

## Reinigung befestigter Laufhöfe

### Geringere Arbeitszeit, Kosten und Umweltbelastung dank optimierter Verfahrenstechnik

Robert Kaufmann und Margret Keck, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik (FAT), CH-8356 Tänikon  
 Hansruedi Wettstein, Institut für Nutztierwissenschaften, Eidgenössische Technische Hochschule Zürich (ETH), CH-8092 Zürich

Heute nimmt die Verbreitung von Laufhöfen für Milchkühe rasch zu. Die Tierschutzverordnung, das Öko-beitragssystem und Label-Programme fördern dies. Insbesondere in Kombination mit einem Laufstall ist der befestigte Laufhof dem weichen vorzuziehen. Im Rahmen unserer Untersuchungen an einem dauernd zugänglichen Laufhof für Kühe im Laufstall wurden die Verschmutzung der Laufhöffläche und die davon freigesetzten Ammoniakemissionen erhoben. Verschiedene Reinigungs-

varianten und Baulösungen werden beschrieben und bezüglich arbeits- und betriebswirtschaftlichen Auswirkungen verglichen.

Beobachtungen über das Koten und Harnen der Kühe zeigen, dass nur 5% bzw. 7% des gesamten Kotes bzw. Harnes im Laufhof abgesetzt werden, hingegen mehr als 50% im Fressbereich des Stalles. Dabei ist zu berücksichtigen, dass im untersuchten FAT-Laufhof kein zusätzliches Futter (Raufen oder ähnliches) verabreicht wurde. Die Ausschei-

dungshäufigkeit hat erwartungsgemäss eine enge Korrelation zum Aufenthalt der Tiere im Laufhof. Zwischen 15% und 80% des aufgebrauchten Stickstoffes können in Form von Ammoniak von der Laufhöffläche entweichen. Hauptemissionsquelle stellt der Harn dar. Daher ist auf geeignete Harnabführung zu achten.

Im besonderen bei grösseren Tierbeständen kann der Mechanisierungsgrad der Reinigung wesentliche Unterschiede in der Arbeitszeit ergeben. Für einen Bestand von 30 Kühen sind zum Beispiel mit der besten Handvariante jährlich zirka 75 AKh zu veranschlagen. Dagegen beträgt der Arbeitszeitbedarf mit dem Motormäher und Schiebeschild für die gesamte Laufhofreinigung weniger als 40 AKh pro Jahr. Die Ko-

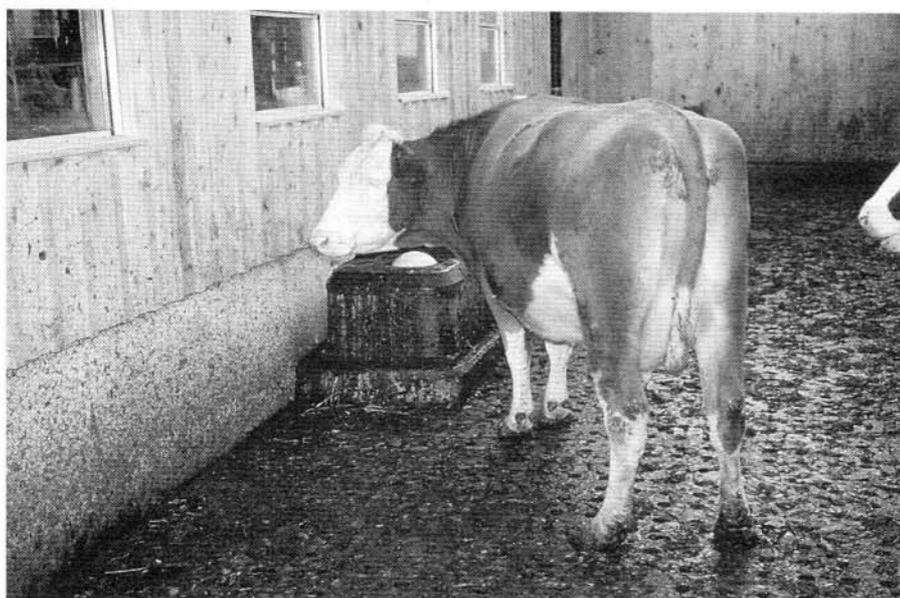


Abb. 1. Dank der Kombination von Laufhof und einer darunter angeordneten Güllegrube mit perforierter Decke ist der Arbeitsaufwand für die Reinigung minimal.

Inhalt	Seite
Problemstellung	2
Umweltaspekte	2
Verfahren der Reinigung	4
Arbeitszeitbedarf	7
Betriebswirtschaftlicher Vergleich	8
Hinweise zur verfahrenstechnischen und baulichen Optimierung	10
Literatur	13

sten der Laufhofreinigung liegen zwischen Fr. 105.– pro Kuh und Jahr (20 Kühe, stationäre Entmistung) und Fr. 7.– pro Kuh und Jahr (vollperforierte Decke). Mobile Verfahren (Motormäher, Traktor) kosten Fr. 40.– bis Fr. 60.–. Der Übergang vom täglichen zum wöchentlichen Reinigungsintervall verbilligt besonders die Abwurflösungen wesentlich und bringt sie praktisch auf das Niveau der perforierten Decke.

Da auch durch die einmal tägliche Reinigung kaum emissionsmindernde Effekte zu erwarten sind, ist die wöchentliche Reinigung aus Kosten- und Arbeitsgründen vorzuziehen. Bei kleineren Beständen ist Handreinigung den mobilen Verfahren überlegen. Als beste Lösung für Neubauten erweist sich die Kombination Laufhof/Güllengrube mit perforierter Decke (Abb. 1). Sorgfalt bei der baulichen Ausführung und Wahl der Gerätschaften können die Reinigungsarbeiten wesentlich erleichtern.

Bis vor wenigen Jahren waren Laufhöfe selten anzutreffen. Praktiker, welche diesen einsetzten, schätzten vor allem die Verbesserung der Brunsterkennung und gesundheitliche Vorteile für die Tiere. Heute nimmt die Verbreitung von Laufhöfen bei Milchkühen stark zu. Die Tierschutz-Verordnung verlangt eine minimale Anzahl an Auslauftagen, auch im Winter. Für die meisten Labelprogramme ist freier Auslauf eine wichtige Teilnahmebedingung. Durch das Ökobeitragssystem des Bundes für die sogenannte «Kontrollierte Freilandhaltung» werden Laufhöfe gefördert. Zwar wäre nach den Beitragsanforderungen täglicher Weidegang obligatorisch; für Schlechtwetterphasen, die Winterfütterungsperiode und ungünstig strukturierte Betriebe (Dorflage, starke Parzellierung) stellt der Laufhof aber eine Alternative dar.

Anfänglich dominierten in der Praxis «weiche» Laufhöfe. Dies sind unbefestigte Flächen mit unterschiedlichem Ausbaustandard: eingezäunte hofnahe Wiesen, mit Rindenschnitzel belegte oder mit Kies aufgebaute Flächen. Niedrigen Investitionen und dem Vorteil der Trittsicherheit stehen Nachteile wie Verschmutzungstendenz bei schlechter Witterung, bei ungenügender Pflege und Überbesatz gegenüber. Ausserdem wird das gehäufte Auftreten von Panaritium (Klauenfäule) oft mit weichen Laufhöfen in Verbindung gebracht. In Gewässerschutzzonen ist er nicht erlaubt.

Aus diesen Gründen kann man davon ausgehen, dass befestigte Ausläufe für die meisten Betriebe, insbesondere aber in Kombination mit einem Laufstall, längerfristig die zweckmässigste Lösung darstellen und sich auch entsprechend durchsetzen werden. Laufhöfe, vor allem dauernd zugängliche bei Laufställen, führen zu zusätzlich verschmutzten Flächen und einem höheren Gülleanfall. Die bauliche Anordnung sowie die Wahl des Reinigungsverfahrens und -häufigkeit sind von Bedeutung.

## Umweltaspekte

Rund 90% der Ammoniakemissionen der Schweiz stammen aus der Nutztierhaltung. Aufgrund von Schätzungen sind davon etwa 70% auf die Rinderhaltung zurückzuführen. In den FAT-Berichten Nr. 486 (Frick *et al.* 1996) ist die Bedeutung der Ammoniakemissionen für die Umwelt und für die Landwirtschaft aufgeführt. Die Erweiterung der Bewegungsfläche für Kühe im Laufhof ist mit grösseren verschmutzten Flächen verbunden. Diese stellen eine zusätzliche emissionsaktive Oberfläche in bezug auf die Ammoniakfreisetzung dar. Die Untersuchungen eines dauernd zugänglichen Laufhofs beim Boxenlaufstall für Milch-

### Problemstellung

Für einen dauernd zugänglichen, befestigten Laufhof bei einem Laufstall für Milchkühe wurden die folgenden Fragen untersucht:

- Umweltaspekte: Kot- und Harnanfall in verschiedenen Stallbereichen, NH<sub>3</sub>-Freisetzung von der Laufhoffläche.
- Beurteilung verschiedener Verfahren der Laufhofreinigung.
- Arbeitszeitbedarf für die Reinigung.
- Betriebswirtschaftliche Beurteilung des Mehraufwands zur Reinigung (Arbeits-, Bau- und Mechanisierungskosten).

Daraus sollen sich Empfehlungen für die Praxis bezüglich Reinigungshäufigkeit, geeignete Baulösungen und Reinigungsvarianten ableiten lassen.

