

## Nettoyage des aires d'exercice en dur

### Diminution du temps de travail, des coûts et de la pollution grâce à une optimisation de la technique

Robert Kaufmann et Margret Keck, Station fédérale de recherches en économie et technologie agricoles (FAT)

CH-8356 Tänikon

Hansruedi Wettstein, Institut de production animale, Ecole polytechnique fédérale Zurich (EPF), CH-8092 Zurich

De nos jours, le nombre d'aires d'exercice pour vaches laitières se multiplie. L'Ordonnance sur la protection des animaux, le système de subventions écologiques et les programmes de labels encouragent cette tendance. Il est préférable d'opter pour une aire d'exercice en dur surtout lorsqu'elle est combinée avec une stabulation libre. Dans le cadre des essais réalisés dans une aire d'exercice à laquelle les vaches d'une stabulation libre avaient accès en permanence, nous avons relevé le degré d'encrassement de la surface et les émissions d'ammoniac.

Le présent rapport décrit également différentes possibilités de nettoyage et de construction et compare les répercussions de ces diverses solutions sur le plan de l'organisation du travail et de la gestion de l'exploitation.

Les observations concernant l'urine et les excréments des vaches montrent que seuls 5% des excréments et 7% de l'urine sont déposés dans l'aire d'exercice, contre plus de 50% dans l'aire d'affouragement à l'intérieur de l'étable. A ce niveau, il faut tenir compte du fait que dans l'aire d'exercice étudiée à la FAT, les va-

ches ne disposaient d'aucun aliment supplémentaire (râtelier ou autre). Comme on peut s'y attendre, la fréquence de déjection est en corrélation étroite avec le séjour des animaux dans l'aire d'exercice. Entre 15 et 80% de l'azote épandu peut se volatiliser sous forme d'ammoniac. L'urine constitue la principale source d'émissions. C'est pourquoi il faut trouver une manière appropriée de l'évacuer.

Dans les gros cheptels, le degré de mécanisation peut entraîner des différences considérables au niveau du temps de travail nécessaire pour le nettoyage. Pour un troupeau de 30 vaches, il faut par exemple compter environ 75 MOh par an si le nettoyage est effectué manuellement. En revanche avec une motofaucheuse et une lame, il faut moins de 40 MOh par an pour nettoyer la totalité de l'aire d'exercice. Les coûts du nettoyage

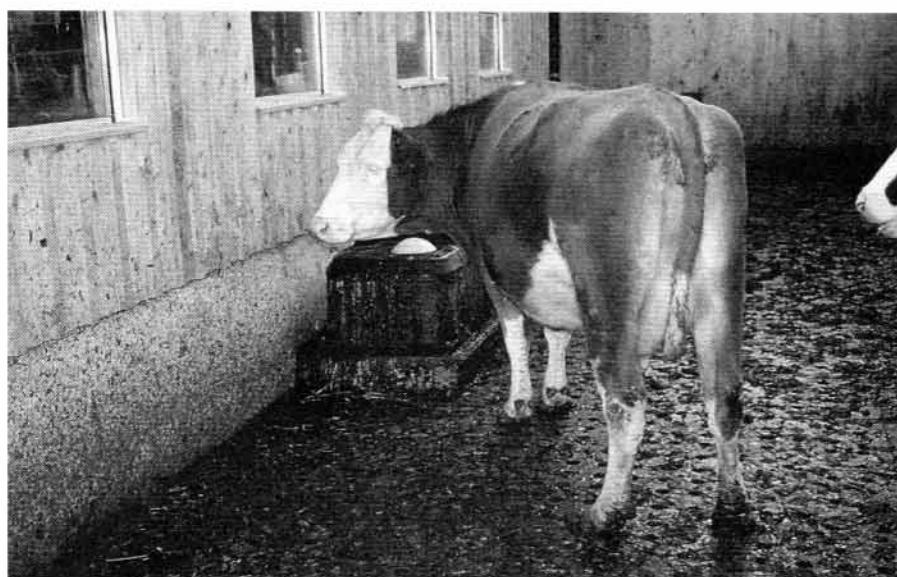


Fig. 1. L'aire d'exercice combinée avec une fosse à lisier placée en dessous et recouverte d'une plaque perforée est la solution qui demande le moins de temps de nettoyage.

Sommaire	Page
Problématique	2
Aspects écologiques	2
Techniques de nettoyage	4
Temps de travail nécessaire	7
Comparaison des techniques sur le plan de la gestion de l'exploitation	9
Méthodes pour optimiser la technique et les constructions	10
Bibliographie	14

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 Abwurflosungen 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/Güllegrube 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.

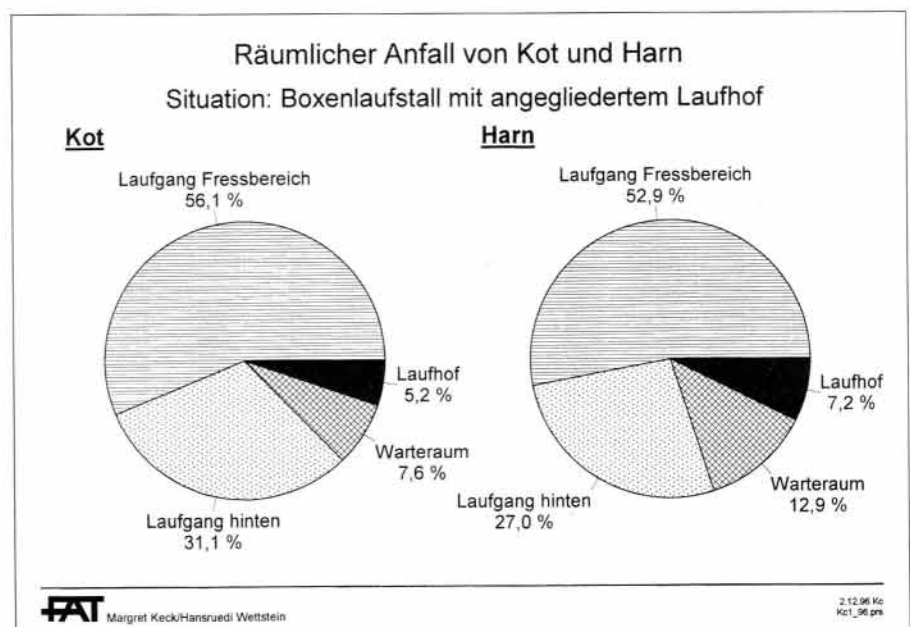


Abb. 2. Im Laufhof fallen untergeordnete Mengen an Kot und Harn an.

