

Stationäre Entmistungsanlagen in der Rinder- und Schweinehaltung

Technische Ausführungsdetails und die richtige Handhabung entscheiden über die Funktionssicherheit

Beat Steiner und Margret Keck, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik (FAT), CH-8356 Tänikon



Abb. 1a: Auch technisch einfache Entmistungssysteme, wie der Mistschlitten, können bei fachgerechtem Einbau die Funktion erfüllen.

Neue Stallsysteme und Umbauvarianten erweitern den Einsatzbereich von stationären Entmistungsanlagen. Auf Praxisbetrieben wurden verschiedene Probleme zur Funktion und Arbeitssicherheit aufgenommen und ausgewertet.

Die einwandfreie Funktion der Entmistungsanlage hängt von der Ausführung der Mistbahnen und deren Entwässerung ab. Ohne Profilierung weisen Betonoberflächen schon nach wenigen Jahren eine ungenügende Trittsicherheit auf. Für die Klauengesundheit sollten die Mistbahnen möglichst trocken und griffig sein. Meist verursachen zu grosse Mistmengen Förderprobleme. In vielen Laufställen müsste deshalb häufiger entmistet werden.

Zur Trennung von flüssigen und festen Bestandteilen sind in der Praxis

schon gute Lösungsansätze vorhanden. Für eine gute Trennwirkung müssen die Öffnungsweiten von Rosten der Mistzusammensetzung entsprechen.

Bei Mistbahnen im Freien oder in Kaltställen interessiert die Einwirkung von Frost auf die Funktion der Anlage. Geeignete technische und organisatorische Massnahmen beim Bau und Betrieb der Entmistungsanlage gewährleisten eine Funktion bis auf Temperaturen von rund minus 10 Grad.

Inhalt	Seite
Problemstellung	2
Systemübersicht	3
Ausführung der Mistbahnen	4
Entmistungshäufigkeit	5
Trennung flüssig/fest	6
Förderprobleme und Gegenmassnahmen	7
Arbeitssicherheit	9
Tiergerechtigkeit	12
Besondere Situation bei Schweinen	13
Arbeits- und Betriebswirtschaft	14
Neuerungen	16
Literatur	18



Abb. 1b: Breitschieber sind in Laufställen vielseitig verwendbar. Verschiedene Antriebsarten und elektronische Steuerungen erweitern die Einsatzmöglichkeiten.

Unfälle durch Entmistingungsanlagen ereignen sich am häufigsten im Bereich von Wanddurchbrüchen und Abschrankungen. Um Verletzungen bei Mensch und Tier zu vermeiden, haben sich technische Massnahmen wie pendelnde Abschrankungen, Abschaltautomatik, entsprechende Gestaltung der Schieber (keine scharfen Kanten usw.) und Arbeitsgeschwindigkeiten unter 4 m/Min. bewährt.

Stationäre Entmistingungsanlagen bringen verschiedene arbeitswirtschaftliche Vorteile: Der Arbeitszeitbedarf für Handarbeiten beschränkt sich auf die Vorreinigung. Entmistingungsanlagen erfordern wenige, aber gezielte Wartungsarbeiten. Die Anlagekosten pro GVE verringern sich für grössere Bestände stark. Die jährlichen Reparaturkosten liegen im Bereich von 0,4 und 0,6 % der Anlagekosten.

Neue elektronische Steuerungen bieten heute die Möglichkeit, Reinigungszeiten, Fahrstrecke und -geschwindigkeit sowie das Verhalten beim Auftreffen auf Hindernisse individuell zu programmieren. Bei Entmistingungsrobotern entfallen fest installierte Antriebe und Aussparungen, womit sie besonders flexibel einsetzbar sind.

Problemstellung

Neue Stallsysteme und Umbauten sind häufig mit grossen Reinigungsflächen und mit verschiedenen Entmistingungsachsen verbunden. Der Stroheinsatz ist heute stärker verbreitet und schafft neue Probleme. Die Hauptfragen liegen in den Bereichen Reinigungsqualität, bauliche Anordnung, Funktionssicherheit, Tiergerechtigkeit, Arbeitssicherheit (Abb. 2) sowie arbeits- und betriebswirtschaftliche Daten. Die Vielfalt von neuen mobilen und stationären Entmistingungssystemen ist gross, deren Einsatzbereiche in der Praxis sind zu wenig bekannt.

Methodik

Das Marktangebot von stationären Entmistingungsanlagen lässt sich in drei Hauptgruppen einteilen:

1. Breitschieber (Klappschieber, Faltschieber, Kombischieber)
2. Schubstangen- und Kettenentmistingungen

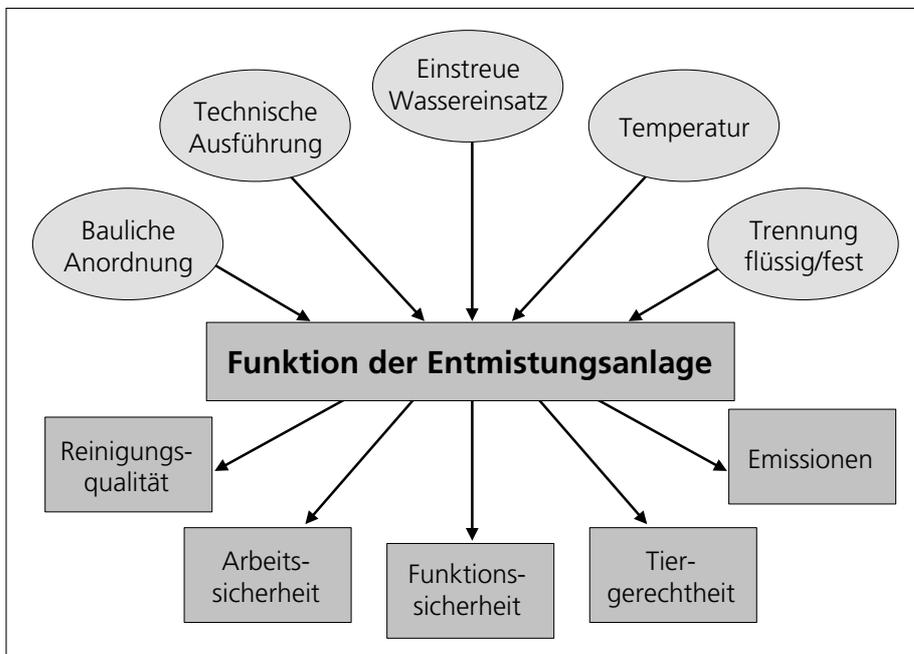


Abb. 2: Die Funktion der Entmistingungsanlage ist ausschlaggebend.

Tab. 1: Untersuchte Anlagentypen

	Befragung schriftlich	Erhebung auf dem Betrieb
Klapp-/Kombischieber	105	19
Faltschieber	28	4
Schubstange	24	6
Hochförderer	12	
Schubstange mit Hochförderer	63	4
Schubstange mit Druck-/Maulwurfentmistingung	76	5
Kettenentmistingung	14	
	322	38
Total für Datenauswertung	360	
Spezielle Systeme		
Mistschlitten/Schrapper		3
Kettenentmistingung		2
Entmistingungsroboter		3
Total besuchte Betriebe		46

3. Hochförderer, Druckentmistingung, Maulwurfentmistingung

Dazu kommen spezielle Systeme wie Entmistingungsroboter, Mistschlitten usw. mit zur Zeit geringer Verbreitung.

Aus einer Referenzliste von 15 Herstellern/Anbietern wurde eine Stichprobe von 780 Betrieben ausgewählt und schriftlich zu ihrer Entmistingungsanlage befragt. Der Rücklauf der Fragebögen betrug über 40%. Parallel zur Umfrage führte die FAT detaillierte Erhebungen bei

38 Entmistingungsanlagen auf Praxisbetrieben durch (Tab. 1). Durch den Einbezug der Firmen brachten diese wertvolle Informationen und Erfahrungen ein.

Somit konnten Daten von 360 Anlagen ausgewertet werden. Den Schwerpunkt bilden Milchviehbetriebe, in denen stationäre Entmistingungsanlagen am meisten verbreitet sind.

Breitschieberanlagen sollen vertieft behandelt werden, um ihre verstärkte Bedeutung in neuen Stallkonzepten zu berücksichtigen.

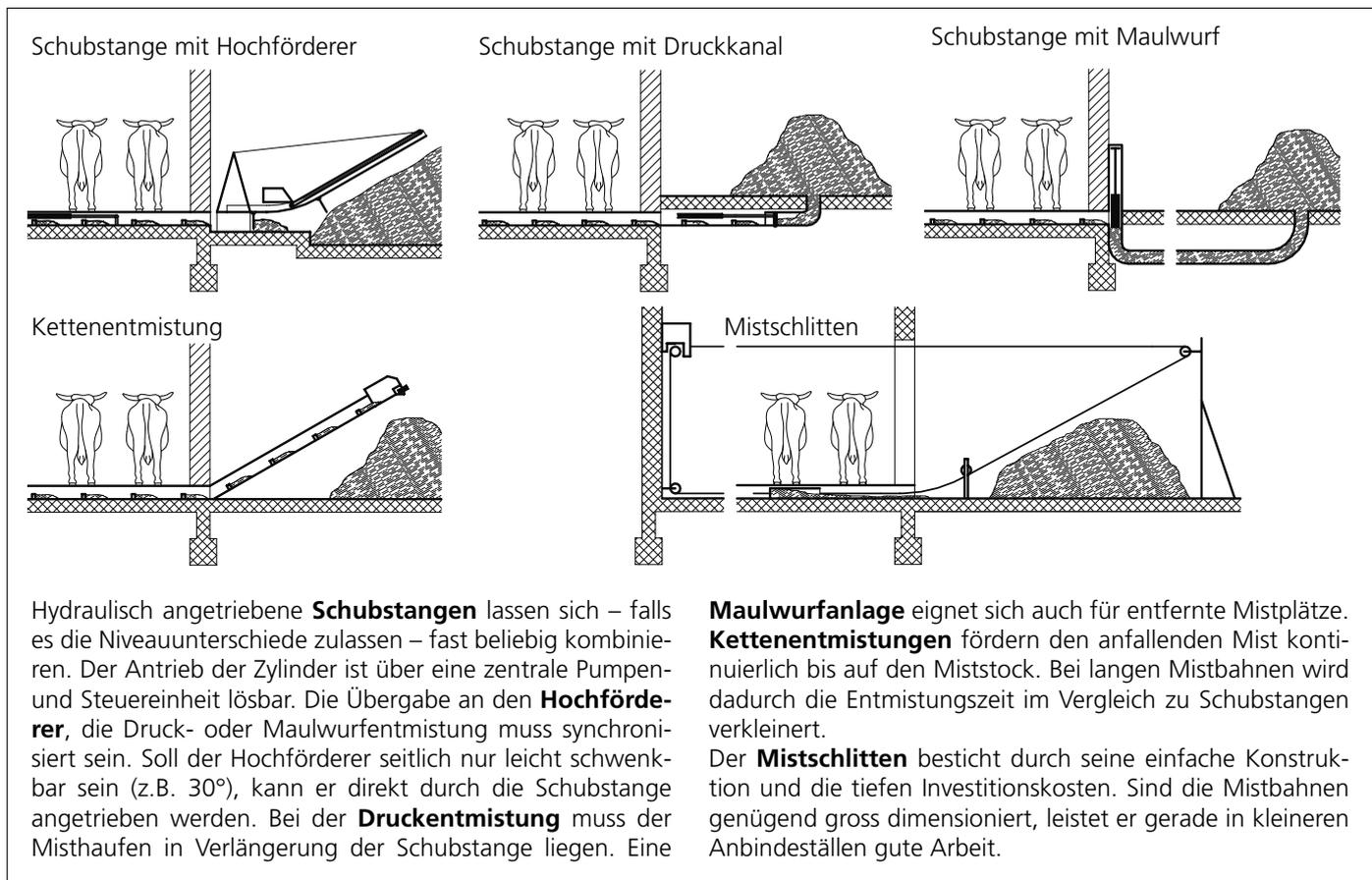


Abb. 3: Stationäre Entmistungsanlagen für Anbindeställe.