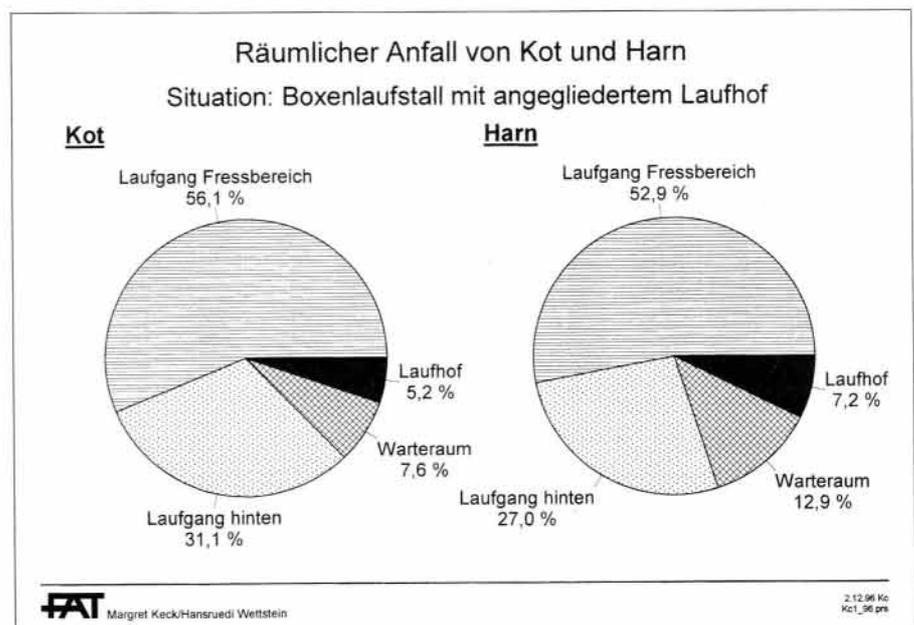


Abb. 2. Im Laufhof fallen untergeordnete Mengen an Kot und Harn an.

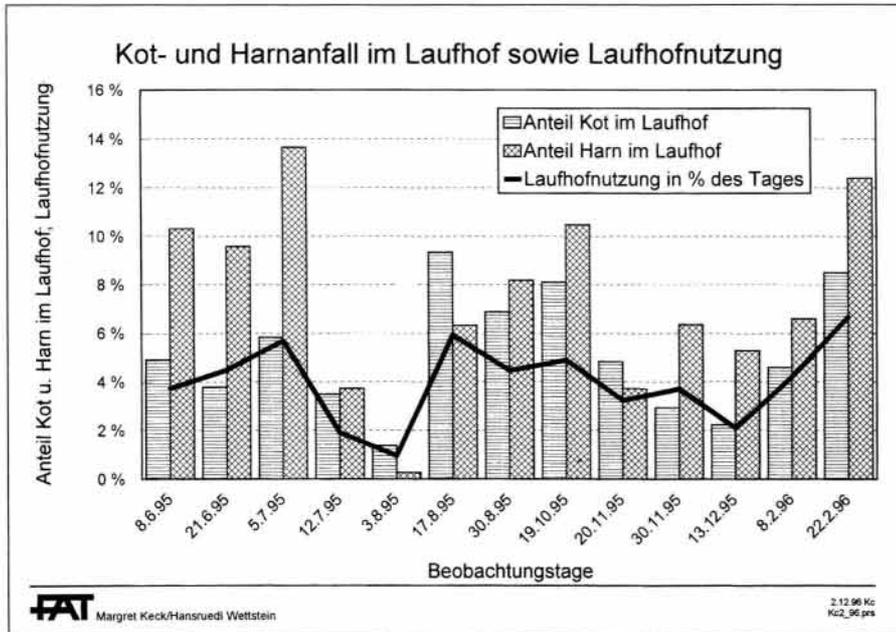


Abb. 3. Der Anfall an Kot und Harn im Laufhof steht in direktem Zusammenhang mit der Nutzungshäufigkeit.

kühe umfasste neben ethologischen Aspekten (siehe FAT-Berichte Nr. 493) auch Fragen aus dem Umweltbereich.

### Ausscheidungsverhalten und Laufhofnutzung

Zum Ausscheidungsverhalten der Kühe erfolgten an der FAT Direktbeobachtungen. Erfasst wurde die Häufigkeit von Koten und Harnen im Stall und im Laufhof. Die Kühe setzten in über 80% der Fälle den Kot und Harn im Stall ab (davon den grössten Teil im Laufgang beim Fressbereich). Nur 5% bzw. 7% des Kotes und Harns fielen im Laufhof an (Abb. 2), wobei sich zwischen den einzelnen Tagen deutliche Schwankungen in der Laufhofnutzung ergaben (Abb. 3).

Die Laufhofnutzung und der Mistanfall, gemessen in Trockensubstanz, waren deutlich korreliert. Eine qualitative Beurteilung der verschmutzten Laufhoffläche im Jahresverlauf zeigte, dass die Laufhoffläche im Zugangsbereich stärker verschmutzt war, weiter entfernt gelegene Bereiche weniger.

### Ammoniakfreisetzung

Laufhofflächen sind frei überströmte Flächen. Eine direkte quantitative Ermittlung der Ammoniakemissionen ist

nicht möglich. In zwei Windtunneln wurden deshalb entsprechende Mengen an Kot und Harn wie im Laufhof aufgebracht. Diese Fläche im Windtunnel wurde mit definierten Luftgeschwindigkeiten überströmt und der Luftdurchsatz mit einem Messventilator quantifiziert. In der Zu- und Abluft konnte man die Ammoniakkonzentration nach dem nass-chemischen Prinzip ermitteln.

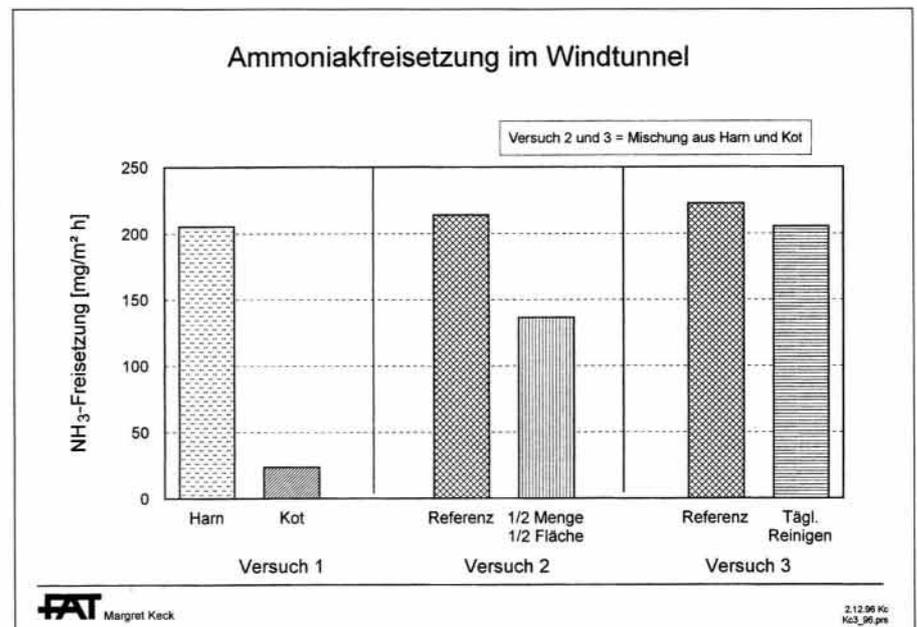


Abb. 4. Harn ist die Hauptquelle für die Ammoniakfreisetzung. Auch durch tägliches Reinigen lassen sich die Ammoniakverluste nicht wesentlich reduzieren.

In den beiden Windtunneln erfolgte der Vergleich der Ammoniakfreisetzung bei möglichst denselben Randbedingungen (Temperatur, relative Luftfeuchtigkeit, Kot und Harn).

- Im Versuch 1 wurde der Boden entweder nur mit Rinderkot oder nur mit Rinderharn verschmutzt. Harn stellt eine wesentlich stärkere Emissionsquelle als Kot dar (Abb. 4).
- In der warmen Jahreszeit waren die Ammoniakemissionen höher als in der kalten.
- In den Versuchen 2 und 3 wurden Kot und Harn jeweils als Gemisch aufgebracht. Eine Reduktion der verschmutzten Fläche und Menge war mit einer deutlichen Emissionsminderung verbunden.
- Bei der täglichen Reinigung war im Vergleich mit dreitägigem Reinigungsintervall nur ein minimaler Minderungseffekt zu erzielen (Abb. 4).

### Folgerungen (Ammoniakfreisetzung)

Bei einem dauernd zugänglichen Laufhof ohne Möblierung (Raufen, Tränkeeinrichtungen, Kratzbürsten) fällt nur ein geringer Anteil an Kot und Harn im Laufhof an. Die Ammoniakfreisetzung erfolgt schon nach kurzer Zeit. Daher kann häufiges Reinigen die Ammoniakfreisetzung nur eingeschränkt mindern; ständig kommen frische Exkre-

mente hinzu, und am Boden verbleibt eine Schmierschicht. Da vor allem Harn die Ammoniakfreisetzung von verschmutzten Flächen bedingt, ist eine möglichst rasche Ableitung von Harn anzustreben. Die Ableitung muss mit Blick auf die Abwasserbelastung in die Güllegrube erfolgen. Die Menge an aufgebrachtem Stickstoff mit Kot und Harn wurde der Menge an Stickstoff in Form von Ammoniak gegenübergestellt. Im Mittel wurden rund 40% des Stickstoffs, jedoch mit hohem Schwankungsbereich (zwischen 15% und 80%), als Ammoniak emittiert und gehen dadurch für eine gezielte N-Düngung verloren.