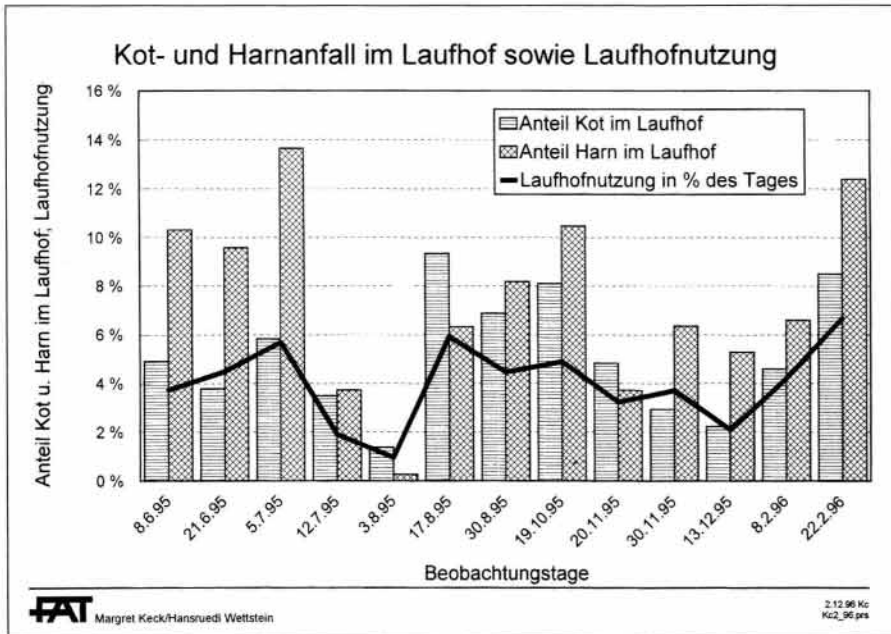


Abb. 3. Der Anfall an Kot und Harn im Laufhof steht in direktem Zusammenhang mit der Nutzungshäufigkeit.

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.

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, Tränkeinrichtungen, 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-

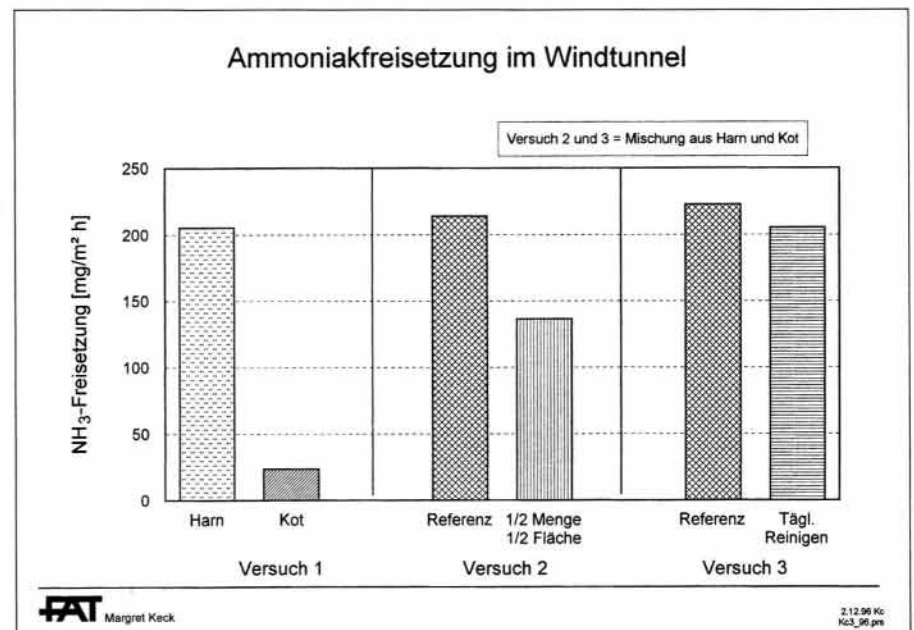


Abb. 4. Harn ist die Hauptquelle für die Ammoniakfreisetzung. Auch durch tägliches Reinigen lassen sich die Ammoniakverluste nicht wesentlich reduzieren.

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.

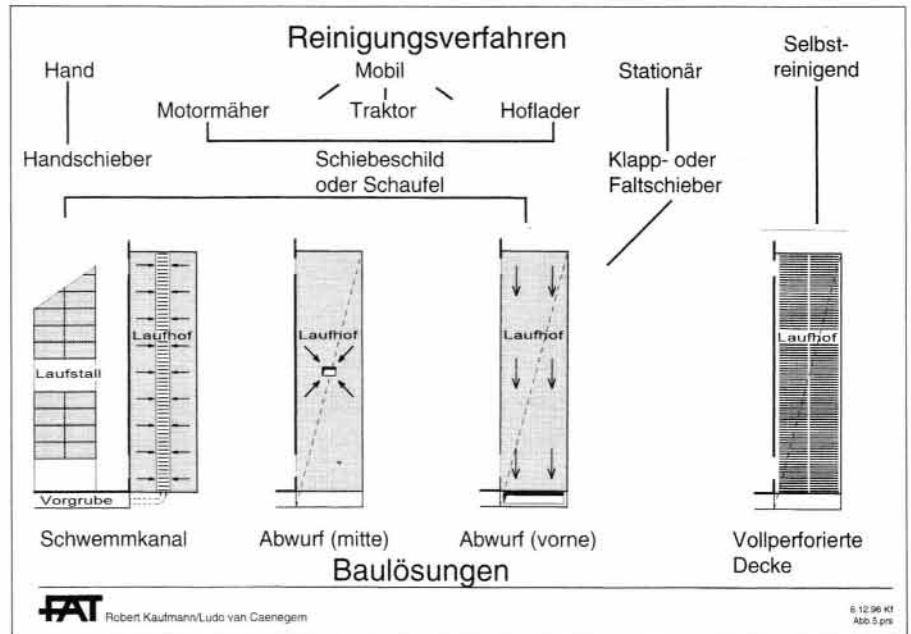


Abb. 5. Die fünf Reinigungsverfahren und Baulösungen lassen sich nicht beliebig kombinieren. Die vollperforierte Decke ist eine rein bauliche Massnahme.