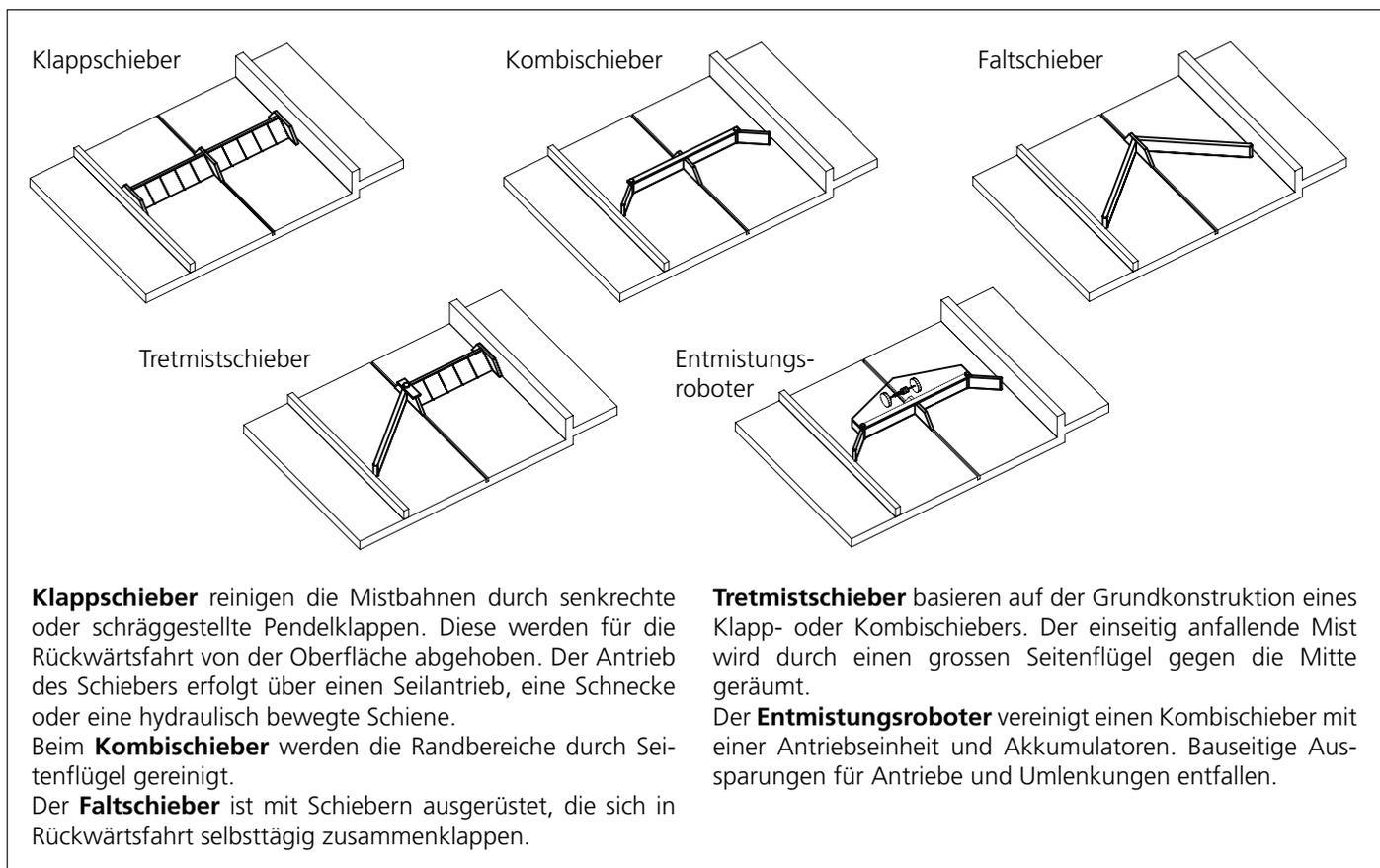


Abb. 4: Breitschieberanlagen für Laufställe.

Ausführung der Mistbahnen

Im Laufbereich verbringen Kühe bis zu vier Stunden am Tag. Dabei macht eine Kuh je Stunde 70 bis 150 Schritte (Boxberger 1985). Laufflächen – dazu gehören auch die Mistbahnen – sollten eine genügende Trittsicherheit aufweisen, ohne zu hohen Klauenabrieb zu verursachen.

Aus baulicher Sicht müssen Mistbahnen folgende Anforderungen erfüllen:

- Ebene Ausführung (mit Quergefälle), keine Muldenbildung,
- rissfrei und wasserundurchlässig,
- widerstandsfähig gegen mechanische Belastungen.

Die Praxis fordert Mistbahnen, die preiswert, einfach einzubauen, leicht zu reinigen und dauerhaft sind.

In unserer Erhebung fanden wir in Anbindeställen ausschliesslich Betonoberflächen. In Laufställen ist die Oberfläche in zwei Drittel der Fälle mit Gussasphalt, bei den übrigen Betrieben mit Beton ausgeführt. In der Praxis sind zudem folgende Materialien bekannt: Beton mit Granitsplittbeimischung, Epoxidharzbeschichtungen, Walzasphalt sowie Verbundpflastersteine.

Gussasphalt und profilierte Betonböden erfüllen zur Zeit die wichtigsten Anforderungen am ehesten. Die Trittsicherheit ist bei Gussasphalt allerdings nur in feuchtem Zustand gegeben, sie verändert sich über mehrere Jahre nur wenig, was bei Beton schwieriger zu erreichen ist. Bei Beton ist hinsichtlich Trittsicherheit bereits beim Ausführen zwischen Profilierung oder Oberflächenstruktur und regelmässigem Aufrauen zu entscheiden (Wandel 1999). Waben- oder Rillenprofile sollten, ca. 15 mm breit und tief sowie im Abstand von zirka 80 mm ausgelegt werden (Abb. 5). Dabei ist Beton C 25/30 erforderlich. Verlaufen die Rillen in Gefällerrichtung, hilft dies dem Entwässern (Abb. 6). Eine Profilierung der Oberfläche ist wegen der besseren Haltbarkeit dem Aufrauen vorzuziehen. Untersuchungen zum Aufrauen von Betonoberflächen haben gezeigt, dass Rillmuster bezüglich Trittsicherheit bessere Ergebnisse als Punktemuster liefern (Pahlke 1995).

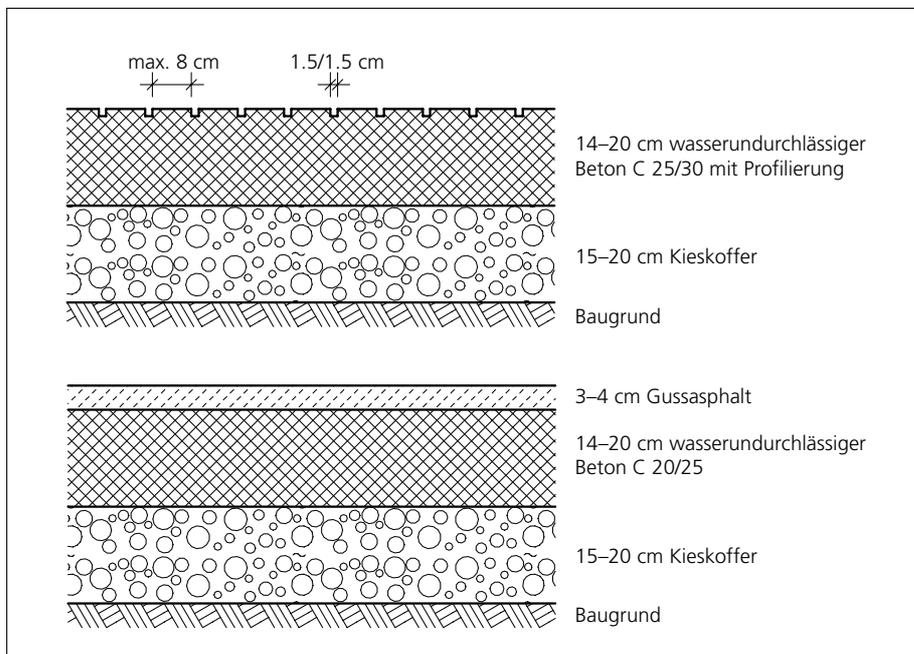


Abb. 5: Konstruktion von Mistbahnen für Laufställe.



Abb. 6: Um die geforderte Trittsicherheit über Jahre zu gewährleisten, müssen Betonoberflächen profiliert sein. Verlaufen die Rillen in Gefällerrichtung, hilft dies dem Entwässern.

Laufflächen in Aussenklimaställen und Laufhöfen

Mistbahnen und Laufflächen im Freien sind den Klimaschwankungen besonders ausgesetzt. Besonnte Flächen trocknen rasch aus. Ohne vorgängiges Befeuchten können die eingesetzten Entmistingungsanlagen Gussasphaltoberflächen nicht zufriedenstellend reinigen. In Frostperioden haben zudem glatte Oberflächen den Nachteil, dass Flüssigkeiten eher Eisflächen bilden. Auch häufigere Entmi-

stungsintervalle lösen diese Problematik nicht genügend. Gussasphalt eignet sich deshalb für Aussenflächen nicht. Betonoberflächen mit guter Profilierung sind vorzuziehen.

Entwässerung der Mistbahnen

Im Anbindestall mit Schubstangen oder Kettenentmistung zur Festmistproduktion werden die Flüssigkeiten in den Mistbahnen häufig ohne Gefälle in der Mitte gesammelt.

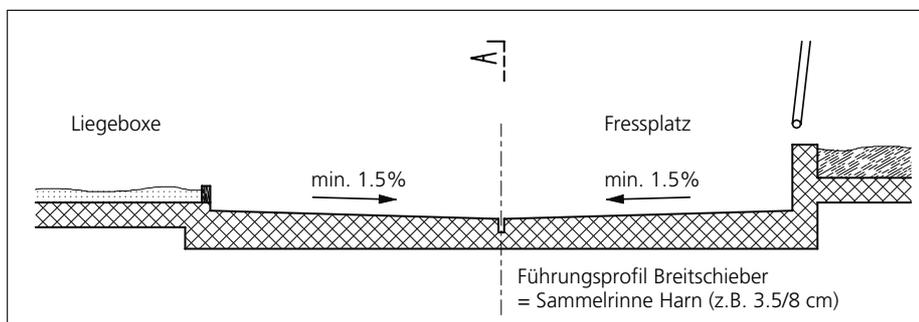


Abb. 7: Wo viel Mist anfällt (Fressbereiche), müssen Mistbahnen genügend entwässert werden. Gussasphalt ist mit mehr als 1,5% Gefälle schwierig einzubauen. Bei Betonoberflächen sind 2% Gefälle möglich und sinnvoll.

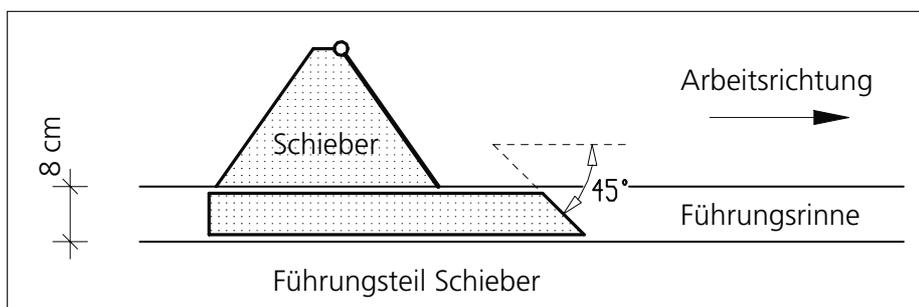


Abb. 9: Eine gross dimensionierte Führungsrinne dient als sichere Führung für den Breitschieber und sammelt gleichzeitig Flüssigkeiten.

In Laufställen mit Breitschieberanlagen wurden im Durchschnitt 1,3% Quer-, 0,75% Längsgefälle sowie 1,5% Gefälle gegen die Mitte gemessen (n=14). Diese Werte beeinflussen die Entwässerungsfunktion nur geringfügig. Für ein wirksames Abfließen wären mindestens 2% Gefälle erforderlich (Bickert et al. 1997). Dies ist bei Betonoberflächen möglich, bei Gussasphalt jedoch problematisch: Der Einbau von Gussasphalt mit über 1,5% Gefälle ist schwierig; zudem benötigen Gussasphaltbeläge für eine wirksame Reinigung durch Schieberanlagen genügend Flüssigkeit. Entlang von Liegeboxen sollte ein Quergefälle von mindestens 1,5% eingebaut werden (Abb. 7).

Ableiten der gesammelten Flüssigkeiten

Zum Ableiten der gesammelten Flüssigkeiten setzen die Stalleinrichter verschiedene Systeme ein: Entwässerungskanäle (z.B. Aco-Drain), Entwässerungsröhre (z.B. grüne Rinne), Seilrinne, Kanal mit Räumfinger oder Schnecke. Es ist wichtig, dass die Flüssigkeit auf der ganzen Länge der Mistbahn gesammelt wird. Entwässerungskanäle weisen in der Regel nur etwa 0,5% Gefälle auf (Abb. 8).

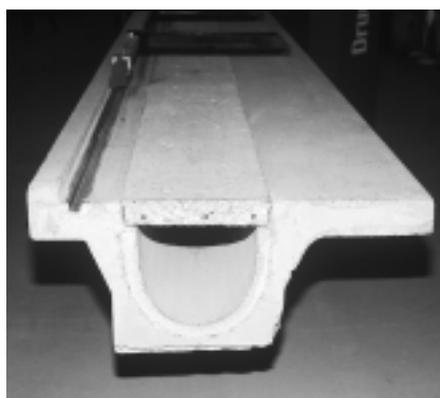


Abb. 8: Entwässerungskanäle weisen meistens wenig Gefälle auf. Eine fest installierte Spülleitung lohnt sich; bei Entwässerungsröhren ist eine solche zwingend.

Eine mechanische Reinigung oder der Einsatz von Spülleitungen sind daher zusätzlich nötig. Die Erhebungen zeigen, dass Kanäle mit Räum- oder Schnecke die beste Sicherheit für ein störungsfreies Entwässern bieten. Sie haben den Nachteil, dass bei starkem Frost der Inhalt sowie die Räumklappe oder die Schnecke festfrieren. Einen möglichen Kompromiss stellt folgende Lösung dar: Führungsrinne des Schiebers etwa 8 cm tief; Räumfinger im Winkel von rund 45 Grad in Reinigungsrichtung eingebaut (Abb. 9).