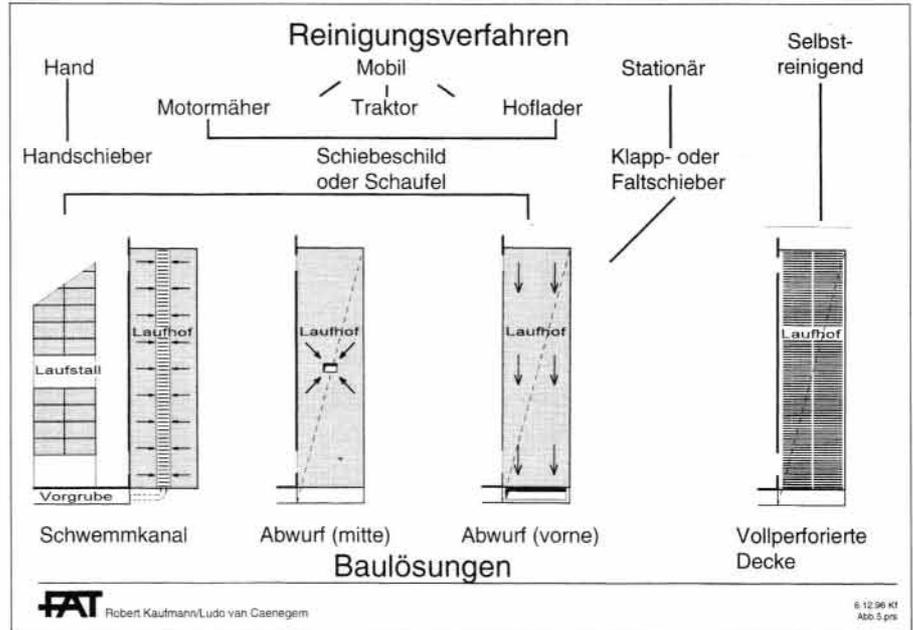


Abb. 5. Die fünf Reinigungsverfahren und Baulösungen lassen sich nicht beliebig kombinieren. Die vollperforierte Decke ist eine rein bauliche Massnahme.

## Verfahren der Reinigung

Bei unseren Untersuchungen haben wir vier verschiedene Reinigungsvarianten unterschieden (Abb. 5): Ausschliessliche Handreinigung, mobile Reinigung, das heisst mittels motorisierter Hilfsgeräte (Motormäher, Traktor oder Hoftransporter), stationäre Anlage (festinstallierte, mechanische Entmistung wie Fall- und Klappschieber) sowie die selbstreinigende Lösung mit vollperforiertem Laufhofboden.

Wir unterscheiden im weiteren vier verschiedene Baulösungen, die weiter unten beschrieben sind. Es besteht eine gewisse Wechselwirkung zwischen der Reinigungsvariante und Baulösung. Nicht alle Varianten passen gleich gut zu allen Baulösungen, was sich vor allem im unterschiedlichen Arbeitszeitbedarf ausdrückt. Hand- und mobile Reinigungsvarianten lassen sich im Prinzip mit allen Abwurf-lösungen kombinieren. Die stationäre Reinigung kann nur mit Abwurf vorne, stirnseitig funktionieren. Weiter wird die Wahl der Reinigungsart zusätzlich beeinflusst von der Laufhofgrösse, der Häufigkeit der Reinigung und baulichen Detailfragen wie Hindernisse, unregelmässige Formen usw. Bei allen Verfahren ist eine gewisse Nachreinigung von Hand erforderlich (schwer zugängliche Ecken, Stallzugänge, Sackgassen).

### Reinigung von Hand

Häufig werden Handschieber verwendet, wie sie für die Stallgangreinigung bekannt sind. Für die grossflächige Reinigung des Laufhofs stellen sich aber spezielle Probleme. Bei nasser Witterung zerfliesst der Kot seitwärts über den Rand hinaus. Bei stark ange-trocknetem Mist ist der Reinigungseffekt gering, der Handschieber gleitet über den trockenen Mist hinweg.

Besser sind speziell konstruierte Handschieber mit abgeschrägter Kante. Damit ist weniger Kraft nötig, um den Schieber auf den Boden zu drücken. Für angetrockneten Mist ist eine harte Abschlusskante (Metall oder Hartkunststoff) von Vorteil. Der Schieber für nasse Verhältnisse soll relativ breit (mindestens 1 m) mit seitlich vorspringenden Enden sein. Der Einsatz von zwei verschiedenen, den entsprechenden Verhältnissen angepassten Schie-



Abb. 6. Motormäher mit Schiebeschild: Durch den ausschliesslichen Einsatz für die Reinigung im Laufhof entfallen Rüstzeiten (Foto BUL).

bern ist vorteilhaft: Breiter Schieber für nasse Verhältnisse, schmaler Schieber für angetrockneten oder angefrorenen Kot.

### Reinigung mit mobilem Gerät

Zu den mobilen Geräten für die Reinigung zählen wir die Kombination einer Antriebsmaschine wie Motormäher (Abb. 6), Traktor oder Hoflader, mit angebautem Schild oder Schaufel. Es ist dabei zu unterscheiden zwischen nur schiebenden Verfahren und Verfahren, bei welchen der Mist aufgeladen und abtransportiert wird.

Das Antriebsfahrzeug und einzelne Geräte (zum Beispiel Schaufel) sind meist noch für andere Arbeiten oder überbetrieblich verwendbar. Die vielseitigen Einsatzmöglichkeiten bedeuten gleichzeitig, dass die Gerätekombinationen nicht immer in der für die Reinigung notwendigen Betriebsstellung sind und deshalb mit gewissen Rüstzeiten zu rechnen ist. Die notwendigen Gerätewechsel und die Grobreinigung des Gerätes wirken sich auf den Arbeitszeitbedarf aus. Aus Kostengründen ist es kaum sinnvoll, einen Hoflader nur für die Arbeiten im Laufhof anzuschaffen (Abb. 7).

#### • Schiebeschild, Schneepflug

Beim Schiebeschild handelt es sich um ein technisch einfaches Gerät, welches sich auch für den Selbstbau eignet. Mit Blick auf die relativ geringen Kosten dieser Mechanisierung fällt der Nachteil, dass das Schiebeschild praktisch nur für das Entmisten zu gebrauchen ist, nicht stark ins Gewicht.

Für relativ dünnflüssigen Mist (zum Beispiel nach Regenfällen), ist eine schräg gegen vorne vorstehende Seitenbegrenzung zweckmässig (Abb. 8). Damit verhindert man ein seitliches Wegfließen des Mistes. Ein unterer Gummiabschluss erhöht die Reinigungswirkung und gleicht Bodenunebenheiten besser aus. Dafür ist mit mehr Verschleiss zu rechnen.

#### • Schaufel an Hoflader oder Traktor mit Frontlader

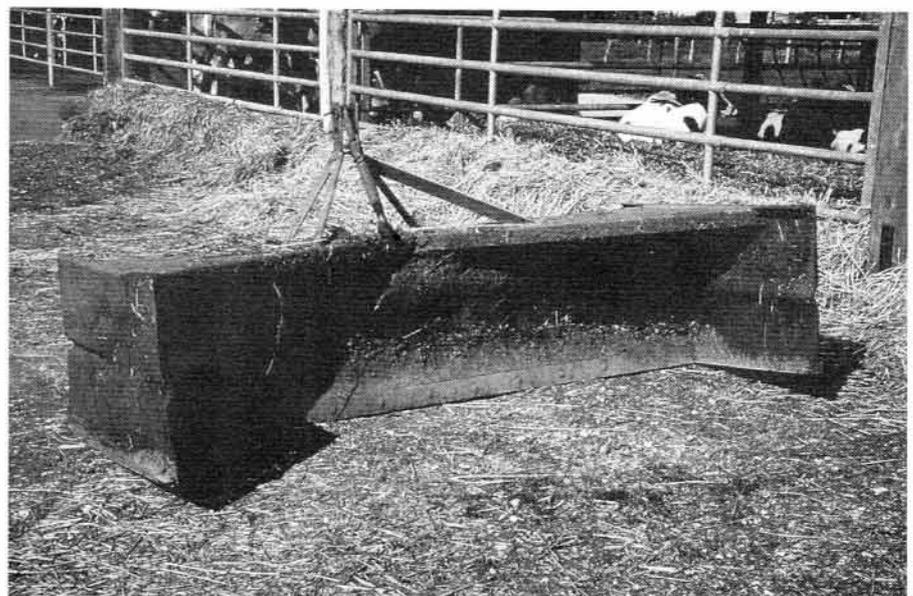
Die an Hoflader oder Traktor angebaute Schaufel wird in der Regel für die Laufhofreinigung gewählt, wenn sie

*Abb. 7.*  
*Falls ein Hoftransporter vorhanden ist, kann er auch für die Reinigung eingesetzt werden. Die Schaufel wird in der Regel wie ein Schiebeschild eingesetzt.*



für andere Arbeiten auf dem Betrieb (Ausmisten Tiefstreu, Ballentransport usw.) bereits vorhanden ist. In aller Regel geschieht die Reinigung

des Laufhofes mit der Schaufel in schiebender Funktion wie mit Schiebeschildern. Das maschinelle Aufladen erfordert viel Routine und eine ein-



*Abb. 8. Schiebeschild für den Traktoranbau: Die vorspringenden Seitenbegrenzungen verhindern das seitliche Abfließen des Flüssigmistes.*

oder mehrseitige, stabile Begrenzung als Anschlagpunkt zum Füllen der Schaufel. Das zeitaufwendige Aufladen des Mistes, zusätzlich verbunden mit Handarbeit, kann man nur als sinnvoll betrachten, wenn Distanzen zum Mistlager oder -abwurf zu überwinden sind. Besonders problematisch ist das Wegführen des Mistes nach Regenfällen. Vom praktisch flüssigen Mist kann nur eine beschränkte Menge pro Schaufel geladen werden, und der grosse Wasseranteil verursacht eine massive Erhöhung der Transportmasse.

