstandsfähig gegen mechanische Belastungen
- hohe Trittsicherheit

Gussasphalt und profilierte Betonoberflächen sind aus der Sicht der Rutschfestigkeit und Beanspruchbarkeit günstig zu beurteilen. Baulich sollen die zu entmistenden Flächen mit einem Gefälle von 1,5 besser 2,0 % zu einer Entwässerungsrinne hin ausgeführt werden. Damit kann der Reinigungsaufwand für Laufflächen erheblich gesenkt werden. Mit Beton lässt sich ein Gefälle relativ einfach herstellen, bei Gussasphalt ist das schwierig.

### Entmistung im Winter!

Die Entmistung im Winter ist in Außenklimaställen und/oder Kaltställen bis  $-10^{\circ}\text{C}$  bei entsprechenden technischen und organisatorischen Vorkehrungen kein Problem.

Was passiert durch Frosteinwirkung?

- Breitschieberanlage: angefrorene Schieber und Seile
- Bei Kombination mit Schubstangenentmistung: Mistreste und Schieber sind im Kanal angefroren
- Bei Hochförderer: Mist ist im Übergabebereich angefroren

### Technisch/bauliche Gegenmaßnahmen

- großzügige Entwässerung aller Bereiche, insbesondere der Warteplätze und der Übergabebereiche
- Schieberstehplatz im geschützten Bereich errichten und ev. isolieren.
- Bei Querkanälen im Freien, mittels Abdeckung isolieren (z.B. Strohhallen)
- Roste im Abwurfbereich mit großen Öffnungsweiten und schrägen Schlitzfen.
- Seilführungsrinne muss einfach zu reinigen sein – Jauchenrinne mit Klappschieber
- Umlenkrollen sind so anzubringen, dass sie nicht im Staubereich von Flüssigkeiten liegen
- Elektrische Steuerung mit separatem Programm für Frostbetrieb bzw. häufiger reinigen.

### Organisatorische Gegenmaßnahmen

- Bei Hochförderer: Mistgabel im ausgefahrenen Zustand stehen lassen, Übergabebereich sehr gut entwässern und eventuell mit kleinem Podest erhöhen.
- Völliges Ausfahren aller Mistreste aus den Kanälen und Mistbahnen, eventuell händisch nachreinigen
- Alle 2-3 Stunden entmisten

Die **Schiebermasse und -form** ist der Mistart und Anfallmenge anzupassen. Ein großes Schild (20 cm Höhe und durchschnittlich 24 cm Breite) und schwerer Schieber ist bei viel Strohstreu wichtig (z.B. Tretmist). Einseitig belastete Schieber sollten zusätzlich außermittig gezogen werden. Schmale,

leichtere Schieber, meist als Klappschieber ausgeführt, eignen sich nur für Mist mit wenig Einstreu oder Gülle. Diese werden von den Tieren schneller angenommen. Tierbeobachtungen zeigen, dass Faltschieber in diesem Bereich den übrigen Breitschiebern klar im Vorteil sind. Auch die Tatsache, dass der Faltschieber in der Rückwärtsfahrt zusammengefaltet ist, trägt zu einer erhöhten Akzeptanz bei.

Eine große Baumasse weist der sogenannte Autodungsschieber auf. Die FAT Tänikon kommt in ihrer Untersuchung zum Schluss, dass besonders im Fressbereich ein unüberwachter Einsatz des Autodungsschiebers ein erhebliches Verletzungsrisiko in sich birgt. Grundsätzlich gilt: Kleine Abmessungen und geringe Vorschubgeschwindigkeiten sind für die Tiere vorteilhaft. Automatische Abschaltvorrichtungen oder eine Abschrankung vor Wanddurchbrüchen und Abgrenzungen mit einem pendelnden Unterteil sind wichtige sicherheitstechnische Einrichtungen bei stationären Entmistungsanlagen.