Entwässerungsröhre wie die Grüne Rinne bewähren sich nur dort, wo regelmässig (mindestens wöchentlich) gespült wird. Dazu ist eine fest installierte Spülleitung erforderlich.

Entmistungshäufigkeit

Die Entmistungshäufigkeit entscheidet über die Sauberkeit der Mistbahnen. Dies gilt insbesondere für den Fressbereich, wo mehr als 50% des Mistes anfallen (siehe FAT-Bericht Nr. 497). Bei direkt an die Fressachse angegliederten Liegeboxen gilt es zudem, das Verschleppen von Mist in die Liegeboxen zu vermeiden. Abbildung 10 zeigt die Entmistungshäufigkeit sowie die Gründe für mehrmaliges Entmisten mit Breitschieberanlagen.

Wie oft entmisten?

In der Anbindehaltung entmisten über 90% der befragten Betriebe zweimal pro Tag. Im Gegensatz zur Anbindehaltung spielen in der Laufstallhaltung neben Druckschäden vor allem die infektiösen Klauenkrankheiten eine erhebliche Rolle. Klauenschäden nehmen einen steigenden Anteil an den Abgangsursachen in der Rinderhaltung ein (Sekul 1999). Wie Untersuchungen zeigen, macht Ammoniak aus den Exkrementen das Klauenhorn instabil (Mülling und Budras 1998). Dort, wo der Mist schwerpunktmässig anfällt, das heisst am Fress- und Liegeplatz, ist daher die häufige Reinigung sinnvoll. Aus der Sicht der Klauen müsste die Forderung heissen: trocken und griffig! Drei- bis sechsmal gereinigte Laufflächen dienen der besseren Trittsicherheit, verbessern die Hygiene und den Eindruck über die Sauberkeit im Stall (Wandel 1999).

Wann entmisten?

Die Wahl der Entmistungszeiten hängt vom Fütterungsregime, den Melkzeiten und vom Melkablauf ab. Im Sommer spielt auch der Weidegang eine Rolle. Mehrmaliges Entmisten im Bereich der Fressplätze stellt besondere Anforderungen an den Mistschieber und dessen Geschwindigkeit beim Entmisten (siehe Kapitel Tiergerechtigkeit). Der Entmistungsroboter oder die Automatiksteuerung ermöglichen ein genau-

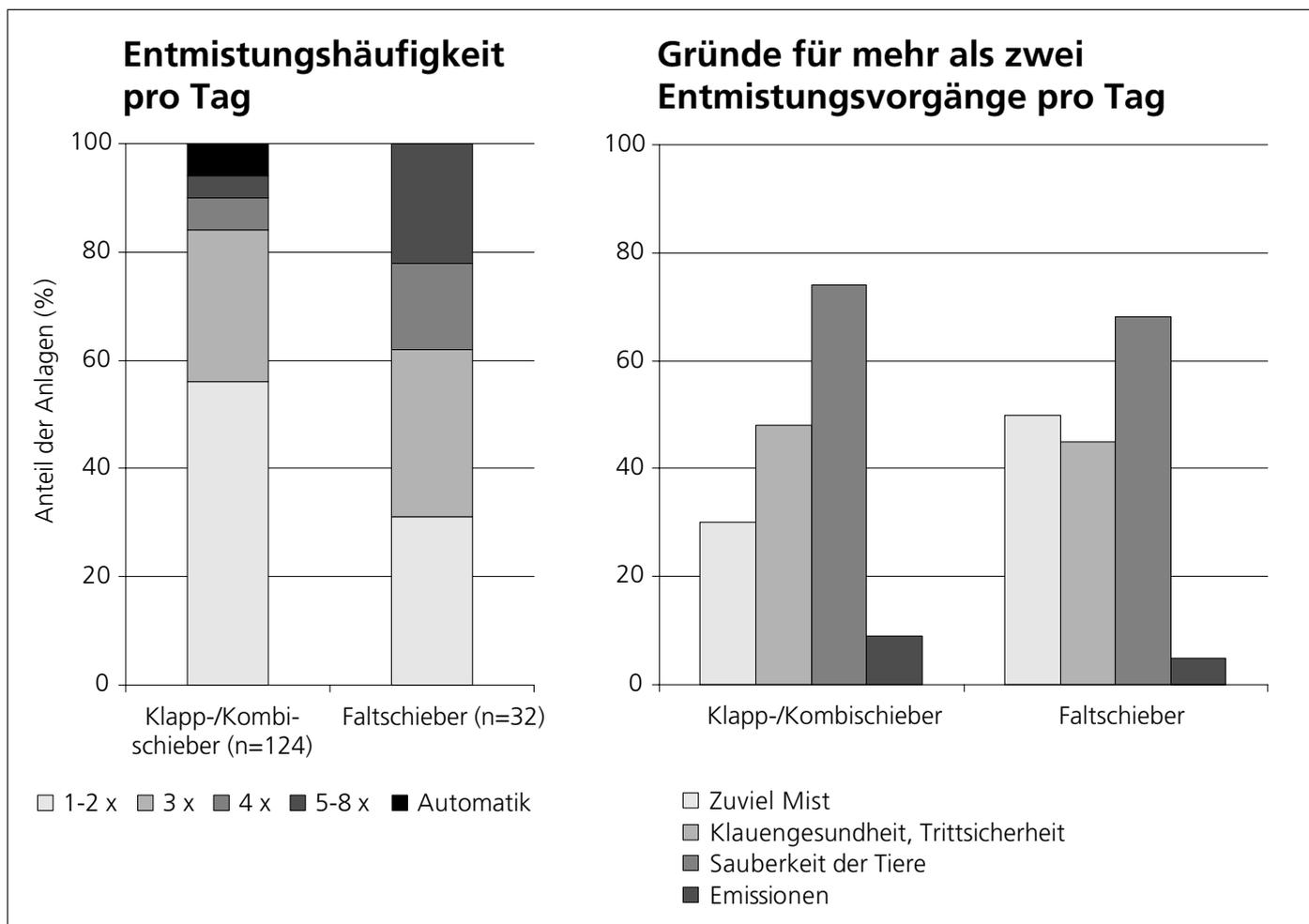


Abb. 10: Während bei Klapp- und Kombischiebern rund die Hälfte der Benutzer mehr als zweimal täglich entmistet, sind es beim Faltschieber zwei Drittel. Die Sauberkeit der Tiere wird als häufigster Grund genannt.

es Programmieren der Entmistingzeiten und Wege. Dadurch können besondere betriebliche Anforderungen am besten berücksichtigt werden. In unserer Erhebung arbeiteten sieben Betriebe mit der Automatiksteuerung. Sie betreiben ihre Breitschieberanlagen fünf- bis achtmal täglich.

breite und der Geschwindigkeit des darübergeschobenen Mistes ab. Neben der Effizienz wird in der Praxis oft auch das Hängenbleiben von Strohresten und daraus folgende Schieberschäden kritisiert.

Anordnung und Gestaltung der Roste

Um eine gute Wirksamkeit zu erhalten, sollten Roste mindestens 80 cm breit ausgeführt sein (Abb. 11). Tiefe Schiebergeschwindigkeiten (weniger als 4 m/min) ergeben bessere Trennergebnisse und vermindern die Gefahr von Schäden an der Anlage. Schnellaufende Anlagen wie Mistschlitten und Schrapper verursachen deshalb öfters Probleme. Beim Planen sind Niveauunterschiede zur optimalen Anordnung der Trenneinrichtungen auszunützen. Oft sollte ein Teil des flüssigen Kots aus dem Langstrohmist getrennt werden. Die besten Trennergebnisse liefern dabei diagonal (zirka 30 Grad) in Fahrtrichtung an-

geordnete Flachstäbe oder Rohre im Abstand von 10–12 cm. Wenn möglich sollten diese am Ende frei auslaufen (Abb. 12). Damit werden das Einhängen von Strohteilen am Quersteg und daraus folgende Schäden an Schiebern vermieden. Kann auf den Quersteg nicht verzichtet werden, sollte er mit einem Winkel von maximal 45° angebracht sein (Abb. 11). In Mistkanälen von Schubstangenanlagen bringen auf der ganzen Bahnbreite verteilte runde Löcher mit einem Durchmesser von zirka 15 cm gute Trennergebnisse (Abb. 13). Die vorgängig beschriebenen Lösungen eignen sich nur für nicht begehbare Bereiche. Befindet sich der Rost im Laufbereich von Tieren oder Personen, dürfen die Stababstände in Längsrichtung maximal 35 mm betragen. Wabenroste sind zwar sehr trittsicher, ergeben aber nur einen beschränkten Trennungseffekt. Selbst Kurzstrohmist gleitet darüber hinweg und muss separat abgeschoben werden.

Trennung flüssig/fest

Ergänzend zur Entwässerung benötigen viele Betriebe eine Trennung der flüssigen von den festen Mistbestandteilen. Damit soll die gewünschte Gülle- und/oder Mistzusammensetzung erreicht werden. Die Trennwirkung beeinflusst aber auch die Funktion der Entmistingsanlage (vgl. Kapitel Förderprobleme). Als Trennverfahren kommen zur Zeit verschiedene Rostausführungen zum Einsatz. Deren Effizienz hängt von der Form und der Größe der Öffnungen, der Rost-

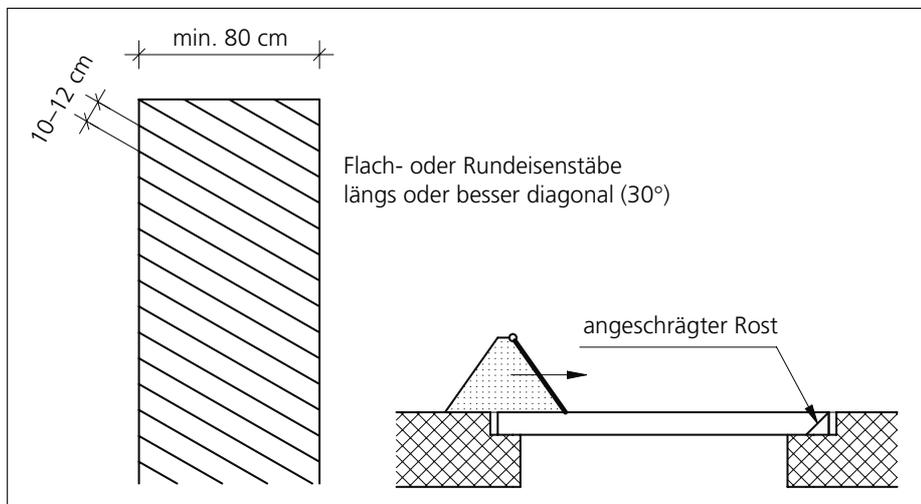


Abb. 11: Zur Trennung von flüssigen Bestandteilen aus Langstrohmist sind Roste mit grossen Stababständen erforderlich. Die diagonale Anordnung der Stäbe verbessert die Trennwirkung.



Abb. 12: Bei Rosten für Langstrohmist sollten die Stäbe wo möglich am Ende frei auslaufen.



Abb. 13: Für Schubstangenanlagen haben sich zur Trennung von flüssigen Bestandteilen aus Langstrohmist Löcher mit einem Durchmesser von ungefähr 15 cm bewährt.

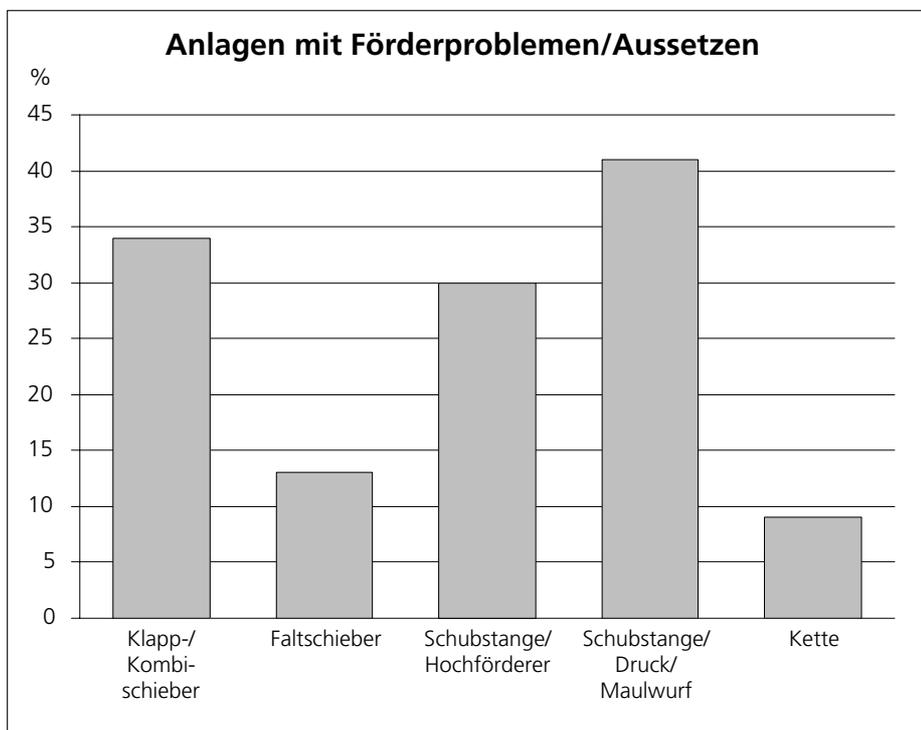


Abb. 14: Besonders selten sind Förderprobleme bei Faltschiebern und Kettenentmistungen. Bei Klapp- und Kombischiebern sowie bei Schubstangenanlagen kombiniert mit Hochförderer oder Druck-/Maulwurfentmistung sind es rund ein Drittel der Anlagen.

sigkeit abgetrennt, bestehen zwar selten Förderprobleme, aber der Miststock kann zu Fliehmist werden. Bei besonders trockenem oder strohareichem Mist kann eine Druck- oder Maulwurfentmistung blockieren, was zu aufwendigen Entstopfungsarbeiten führt. Ausserordentliche Mistmengen wie Kälbermist oder Krippresten dürfen nur fein dosiert zugegeben werden. Je grösser die Mistmenge pro Zylinderhub ist, umso wichtiger ist die Synchronisierung mit dem Hochförderer bzw. mit der Druck- oder Maulwurfentmistung.