### Reinigung mit stationärer Anlage

Stationäre Anlagen wie Fall- und Klappschieber erledigen die Reinigung am bequemsten und erlauben die zeitgleiche Erledigung anderer Arbeiten. In der Regel wird der Laufhof mit zwei nebeneinander laufenden, bis 3,20 m breiten Schieberbahnen gereinigt, welche mit Seilzug oder hydraulischem Schrittvorschub bewegt werden. Breitere Schieber sind zum Beispiel in Italien bekannt, bei uns aber noch kaum praktisch eingesetzt worden. Die Schieber lassen sich unter Abschränkungen durchführen, weshalb diese nicht beweglich ausgestaltet sein müssen. Auch in Gruppen unterteilte Laufhöfe sind mit derselben Anlage erfassbar. Der Winterbetrieb macht laut Praxiserfahrungen weder technisch noch funktionell Probleme. Laufhöfe können bei Temperaturen unter dem Gefrierpunkt nicht mehr gereinigt werden. Für die Tiere sei dies kein Nachteil. Der anfrirende Mist verleiht der Oberfläche eine raue Struktur und verhindert damit das Ausgleiten der Kühe. In häufig begangenen Zonen (bei Futterraufen, Tränkeinrichtungen, Ein- und Ausgängen) kann in solchen Frostzeiten eine stärkere Verschmutzung auftreten.

### Baulösungen

Die Praxis kennt die verschiedensten Anordnungen des Laufhofes, meist gegeben durch die Platzverhältnisse rund um den Betrieb und durch bereits vorhandenen befestigten Flächen. Sehr häufig kommt der Laufhof auf schon bestehende oder neu zu erstellende Gruben zu stehen. Für unsere Untersuchungen des Arbeitszeitbedarfs der

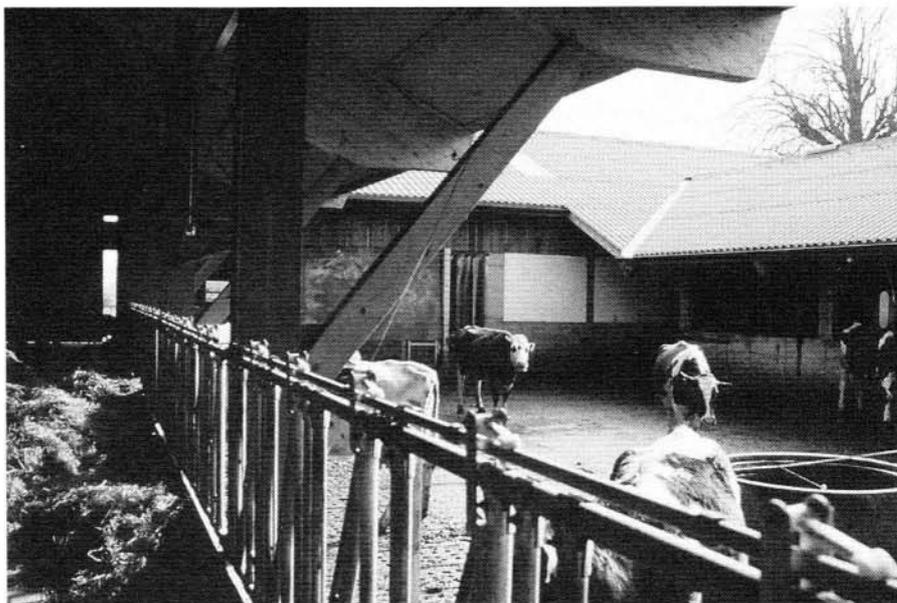


Abb. 9. Der Mist vom Laufhof wird zum Fütterungsbereich abgeschoben. Unter den Spaltenelementen ist ein Treibmistkanal angeordnet.

Reinigung und für die betriebswirtschaftlichen Vergleiche sind wir von vier Baulösungen ausgegangen (Abb. 5).

#### • Befestigter Boden

Der Schwemmkanal befindet sich in der Mitte des Laufhofes. Der Mist wird auf diesen Bereich geschoben und von den Tieren durch das Begehen durchgetreten. Ein darunterliegender Treibmist- oder Schwemmkanal führt den Mist und das Niederschlagswasser ab zur Güllegrube. Bei heute häufig anzutreffenden Praxislösungen wird der seitlich im Laufhof angeordnete Fütterungsbereich mit perforiertem Boden und darunterliegendem Kanal oder Güllelager ausgerüstet (Abb. 9). Während der Fütterung fällt der meiste Kot und Harn an. Der Mist der übrigen Laufhoffläche wird in diesen Bereich geschoben.

Es kann auch ein Abwurfschacht in der Mitte des Laufhofes angeordnet werden. Ein Deckel gibt den Abwurf in die darunterliegende Güllegrube frei. Die Öffnung muss während der Reinigung gegen einen Absturz von Mensch und Tier mit geeigneten Vorrichtungen gesichert sein.

Anstelle einer Anordnung in der Mitte ist ein Abwurfschacht vorne an einer Stirnseite denkbar. Der Mist wird zu dieser Abwurföffnung abgeschoben

und gelangt direkt in eine daneben oder darunter liegende Güllegrube oder in eine Vorgrube. Bezüglich Sicherheit gilt dasselbe wie bei der Anordnung in der Mitte. Dank seitlicher Lage sind dauernde Sicherheitseinrichtungen denkbar (Abschränkungen, abgedeckte Abwürfe).

#### • Perforierter Boden

Der Laufhof ist vollständig auf einer Güllegrube angeordnet, welche mit perforierten Bodenelementen abgedeckt ist (Abb. 10). Mist wird durch die Bewegung der Tiere durchgetreten. Der Arbeitszeitbedarf beschränkt sich auf gelegentliche Grobreinigungen in Ecken und entlang der Boxen sowie das Entfernen von Futter- und Einstreueresten (Heuraufen).

Diese Lösungen lassen sich nur im Rahmen eines Neubaus der Güllegrube realisieren. Es sind relativ unflexible Lösungen. Einmal erstellt lassen sie sich nicht mehr erweitern. Ist der Laufhof mehrseitig von Gebäuden eingeschlossen, können bei warmer Witterung und geringer Luftbewegung während des Aufrührens der Gülle punktuell gefährliche Schadgaskonzentrationen (Schwefelwasserstoff) auftreten. Die Tiere sind zu diesem Zeitpunkt aus Sicherheitsüberlegungen aus dem gefährlichen Bereich zu entfernen.

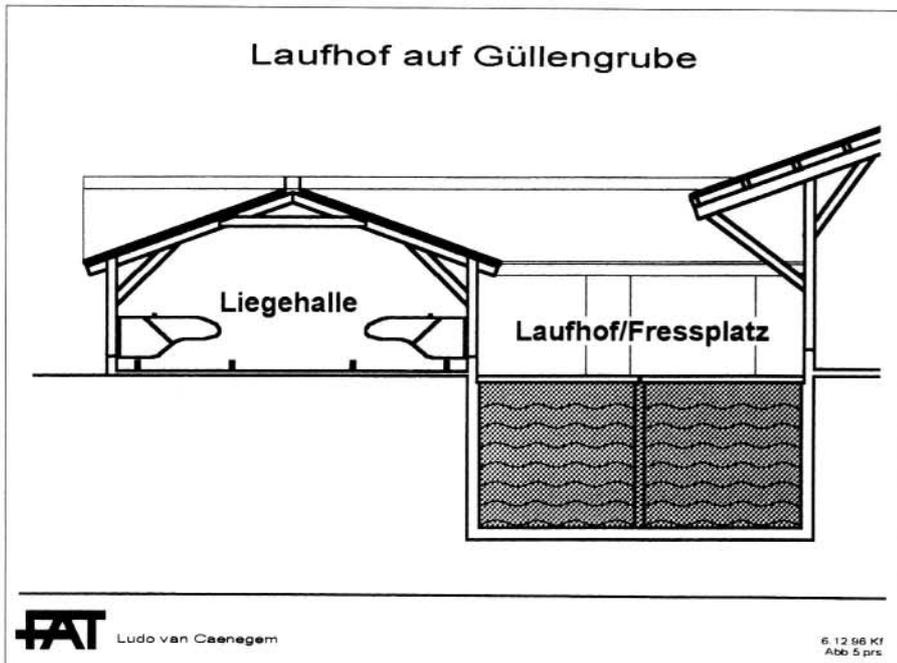


Abb. 10. Im Falle eines Neubaus empfiehlt sich vor allem wegen des Reinigungsaufwandes die Erstellung eines Laufhofes auf einer Güllengrube mit perforierter Decke.