## 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 Faltschieber) 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 angebaute 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

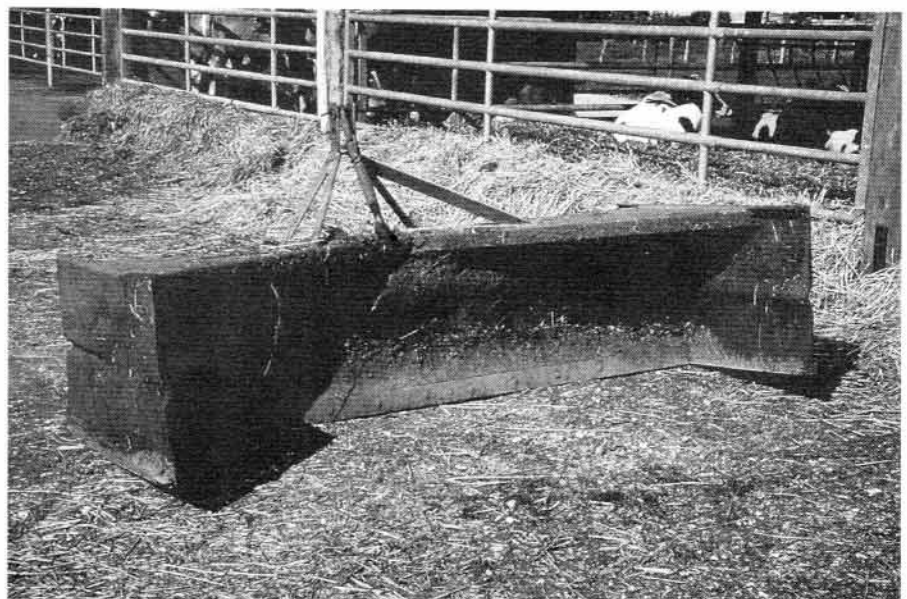
Die an Hoflader oder Traktor angebaute Schaufel wird in der Regel für die Laufhofreinigung gewählt, wenn sie

*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 anfrierende 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

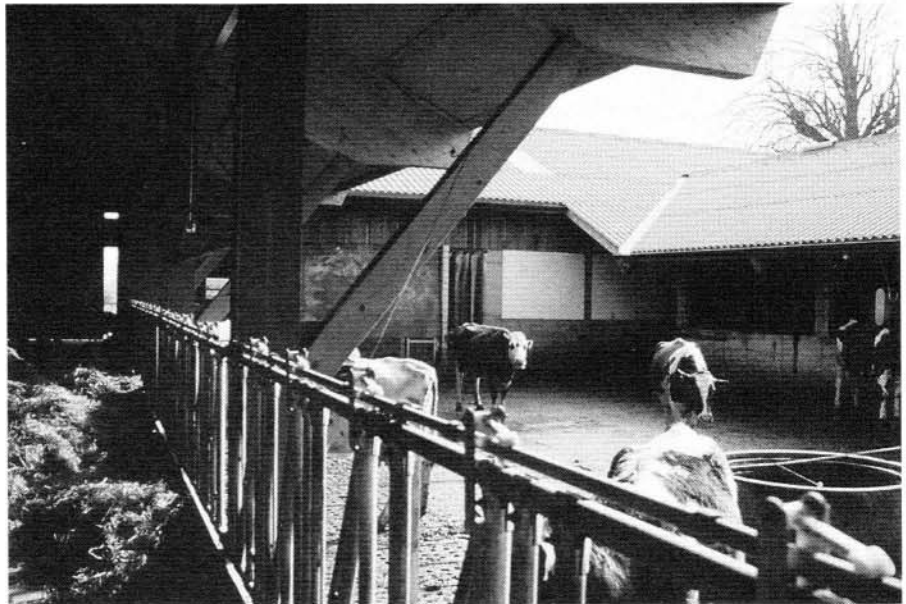


Abb. 9. Der Mist vom Laufhof wird zum Fütterungsbereich abgeschoben. Unter den Spaltenelementen ist ein Treibmistkanal angeordnet.

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.

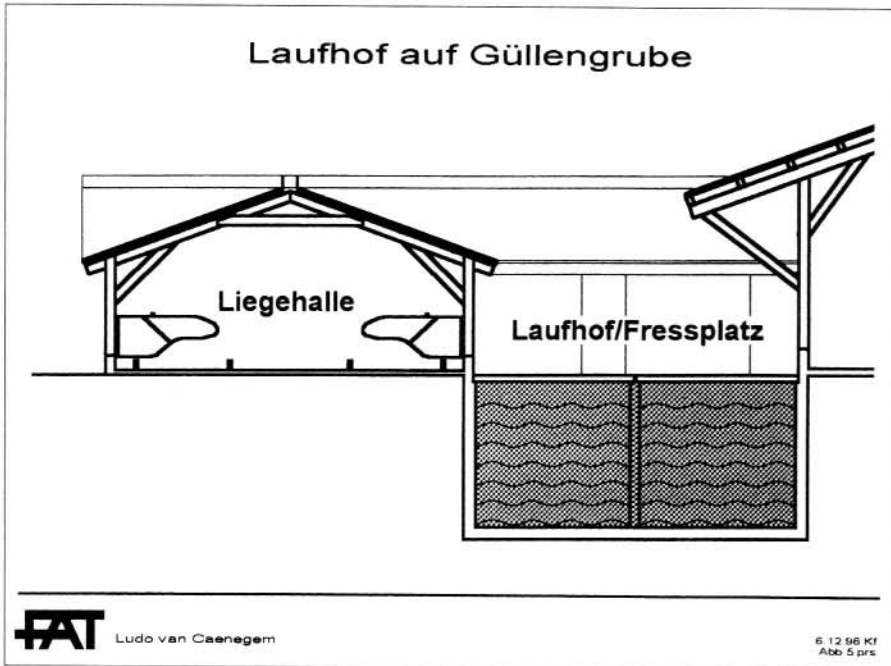
Anstelle einer Anordnung in der Mitte ist ein Abwurfschacht vorne an einer Stirnseite denkbar. Der Mist wird zu dieser Abwurföffnung abgeschoben

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 Einstreuresten (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.