Massnahmen bei Breitschiebern

Der Schiebertyp muss den vorgesehenen Entmistungintervallen und den dabei anfallenden Mistmengen entsprechen. Förderprobleme wegen zu grosser Mistmengen sollen durch häufigeres Entmisten und nicht durch grössere Abmessungen des Schiebers angegangen werden. Mist mit hohem Strohanteil sowie schmieriger, vorverrotteter Mist erfordert genügend Schiebergewicht. Für Tretmist-

Förderprobleme und Gegenmassnahmen

Eine Entmistungsanlage sollte unter Einhaltung der vorgegebenen Einsatzbedingungen ohne Förderprobleme arbeiten. In der Praxis treten jedoch bei verschiedenen Anlagen oft Förderprobleme auf. Abbildung 14 zeigt die Anteile der Anlagen, welche ungenügend fördern oder

aussetzen und Tabelle 2 nennt die Gründe dazu. Mit gezielten konstruktiven und betrieblichen Massnahmen sind Förderprobleme vermeidbar.

Massnahmen bei Schubstangen und Kombinationen

Die Trennung von flüssigen und festen Mistbestandteilen muss auf den jeweiligen Anlagentyp und die vorgesehene Einstreue abgestimmt sein. Wird wenig Flüssigkeit



Abb. 15: Seitenflügel an Kombischiebern reinigen die Randpartien. Durch die beweglichen Flügel eignet sich der Schieber auch für Mistbahnen mit unregelmässiger Breite.

ställe und bei einseitigem Mistanfall sind grundsätzlich Tretmistschieber einzusetzen. Es ist auch möglich, einen Kombischieber so abzuändern, dass er aussermittig gezogen wird.

Das Verkanten ereignet sich fast ausnahmslos bei Klappschiebern. Die Schiebermasse sind deshalb so auszulegen, dass beidseitig genügend Toleranzen zur Begrenzung der Mistbahn eingehalten sind (in der Regel beidseitig zirka 2 cm). Damit entsteht der Nachteil, dass sich eine Schmierschicht bildet, die im Winter gefriert, womit die Toleranz nur noch sehr klein ist.

Der Einsatz von Seitenflügeln bei Kombischiebern (Abb. 15) bringt mehrere Vorteile: Der Schieber eignet sich auch für Mistbahnen mit Breiten, die um einige Zentimeter variieren. Stimmen Anstellwinkel und Gewicht der Flügel, erreichen diese einen guten Reinigungseffekt der Randpartien. Quetschstellen durch Säulen und ähnliche Bauteile werden in beiden Fahrtrichtungen entschärft. Je nach Länge der Seitenflügel bringen diese zudem den Vorteil, dass der Mist etwas vom Rand gegen die Mitte gleitet. Die Seitenflügel bringen auch einige Nachteile: Die Schieberbahn braucht zwingend auf beiden Seiten Führungen für die Seitenflügel. Je nach Flügellänge ist die Ausgangsstellung (Schieberbahnhof) etwas grösser zu bemessen. In Abhängigkeit der Flügellänge ist eine Anfahrsstrecke erforderlich. Dazu ist es wichtig, dass die Flügel in Rückfahrtstellung bereits einen minimalen Anstellwinkel (Anschlag) aufweisen.

Frost in der Planung berücksichtigen

Während in Warmställen lediglich ein Viertel der Anlagen von Frostpannen betroffen sind, steigt dieser Anteil in Kaltställen und Laufhöfen auf über 60%.

Tab. 2: Einsatzgrenzen der Entmistungsanlagen

Anlagentyp	Gründe für ungenügendes Fördern/Aussetzen in Prozent der Fälle pro Anlagentyp Mehrfachnennungen möglich			
	Zuviel Mist	Zuviel Stroh	Zuviel Flüssigkeit	Verkanten des Schiebers
Klapp-/Kombischieber	38	—	—	32
Faltschieber	80	—	—	—
Schubstange	83	33	—	—
Schubstange/Hochförderer	61	28	—	—
Schubstange/Druck-/Maulwurf	42	21	32	5
Kette	11	—	—	—

In einer Untersuchung von 74 Minimalställen für Milchvieh (Beltrami et al. 1999) wird die Funktionsfähigkeit von Entmistungssystemen bei Frost beurteilt. Die Ergebnisse zeigen, dass ein Entmisten mit der stationären Anlage in 44% der Fälle möglich ist. Die mobile Entmistung durch Hoftrac ist noch in 35, mit dem Motormäher in 18 und das Entmisten von Hand nur noch in 13% der Fälle möglich. Diese Zahlen sind absolut betrachtet wenig ermutigend; glücklicherweise beschränken sich Temperaturen unter minus 10 Grad auf wenige Tage im Jahr.

Neben der Höhenlage sind die Einflüsse von Wind, Schnee und möglichen Kälteseen in die Planung einzubeziehen. Die Mistbahnen sollten gegenüber diesen Einflüssen soweit möglich geschützt sein. Mit der Optimierung der Gebäudeexposition und Vordächer lässt sich oft viel erreichen.

Frostempfindlichkeit anlagenspezifisch

Betrachtet man die Anlagentypen unabhängig von weiteren Einflussgrössen, zeigen sich die Druck- und Maulwurfentmistungen als frostunempfindlichste Systeme. Auch die Kombination Schubstangenentmistung mit Druck- oder Maulwurfentmistungen bewährt sich sehr gut. Dabei ist zu bemerken, dass die Schubstangen praktisch ausnahmslos in Warmställen plaziert sind. Während bei Schubstangenanlagen mit Hochförderer zirka ein Drittel Frostpannen aufweist, steigt dieser Anteil bei Breitschieberanlagen und Kettenentmistungen bis auf die Hälfte.

Die Hauptursachen von Frostpannen betreffen die folgenden Bereiche:

- Bei Breitschieberanlagen: angefrorene Schieber und Seile sowie Störungen bei der Umschaltung,
- Bei Kombinationen mit Schubstangenanlagen: Mistreste im Kanal sowie angefrorene Schieber,
- Bei Hochförderern: das Anfrieren von Mist an den Fördergabeln,
- Bei Kettenentmistungen: angefrorene Schieber.

In den meisten Fällen geben die Benutzer an, sie hätten in der Zwischenzeit wirksame Massnahmen zur Vorbeugung von Frostpannen gefunden.

Technische Massnahmen zur Vermeidung von Frostpannen

- **Breitschieberanlagen**
 - Schieberbahnhof im geschützten Bereich, allenfalls Isolationsmöglichkeit vorsehen (Abb. 16),
 - Falls Querkanal im Freien, isolierende Abdeckung wählen,
 - Rost über dem Abwurfschacht mit grossen Öffnungsweiten,
 - Seilrinne muss zur Reinigung überall zugänglich sein,
 - Umlenkrollen so plazieren, dass sich keine Flüssigkeit in diesem Bereich ansammelt,
 - Anlage ohne mechanische Endschalter im Kotbereich im Freien,
 - Leicht zu reinigender Mechanismus für die Klappenhochstellung,
 - Elektrische Steuerung mit separatem Programm für Frostintervall.



Abb. 16: Um ein Anfrieren zu verhindern, sollte die Parkstellung des Schiebers in einem geschützten Bereich liegen.



Abb. 17: Die Aussenbereiche der Entmistungsanlage müssen leicht zugänglich sein. Zur Vermeidung von Frostpannen ist oft ein Nachreinigen nötig.

• Schubstangen und Kettenentmistungen

- Wirksame Entwässerung auf der ganzen Kanallänge,
- Aussenbereich des Kanals leicht zugänglich (Abb. 17),
- Schieber von Kettenentmistungen mit Verschleisschicht aus Kunststoff,
- Dauerschmierung von Ketten und Kurvenumlenkungen.

• Hochförderer, Druck- und Maulwurfentmistungen

- Grosszügig entwässerte Übergabestelle,

- Einfaches Podest anstelle von aufwendigen Tassen bzw. Mulden,
- Möglichkeit zur Höhenverstellung des Hochförderers.

Organisatorische Massnahmen zur Vermeidung von Frostpannen

Unabhängig vom Anlagentyp entstehen grössere Probleme in der Regel ab Temperaturen um minus 10 °C nach einer

Dauer von ein bis zwei Tagen. Es steht also genügend Zeit zur Verfügung, Massnahmen zu treffen, um Schäden vorzubeugen:

- Reinigen der Schieber, Kanäle und Seilrinnen,
- Bei Automatiksteuerung Frostintervall einstellen (alle 2-3 Stunden entmisten),
- Schieberbahnhof und Umlenkrollen im Freien isolieren,
- Endschalter im Freien häufiger reinigen,
- Breitschieber im Stall stehen lassen,
- Schubstangen- und Kettenentmistungen ganz leer laufen lassen,
- Bei Kettenentmistungen immer gleichen Kettenteil im Freien belassen,
- Anlage nach zirka 30 Minuten nach der Reinigung nochmals bewegen,
- Bei Hydraulikanlagen erst nach Umschalten auf Vorschub der Schubstangen abstellen,
- Wassereinsatz im Bereich der Entmistungsanlage vermeiden.
- Bei länger anhaltendem Frost kann das Abschieben mit dem Traktor oder Hoftrac einfacher als mit der Schieberanlage sein. Voraussetzung sind entsprechende Absperrungen und Tore, die das Befahren der Mistbahnen ermöglichen.

Behebung von Frostpannen

Sofern die kritischen Bereiche einer Anlage bekannt sind, ist oft ein Auftauen möglich. Dies gilt insbesondere für Seile, Schieberklappen und Umlenkungen bei Breitschiebern, mechanische Umschaltungen bei Hydraulikschiebern, Schieber an Schubstangen und Ketten sowie Förderrechen am Hochförderer. Die Inbetriebnahme der Entmistungsanlage erfordert jedoch eine zuverlässige Überlastsicherung.

Wenig Chancen zum Auftauen bieten versenkte Führungsschienen von hydraulischen Breitschiebern sowie Entwässerungskanäle mit Räumerklappe oder Schnecke. Der Einsatz von Heisswasser zum Auftauen ist insbesondere im Freien problematisch, weil sich damit rasch zusätzliches Eis bildet.

Arbeitssicherheit

Gefahrenstellen bilden bei Entmistungsanlagen die Quetsch- und Einzugsstellen bei Antrieben, Quetschstellen durch

Schieber bei Übergängen, Abschränkungen, Wanddurchbrüchen und beim Schieberbahnhof. Gefährlich sind auch offene Abwurfschächte sowie die Übergabestellen bei Hochförderern und Druck- bzw. Maulwurfentmistungen. Nachdem sich mehrere schwere und tödliche Unfälle ereigneten, hat die BUL mit Stalleinrichtungsfirmen 1997 konkrete Sicherheitsanforderungen an mechanischen Entmistungsanlagen definiert. Sie berücksichtigen die grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen der EG-Richtlinie 89-392-EWG (Maschinenrichtlinie). Die Ausführungsbestimmungen basieren auf der EN 292 Sicherheit von Maschinen, allgemeine Gestaltungsleitsätze sowie EN 349 Sicherheit von Maschinen, Mindestabstände zur Vermeidung des Quetschens von Körperteilen. Hersteller und Lieferanten von Entmistungsanlagen sind verpflichtet, diese Sicherheitsvorschriften einzuhalten. Auch eine Unterschrift zur Inbetriebnahme einer Anlage mit Sicherheitsmängeln durch den Käufer und/oder Betreiber kann einen Lieferanten nicht von Haftungsansprüchen befreien.

In unseren Erhebungen haben wir einerseits das Vorkommen von Unfällen erfasst und andererseits sicherheitstechnische Lösungen und Vorschläge aus der Praxis analysiert. Bei 5% aller Anlagen haben sich Unfälle mit Personen ereignet (Abb. 18). Beim Unfallort liegt ein Schwerpunkt bei Wanddurchbrüchen.