### 3. Autodungsschieber und Entmistungsroboter

Der Autodungsschieber ist grundsätzlich ein selbstfahrender Klappschieber. Der Antrieb erfolgt über einen E-Motor, der über ein deckenseitig mitgeführtes Elektroschleppkabel mit elektrischer Energie versorgt wird. Der E-Motor treibt ein mittig angeordnetes Laufrad an, der den Mistschieber nach vorne oder rückwärts transportiert. Eine holländische Firma hat den Autodungsschieber, eine Entwicklung eines Mitarbeiters der FAL Braunschweig, übernommen und rüstet

den Schieber auf Wunsch auch mit einer Spülleitung zur nachträglichen Laufgangreinigung aus. Die Reinigungsintervalle sind mit einer Zeituhr einstellbar.

Der Entmistungsroboter ist ähnlich aufgebaut wie der Autodungsschieber, einzig die Stromversorgung erfolgt in der Parkstellung über Aufladung durch Induktion. Insbesondere bei Umbaulösungen und in Ställen mit nur einer Mistbahn bietet der Entmistungsroboter gegenüber den stationären Systemen den Vorteil, dass Aussparungen für Antriebe und Umlenkungen entfallen.

In beiden Fällen sind die Antriebsräder für Betonoberflächen und Gussasphalt geeignet. In Außenklimaställen und auf Laufhöfen unter Winterbedingungen sind diese Systeme nicht einsetzbar. Da der Getriebemotor und die Antriebsräder sehr eng und kraftschlüssig miteinander verbunden sind, haben die Klappschieber einen niedrigen Leistungsbedarf.

### 4. Die mobile Entmistung

Die mobile Entmistung hat insbesondere aus der Sicht der geringen Investitionskosten (Altraktor mit Schiebeschild) eine wichtige Bedeutung. Vor allem für jene Betriebe, die kostengünstige Umbaulösungen mit Stroheinstreu realisieren und sich in der Betriebsentwicklung flexibel halten wollen, sind mobile Entmistungen eine interessante Alternative. Die hohe Flexibilität bei jeder Bestandeseerweiterung, Nutzungsänderung, oder auch im Hinblick auf mehrere Mistachsen ist für die mobile Entmistung ein besonderer Vorteil (siehe Zusammenfassung).

Mobile Entmistungssysteme, ob nun umgebauter Motormäher mit einfachem

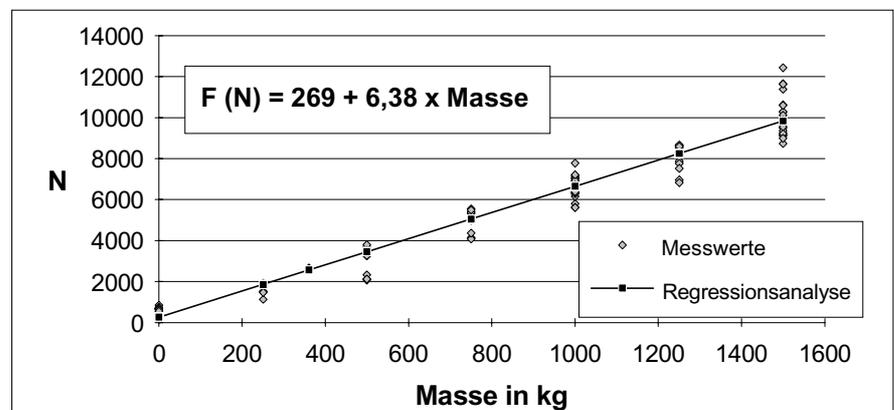


Abbildung 3: Zusammenhang zwischen Mistmasse und den erforderlichen (Zug-) Kraftbedarf beim Schieben (Ziehen) von Stallmist (PÖLLINGER, 1997)

Schiebeschild, adaptierter Rasentraktor, Hoftrac, Alttraktor oder für Großbetriebe der Radlader, sollten alle gewissen Mindestkriterien entsprechen.

Die **angepasste Motorleistung** ist nun ein Kriterium, das es zu beachten gilt. In einem Versuch der BAL Gumpenstein wurden für Mistmassen von 1500 kg Zugkräfte von 10 bis 12 kN gemessen (siehe *Abbildung 3*). Dafür könnte ein Entmistungsfahrzeug mit 25 kW Motorleistung und 2500 kg Eigengewicht eingesetzt werden. Fahrzeuge in leichterer Bauweise könnten den erforderlichen Bodendruck nicht aufbringen und würden durchrutschen. Zur Reinigung von Laufhöfen, auf denen nur Gülle anfällt, reicht ein handgeführter adaptierter Motormäher mit Schiebeschild. Ein derartig einfaches, kostengünstiges Gerät kann auch für kleinere Rinderstallungen oder für Almbetriebe ein geeignetes Entmistungsfahrzeug sein.