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-

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

## 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 Entmistungsvariante 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

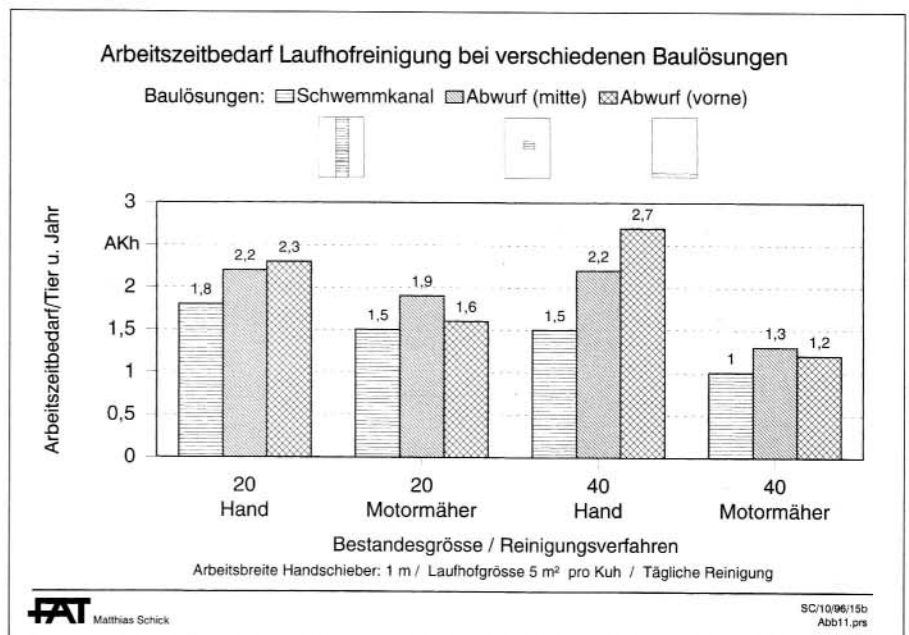


Abb. 11. Das Handverfahren eignet sich bei grösseren Beständen wegen der langen Arbeitswege zu den Abwürfen weniger.

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-typ 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 dagegen 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

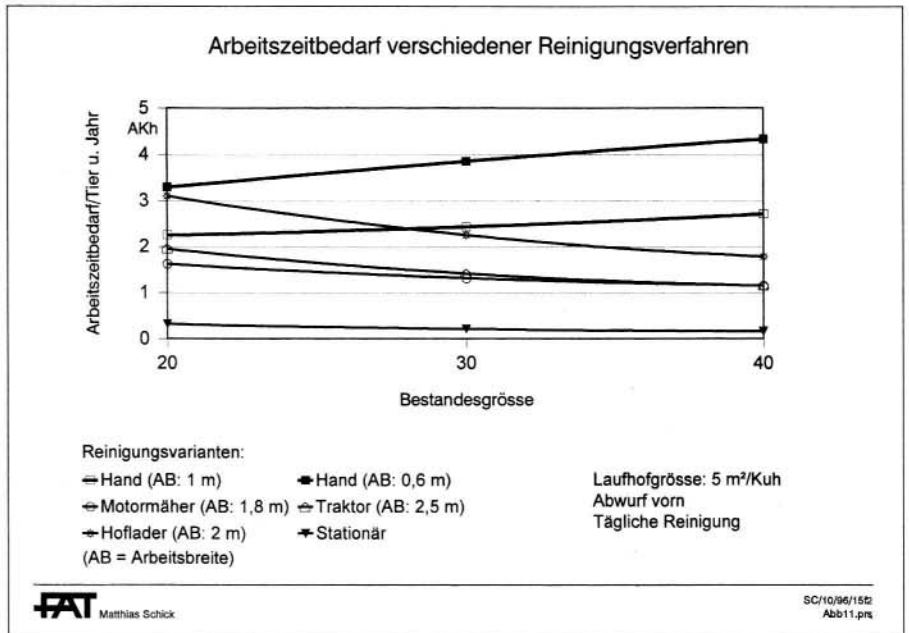


Abb. 12. Die mobilen Verfahren beanspruchen einen ähnlichen Arbeitszeitaufwand. Bei den Handverfahren spielt die Breite des Schiebers eine entscheidende Rolle.

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).

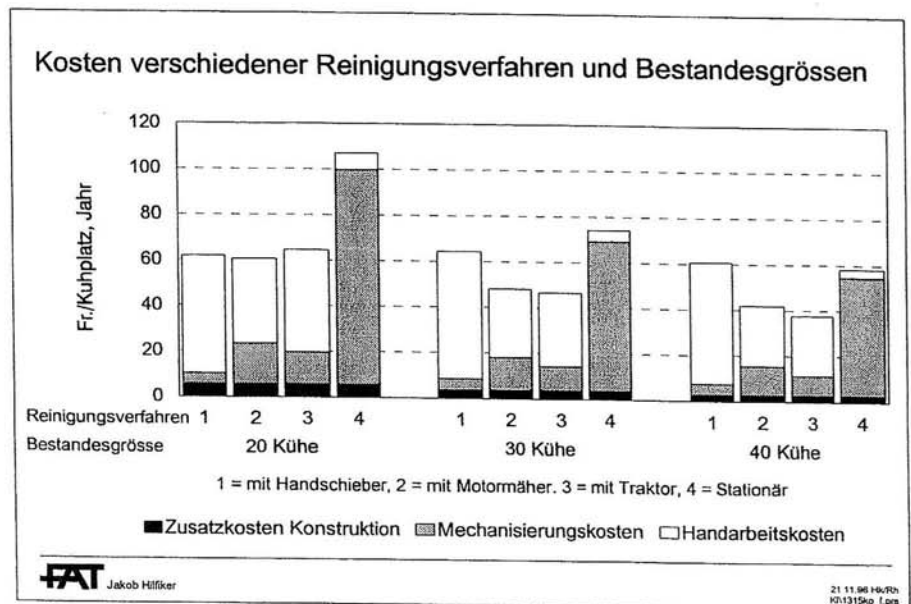


Abb. 13. Mit dem Motormäher reinigt man am kostengünstigsten. Der Arbeitszeitaufwand bei Handreinigung ist von der Bestandsgrösse unabhängig. Die stationäre Einrichtung ist vor allem bei kleineren Beständen kostspielig.