Vermeidung von Quetschstellen

Anhand der Unfallereignisse ist das Vermeiden von Quetschstellen die wichtigste Unfallverhütungsmassnahme. Fast alle Benützer von Entmistungsanlagen führen während des Entmistens Nebentätigkeiten aus. Häufig sind dies Pflege und Einstreue von Liegeflächen, also Arbeiten im Gefahrenbereich der Entmistungsanlage.

Meist lassen sich Quetschstellen durch das Einhalten von Sicherheitsabständen vermeiden (BUL 1998). Zwischen Anlageteilen und festen Bauteilen sind dazu mindestens 50 cm Lichtmass erforderlich. Weil während des Bauvollzugs oft die genauen Schiebermasse noch fehlen, wurde für Breitschieberanlagen bei Wanddurchbrüchen ein Mindestmass von 65 cm im Licht festgelegt (Abb. 19). Durchgänge (z.B. für Schubstangen) müssen mindestens 50 x 50 cm aufweisen. Die Praxis beweist, dass Buchtenabtrennun-

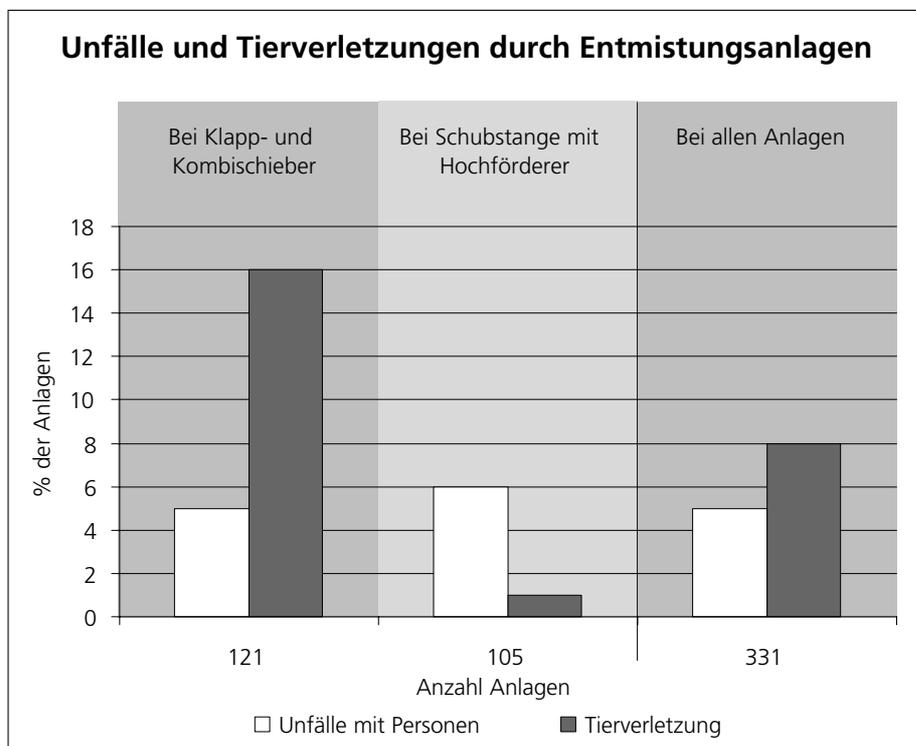


Abb. 18: Bei 5% aller Entmistungsanlagen haben sich Unfälle mit Personen ereignet. Tierverletzungen entfallen fast ausschliesslich auf Breitschieberanlagen.

gen in Milchviehställen ihre Funktion erfüllen, wenn ihre Unterkante auf maximal 65 cm liegt. Für Mastvieh und Mutterkühe sollten die Abschränkungen tiefer liegen. Eine pendelnde Ausführung ermöglicht es, auch hier auf aufwendige Sicherheitstechnik zu verzichten (Abb. 20).

Zugkraftmessungen an Breitschieberanlagen

Um Unfälle mit Personen und Tierverletzungen zu vermeiden, begrenzen einzelne Hersteller die Zugkräfte des Antriebs auf ein Minimum. Bisher fehlten konkrete Angaben über die effektiven Zugkräfte am Schieber. Daher wurden in Zusammenarbeit mit der BUL an acht Anlagen auf Praxisbetrieben die Zugkräfte gemessen. Es handelt sich um Klapp- und Kombischieber mit folgenden Antriebsarten: Seilwinde, Hydraulikzylinder, Schnecke sowie Getriebemotor auf Antriebsachse (Entmistungsroboter). Die gemessenen Schieber entmisten Flächen von 30 bis 110 m². Die Zugkräfte lagen zwischen 598 und 6102 N. Alle gemessenen Anlagen erfüllen die Anforderungen der jeweiligen Betriebe bezüglich Zugkraft.

Zugkräfte reduzieren

Viele Breitschieberanlagen sind in der Praxis auf hohe Zugkräfte eingestellt. In

Bezug auf die Funktionssicherheit sind diese weder sinnvoll noch nötig. In der Regel genügen Zugkräfte von 10 (leichte Schieber, geringe Mistmengen, Flüssigmist) bis 30 N/m² Mistbahn (schwere Schieber, Mist mit hohem Strohanteil, Tretmist).

Sicherheitsschaltungen

Bei nachgelagerten Gefahrenstellen wie Verengungen, Beschickungsöffnungen von Druck- oder Maulwurfentmistungen oder Übergängen in geschlossene Mistkanäle sind Sicherheitsschaltungen unumgänglich. Dazu dienen zum Beispiel Kontaktleisten, Lichtschranken, Schaltbügel oder Tippschaltungen.

Kontaktleisten werden im Bereich von Wanddurchbrüchen und beim Eingang zum Schieberbahnhof oder anderen Unterführungen vermehrt eingebaut (Abb. 21). Aus der Erhebung erhielten wir von 23 Anlagen konkrete Hinweise auf die Funktion und die Erfahrungen mit Kontaktleisten als Sicherheitselement. Positiv wurden die hohe Sicherheit, die gute Sensibilität sowie eine einwandfreie Funktion erwähnt. Als negativ bewertet wurde in mehreren Fällen die mechanische Beständigkeit der Kontaktleisten (Abtreten oder Herausreissen durch die Tiere).

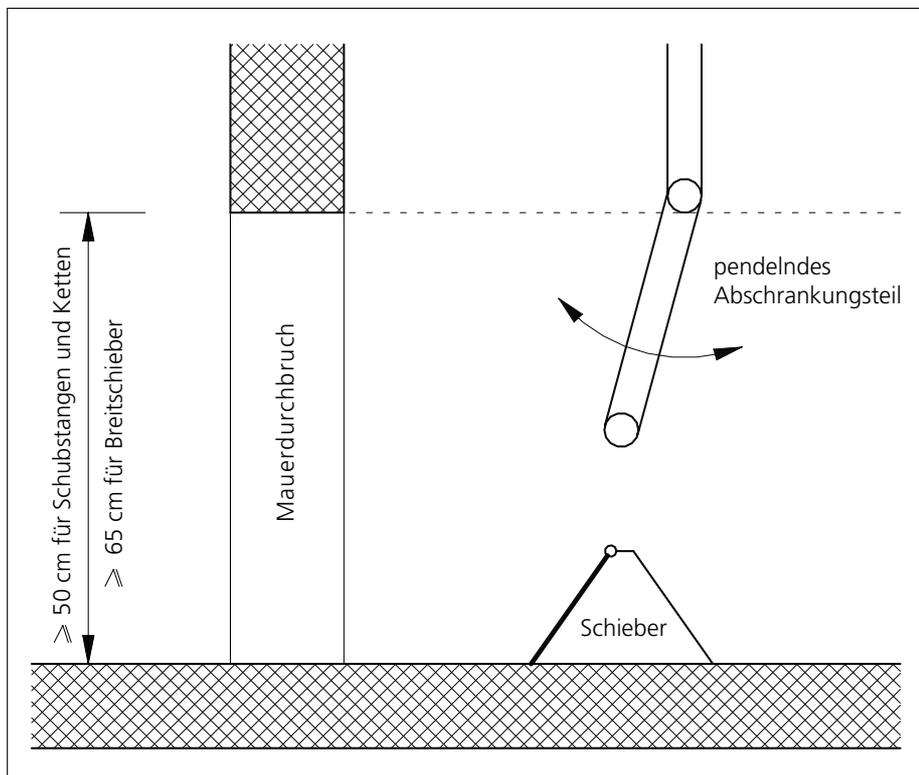


Abb. 19: Durch das Einhalten der Sicherheitsabstände bei Abschrankungen und Wanddurchbrüchen kann in vielen Fällen auf automatische Abschaltvorrichtungen verzichtet werden.



Abb. 21: Quetschstellen an Wanddurchbrüchen sind eine häufige Unfallursache. Kontaktleisten bewähren sich bei korrekter Montage gut. Ein genügend gross dimensioniertes Montageprofil verhindert Beschädigungen durch die Tiere.

Tippschaltung als Sicherheitselement

Bei schnelllaufenden Schrapfern und Mistschlitten müssen anstelle von Ein/Aus-Schaltern Tippschalter eingebaut werden (Die Anlage läuft nur, wenn die Bedienungsperson den Tippschalter gedrückt hält.). Von einem Standort aus ist es für den Benützer aber meist nicht möglich, die Stallinnen- und Aussenbereiche zu überblicken. Zudem ist er gezwungen, durch die Arbeitsgeschwindigkeit der Anlage, die Tiere von den Mistbahnen auszusperrern. Ein weiterer Nachteil besteht bei hohen Geschwindigkeiten im zusätzlichen Verschleiss von Führungs- und Umlenkteilen sowie der Seile. Es ist daher zu prüfen, ob es nicht sinnvoller wäre, auch diese Anlagen mit wesentlich tieferen Geschwindigkeiten (d.h. kleiner als 6 m pro Minute) zu betreiben.

Sichere Gestaltung von Abwürfen und Rosten

Ein direkter Abwurf in Querkanäle, Gülle- oder Mistgruben ist meist die einfachste und funktionssicherste Variante. Es bestehen häufig berechnete Ängste, Tiere oder Personen könnten von Schiebern erfasst und in diese Bereiche geschoben werden. Um dies zu verhindern, verzichten viele Benützer auf die Vorteile eines Automatikbetriebes. Kontaktleisten oder das Umschalten auf schrittweisen Vorschub (Takten) vor der Gefahrenstelle



Abb. 20: In Laufställen für Mutterkühe und Mastvieh sind 65 cm Abstand zwischen Mistbahn und Abschrankung zu viel. Ein pendelndes Abschrankungsteil verhindert hier ein Durchschlüpfen erfolgreich.

Das Festlegen geeigneter Montageorte, die genaue Konfektion durch den Hersteller und die Verwendung eines geeigneten Montageprofils sind Voraussetzungen für eine gute Haltbarkeit. Es sind auch mehrere Kontaktleisten an verschiedenen Standorten in Serie ansteuerbar. Abschaltbügel werden insbesondere im Bereich von

Schubstangen oder Kettenentmistungsanlagen beim Stallausgang angebracht. Sie bewähren sich nur, wenn der erforderliche Druck zum Auslösen etwas über dem Druck eingestellt ist, der regelmässig durch Strohpackete auftritt. Als Schutz und Dämpfer hat sich das Anbringen eines Gummilatzes vor dem Kontaktbügel bewährt.



Abb. 22: Die Übergabestelle zum Hochförderer muss leicht zugänglich sein. Gegenüber dem Mistplatz erhöhte Podeste eignen sich dazu besser als mit grossem Aufwand erstellte Mulden.

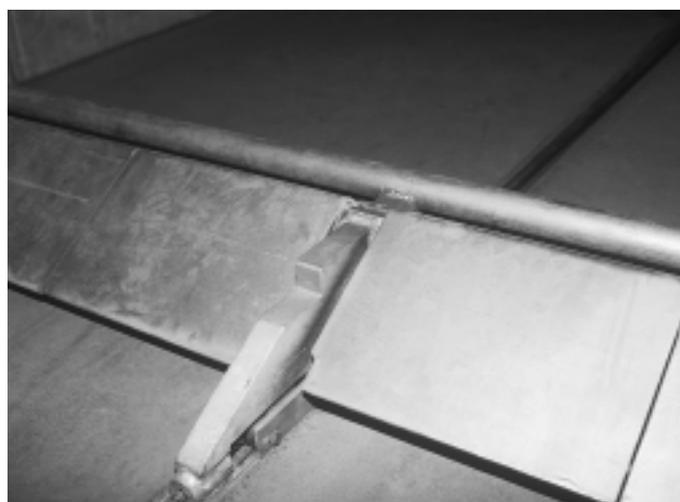


Abb. 23: Teile der Entmistungsanlage, mit welchen die Tiere in Kontakt kommen, müssen tiergerecht gestaltet sein. Insbesondere bei Schiebern sind Spitzen und Kanten abzurunden.

sind trotzdem erforderlich. Wesentlich sicherer sind jedoch das Einhalten von Sicherheitsdistanzen bei Wanddurchbrüchen und der Einbau von sturzsicheren Rosten (vgl. Kapitel Trennung flüssig/fest).