#### **Einfluss der Konsistenz auf die erforderlichen Zugkräfte**

In einer Untersuchungsreihe der FAT Tänikon wurden die Zugkräfte bei stationären Entmistungsanlagen im praktischen Betrieb gemessen. Dabei konnte ein wesentlicher Einfluss der Mistart festgestellt werden. Stroreicher Mist aus einem Tretmistsystem braucht rund 30 N/m<sup>2</sup> Mistbahn, während Dickgülle nur rund ein Drittel, also 10 N/m<sup>2</sup> Mistbahnfläche benötigt. Aus Messungen an der BAL Gumpenstein ging hervor, dass für 500 kg Tretmist rund 3 kN und für 500 kg Dickgülle rund 1,6 kN notwendig waren.

#### **Entmistungsintervall – Arbeitswirtschaft**

Das größte Hemmnis für die mobile Entmistung ist der relativ hohe Arbeitszeitaufwand, insbesondere wenn täglich einmal oder sogar zweimal entmistet werden muss.

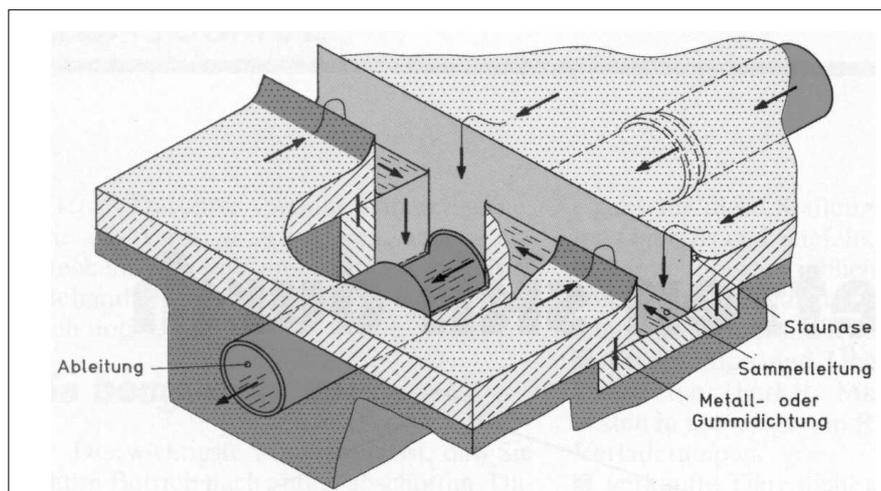
In einstreureichen Systemen (Tretmist) kann ein zweitägiges Entmistungsintervall noch tolerierbar sein, in Liegeboxenlaufställen sollte mindestens einmal pro Tag entmistet werden, wodurch sich der Arbeitszeitaufwand beinahe verdoppelt.

#### **Tore, Durchfahrten und Arbeitsachsen**

Um den Arbeitszeitaufwand so gering als möglich zu gestalten, sind die Tore und Boxenabtrennungen so zu gestalten, dass sie einfach zu öffnen und zu verriegeln sind. Das Wegsperrern der Tiere (Auslauf, Liegefläche,..) sollte im selben Arbeitsgang möglich sein. Mittels Teleskoprohre lassen sich ungleiche Öffnungsweiten recht einfach und schnell überbrücken.

Ideal für den Arbeitsablauf sind Durchfahrten, wo bereits bei der ersten Durchfahrt der Mist oder die Gülle mitgenommen werden kann und bereits auf der gereinigten Mistbahn gefahren wird. Im Anschluss daran sollte sich der Mistplatz befinden, damit keine langen Transportwege entstehen.

Wird mit einfachen Schiebern entmistet muss in regelmäßigen Abständen der Mist mit Frontlader aufgestapelt werden, oder er wird abgeworfen, wenn der Sammelplatz tiefer liegt.