vielen Ecken und Hindernissen ist dieses Verfahren auch aus arbeitswirtschaftlicher Sicht als vorteilhaft anzusehen. Rüstzeiten wie zum Beispiel die Gerätereinigung fallen kaum an. Allerdings weisen die handelsüblichen Handschieber zur Reinigung grösserer Flächen noch einige gravierende Schwächen auf. Einerseits sind Arbeitsbreiten von mehr als 60 cm nur selten anzutreffen. Andererseits gibt es bisher kaum Ausführungen, die bei stark flüssigem Kot (nach Regen) noch einen sinnvollen Einsatz erlauben. Der Arbeitszeitbedarf für die tägliche Handreinigung verschiedener Laufhof-typen bei variablen Bestandesgrössen wurde jeweils auf eine Laufhofgrösse von 5 m<sup>2</sup> pro Kuh bezogen (Abb. 11). Je nach Laufhof-typ schwankt der Zeitbedarf für die Reinigung zwischen 1,0 AKh und 2,7 AKh pro Kuh und Jahr. Auch die Bestandesgrösse lässt bei zwei Varianten (Variante mit Schwemmkanal in der Mitte und Variante mit Abwurföffnung in Mitte) noch einen Effekt erkennen, der sich durch kurze Lastwege beim Güllenschieben begründen lässt. Bei der Variante mit stirnseitigem Abwurf (vorn) erhöht sich allerdings der Arbeitszeitbedarf bei grösseren Beständen ab 30 Kühen wieder. Die Begründung hierfür liegt in den langen Wegstrecken, die zurückzulegen sind. Hierbei kann die volle Arbeitsbreite des Schiebers nicht mehr ausgenutzt werden, da viel Gülle zu be-

### Arbeitszeitbedarf

#### Was wird gemessen?

Der Arbeitszeitbedarf für die Laufhofreinigung wurde durch Arbeitsbeobachtungen erfasst. Die Ergebnisse der abgesicherten Zeitmessungen sind als Arbeitselemente (zum Beispiel: Gehen mit Handschieber, Tor öffnen, Motormäher starten, ...) abgelegt und stehen anschliessend als Planzeiten zur Verfügung. Die Planzeiten wiederum bilden die Grundlage für arbeitswirtschaftliche Kalkulationen für die Betriebsplanung.

In dieser Untersuchung interessierte aus der arbeitswirtschaftlichen Betrachtungsweise der Vergleich verschiedener technischer Hilfsmittel und selbstfahrender Geräte zur Laufhofreinigung. Als Hilfsmittel wurden bei einem Handschieber diverse Spezifikationen (Arbeitsbreite, Form und Abschlusskante) überprüft. Die untersuchten selbstfahrenden Geräte waren Motormäher, Traktor und Hoflader. Daneben wurde eine stationäre Entmü-stungsvariante kalkuliert. In einer umfassenden Modellkalkulation erfolgten anschliessend noch der Einbezug verschiedener Baulösungen sowie die

Berücksichtigung unterschiedlicher Reinigungsintensitäten (tägliche Reinigung, wöchentliche Reinigung).

#### Ergebnisse Handreinigung

Das vorwiegende Reinigungsverfahren ist derzeit noch die Handreinigung. Insbesondere bei kleineren Laufhöfen mit

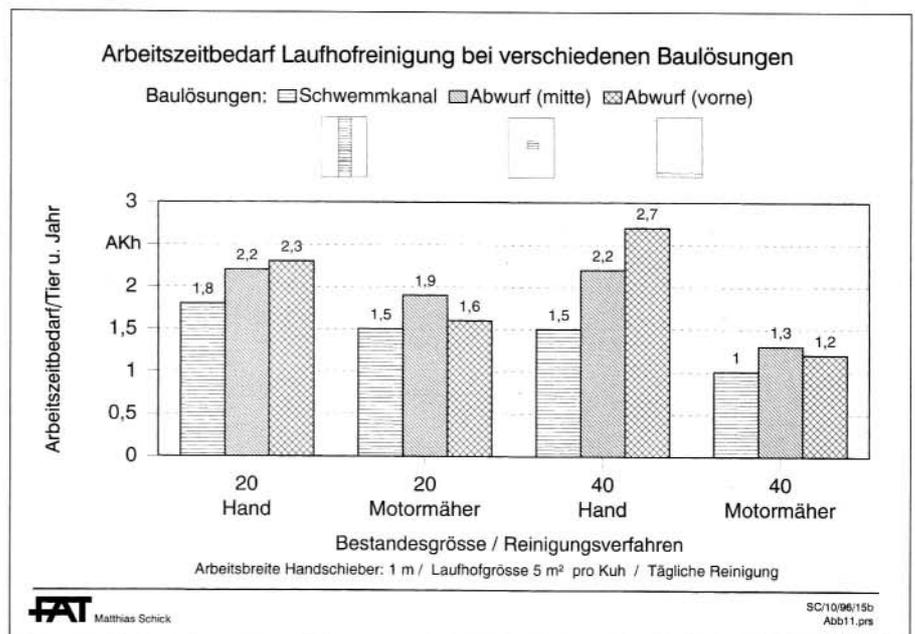


Abb. 11. Das Handverfahren eignet sich bei grösseren Beständen wegen der langen Arbeitswege zu den Abwürfen weniger.

wegen ist und daher auch am Schieber, trotz der Kröpfung, vorbeifliesst.

## Mechanisierte Verfahren

Bei den mechanisierten Verfahren wurden einige Annahmen getroffen, um einen realistischen Vergleich zu ermöglichen: Ein rechteckiger Laufhof mit stirnseitiger Abschiebeöffnung über die gesamte Laufhofbreite diente als Grundlage für die Reinigungsverfahren. Die Arbeitsbreiten wurden aufgrund von Praxiserhebungen festgelegt. Der eingesetzte Motormäher hat ein festinstalliertes Schiebeschilde von 1,8 m Arbeitsbreite. Dieses Gerät wird nur zur Laufhofreinigung eingesetzt und steht in der unmittelbaren Nähe des Laufhofes zum Arbeitseinsatz bereit. Bei der Traktorvariante wird von einer Arbeitsbreite des im Heck angebauten Schiebeschildes von 2,5 m ausgegangen. Auch der Traktor ist in der Nähe des Laufhofes in einem Schuppen abgestellt. Die Annahmen für den Hoflader beziehen sich auf ein neueres Modell, welches neben der Laufhofreinigung auch für andere Zwecke eingesetzt wird – zum Beispiel für die Fütterung. In unseren Arbeitszeitkalkulationen wird berücksichtigt, dass der Hoflader nach jedem Reinigungseinsatz im Laufhof wieder abzuspitzen ist, um für diese Arbeiten im sauberen Zustand bereit zu sein. Die Arbeitsbreite beim Hoflader beträgt 2 m.

Beim direkten arbeitswirtschaftlichen Vergleich aller untersuchten Mechanisierungsvarianten wurden bei der Handvariante zusätzlich zwei verschiedene Arbeitsbreiten kalkuliert. Bei einer Laufhofgröße von 5 m<sup>2</sup> verursacht die stationäre Anlage den geringsten Arbeitszeitaufwand (Abb. 12). Dies ist nicht weiter erstaunlich, da lediglich Kontroll- und Wartungsarbeiten sowie das temporäre Reinigen der Übergänge vom Stall zum Laufhof von einer Arbeitsperson zu erledigen sind.

Bei den mobilen Verfahren sind Motormäher und Traktor trotz unterschiedlicher Arbeitsbreiten nahezu gleich zu bewerten. Die grössere Arbeitsbreite beim Traktor wird bis zur Bestandesgröße von 40 Kühen durch die bessere Wendigkeit des Motormähers aufgehoben. Mit dem Hoflader steigt der Arbeitszeitbedarf auf mehr als 3 AKh pro Kuh und Jahr und reduziert sich erst

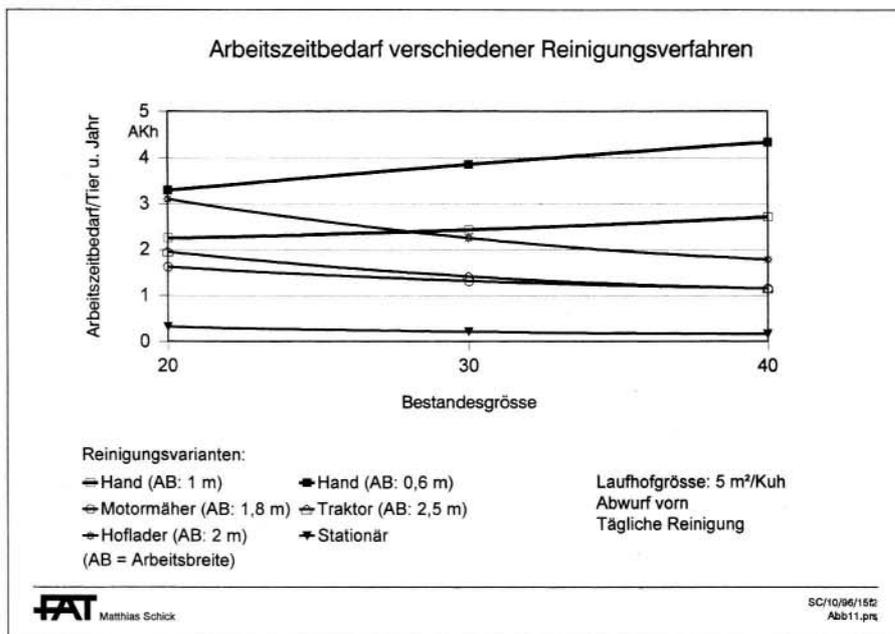


Abb. 12. Die mobilen Verfahren beanspruchen einen ähnlichen Arbeitszeitaufwand. Bei den Handverfahren spielt die Breite des Schiebers eine entscheidende Rolle.

bei ungefähr 35 Kühen auf unter 2 AKh. Dieses Verfahren kann erst bei wirklich grossen Beständen mit mehr als 50 Kühen als sinnvolle Alternative zum Traktor bzw. Motormäher gelten. Zum Vergleich sind auch die Arbeitszeiten für die Handreinigung mit einbezogen (Abb. 12). Die Handreinigung mit dem handelsüblichen 60 cm breiten Schieber bedingt den höchsten Arbeitszeitbedarf. Indes ist das Verfahren mit dem 1 m breiten Handschieber bei kleineren Bestandesgrößen als relativ konkurrenzfähig zu den mechanisierten Verfahrenslösungen anzusehen.