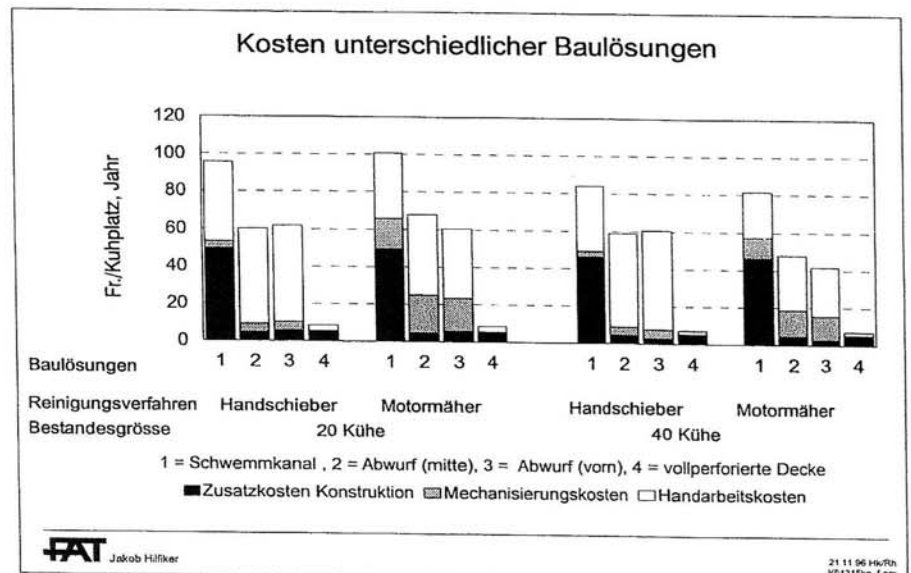


Abb. 14. Die Lösung mit Schwemmkanal ist aufwendig. Abwürfe liegen im mittleren Kostenspektrum, günstiger ist eine perforierte Decke.

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

Baulösungen	Gesamtinvestitionen 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.

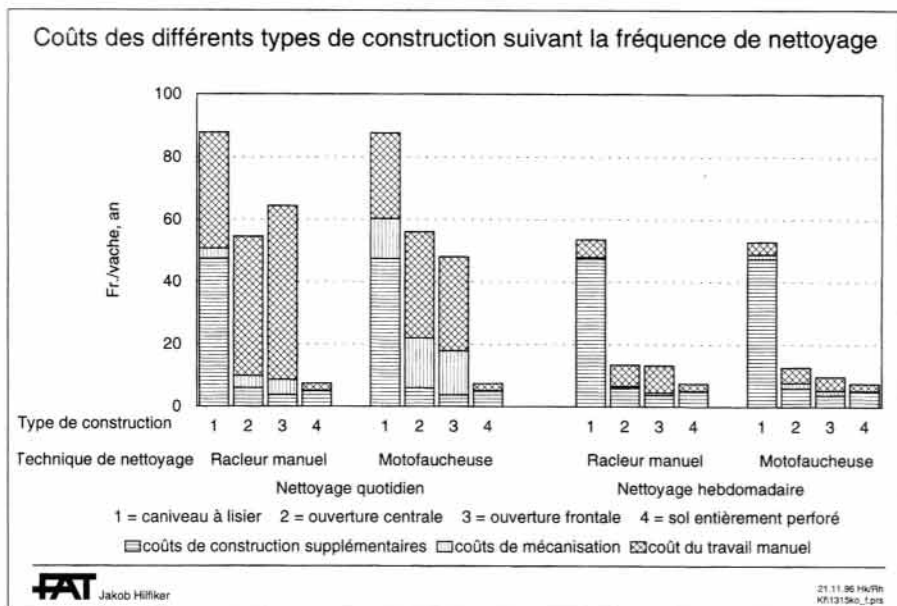


Fig. 15. Le passage du nettoyage quotidien au nettoyage hebdomadaire entraîne une nette réduction des coûts surtout lorsque le travail manuel est important et qu'il n'y a pas de frais supplémentaires pour la construction.

coûts nettement plus élevés, car la construction d'un puits d'évacuation au centre de la cour ou sur sa partie frontale revient très cher. L'évacuation au centre de l'aire d'exercice ou sur sa partie frontale n'exerce aucune influence sur le temps de travail manuel et très peu sur la technique avec motofaucheuse. Comme on pouvait également s'y attendre, lorsque l'effectif du troupeau augmente, les frais

de nettoyage diminuent nettement plus avec le procédé mécanique qu'avec le procédé employant un racleur manuel, et ce en tenant compte des différentes dispositions du bâtiment.

Le passage d'un nettoyage quotidien à un nettoyage hebdomadaire se traduit par une baisse très nette des coûts, surtout pour les procédés qui nécessitent beaucoup de travail manuel et peu de dépenses supplémentaires pour les

bâtiments (fig. 15). Ainsi pour l'évacuation avec racleur manuel et puits d'évacuation au centre de l'aire d'exercice, le changement de la fréquence de nettoyage a fait baisser les coûts d'env. Fr. 55.- à Fr. 13.- par vache et par an, et de Fr. 40.- à Fr. 11.- par vache et par an pour le procédé basé sur l'emploi d'une motofaucheuse. Le nettoyage hebdomadaire avec la motofaucheuse d'une aire d'exercice en dur comptant 30 vaches et un système d'évacuation frontale est aussi bon marché que le nettoyage de l'aire d'exercice avec sol perforé au-dessus d'une fosse à lisier (de Fr. 7.- à Fr. 8.- par vache et par an).