**Abbildung 4:** Wichtig sind die Staunasen, damit immer eine Flüssigkeitsschicht im Flachkanal erhalten bleibt. Die Sammelleitungen müssen immer um mindestens 15 cm tiefer liegen als die Flachkanäle.

## **5. Die Flüssigentmischung – Umspül- oder Fließmistverfahren**

Die Flüssigentmischung mit Spaltenboden und Fließmistverfahren oder Umspülverfahren (Slalomsystem) hat sich in letzten 30 Jahren bei Neubauten verstärkt durchgesetzt. Insbesondere aus arbeitswirtschaftlichen Überlegungen hat dieses Verfahren eine starke Verbreitung gefunden. Dennoch werden auch bei diesem Verfahren noch eine Reihe von baulichen und organisatorischen Fehlern begangen.

Beim Fließmistverfahren hat sich in den letzten Jahren das **Flachkanalsystem** stärker verbreitet und kommt überall dort zum Einsatz, wo ein hoher Grundwasserstand, ein felsiger Untergrund, oder bei alten Gebäuden die flachen Fundamente ein anderes Flüssigentmistungsverfahren nicht zulassen. Unter einem Flachkanal versteht man einen Fließmistkanal mit ebenem Boden mit einer Tiefe von 50 bis 55 cm, unabhängig von der Kanallänge. Die Aufteilung der langen Kanäle in Kanalabschnitte und die Zuordnung von Ab- oder Sammelleitungen ist das Besondere beim Flachkanal. Die ebenen Kanalabschnitte haben keinen Kanalanfang, sie befinden sich in der Regel zwischen zwei Sammelleitungen (Halbschalen). Der Flüssigmist teilt sich in den Flachkanälen etwa in der Mitte des Kanalabschnittes und fließt über Staunasen (siehe *Abbildung 4*) in die Sammel- oder Ableitungen.

Kanäle mit Stirnseiten sollten nur in Milchviehställen mit einer maximalen Länge von 4 bis 7 m gebaut werden und in denen der Bau einer zusätzlichen Sammelleitung einen zu großen Aufwand bedeuten würde. Außerdem sollten dort keine großen Futterreste und Einstreu anfallen. In Bereichen wo wenig Harn anfällt und viel trockener Kot durchgetreten wird, kann die Errichtung von Tränkeeinrichtungen durch das Anfallen von Tröpfchenwasser die Bildung von Miststöcken verhindern.

In Gebieten mit länger anhaltenden Frostperioden sind Flachkanäle, sowie konventionelle Fließmistkanäle auch, mit einem Risiko behaftet.