## Folgerungen (Arbeitswirtschaft)

Die rationelle Reinigung von befestigten Laufhofflächen kann durch preiswerte Hilfsmittel erleichtert werden. An der FAT selber wurde eine Eigenbaulösung entwickelt, die ohne grossen Konstruktionsaufwand herzustellen ist (Abb. 17). Bei kleineren Bestandesgrößen und verwinkelten Laufhöfen ist dies eine interessante Alternative zur mobilen Reinigung. Für die Reinigung grösserer Laufhofflächen sind mechanisierte Reinigungsverfahren (Motormäher oder Traktor) langfristig vorteilhafter. Für einen Bestand von 30 Kühen sind zum Beispiel mit der besten Handvariante jährlich zirka 75 AKh für die Reinigung zu veranschlagen. Der Ar-

beitszeitbedarf mit dem Motormäher beträgt dagegen weniger als 40 AKh.

## Betriebswirtschaftlicher Vergleich

Bei der betriebswirtschaftlichen Beurteilung der verschiedenen Reinigungsverfahren und Baulösungen wurden neben den Handarbeitskosten die Zusatzkosten für reinigungsbedingte bauliche Aufwendungen und die Mechanisierungskosten berücksichtigt. Im folgenden wird mit einem Ansatz von Fr. 23.– je Handarbeitsstunde gerechnet. Beim Motormäher handelt es sich um eine alte, abgeschriebene Maschine. Bei Traktor und Motormäher gehen wir davon aus, dass sie ohnehin auf dem Betrieb vorhanden sind und daher nur die variablen Kosten zu berücksichtigen sind. Die Zusatzgeräte (Schaufel, Schieber) gehen mit den Gesamtkosten gemäss FAT-Tarifen in die Kalkulation ein.

Die Kosten der Laufhofreinigung per Handschieber (Baulösung: Abwurf vorne, stirnseitig) betragen rund Fr. 60.– je Kuh und Jahr (Abb. 13) und ändern sich mit zunehmender Bestandesgröße zwischen 20 und 40 Kühen nur unwesentlich. Einen deutlicheren Kostenrückgang mit zunehmender

Bestandesgrösse stellt man hingegen bei den mechanisierten Verfahren fest. Das Reinigungsverfahren mit Motormäher und Schiebeschild ist bei allen drei untersuchten Bestandesgrössen am günstigsten mit rund Fr. 40.– je Kuh und Jahr bei 20 Kühen bzw. Fr. 30.– je Kuh und Jahr bei 40 Kühen. Das Reinigungsverfahren mit stationärem Schieber erweist sich vor allem bei den kleinen Beständen als wesentlich teurer als alle anderen, was auf den hohen Anteil der Mechanisierungskosten zurückzuführen ist.

Auch die Art der Baulösung beeinflusst die Reinigungskosten (Abb. 14). Güllengruben, die mit einer perforierten Decke überdeckt sind, verursachen erwartungsgemäss einen nur unbedeutenden Reinigungsaufwand, der sich aus dem Arbeitszeitbedarf für gelegentliche Handreinigung in den Ecken und etwas höheren baulichen Zusatzkosten zusammensetzt. Ausläufe mit einem Schwemmkanal in der Mitte des Hofes verursachen wesentlich höhere Kosten infolge der aufwendigen Konstruktion als Abwurfschächte in der Platzmitte oder an einer Stirnseite. Mittiger oder stirnseitiger Abwurf hat auf den Handarbeitsaufwand keinen und beim Motormäher wenig Einfluss. Erwartungsgemäss gehen auch unter Berücksichtigung der verschiedenen Baulösungen die Reinigungskosten beim mechanisierten Verfahren mit zunehmender Bestandesgrösse deutlicher als beim Handschieberverfahren zurück.

Der Übergang von der täglichen zur wöchentlichen Reinigung bewirkt vor allem bei den Verfahren mit hohem Handarbeitsaufwand und geringem zusätzlichem Aufwand für die Konstruktion einen starken Kostenrückgang (Abb. 15). So reduzieren sich bei Handschieberentmischung und Abwurfschacht in der Platzmitte die Reinigungskosten beim Übergang vom täglichen zum wöchentlichen Rhythmus von rund Fr. 55.– auf Fr. 13.– je Kuh und Jahr; beim Motormäherverfahren von Fr. 40.– auf rund Fr. 11.– je Kuh und Jahr. Die wöchentliche Reinigung eines festen Laufhofes für 30 Kühe und stirnseitigem Abwurf verursacht bei der Reinigung mit dem Motormäher ähnlich tiefe Kosten wie der Laufhof mit perforiertem Boden über der Güllengrube (Fr. 7.– bis Fr. 8.– je Kuh und Jahr).

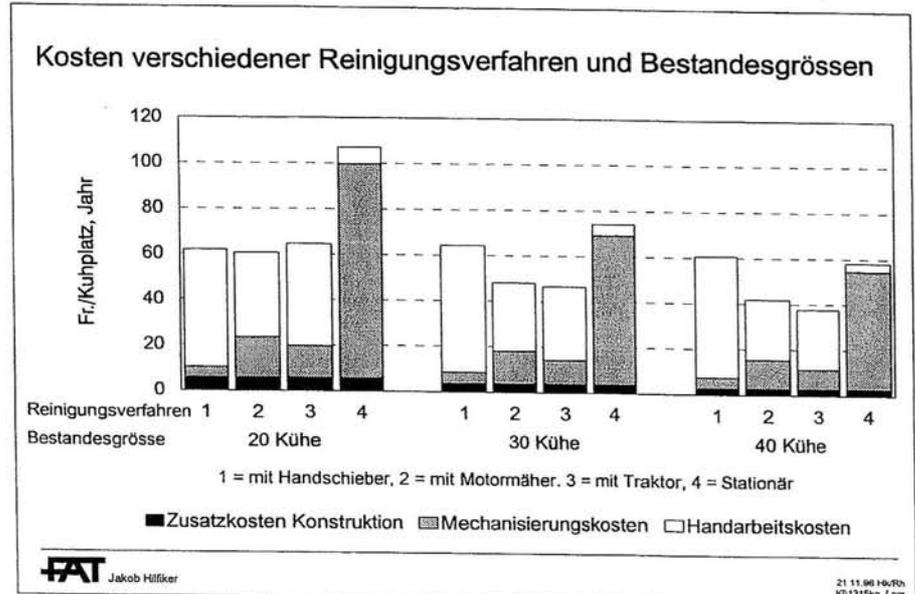


Abb. 13. Mit dem Motormäher reinigt man am kostengünstigsten. Der Arbeitszeitaufwand bei Handreinigung ist von der Bestandesgrösse unabhängig. Die stationäre Einrichtung ist vor allem bei kleineren Beständen kostspielig.

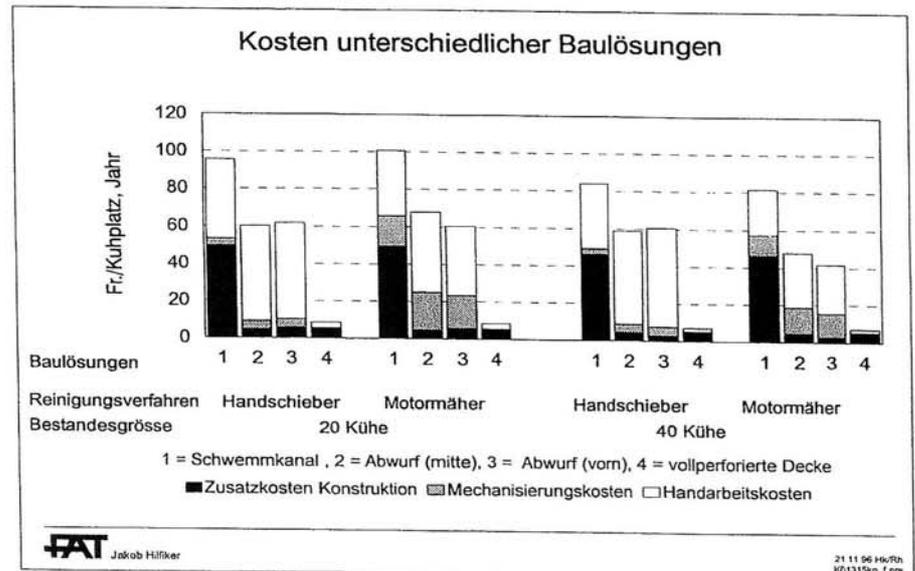


Abb. 14. Die Lösung mit Schwemmkanal ist aufwendig. Abwürfe liegen im mittleren Kostenspektrum, günstiger ist eine perforierte Decke.

Tabelle 1. Systembedingte Baukosten für die Laufhofreinigung  
Laufhöffläche pro Tier: 5 m<sup>2</sup>

Baulösungen	Gesamteinvestitionen inkl. Planung und Regie			Jahreskosten		
	20 Kühe	30 Kühe	40 Kühe	20 Kühe	30 Kühe	40 Kühe
Schwemmkanal	11 000	16 000	21 000	979	1424	1869
Abwurf (mitte) <sup>1)</sup>	1 000	2 000	2 000	89	178	178
Abwurf (vorne)	1 300	1 300	1 300	116	116	116
Vollperforierte Decke	1 100	1 700	2 200	98	151	196

1) Direkt in die darunterliegende Güllengrube.