Gefahrenstellen am Hochförderer

Beim Hochförderer bildet die Übergabestelle die grösste Gefahr. Eine Abschränkung muss daher den direkten Zutritt für diesen Bereich verhindern. Es lohnt sich, dazu einen kindersicheren Zaun mit senkrechten Stäben zu erstellen. Dabei ist zu

beachten, dass Unterhaltsarbeiten trotzdem gut möglich sind. Die Erhebungen haben gezeigt, dass sich beim Reinigen der Aufnahmemulde Unfälle ereignen. Ein leichter Zugang ist daher besonders wichtig (Abb. 22).

Gasgefahren

Für Mensch und Tier besteht Gasgefahr, wo Güllegruben und Kanäle keine sicheren Gasverschlüsse gegen Stall und Nebenräume aufweisen. Gummilappen bilden keinen zuverlässigen Gasverschluss zwischen Güllegrube und Stall (Kupper 1983). Die notwendigen Unfallverhütungsmassnahmen sind bereits bei der Planung zu berücksichtigen (BUL 1995).

Verletzungen sind die Folge. Nicht alle Verletzungen können einem Unfallort zugewiesen werden. Bei einigen Anlageteilen sind jedoch Verbesserungen möglich und nötig.

Vermeidung von Spitzen, Schneiden und Kanten am Schieber

Schieberteile, mit denen Tierkontakte möglich sind, sind entsprechend zu gestalten (Kanten abrunden usw.) (Abb. 23). Eine besondere Gefahr bilden die ausgehobenen Klappen von Breitschiebern. Durch den Abrieb auf der Mistbahn werden diese messerscharf und bilden in ausgehobenem Zustand eine grosse Gefahr für die Tiere. Das Verletzungsrisiko hängt dabei unter anderem von der Höhe der Klappenaushebung ab, gemessen von der Mistbahnoberfläche zur Schnittkante der Schieberklappen. Dieses Mass variiert bei den unterschiedlichen Fabrikaten sehr stark. Berücksichtigt man die Klauenhöhe bei ausgewachsenen Kühen, ergibt sich ein Maximalmass von 5,5 cm. Ausser bei Tandembetrieb dürften 5,5 cm Klappenaushebung in den meisten Fällen ausreichen.

Gestaltung der Führungsrinne

Die Führungsrinne muss so gestaltet sein, dass Klauenverletzungen möglichst ausgeschlossen werden. In Anlehnung an die Spaltenweiten für Stallböden (BVET 1998) gilt für Rindvieh das Maximalmass von 3,5 cm. Für Anlagen im Schweinebereich ist dieses Mass auf etwa 2 cm zu



Abb. 24: Führungsrinnen für Breitschieber sind möglichst schmal auszuführen. Auf Betonoberflächen kann die Rinne direkt eingefräst werden.

Tiergerechtheit

Die meisten Entmistungsanlagen laufen im Tierbereich. Sie sollten deshalb so gestaltet sein, dass sie keine Verletzungen verursachen und von den Tieren gut akzeptiert werden. Verletzungsgefahren entstehen durch Anlageteile, mit denen die Tiere direkt in Kontakt kommen. Das sind bei Entmistungsanlagen insbesondere die Schieber und Führungsschienen. Bei 8% der Anlagen – überwiegend mit Breitschieber – sind Verletzungen an Tieren aufgetreten (Abb. 18). Betroffen sind meist Klauen und Beine. Auffallend sind dabei Schnittwunden. Aber auch Verrenkungen, Klauenbeinbrüche und ähnliche

verringern. In Gussasphalt und ähnlichen Bodenbelägen sind jedoch derart kleine Metallprofile schwer einzubauen. Wird als Oberfläche Beton gewählt, können auch schmale Führungsrinnen eingefräst werden (Abb. 24). Über Flur montierte Führungsschienen sollten gut sichtbar sein. Kleine vorstehende Mitnahmeknöpfe an Führungsschienen für Hydraulikschieber sind zu vermeiden.

Keine Angst vor dem Schieber!?

Während sich die Tiere in Anbindeställen rasch an den Entmistungsvorgang mit Schubstangen oder Ketten gewöhnen, gibt es bei Breitschieberanlagen grössere Unterschiede zwischen einzelnen Betrieben. Ob ein Schieber im Tierbereich gut akzeptiert wird oder nicht, hängt in besonderem Masse von dessen Arbeitsgeschwindigkeit, der Entmistungshäufigkeit, den Baumassen sowie von den Fluchtmöglichkeiten der Tiere ab.

Tierbeobachtungen zeigen, dass Anlagen mit tiefer Arbeitsgeschwindigkeit besser akzeptiert werden. Dies gilt ganz besonders, wenn sich Tiere an einen Stall und dessen Einrichtungen gewöhnen müssen. Sowohl bei Breitschieberanlagen als auch bei Schubstangen fanden wir grosse Unterschiede in der Arbeitsgeschwindigkeit. Dem Vorteil der Zeiterparnis durch hohe Arbeitsgeschwindigkeiten stehen gewichtige Nachteile wie mehr nervös reagierende Tiere, hohes Verletzungsrisiko, mehr Verschleiss an der Anlage und eine schlechtere Reinigungswirkung gegenüber. Für Entmistungsanlagen, die im Tierbereich laufen, sind deshalb Arbeitsgeschwindigkeiten im Bereich von 4 m/Min. sinnvoll. Dieser Wert gilt auch für die Hubgeschwindigkeit bei hydraulischen Anlagen. Höhere Geschwindigkeiten setzen voraus, dass die Tiere während des Entmistungsvorganges ausgesperrt werden.

Die Erhöhung der Entmistungshäufigkeit wirkt sich ebenfalls positiv auf die Akzeptanz des Schiebers aus. Werden Tiere erstmals eingestallt, oder kommt ein neuer Schieber zum Einsatz, sollte dieser während einigen Tagen im Tierbereich parkiert werden.

Schiebermasse

Schlank konstruierte Schieber akzeptieren Tiere besser als breite und/oder hohe Konstruktionen. Die Klapp- und Kombischieberkonstruktionen messen in der



Abb. 25: Schieber mit kleinen Abmessungen und tiefen Arbeitsgeschwindigkeiten sind für die Tiere vorteilhaft. Faltschieber werden durch die Tiere besonders gut akzeptiert.

Breite durchschnittlich 24 cm, in der Höhe 20 cm. Für Faltschieber betragen diese Masse 7,4 bzw. 10 cm. Tierbeobachtungen sowohl an der Fressachse als auch im Liegebereich zeigen, dass der Faltschieber in diesem Bereich den übrigen Breitschiebertypen klar überlegen ist. Die gute Akzeptanz des Faltschiebers wird auch dadurch gefördert, dass er während des Rücklaufs zusammengeklappt ein noch kleineres Hindernis für die Tiere darstellt (Abb. 25).

Die grössten Baumasse weisen in unseren Erhebungen die Entmistungsroboter auf. Obwohl die Tiere bei entsprechend tiefer Arbeitsgeschwindigkeit auch über dieses Hindernis steigen, ist ein regelmässiger unüberwachter Einsatz an der Fressachse mit erheblichen Verletzungsrisiken bei den Tieren verbunden.

Besonders im Fressbereich ist eine tiergerechte Entmistung wichtig, weil sich bei ständigem Futterangebot immer Tiere darin aufhalten. Das Aussperren der Tiere ist aus betrieblichen Gründen aufwendig und unerwünscht. Während des Ent-

mistungsvorgangs dürfen die Tiere keinesfalls im Fressgitter fixiert sein.

Besondere Situation bei Schweinen

In der Schweinehaltung wurden Entmistungsanlagen bisher nur selten im Tierbereich montiert. Meist laufen die stationären Anlagen in Mistkanälen unter Flur. Unter Einhaltung der vorgängig beschriebenen Anforderungen bewähren sich Schubstangen und Breitschieber. Besonders zu beachten sind eine gute Korrosionsbeständigkeit und genügend Schiebergewicht (Schmierschichten vermeiden).

Die Erfahrungen mit Entmistungsanlagen im Tierbereich beschränken sich auf wenige Betriebe (Abb. 26). Daraus ergeben sich einige spezifische Anforderungen:

- Der Einsatzbereich ist auf Galtsauern, Vor- und Ausmast beschränkt.

- Schieber sollten max. 10 cm hoch sein. Faltschieber eignen sich am besten.
- Führungsrinne max. 2 cm breit oder über Flur anordnen.
- Fressbereich bei Rationenfütterung ausserhalb des Arbeitsbereichs der Entmistung anordnen.
- Pendelnde Abschränkungen geschlossen ausführen (z.B. mit Argolit-Platten).
- Kontaktleisten aus Gummi immer ausserhalb des Tierbereichs anbringen.

Arbeits- und Betriebswirtschaft

Beim Entscheid, ob zur Entmistung eine stationäre Entmistingungsanlage eingesetzt werden soll, ist ein Vergleich mit anderen Verfahren sinnvoll. Soll von Hand mit einer mobilen Einrichtung (Hoftrac, Motormäher) oder mit einer stationären Anlage entmistet werden? Für Vergleichsdaten von mobilen Entmistingungsverfahren verweisen wir auf den FAT-Bericht Nr. 497 «Reinigung befestigter Laufhöhe».

Unsere Erhebungen zur Arbeitswirtschaft beinhalten die Arbeitselemente Vorreinigung, Reinigung, Nachreinigung, die Ne-



Abb. 26: Schweine gewöhnen sich rasch an Breitschieber. Faltschieber mit geringer Bauhöhe eignen sich am ehesten.



Abb. 27: Zum Arbeitszeitbedarf für die Vorreinigung gehören Mist von den Liegeflächen in die Mistbahn bringen und Abschieben von Übergängen in Laufställen.

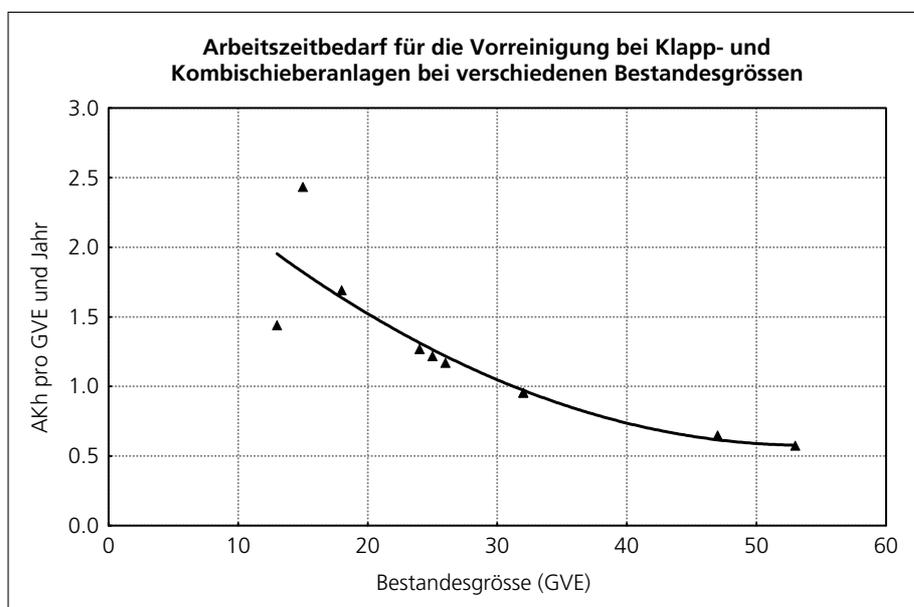


Abb. 28: Bei Breitschiebern beträgt die Handarbeitszeit für die Vorreinigung für einen Bestand von 30 GVE ungefähr 1 AKh pro Jahr.

benötigkeiten sowie Wartungsarbeiten. Vorreinigungs- und Nachreinigungsarbeiten umfassen lediglich Arbeiten, die unmittelbar im Zusammenhang mit der Entmistungsanlage stehen. Dazu zählen Arbeiten wie Mist von den Liegeflächen in die Mistbahn bringen (Abb. 27), Abschieben von Übergängen in Laufställen oder das Nachreinigen von Rosten. Die angegebenen Zeiten sind Angaben der Landwirte und beziehen sich in der Regel auf einen Entmistungsvorgang am Morgen. In einem Laufstall für 30 GVE mit Klapp- oder

Kombischieber wird für die Vorreinigung ungefähr 1 AKh pro GVE aufgewendet (Abb. 28). Eine Nachreinigung erfolgt nur auf wenigen Betrieben.