## Méthodes pour optimiser la technique et les constructions

### Structure du sol

Lorsque le revêtement est trop rugueux, le nettoyage est moins efficace, le racleur barbouille le fumier. Des seuils dans le sens où l'on pousse peuvent nuire à l'efficacité du nettoyage ainsi qu'au bon déroulement du travail et endommager l'outil. Il faut absolument les éviter ainsi que les inégalités du terrain et les contre-pentes. Il est difficile de compenser les aspérités du terrain surtout avec un racleur large. On peut toutefois apporter certaines améliorations en installant une bordure inférieure en plastique sur l'outil, de vieux tapis en caoutchouc ou des restes de tapis élévateur.

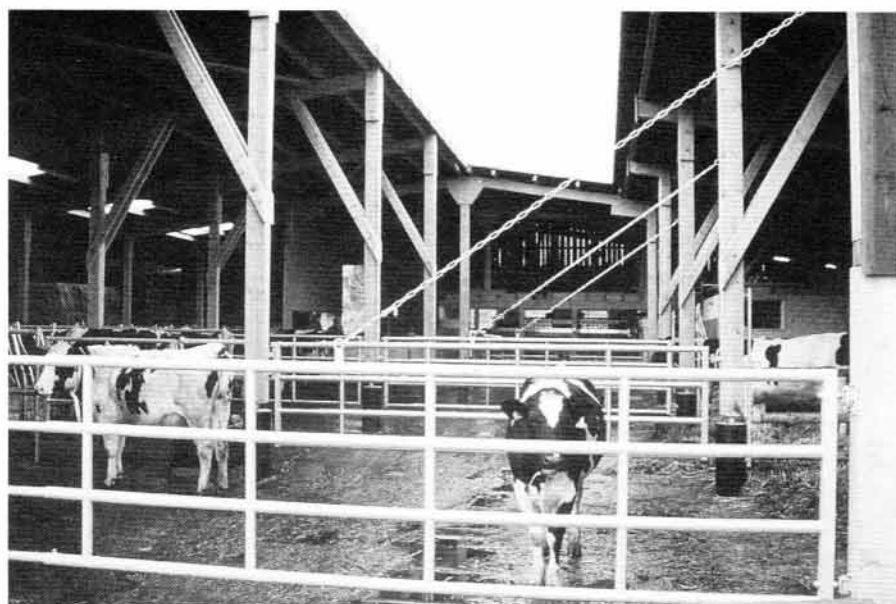


Fig. 16. Pour pouvoir utiliser des appareils de nettoyage mobiles, il faut que l'aire d'exercice soit facilement accessible.

### Forme et équipement de l'aire d'exercice

Pour un système mobile notamment, l'aire d'exercice devrait avoir une forme régulière, de préférence en longueur, présenter peu de recoins, d'étranglements et d'impasses. La disposition des divers équipements (par exemple brosses-étrilles, abreuvoirs, râteliers) doit gêner le moins possible la circulation. Les zones d'accès doivent être larges et bien placées, de façon que la circulation en marche arrière soit réduite au minimum. L'outil utilisé devrait si possible couvrir la surface de l'aire d'exercice dans sa totalité, pour réduire au minimum les travaux manuels effectués au préalable et a posteriori. Pour délimiter l'aire d'exercice, il est recommandé d'utiliser une poutre d'arrêt latérale. Les séparations mobiles facilitent l'accès des engins de nettoyage à l'aire d'exercice (fig. 16).

### Outils manuels

Les racleurs manuels courants dans le commerce ne conviennent pas pour le nettoyage des grandes surfaces, surtout lorsque le fumier est liquide car il peut s'échapper sur les côtés. Les excréments secs sont difficiles à décoller surtout à la main. C'est pourquoi il est préférable de nettoyer la cour lorsque les conditions sont humides, après la pluie par exemple. Ce phé-

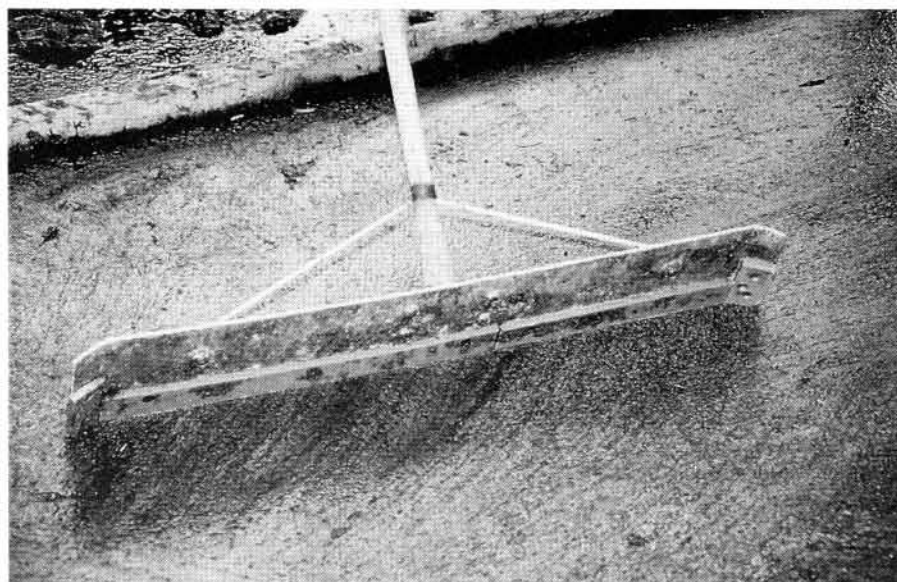


Fig. 17. Le procédé développé à la FAT permet de travailler rationnellement surtout lorsque les conditions ne sont pas trop sèches.

nomène a conduit la FAT à développer son propre racleur manuel (fig. 17). Le nouveau modèle de racleur manuel a une largeur de travail de 100 cm, une bordure d'arrêt en plastique dur que l'on peut régler ou remplacer et possède sur les deux côtés une coudure vers l'avant.

Pour le nettoyage manuel, la forme et l'aménagement de l'aire d'exercice ont peu d'importance car on peut aisément éviter les obstacles. En revanche, la disposition des points d'évacuation est nettement plus importante. La distance

sur laquelle on doit pousser le fumier devrait être la plus réduite possible. Lorsque cette distance dépasse 15 mètres, le temps de travail augmente considérablement, surtout lorsque la cour est très encrassée, car il faut travailler par étape.