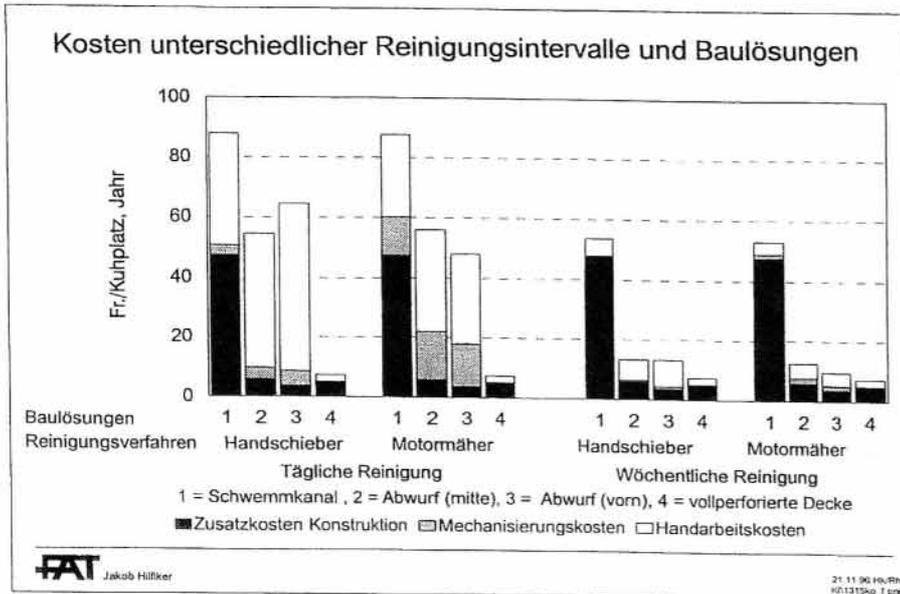


Abb. 15. Der Übergang von der täglichen zur wöchentlichen Reinigung bewirkt vor allem bei den Verfahren mit hohem Handarbeitsaufwand und geringem zusätzlichem Aufwand für die Konstruktion einen starken Kostenrückgang.

### Hinweise zur verfahrenstechnischen und baulichen Optimierung

#### Bodengestaltung

Bei zu rauhem Bodenbelag ist die Reinigungswirkung schlechter; der Schieber verschmiert den Mist. Aufstehende Kanten in Abstossrichtung können den Reinigungseffekt und Arbeitsablauf beeinträchtigen und Schäden am Gerät verursachen. Sie sind möglichst zu vermeiden, ebenso wie Bodenunebenheiten und Gegengefälle. Vor allem bei breiten Schiebern ist ein Ausgleich von Bodenunebenheiten schwierig. Gewisse Verbesserungen lassen sich mit einer zusätzlich zu montierenden Geräteunterkante aus Kunststoffmaterial, alten Gummimatten oder Förderbandresten erreichen.

#### Form und Ausrüstung des Laufhofes

Vor allem bei den mobilen Verfahren sollte der Laufhof eine regelmässige, mit Vorteil längliche Form, mit wenig Ecken, Verengungen und Sackgassen aufweisen. Die Anordnung diverser Ausrüstungsgegenstände (zum Bei-

spiel Kratzbürsten, Tränken, Raufen) darf das freie Zirkulieren möglichst wenig behindern. Unterstützt durch breite und günstig angelegte Zugänge soll Rückwärtsfahren auf ein Minimum beschränkt sein. Mit dem eingesetzten Gerät sollte möglichst die ganze Laufhoffläche erfasst werden, um Vor- und Nacharbeiten von Hand auf ein Minimum zu reduzieren. Als Begrenzung des Laufhofes ist ein seitlicher An-

schlagbalken zu empfehlen. Grosszügig angeordnete bewegliche Abschrankungen erleichtern bei der mobilen Entmistung die Zufahrt zum Laufhof (Abb. 16).

#### Handgeräte

Die handelsüblichen Handschieber sind für das grossflächige Arbeiten, vor allem bei flüssigem Mist ungeeignet, da dieser seitlich entweichen kann. Eintrockneter Kot ist schwieriger abzustossen, vor allem von Hand. Die Reinigung sollte folglich eher bei feuchten Verhältnissen, zum Beispiel nach Regenfällen, erfolgen. Dieser Umstand führte zur Entwicklung eines eigenen FAT-Handschiebers (Abb. 17). Der neuartige Handschieber hat eine Arbeitsbreite von 100 cm, eine verstellbare bzw. austauschbare Abschlusskante aus Hartkunststoff und an beiden Seitenrändern eine nach vorne gerichtete Kröpfung.

Die Form und Möblierung des Laufhofes sind bei Handreinigung weniger von Bedeutung, da man Hindernissen leicht ausweichen kann. Entscheidender ist die Anordnung der Abwürfe. Die Weglänge, über welche der Mist abgeschoben werden muss, sollte möglichst kurz sein. Bei Arbeitsdistanzen von über 15 Metern nimmt der Zeitbedarf vor allem bei stärkerer Verschmutzung erheblich zu, weil etappenweise gearbeitet werden muss.

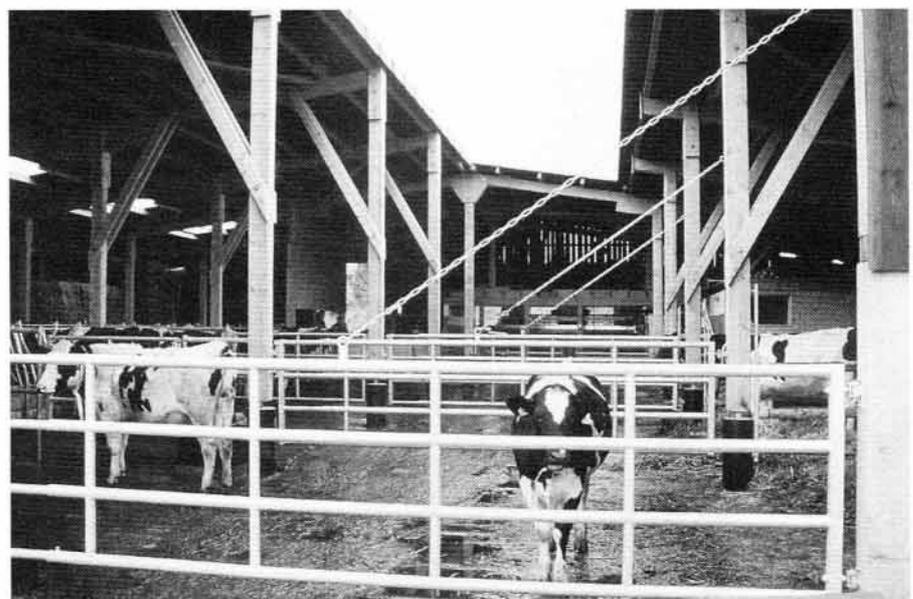


Abb. 16. Mobile Reinigungsgeräte sind auf einen einfach zu öffnenden Zugang zum Laufhof angewiesen.



Abb. 17. Die FAT-Eigenentwicklung erlaubt vor allem bei nicht zu trockenen Bedingungen ein rationelles Arbeiten.

### Abwürfe

Der Mist sollte allgemein direkt in einen Kanal oder Abwurfschacht geschoben werden können. Infolge der Arbeitsweise des Schiebeschildes kommt nur ein Abwerfen auf ein tieferes Niveau in Betracht. Ideal sind am Rande angebrachte Abwurföffnungen in eine Vorgrube, in die darunterliegende Güllegrube oder in eine seitlich tieferliegende Mistgrube (Abb. 18). Die Abwürfe

sollen die Arbeitsgeräte in der Breite überragen. Der Abwurf in eine Vorgrube sollte während des Winters mit einem Deckel verschliessbar sein. Ansonsten kann es zu Funktionsstörungen infolge Gefrierens des Vorgrubeninhaltes führen.

Mit einer Frontschaufel wäre das Aufladen und Wegführen des Mistes zwar möglich, es ist aber arbeitsaufwendig und deshalb nur in Ausnahmefällen sinnvoll, zum Beispiel wenn zwischen



Abb. 18. Der Direktabwurf in die Güllegrube ist vor allem für das Arbeiten mit Schiebern ideal. Es sind keine zusätzlichen Sicherheitsvorkehrungen notwendig.

Laufhof und Güllegrube eine gewisse Distanz zu überbrücken ist.

### Sicherheitsmassnahmen

Der Mistabwurf stellt eine Gefahrenquelle dar. Er muss vor allem so konstruiert sein, dass auch während der Zeit der Beschickung in geöffnetem Zustand keine Absturzgefahr für Mensch und Tier besteht. Bei seitlich angeordnetem Abwurf kann dies mittels einer festen Umzäunung geschehen. Eine Lücke im Fussbereich von zirka 30 cm Höhe erlaubt ein ungehindertes Durchschieben des Mistes (Abb. 19). Dieses System bietet keinen vollständigen Schutz für Kinder.

Beim Direktabwurf in die Güllegrube verhindert ein grober Rost einen Absturz auch bei geöffnetem Deckel (Abb. 20). Der gewählte Gitterabstand von 10 cm dürfte höchstens bei Mist mit Langstroh zu Verstopfungen führen. Dank direktem Aufliegen auf dem Rost kann der Deckel eher leichter gebaut und damit handlicher in der Bedienung sein.

Eine weitere präventive Sicherheitsmassnahme ist ein Deckel, der nur bis maximal auf eine Höhe von rund 25 cm zu öffnen ist. Die Abwurfarbeiten sind leicht eingeschränkt, da der Zugang nur gerade von vorne möglich ist. Der Deckel muss für Achsenlasten eines Traktors ausgelegt sein, womit er ab einer Breite von 1,50 m relativ schwer und unhandlich werden dürfte.