Gleichzeitig misten und Liegeflächen pflegen

Die Reinigungszeit wird durch die Schiebergeschwindigkeit und die Bahnlänge beeinflusst. Für eine Mistbahn mit 30 Metern Länge und einer Schiebergeschwindigkeit von 4 m/Min. sind somit

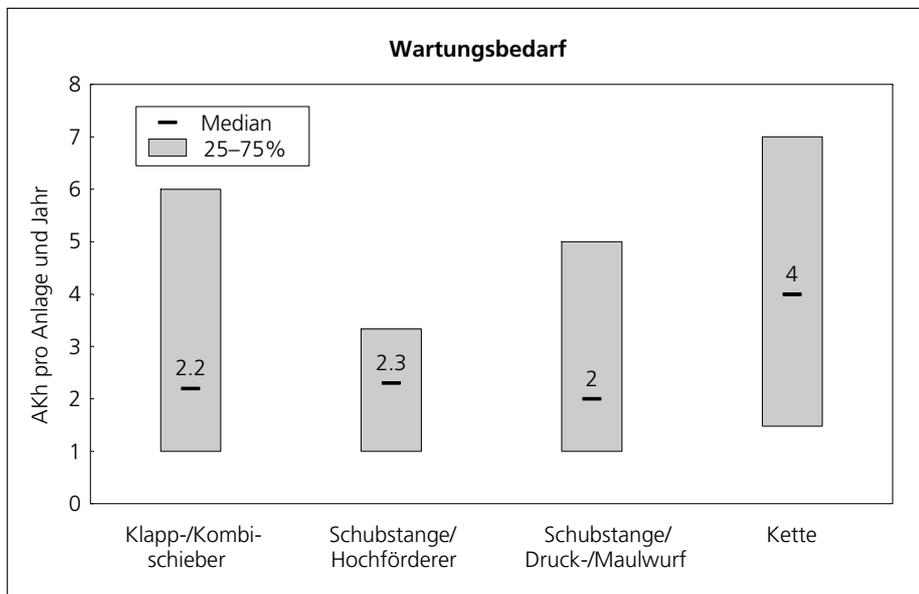


Abb. 29: Für den gleichen Anlagentyp setzen die Landwirte unterschiedliche Zeiten ein. Mit 2 bis 4 AKh pro Jahr ist der Wartungsbedarf gering.

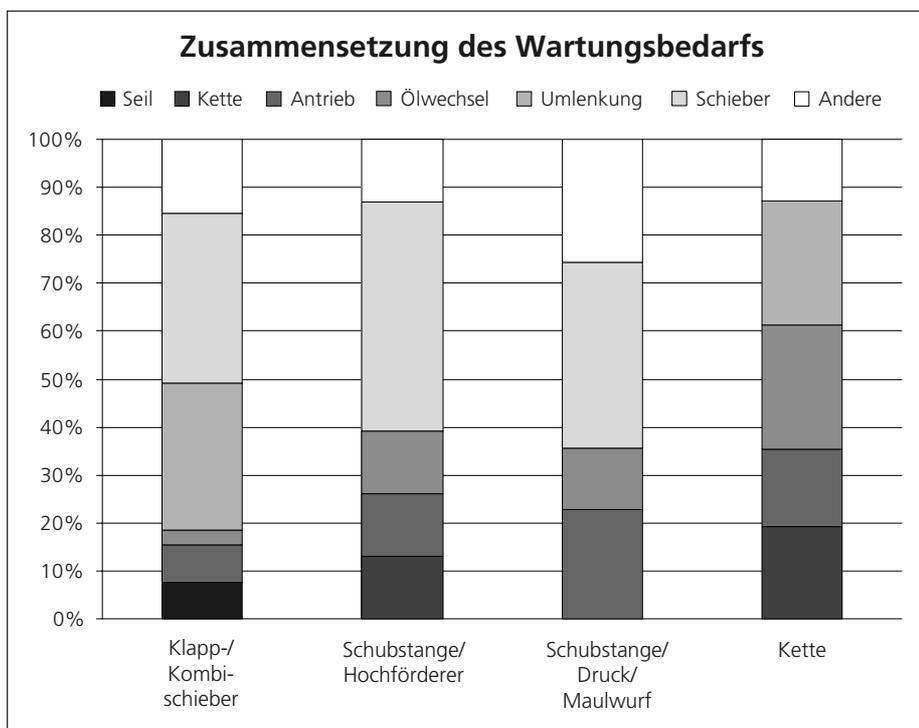


Abb. 30: Bei den Wartungsarbeiten liegen die Schwerpunkte bei Schiebern, Antrieben und Umlenkungen.

15 Minuten erforderlich. Hydraulisch betriebene Anlagen benötigen durch den schrittweisen Vorschub wesentlich mehr Zeit als mechanische, die kontinuierlich laufen.

Praktisch alle Landwirte führen während der Reinigung durch die Entmistungsanlage Nebentätigkeiten aus. Am häufigsten werden die Pflege der Liegeflächen sowie das Melken genannt. Während der Pflege von Liegeflächen befindet sich so-

mit der Benutzer im Arbeitsbereich der Entmistungsanlage und kann eine gewisse Aufsichtsfunktion wahrnehmen. Zudem nutzt er die frei gewordene Zeit.

Wartungsfreundliche Anlagen

Wir haben in unserer Erhebung den Aufwand für regelmässig vorkommende Wartungsarbeiten erfragt und diesen auf

Arbeitskraftstunden pro Jahr umgerechnet (Abb.29). Separat erfasst wurden Arbeiten für: Seil, Kette, Antrieb, Ölwechsel, Umlenkungen sowie Schieber. Für alle Wartungsarbeiten zusammen werden jährlich zwischen 2 und 4 AKh eingesetzt. Abbildung 30 zeigt die Zusammensetzung der Wartungsarbeiten; Schwerpunkte bilden Schieber, Antriebe und Umlenkungen. Besonders Klapp-schieber und Kettenentmistungen setzen für eine sichere Funktion eine regelmässige Wartung voraus.

Investitionsbedarf

Der Investitionsbedarf für eine Entmistungsanlage hängt stark von den erforderlichen Aussparungen, Armierungsarbeiten und Elektroanschlüssen ab. Die reinen Anlagekosten ohne bauliche Anpassungen und Elektroanschlüsse sind für verschiedene Bestandesgrössen in Tabelle 3 dargestellt. Die Abnahme der Investitionen pro GVE mit zunehmender Bestandesgrösse ist beachtlich (Abb. 31). Bei Breitschiebern ergeben sich im Durchschnitt für 20 GVE Fr. 720.-/GVE, für 50 GVE Fr. 416.-/GVE (Tab. 3). Die Betonarbeiten für Druck- und Maulwurfentmistungen können den Investitionsbedarf massiv erhöhen.

Die Elektroanschlüsse kosteten im Durchschnitt Fr. 1390.-. Anlagen mit mehreren Antrieben liegen entsprechend höher. Stationäre Entmistungsanlagen weisen geringe Stromkosten auf. Zwei Breitschieber mit Seilantrieb in einem Boxenlaufstall für 40 GVE verbrauchen pro Jahr ca. 440 kWh (vier Entmistungsvorgänge pro Tag). Dies entspricht, mit aktuellen Tarifen gerechnet, Stromkosten von etwa Fr. 85.-.

Tiefe Reparaturkosten sind möglich

Im Gegensatz zu früheren Erhebungen zeigt sich, dass die Reparaturkosten in den meisten Fällen eine kleine Bedeutung haben. Gemessen am Neuwert der Anlage betragen die Ansätze lediglich 0,4 – 0,6% (Abb. 32). Im Rahmen der gesamten jährlichen Kosten machen sie keine 10% aus. Die Analyse der Reparaturkosten zeigt, wie bedeutsam Materialwahl, fachgerechte Montage und Wartung sind. Bei hydraulischen Anlagen heisst dies korrosionsfeste, geschützt verlegte Ölleitungen und die vom Zylinderhersteller angegebene Spezifikation des Öls. Bezüglich Seilverschleiss ergeben sich gros-

Tab. 3: Investitionen je Anlage und je GVE

Tierbestand			Art der Entmistung			
			Breit-schieber	Schubstange mit Hoch-förderer	Schubstange Druck oder Maulwurf	Ketten
20 GVE	total	Fr.	14 400	18 500	19 600	17 500
	je GVE	Fr.	720	925	980	875
30 GVE	total	Fr.	18 800	18 600	22 700	19 800
	je GVE	Fr.	627	620	757	660
40 GVE	total	Fr.	19 400	23 000	24 800	
	je GVE	Fr.	485	575	620	
50 GVE	total	Fr.	20 800	27 500		
	je GVE	Fr.	416	550		

Tab. 4: Jährliche Kosten der Anlagen und je GVE

Tierbestand			Art der Entmistung			
			Breit-schieber	Schubstange mit Hoch-förderer	Schubstange Druck oder Maulwurf	Ketten
20 GVE	total	Fr.	1 409	1 825	1 945	1 731
	je GVE	Fr.	70	91	97	87
30 GVE	total	Fr.	1 839	1 836	2 251	1 952
	je GVE	Fr.	61	61	75	65
40 GVE	total	Fr.	1 898	2 273	2 463	
	je GVE	Fr.	47	57	62	
50 GVE	total	Fr.	2 035	2 719		
	je GVE	Fr.	41	54		

se Unterschiede zwischen den einzelnen Anlagen. Das Einhalten der Empfehlungen von Seilherstellern erhöht die Standzeit beträchtlich (Abb. 33). Für Entmistungsanlagen ist folgende Seilqualität angezeigt: V4A mit Stahlseele nach DIN 1.4401. Umlenkrollen sollten den 25-fachen Seildurchmesser aufweisen.

Jährliche Kosten der Anlagen

Die jährlichen Kosten werden im besonderen durch die zu erwartende Abschreibungszeit und die Zinsbelastung bestimmt. Nach den Aussagen der Landwirte ist mit einer Abschreibungszeit von 15 Jahren zu rechnen. Im Einzelfall entstehen sicher Unterschiede. Ausgehend von dieser Abschreibungsdauer und einem Zinsfuss von 4,25% sowie der Mitberechnung von Versicherungen und Reparaturen ergeben sich bei einem Bestand von 30 GVE je nach Anlagentyp jährliche Kosten von Fr. 61.– bis Fr. 75.–/GVE (Tab. 4).

Setzt man diesen Beträgen den täglichen Nutzen gegenüber, lohnt sich die Investition für eine stationäre Entmistungsanlage in den meisten Fällen.

Neuerungen

Entmistungsroboter

Die Grundkonstruktion der Entmistungsroboter basiert auf einem Kombischieber. Im Mittelteil sind die Antriebs- und Steuerungselemente eingebaut. Dabei ergeben sich zumindest für den Mittelbereich grössere Baumasse als bei Seilzug- oder Hydraulikschieberanlagen (Abb. 35). Um eine gute Akzeptanz durch die Tiere zu erreichen, muss daher die Arbeitgeschwindigkeit unter vier Meter pro Minute eingestellt werden.

Der Einsatz eines Entmistungsroboters bietet heute die Möglichkeit, Entmistungzeiten, Fahrstrecke und -geschwindigkeit sowie das Verhalten beim Auftreffen auf Hindernisse individuell zu programmieren. Die Zugkräfte sind je nach Anbieter ebenfalls vorwählbar. Für eine konstante Zugkraft benötigen Entmistungsroboter eine gleichmässige Oberfläche, die genügend Adhäsion ergibt. Die Antriebsräder sind in der Regel für Beton- oder Gussasphaltoberflächen ausgelegt. In Aussenklimaställen und

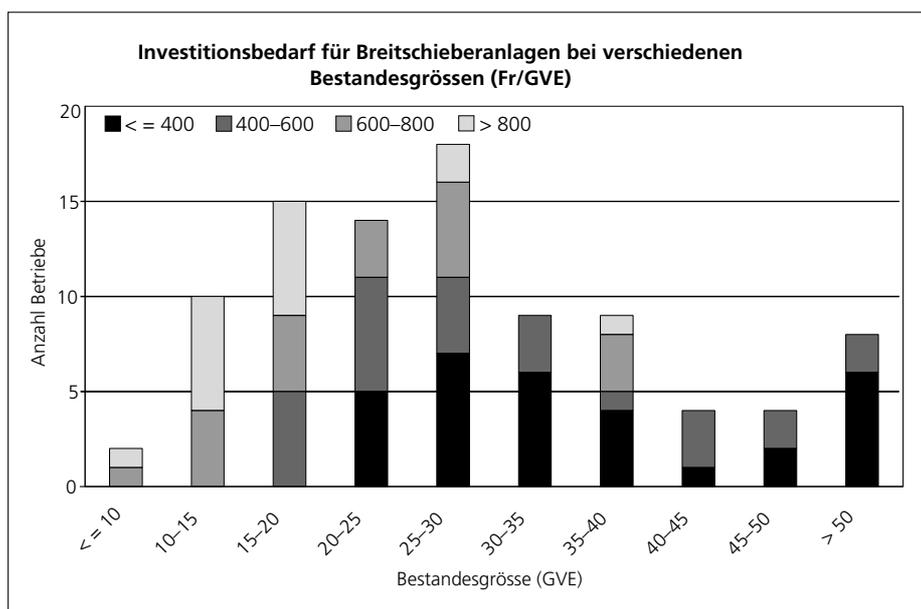


Abb. 31: Für die gleiche Bestandesgrösse können die Investitionen unterschiedlich hoch ausfallen. Mit zunehmender Grösse verringern sich die Investitionen pro GVE stark.