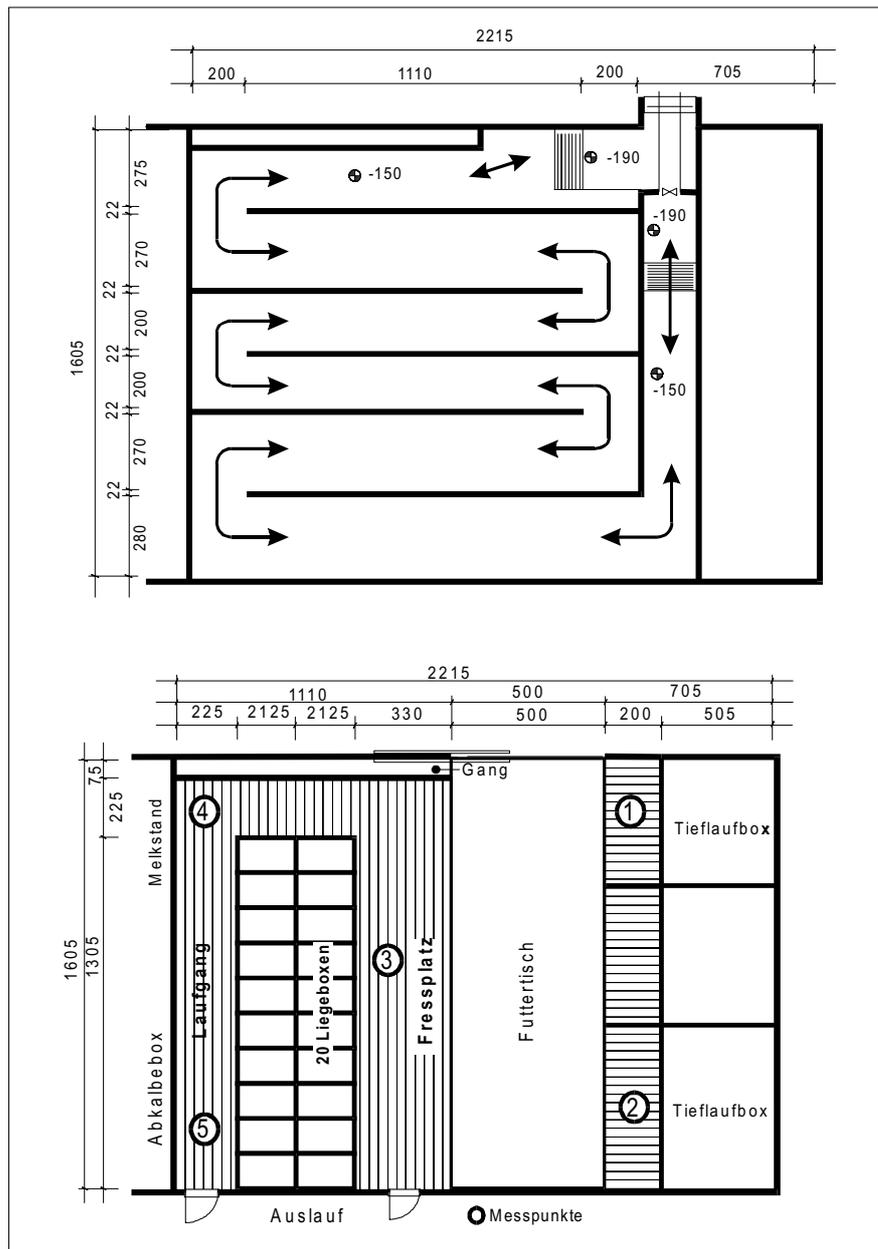
Das **Umspül- oder Slalomsystem** ist für jene Betriebe interessant, die sich unbe-

dingt ein Flüssigmistsystem mit Spaltenboden wünschen, sich einen Außenbehälter sparen wollen (hoher Grundwasserstand) oder die, die Fundamente aufgrund einer Hanglage bereits tiefer machen müssen, als es für ein herkömmliches Fließmistverfahren notwendig ist.

Beim Umspülverfahren wird der gesamte begangene Stallbereich und nach Bedarf auch andere Funktionsbereiche (Liegeboxenreihen, Futtergang,...) unterkellert und das anfallende Kot-Harngemisch direkt gesammelt. Von einem um mindestens 40 cm tiefer gelegenen Pumpensumpf aus, der ring- oder slalomförmig mit dem Güllekanalsystem verbunden ist, wird die Gülle mittels Güllemixer durch einen Durchgang gedrückt und so im Kanalsystem in Bewegung versetzt (siehe *Abbildung 5*).

Die Umspülung sollte bei elektrisch betriebenen Anlagen täglich 10 bis 20 Minuten lang erfolgen. Traktorgetriebene Güllemixer sollten wöchentlich oder mindestens 14-tägig in Betrieb genommen werden. Bei längeren Intervallen kommt es mehr oder weniger zu starken Schwimmdeckenbildungen, die dann sehr arbeitszeit- und energieaufwendig wieder aufgelöst werden müssen. Zudem sind lange Rührintervalle hinsichtlich stoßweise auftretender hoher Ammoniakkonzentrationen in der Stallluft bedenklich. Während eines Normalbetriebes mit regelmäßiger Umspülung ist diese Gefahr nicht gegeben.