### Points d'évacuation

En général, on devrait pouvoir pousser le fumier directement dans un caniveau ou dans un puits d'évacuation. Sachant comment fonctionne la lame, il ne peut être question que de déverser le fumier à un niveau inférieur. L'idéal, ce sont les évacuations placées au bord de l'aire et qui donnent dans une préfosse, dans la fosse à lisier placée en dessous ou dans une fosse à fumier placée en contrebas latéralement (fig. 18). Les zones d'évacuation doivent être plus larges que les outils. L'évacuation qui donne dans une préfosse doit pouvoir être fermée par un couvercle en hiver, sans quoi le gel du contenu de la préfosse peut entraîner des dysfonctionnements.

Théoriquement, il est tout à fait possible de charger et de transporter le fumier à l'aide d'une pelle frontale. Mais cette solution exige beaucoup de temps et ne devrait donc être utilisée qu'exceptionnellement, par exemple lorsque l'aire d'exercice est très éloignée de la fosse à lisier.

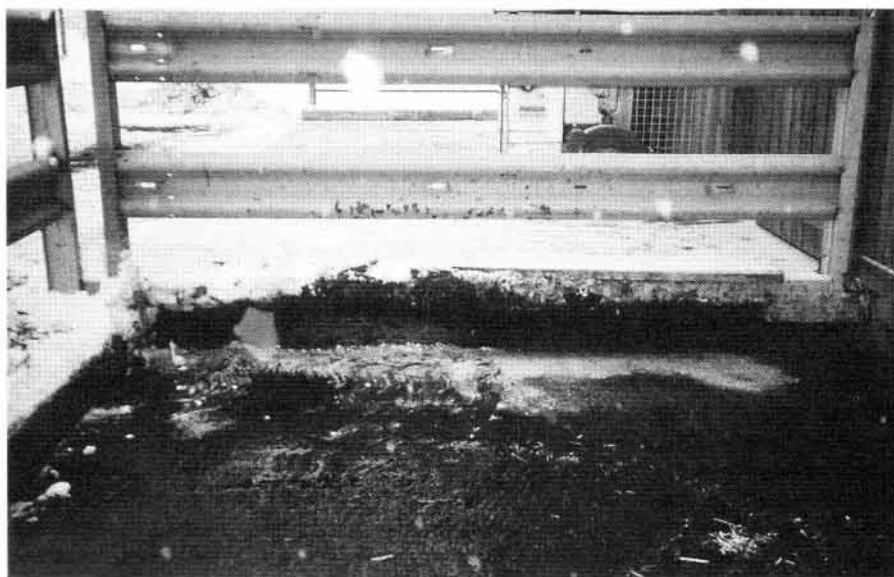


Fig. 18. L'évacuation directe dans la fosse à lisier est idéale notamment lorsqu'on travaille avec des racleurs. Il n'est pas nécessaire de prendre des dispositions supplémentaires pour la sécurité.



Fig. 19. Placer l'évacuation en dehors de la zone clôturée présente un avantage: les animaux ne courent aucun danger durant les travaux de nettoyage (Photo SPAA).

### Mesures de sécurité

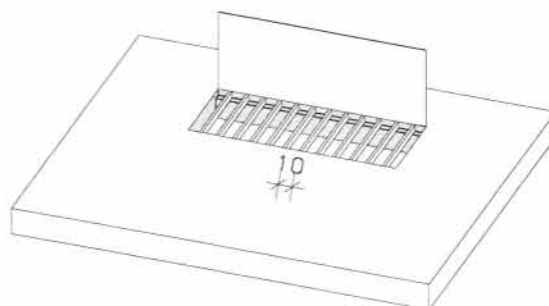
L'évacuation du fumier constitue une source de dangers. Il faut donc que le système choisi soit conçu de telle manière que les hommes ou les animaux ne risquent pas de tomber dans les puits, même lorsqu'il est ouvert. Lorsque la zone d'évacuation se trouve sur les côtés, il est facile de la délimiter par une clôture fixe. Une ouverture d'environ 30 cm de hauteur au niveau du sol permet de pousser le fumier sans problème (fig. 19). Malgré tout, ce système n'offre pas une sécurité absolue pour les enfants.

Lorsque le lisier est déversé directement dans le fosse, une grille grossière prévient toute chute, même lorsque

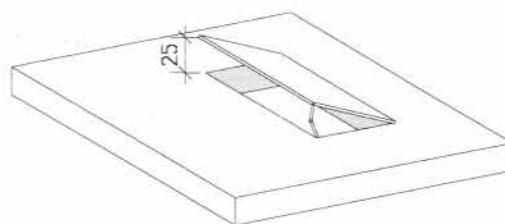
le couvercle est ouvert (fig. 20). La distance de 10 cm entre les barreaux ne devrait pas causer de problèmes de bourrages, sauf peut-être lorsque le fumier contient de la paille longue. Etant placé directement sur la grille, le couvercle est relativement facile à monter et donc plus maniable.

Une autre mesure préventive consiste à prévoir un couvercle qui ne s'ouvre au maximum qu'à une hauteur de 25 cm environ. Les travaux d'évacuation s'en trouvent légèrement freinés car l'accès n'est plus possible que de face. Le couvercle doit pouvoir résister à la charge des essieux d'un tracteur, ce qui veut dire que lorsqu'il dépasse 1,5 m de large, il devient relativement lourd et peu maniable.