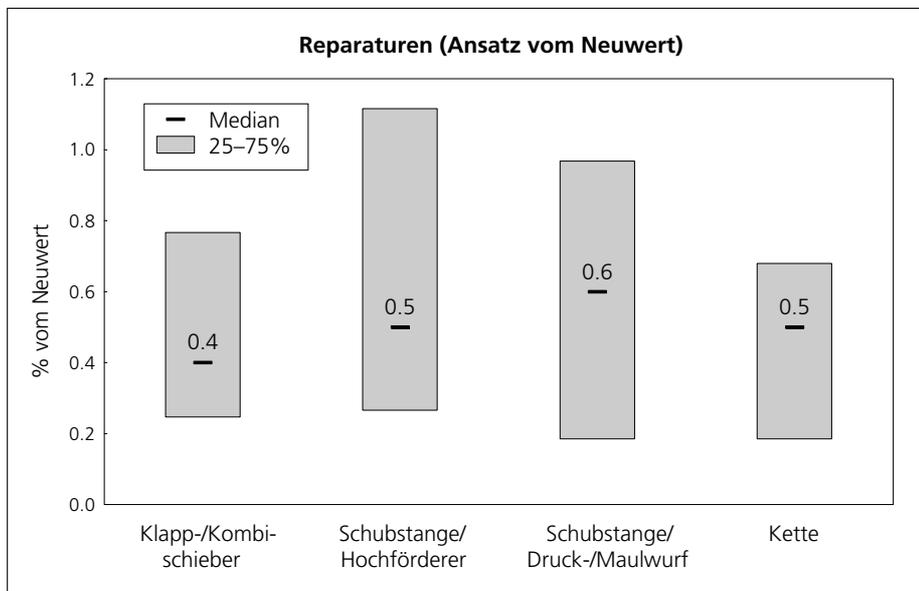


Abb. 32: Die Reparaturkosten gemessen am Neuwert sind bei Entmistungsanlagen tief. Die Unterschiede sind jedoch auf den einzelnen Betrieben beträchtlich.



Abb. 34: Durch den vermehrten Einsatz von Betonoberflächen und das häufigere Entmisten wird der Einsatz einer Verschleisschicht bei Klapp- und Kombischiebern wieder aktueller.



Abb. 35: Beim Entmistungsroboter entfallen Aussparungen für Antriebe und Umlenkungen. Dadurch ist er besonders flexibel einsetzbar. Die grösseren Bau-masse setzen besonders tiefe Arbeitsgeschwindigkeiten voraus, damit keine zusätzlichen Verletzungsgefahren entstehen.

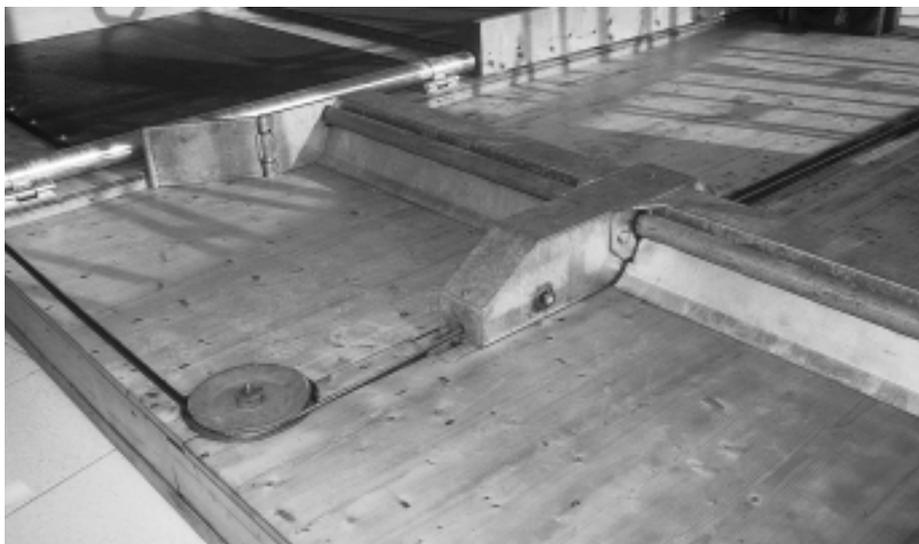


Abb. 33: Die richtige Anordnung von Antrieben und Umlenkungen sowie der Einsatz des richtigen Seiltyps sind entscheidend für den Verschleiss.

Laufhöfen, wo Schnee und Eisbildung vorkommen, stossen Entmistungsroboter deshalb rasch an Einsatzgrenzen.

Weil die Antriebsräder und der Getriebemotor direkt auf der Achse angebaut sind, hat der Roboter einen tiefen Leistungsbedarf. Da der Roboter in der Regel im verschmutzten Bereich parkiert wird, ist ein Aufladen über Induktion ohne elektrische Kontakte vorteilhaft.

Insbesondere bei Umbaulösungen und in Ställen mit lediglich einer Mistbahn bietet der Entmistungsroboter gegenüber herkömmlichen Systemen den Vorteil, dass Aussparungen für Antriebe und Umlenkungen entfallen.

Autodungschieber

Im Unterschied zum Entmistungsroboter erfolgt die Stromzuführung beim Autodungschieber über ein an der Stalldecke angebrachtes Elektroschleppkabel. Der Schieber wird wie ein Klappschieber der Mistbahn angepasst und lässt sich zusätzlich mit einer Wassersprüh-einrichtung ausrüsten. Die Reinigungsintervalle sind mit einer Zeitschaltuhr einstellbar.

Der Autodungschieber in dieser Ausführung wurde unter anderem zur Senkung der Ammoniakemissionen entwickelt. Bezüglich Steuerung wäre auch die Installation einer Stromschiene oder

der Ausbau zu einem Entmistungsroboter (Akkubetrieb, Ladestation) möglich.

Elektronische Steuerungen

Neue elektronische Steuerungen für Seilzuganlagen bieten den Vorteil, dass sie die aufgenommene Leistung laufend messen und die erforderliche Zugkraft auf der ganzen Entmistungsbahn sicherstellen. Auftretende Hindernisse können daher die Anlage in jeder Position stoppen. Dadurch erhöht sich die Sicherheit wesentlich. Wie beim Entmistungsroboter sind auch Fahrstrecke und Entmistungszeiten programmierbar.

Literatur

- Beef Housing and Equipment Handbook, 1987. MidWest Plan Service, Iowa USA.
- Beltrami R., Zähner M., Keck M., 1999. Erfahrungen mit Minimalställen für Milchkühe. Weiterbildungskurs für Baufachleute 25./26.11.99
- Bickert W.G., Bodman G.R., Holmes B.J., Kammel D.W., Zulovich J.M. und Stowell, R., 1997. Dairy Freestall Housing and Equipment. MidWest Plan Service, Iowa USA. S. 30–31 und 127–128.
- BUL, 1995. Merkblatt 95052.d, Gasverfahren in der Landwirtschaft. 16 S.
- BUL, 1998. Dokumentation Sicherheitsanforderungen an mechanischen Entmistungsanlagen. 7 S.
- BVET, 1998. Richtlinie 800.106.02(3), Tierschutz, Richtlinien für die Haltung von Rindvieh. S. 12–13.
- Herrmann H.-J., 1997. Einfluss unterschiedlicher Bodenausführung von Laufflächen auf das Verhalten und die Klauengesundheit von Kühen. Bericht Nr. 65 der Arbeitsgemeinschaft Landtechnik und Bauwesen Hessen e.V., 105 S.
- Jakob P., 1988. Entmistungsanlagen. FAT-Bericht Nr. 344, 7 S.
- Karrer M., Nitsche R., 1997. Erfahrungen mit Aussenklimaställen für Milchvieh, FAT-Schriftenreihe Nr. 45, S. 170.
- Kaufmann R., Keck M. und Hauser R., 1997. Gestaltungshinweise für den Boxenlaufstall. FAT-Bericht Nr. 508, 16 S.
- Kaufmann R., Keck M. und Wettstein H.R., 1997. Reinigung befestigter Laufhöfe. FAT-Bericht Nr. 497, 16 S.
- Nydegger F., Schick M., Ammann H. und Schlatter M., 1997. Boxeneinstreu: Nur so kurz wie nötig! FAT-Bericht Nr. 509, 12 S.
- Oechsner H., 1993. Entmistungsverfahren in Rindviehställen. ALB-Fachtagung 4./5. März 1993. Arbeitsgemeinschaft Landtechnik und ländliches Bauwesen Baden-Württemberg e.V., S. 13–31.
- Richter, Th., 1997. Bauausführung dauerhafter planbefestigter Stallfussböden. Bauberatung Zement. Bundesverband der Deutschen Zementindustrie e.V., 4 S.
- Sekul, W., 1999. Prophylaxe infektiöser Klauenerkrankungen, Landinfo 1/99, ISSN 0947-9392. S. 31.
- Wandel H., 1999. Laufflächen für Milchvieh – Anforderung, Auswahl, Erneuerung. ALB-Fachtagung 18./19. März 1999 Landtechnik und Landwirtschaftliches Bauwesen in Stuttgart-Hohenheim. Arbeitsgemeinschaft Landtechnik und ländliches Bauwesen Baden-Württemberg e.V., S. 105–121.

Anfragen über das behandelte Thema und über andere landtechnische Probleme sind an die unten aufgeführten Berater für Landtechnik zu richten. Weitere Publikationen und Prüfberichte können direkt bei der FAT (CH-8356 Tänikon) angefordert werden. (Tel. 052 368 31 31, Fax 052 365 11 90).

E-Mail: info@fat.admin.ch, Internet: <http://www.admin.ch/sar/fat>

- ZH** Kramer Eugen, Landw. Schule Strickhof,
8315 Lindau, Telefon 052 354 98 30
Blum Walter, Landw. Schule Strickhof,
8315 Lindau, Telefon 052 354 98 30
- BE** Jutzeler Martin, Inforama Berner Oberland,
3702 Hondrich, Telefon 033 654 95 45
Hügi Kurt, Inforama Seeland,
3232 Ins, Telefon 032 312 91 21
Marti Fritz, Inforama Rütli und Waldhof,
3052 Zollikofen, Telefon 031 910 52 10
Hofmann Hans Ueli, Inforama Schwand,
3110 Münsingen, Telefon 031 720 11 21
- LU** Moser Anton, LBBZ Schüpfheim,
6170 Schüpfheim, Telefon 041 484 25 25
Hodel René, LBBZ, Centralstr. 21,
6210 Sursee, Telefon 041 921 91 91
Marti Pius, LBBZ Willisau,
6130 Willisau, Telefon 041 970 20 77
Widmer Norbert, LMS,
6276 Hohenrain, Telefon 041 910 26 02
- UR** Landw. Beratungsdienst, Aprostr. 44,
6462 Seedorf, Telefon 041 871 05 66
- SZ** Landolt Hugo, Landw. Schule Pfäffikon,
8808 Pfäffikon, Telefon 055 415 79 22
- OW** Müller Erwin, BWZ Obwalden,
6074 Giswil, Telefon 041 68 16 16
- NW** Egli Andreas, Landwirtschaftsamt,
6370 Stans, Telefon 041 618 40 05
- GL** Amt für Landwirtschaft, Poststr. 29,
8750 Glarus, Telefon 055 646 67 00
- ZG** Furrer Jules, LBBZ Schluethof,
6330 Cham, Telefon 041 780 46 46
Kiefer Lukas, LBBZ Schluethof,
6330 Cham, Telefon 041 780 46 46
- FR** Krebs Hans, Landw. Institut Freiburg (IAG),
1725 Posieux, Telefon 026 305 58 50
- SO** Wyss Stefan, Landw. Bildungszentrum Wallierhof,
4533 Riedholz, Telefon 032 627 09 62
- BL** Zjörjen Fritz, Landw. Zentrum Ebenrain,
4450 Sissach, Telefon 061 971 21 21
- SH** Landw. Bildungszentrum Charlottenfels,
8212 Neuhausen, Telefon 052 674 05 00
- AI** Köller Lorenz, Gaiserstrasse 8,
9050 Appenzell, Telefon 071 788 95 76
- AR** Vuilleumier Max, Landwirtschaftsamt AR,
9102 Herisau, Telefon 071 353 67 56
- SG** Haltiner Ulrich, Landw. Schule Rheinhof,
9465 Salez, Telefon 081 757 18 88
Steiner Gallus, Landw. Schule Flawil,
9230 Flawil, Telefon 071 394 53 53
- GR** Urwyler Hansueli, Grabenstrasse 1,
7000 Chur, Telefon 081 257 24 03
Föhn Josef, Landw. Schule Plantahof,
7302 Landquart, Telefon 081 307 45 25
- AG** Müri Paul, LBBZ Liebegg,
5722 Gränichen, Telefon 062 855 86 27
- TG** Herrmann Samuel, LBBZ Arenenberg, Fachstelle
Betriebsberatung und Landtechnik, Amriswilerstr. 50,
8570 Weinfelden, Telefon 071 622 10 22
- TI** Müller Antonio, Ufficio consulenza agricola,
6501 Bellinzona, Telefon 091 814 35 53

Landwirtschaftliche Beratungszentrale, Abt. Landtechnik, 8315 Lindau, Telefon 052 354 97 58

Die FAT-Berichte erscheinen in zirka 20 Nummern pro Jahr. – Jahresabonnement Fr. 50.–. Bestellung von Abonnements und Einzelnummern: FAT, CH-8356 Tänikon. Tel. 052 368 31 31, Fax 052 365 11 90.

E-Mail: info@fat.admin.ch – Internet: <http://www.admin.ch/sar/fat> – Die FAT-Berichte sind auch in französischer Sprache als «Rapports FAT» erhältlich. – ISSN 1018-502X.