In einem Versuch der BAL Gumpenstein auf zwei Praxisbetrieben wurden die Ammoniakkonzentrationen der Stallluft zu unterschiedlichen Betriebszeitpunkten an mehreren Tagen gemessen. Dabei erreichten die Ammoniakkonzentrationen nur punktuell hohe Werte, so wurde an einem Tag, 30 cm unterhalb der Spaltenbodenoberkante, ca. 15 Minuten nach dem Umspülen, bei geschlossener Stalllüftungssituation mit 53 ppm die höchste je gemessene Konzentration festgestellt. 10 cm oberhalb des Spaltenbodens erreichte die höchste Konzentration einmal den Wert von 31 ppm. Im Mittel wurde der Wert von 10 ppm in nur zwei Fällen knapp überschritten. Das heißt, eine unmittelbare Gefahr durch hohe Ammoniakkonzentrationen in der Stallluft kann bei gut gelüfteten Rinder-



**Abbildung 5: Systemskizze eines Slalomsystems mit tiefer gesetztem Pumpenschacht u. zusammenhängender Ringleitung mit einer Kanaltiefe von 150 cm und 400 m<sup>3</sup> Fassungsvermögen.**

ställen und regelmäßig umgespülter Gülle ausgeschlossen werden.

In einem direkten Investitionskostenvergleich zwischen dem Fließmistsystem mit Außenlagerbehälter und einem Umspülssystem für 50 Kuhplätze, inkl. Nachzucht seitens der Fa. Wolf, wurden um 10 % höhere Baukosten für das Slalomsystem errechnet. Insbesondere die aufwendigeren Kanalwände wurden kostentragend.

Ein einzelbetrieblicher Vergleich lohnt sich jedenfalls, da in dieser Gegenüberstellung die Eigenleistung nicht beson-

ders stark berücksichtigt wurde. Mit günstigen, einfachen Schalungselementen und hohem Eigenleistungsanteil könnten die Investitionskosten wesentlich verringert werden.

Mit einer angepassten Motorleistung und einem kurzen, täglichen Rührintervall kann der Stromverbrauch im Rahmen gehalten werden.

Trotzdem sollte dieses System nur dann empfohlen werden, wenn ein herkömmliches Fließmistsystem nicht realisiert werden kann oder sonstige Kostenvorteile genutzt werden können.

**Tabelle 1: Kostenübersicht für verschiedene Entmistungsverfahren in Rinderlaufställen für 80 GVE**

Aufstallung	Entmistungs- technik	Mistart	Stroh- menge kg/GV.d	Einstreuen öS/GV.a	Ent- misten öS/GV.a	Unter- bau öS/GV.a	Gesamt- kosten ÖS/GV.a
Liegeboxen mit	Flachkanalsystem	Gülle	-	-	-	2.352	2.352
	Flachschieber	Gülle	0,5	315	398	1.218	1.931
	2 - bahnig						
	Flachschieber	Festmist	2,0	1.020	398	1.218	2.638
Tretmist	2 - bahnig						
	Flachschieber	Festmist	2,0	1.020	428	966	2.416
Tretmist	Klappschieber	Festmist	6,0	3.196	447	966	4.615
Tretmist	2 - bahnig						
Tiefstall	Radlader <sup>1)</sup>	Festmist	10,0	4.916	461	966	6.354

verändert nach Vorgabe von Folienunterlagen von Dr. Bernhard Haiden, 1995

<sup>1)</sup> Anteilig 20 % für die Entmistung

<sup>2)</sup> Alltraktor mit Schiebeschild, oder anteilig Hoftraktor; Akh geschätzt; Entmistung 1x/d

## 6. Kosten der Entmistungsverfahren

In der Kalkulation wurde auf Planungsunterlagen von Dr. Bernhard Haidn (1995), Weihenstephan zurückgegriffen und die Bereiche Strohbeschaffung, Einstreuen, Entmisten und Unterbau berücksichtigt.

Die Arbeitszeit wurde mit 120 ATS/h kalkuliert. Die Ausbringung der festen und flüssigen Wirtschaftsdünger, sowie die Wirtschaftdüngerlager wurden in der Berechnung nicht berücksichtigt, da sich die niedrigeren Lagerungskosten für die Festmistkette wieder mit den höheren Ausbringkosten im Vergleich zum Flüssigmistverfahren in etwa ausgleichen.