### Grille de sécurité sous couvercle



### Couvercle avec arrêt



FAT Ludo Van Caenegem

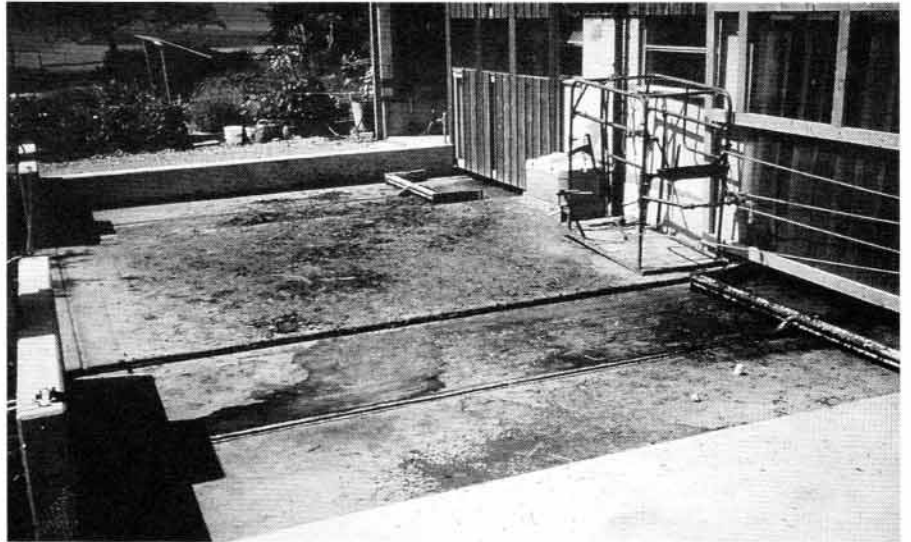
21.04.97

Tableau 2. Récapitulatif des techniques de nettoyage de l'aire d'exercice

Procédé		Avantages	Inconvénients	Exigences relatives à l'aire d'exercice et à l'outil utilisé		
Manuel		<ul style="list-style-type: none"> <li>peu d'investissements</li> <li>peu de temps de préparation</li> <li>forme de l'aire d'exercice variable</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>temps de travail plus élevé que pour les systèmes mobiles, lorsque les troupeaux sont importants</li> <li>fatigue physique</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>racleur spécial (au moins 1 m de large, ailes sur les côtés)</li> <li>évacuation du fumier, caniveau protégé pour éviter les chutes</li> <li>distances courtes</li> <li>pas de seuils</li> </ul>		
	Mobile	Généralités	<ul style="list-style-type: none"> <li>solutions souples, utilisables à différents endroits</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>temps de préparation parfois longs</li> <li>investissements élevés lorsque les machines doivent être achetées uniquement pour le nettoyage de l'aire d'exercice (exception: motofaucheuse)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>éviter les obstacles si possible, veiller à la disposition des équipements</li> <li>nettoyage jusqu'au bord</li> <li>surface sans aspérités, rebords, parties saillantes, etc.</li> </ul>	
		Lame	Généralités	<ul style="list-style-type: none"> <li>mécanisation simple</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>lame uniquement pour l'évacuation du fumier, ou éventuellement pour enlever la neige</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>évacuation du lisier dans la fosse ou dans une fumière placée en contrebas</li> </ul>
			Motofaucheuse	<ul style="list-style-type: none"> <li>peu de temps de préparation</li> <li>maniabilité</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>combinaison d'outils uniquement pour le nettoyage de l'aire d'exercice</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>évacuation frontale préférable</li> <li>zones d'évacuation protégées pour éviter les chutes</li> </ul>
			Tracteur	<ul style="list-style-type: none"> <li>temps de préparation relativement longs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>contournement des obstacles plus difficile</li> <li>nettoyage du tracteur avant sa réutilisation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>avantageusement: lame avec ailes latérales</li> </ul>
Pelle	Chargeur étroit ou tracteur	<ul style="list-style-type: none"> <li>utilisable également pour d'autres travaux (évacuation de la litière, affouragement, etc.)</li> <li>chargement et transport possibles: la fumière ou la fosse peuvent donc être éloignées de l'aire d'exercice</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>le chargement et le transport du fumier exigent du temps</li> <li>outil coûteux</li> <li>ne convient pas pour la pluie</li> <li>nettoyage avant utilisation à d'autres fins</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>aire d'exercice avec au moins un mur solide sur un côté, pour pouvoir pousser le fumier contre et le charger</li> </ul>		
Installation fixe	Racleur rabattable ou à volets	<ul style="list-style-type: none"> <li>pas de temps de préparation, toujours disponible</li> <li>temps de travail moindre</li> <li>le dispositif peut passer sous les séparations</li> <li>nettoyage fréquent</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>investissements élevés</li> <li>certaines restrictions pour l'utilisation en hiver</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>disposition en longueur préférable</li> <li>fosse à lisier, préfosse ou fumière à l'avant de l'aire d'exercice</li> <li>év. nettoyage combiné de l'étable</li> </ul>		
Aire d'exercice	sur sol perforé	<ul style="list-style-type: none"> <li>temps de travail, coûts supplémentaires minimum</li> <li>écoulement rapide de l'urine</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>seulement en cas de construction d'une fosse à lisier neuve</li> <li>éviter les râteliers dans l'aire d'exercice pour prévenir les bourrages</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>passage du fumier et des restes de fourrage plus aisé avec un sol à fentes qu'avec un sol à trous</li> <li>éviter les coins à l'abri du vent</li> <li>mesures de sécurité lors du brassage (gaz toxiques)</li> </ul>		

### Installations fixes

Par rapport aux systèmes mobiles, ce système de nettoyage est relativement peu souple en ce qui concerne la forme et la dimension de l'aire d'exercice. L'aire d'exercice doit absolument être disposée en longueur et les surfaces larges doivent parfois être divisées. La fosse à lisier ou la fumière devraient de préférence être placées à l'extrémité de l'aire d'exercice, pour éviter des installations transversales supplémentaires. Pour des raisons d'ordre financier, il faut envisager la possibilité d'effectuer l'évacuation des couloirs de circulation avec la même installation (fig. 21). Il est également indispensable que l'aire d'exercice soit située sur le front du bâtiment. Enfin, il faut monter des poutres de guidage sur les côtés et entre les deux rails de racleurs.



*Fig. 21. L'aire d'exercice et les couloirs de circulation sont nettoyés avec la même installation d'évacuation. Il est encore nécessaire d'effectuer du travail à la main pour une petite surface médiane.*

### Bibliographie

Frick R., Menzi H. et Katz P., 1996. Pertes d'ammoniac après l'épandage d'engrais de ferme. Rapport FAT no 486. Tänikon.

Van Caenegem L. et Krötzel Messerli H., 1996. Aire d'exercice pour la stabulation libre des vaches laitières. Aspects éthologiques et architecturaux. Rapport FAT no 493. Tänikon.

Traduction: ABConseil SA, Orbe