### Stationäre Anlagen

Diese Reinigungsart ist gegenüber mobilen Verfahren relativ unflexibel bezüglich Grösse und Form des Laufhofes. Langgezogene Flächen sind Bedingung, und breite Flächen müssen unter Umständen aufgeteilt werden. Die Güllegrube oder Mistplatte sollte mit Vorteil am Ende des Laufhofes angeordnet sein, um zusätzliche Querförderrichtungen zu vermeiden. Aus Kostengründen ist die gleichzeitige Entmistung der Stallgänge mit derselben Anlage zu prüfen (Abb. 21). Bedingung ist die stirnseitige Anordnung des Laufhofes. Seitlich und zwischen zwei Schieberbahnen sind Führungsbalken zu montieren.

# FAT-Berichte Nr. 497: Reinigung befestigter Laufhöfe

Tabelle 2. Reinigungsverfahren des Laufhofes im Überblick

Verfahren		Vorteile	Nachteile	Anforderungen an Laufhof und Gerät	
Von	Hand	<ul style="list-style-type: none"> <li>• geringe Investitionen</li> <li>• geringe Rüstzeiten</li> <li>• Laufhofformen variabel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• höherer Zeitbedarf als mobile Verfahren, bei grösseren Beständen</li> <li>• körperliche Belastung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• spezieller Schieber (mind. 1 m breit, seitlich vorspringende Enden)</li> <li>• Mistabwurf, Kanal mit Sturzsicherung</li> <li>• kurze Distanzen</li> <li>• ohne hervorstehende Kanten</li> </ul>	
Mobiles Gerät	Allgemein	<ul style="list-style-type: none"> <li>• flexible Lösungen, an verschiedenen Orten einsetzbar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• teils lange Rüstzeiten</li> <li>• teure Investitionen, wenn Maschinen nur für Laufhofreinigung angeschafft werden (Ausnahme: Motormäher)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• möglichst hindernisfrei, Anordnung von Möblierungen beachten</li> <li>• Reinigung bis zum Rand</li> <li>• Fläche ohne Unebenheiten, Kanten, hervorstehende Teile, usw.</li> </ul>	
	Schiebeschild	Allgemein	<ul style="list-style-type: none"> <li>• einfache Mechanisierung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schiebeschild nur zum Entmisten, allenfalls noch zum Schnee räumen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mistabwurf in Güllengrube oder tiefer liegende Mistgrube</li> </ul>
		Motormäher	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kurze Rüstzeit</li> <li>• wendig</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gerätekombination nur für Laufhofreinigung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abwurf stirnseitig günstiger</li> <li>• Abwürfe mit Sturzsicherung</li> </ul>
		Traktor	<ul style="list-style-type: none"> <li>• relativ lange Rüstzeiten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reinigung um Hindernisse im Laufhof schwieriger</li> <li>• Reinigung des Traktors vor weiterem Einsatz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• seitliche Begrenzung des Schildes von Vorteil</li> </ul>
Schaufel	Hoflader oder Traktor	<ul style="list-style-type: none"> <li>• auch für andere Arbeiten einsetzbar (Entmistung Tiefstreu, Fütterung usw.)</li> <li>• Aufladen und Wegtransport möglich, das heisst Güllen- oder Mistlager kann vom Laufhof entfernt sein</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufladen und Wegführen des Mistes zeitaufwendig</li> <li>• teureres Gerät</li> <li>• bei Regen ungünstig</li> <li>• Reinigung vor weiterem Einsatz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Laufhoffläche mit mindestens einseitig stabiler Mauer, um Mist beim Aufladen dagegen zu schieben</li> </ul>	
Stationäre Einrichtung	Falt- oder Klapp-schieber	<ul style="list-style-type: none"> <li>• keine Rüstzeiten, immer verfügbar</li> <li>• geringer Arbeitszeitbedarf</li> <li>• Anlage kann unter Abschränkungen durchgeführt werden</li> <li>• häufige Reinigung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• hohe Investitionen</li> <li>• gewisse Einschränkungen im Winterbetrieb</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• langgezogene Flächen von Vorteil</li> <li>• Güllengrube, Vorgrube oder Mistplatte stirnseitig vom Laufhof</li> <li>• evtl. kombinierte Reinigung mit den Laufflächen im Stall</li> </ul>	
Laufhof auf perforierter	Decke	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arbeitszeitbedarf und reinigungsbedingte Mehrkosten minimal</li> <li>• schneller Harnabfluss</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nur bei Neubau der Güllengrube</li> <li>• Futterraufen im Laufhof wegen Verstopfungsgefahr ungünstig</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Durchtritt von Mist und Futterresten bei Schlitzboden besser als Lochboden</li> <li>• windstille Ecken vermeiden</li> <li>• Sicherheitsvorkehrungen beim Aufrühren (Schadgase)</li> </ul>	



Abb. 19. Durch das Anordnen des Abwurfes ausserhalb der Einzäunung können Tiere während der Reinigungsarbeiten nicht in Gefahr kommen (Foto BUL).

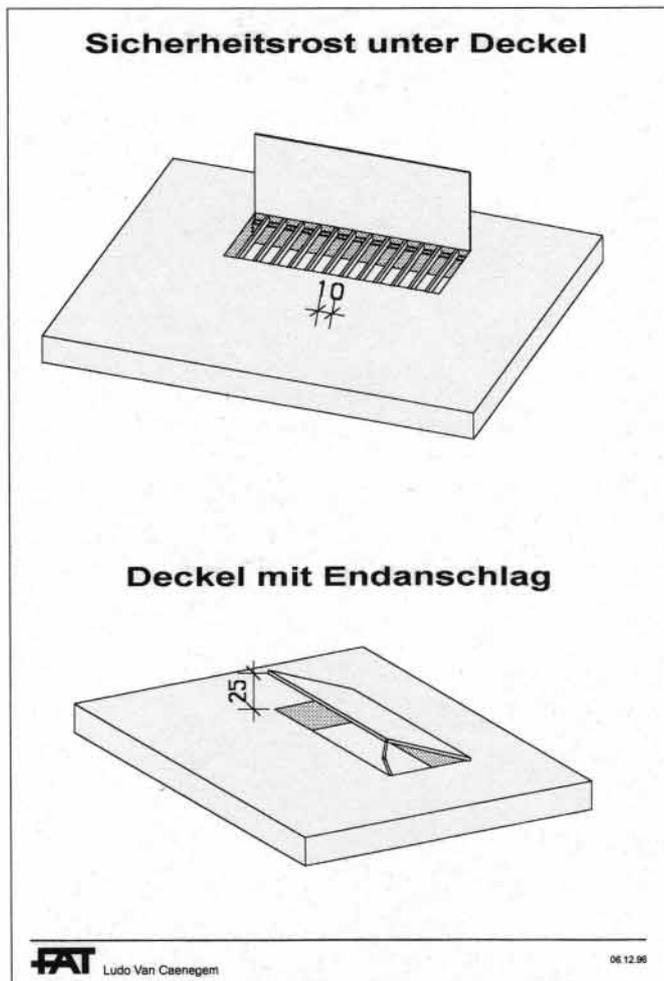


Abb. 20. Abwürfe können zu Fallen werden, weil sie während der Reinigungszeit offenstehen müssen. Mit einfachen Massnahmen lässt sich das Absturzrisiko eindämmen.

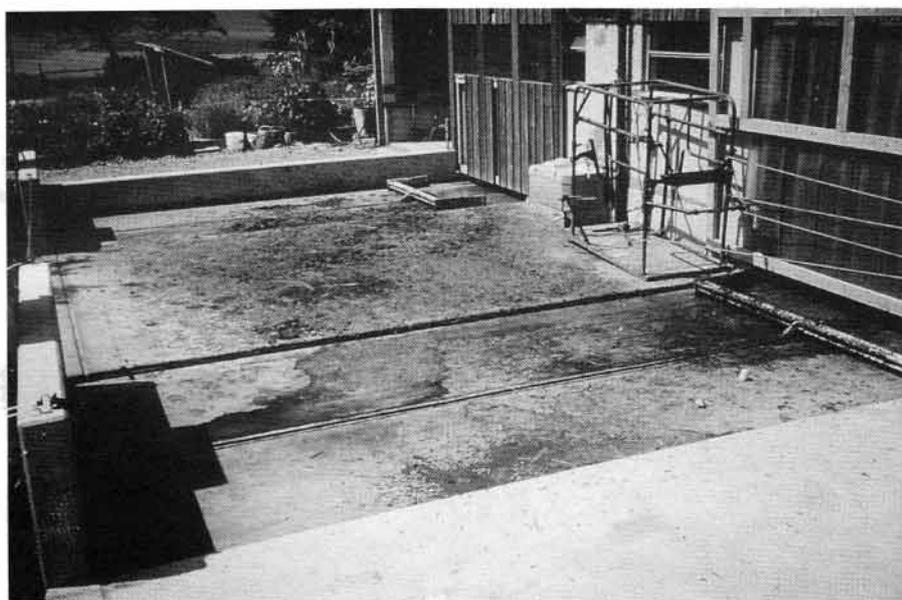


Abb. 21. Laufhof und Stallgänge werden mit derselben Entmistungsanlage gereinigt. Für eine mittlere Teilfläche bleibt noch Handarbeit übrig.

## Literatur

- Frick R., Menzi H. und Katz P., 1996. Ammoniakverluste nach der Hofdüngeranwendung. FAT-Berichte Nr. 486. Tänikon.
- Van Caenegem L. und Krötzel Messerli H., 1996. Der Laufhof für den Milchvieh-Laufstall. Ethologische und bauliche Aspekte. FAT-Berichte Nr. 493, Tänikon.