Das Stroh wurde im Einkauf mit ATS 1,20/kg gerechnet, allerdings wurden in der Kalkulation keine Strohlagerungskosten berücksichtigt, da davon ausgegangen wird, dass genügend Lagerraum in Form von alten, leerstehenden Bergeräumen zur Verfügung steht. Insbesondere für das Tiefstreuverfahren dürfte dieser Ansatz nicht ganz zutreffend sein, da doch erheblich Stroh mengen (ca. 300 t für 80 GVE) pro Jahr zu lagern sind. Die unterschiedlichen Arbeitszeitaufwendungen pro Verfahren wurden sowohl für das Einstreuen, als auch für die Betreuung der technischen und baulichen Anlagen berücksichtigt. Dabei schneidet das Verfahren der mobilen Entmistung mit 2,0 Arbeitskraftstunden pro GVE und Jahr mit Abstand am schlechtesten ab. Dem Flachkanalsystem wurden hier keine Arbeitskosten angelastet, das sicher nicht in allen Fällen zutreffend sein wird, insbesondere dann nicht, wenn es zur

Stockbildung im Kanalsystem kommt. Der Unterbau ist mit Abstand der größte Kostenteil beim Flachkanalsystem, während im Tretmist- und Liegeboxenlaufstall mit mobiler Entmistung dieser sehr einfach und kostengünstig erstellt werden kann.

In einer Gegenüberstellung der Kosten für die Entmistung eines 80 GVE starken Rinderlaufstall-Betriebes zeigt sich ein relativ klarer Vorteil für das Verfahren mit planbefestigten Stallfußboden, geringer Eintreumenge von 0,5 kg Stroh/GVE.d und mit stationärer Entmistung (siehe *Tabelle 1*). Dennoch sind die beiden folgenden Verfahren unter bestimmten Betriebsbedingungen ebenfalls eine gute Möglichkeit der Wahl. Das Fest-

**Tabelle 2: Gewichtete Vor- und Nachteile verschiedener Entmistungsverfahren für den Rinderlaufstall**

Parameter	Flachschieber- anlage	Autodung- schieber	Mobile Entmistung	Umspül- verfahren	Flachkanal- system
Investitionskosten	+	+	+++	0	0
Laufende Kosten	+	+	0	+++	+++
Baul. Anforderungen	+	+	++	0	0
Täglicher Arbeitsaufwand	++	++	0 <sup>2)</sup>	+++	+++
Ammoniakemissionen	+++	+++	0	0	++
Geeignet für Außenklimaställe	+	0	+++	+	+
Zugluft in Warmställen	++ <sup>1)</sup>	++	0	++	++
Bestandeserweiterung	+	++	+++	0	0
Nutzungsänderung	0	+	+++	0	0
Einstreumenge veränderbar	++	++	+++	+	0

0 = Nachteil

+++ = großer Vorteil

<sup>1)</sup> nur in Kombination mit Druckentmistung ohne Zugluft

<sup>2)</sup> geringer Arbeitsaufwand für die Entmistungsarbeit bei Tiefstreu systemen

mistverfahren wird insbesondere dann zum Einsatz kommen, wenn billige Baulösungen realisiert werden sollen und/oder die Strohkosten wesentlich verringert werden können. Zudem sind auch Aspekte des Tierschutzes, oder des Tierkomforts – Liegeflächen mit Strohbett – mit Einstreu verbunden. Planbefestigte Oberflächen lassen hier auch eine hohe Flexibilität bezüglich der Einstreumenge zu, da sowohl Gülle mit wenig Einstreu, als auch Festmist mit rund 2,0 kg Einstreu/GVE und Tag erzeugt werden kann.

## 7. Zusammengefasste Bewertung

In einer gemeinsamen Gegenüberstellung der einzelnen Entmistungsverfahren wird klar, dass es für jeden Betrieb eine optimale Technik gibt (siehe *Tabelle 2*).

Auf größeren Betrieben (ab rund 30 Milchkühen mit Nachzucht) sind stationäre Entmistungsanlagen, ob nun mit Gülle oder Festmist, aus Kostengründen vorzuziehen. Sind mehrere Mistachsen und auch ein Laufhof zu reinigen, so wird die mobile Entmistung das kostengünstigste Verfahren darstellen. Tretmistbetriebe haben bezüglich des Entmistungsintervalls eine gewissen Vorteil, weil nicht unbedingt täglich oder gar zweimal täglich entmistet werden muss.

Gemeinsam mit dem Tieflaufstall ist dieses Haltungsverfahren aber eher für die Mast- und Jungrinderstallhaltung geeignet als für die Milchviehhaltung.

Für stationäre Anlagen sprechen die geringeren Investitionskosten im Vergleich zum Flüssigmistverfahren, der vertretbare Arbeitszeitaufwand, die Möglichkeit das System ohne Zugluft zu fahren, in Kombination mit einer Druckentmistung und die geringeren Ammoniakemissionen bei häufigen Entmistungsintervallen. Als wesentlicher Nachteil ist die fehlende Flexibilität bei einer Nutzungsänderung und die rasch steigenden Investitionskosten bei mehreren Mistachsen zu sehen.

Die mobile Entmistung hat ihren größten Vorteil im geringen Investitionsbedarf, der guten Eignung für Außenklimaställe und mehrere Mistachsen/-flächen (Auslauf) sowie der hohen Flexibilität bezüglich einer Bestandserweiterung und -veränderung. Der gravierendste Nachteil besteht sicher im hohen, täglichen Arbeitszeitaufwand und den höchsten laufenden Kosten (Treibstoff- und Reparaturkosten).

Flüssigmistsysteme werden auch in Zukunft für viele mittelgroße Betriebe (20 bis 30 Milchkühe) die interessanteste Alternative aus Kostengründen sein. Mit dem Flachkanalsystem können auch Altbaugebäude mit flachen Fundamenten nachgerüstet bzw. Anbindehaltungen auf Laufställe unter Einbindung der vorhandenen Fließmistkanäle gut umgebaut werden. Allerdings sind die baulichen Anforderungen hoch (Dichtheit, Übergänge,...) und die Flexibilität für eine Bestandserweiterung und -änderung gering.

Die einzelbetrieblichen Rahmenbedingungen (Kapitalverfügbarkeit, Strohverfügbarkeit, Bewirtschaftungssystem,...) bis hin zum Wirtschaftsdüngermanagement bei der Anwendung sind für die Wahl des einen oder anderen Systems mitentscheidend. Tatsache ist, dass stationäre und mobile Entmistungssysteme wieder eine echte Alternative zu Flüssigmistverfahren geworden sind.

## 8. Literatur

BARTUSSEK H., TRITTHART M., WÜRZL H. und ZORTEA W., 1995: Rinderstallbau, Stockerverlag Graz.

SCHECHTNER, G., 1991: Wirtschaftsdünger. Richtige Gewinnung und Anwendung. BMLF Fachbeirat für Bodenfruchtbarkeit u. Bodenschutz. Sonderausgabe „Förderungsdienst“, S. 56.

DLZ, 1995: Schieber statt Spalten? DLZ Heft 9/95, Seite 82.

Haidn, B., 1995: Vergleichende Bewertung verschiedener Entmistungssysteme für Milchvieh. Foliensammlung, Landtechnik Weihenstephan, Bayern.

Hasen, E., 1993: Entmistung fest oder flüssig?, Landtechnik Heft 6/93, Seite 298.

IRPS, H., 1995: Autodungschieber mit Sprühtechnik, Landtechnik, Heft 2/95 S. 102.

Langenegger G., 1995: Flachkanäle setzen sich durch, Top Agrar Journal, Heft 10/95.

Oechsner H., 1994: Haltungs- u. Entmistungsverfahren in Rindviehställen, 49. Jahrgang Landtechnik, 1/94.

Pöllinger A., 1997: Mobile Entmistung im Rinderlaufstall, Bautagung BAL Gumpenstein 1997.

Pöllinger A., F. Schupfer und J. Zainer, 1999: Entmistung mittels Slalomsystem in der Rinderhaltung, Gumpensteiner Bautagung 1999.

Schürzinger H. und B. Haidn, 1995: Falt- u. Breitschieber: Was sie können, was sie kosten, Top Agrar, Heft 8/95.

Steiner B., 2000: Stationäre Entmistungsanlagen in der Rinder- u. Schweinehaltung, FAT Tänikon, FAT-Berichte 2000, Heft 542.

