

Mobile Fütterungssysteme

Der Einsatz des Futtermischwagens

Jenifer Van der Maas, Ruedi Jakob, Helmut Ammann und Matthias Schick, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik (FAT), CH-8356 Tänikon

In der Milchviehhaltung nehmen die Herdengrößen ständig zu. Durch die Mechanisierung konnte vor allem in den Bereichen Milch (Rohr- melkanlage), Futterernte (Ladewagen) sowie Einstreuen und Entmisten (mechanische Entmistung) die Arbeitsbelastung stark herabgesetzt werden. Trotz der Fortschritte in der Mechanisierung muss heute eine Arbeitskraft pro Jahr mehr Masse heben als dies früher der Fall war. Knapp 60 bis 75% der Gesamt-

masse fällt bei der Fütterung an. Deshalb sind heute verstärkt Systeme gefragt, welche die Fütterung erleichtern und mechanisieren. Zur einfacheren Entnahme und Vorlage des Futters treten mobile Fütterungssysteme immer stärker in den Vordergrund.

Mit der in der Schweiz typischen Rationengestaltung mit einem hohen Rohfutteranteil hat der Futtermischwagen vor allem bei sehr vielseitigen, silagebetonten Rationen

seine Berechtigung. Bei einfachen Rationen ist der Futterverteilwagen eine kostengünstige Mechanisierungsmöglichkeit. Blockschneider und ETV-Geräte (Entnahme-, Transport- und Verteilgerät) erfordern kleinere Investitionen und sind einfacher zu manövrieren, verlangen aber bei Dreipunktaufhängung Traktoren mit hoher Hubkraft. Der Einsatzbereich beschränkt sich weitgehend auf die Flachsilos.

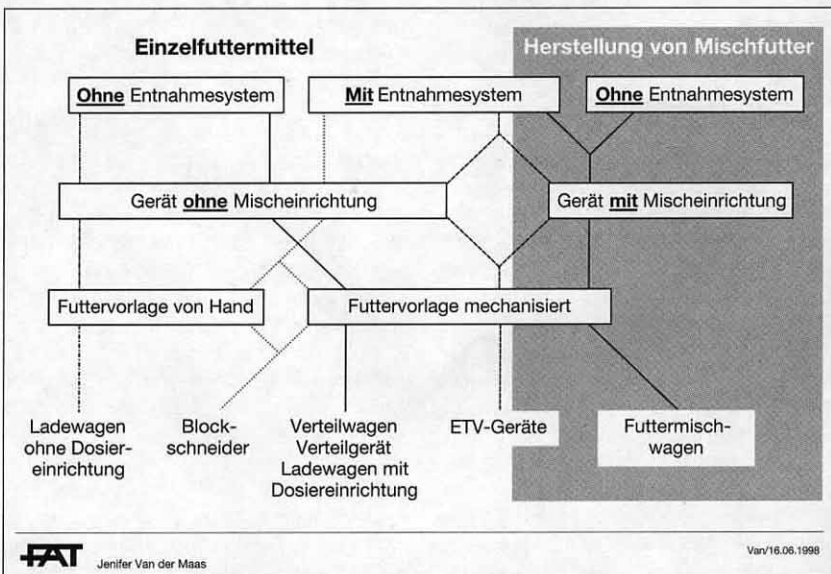


Abb. 1. Mobile Fütterungseinrichtungen im Überblick.

Inhalt	Seite
Problemstellung	2
Fütterung mechanisieren?	2
Systemübersicht	2
Entnahme, Befüllung	3
Mischsysteme	4
Mischen	6
Futtermittel	6
Anforderungen an den Wagen	7
Waage	8
Gebäude	8
Fütterung	8
Maschinenkauf	9
Arbeitswirtschaft	9
Betriebswirtschaft	11
Schlussfolgerungen	14
Literatur	14

Problemstellung

Die Milchviehfütterung ist sehr arbeitsintensiv, weshalb eine Mechanisierung nahe liegt. Dazu sind Überlegungen notwendig zur betrieblichen Situation, den verwendeten Futtermitteln und den arbeitswirtschaftlichen Verhältnissen. Das grosse Marktangebot an mobilen Fütterungseinrichtungen erschwert die Übersicht und damit auch die Auswahl der geeigneten Einrichtung. Der FAT-Bericht gibt eine Übersicht über die verschiedenen mobilen Fütterungssysteme. Eingehender werden die technischen Aspekte des Futtermischwagens wie Befülltechnik, Mischsysteme, Futtervorlage und Waage erläutert. Im weiteren werden Einfüllreihenfolge, Mischen, Vermischung des Futters, Volumenbedarf, Anforderungen an Gebäuden und Futterverzehr diskutiert. Mögliche Arbeitszeiteinsparungen und Kosten werden im arbeits- und betriebswirtschaftlichen Teil vorgestellt.

Fütterung mechanisieren?

Der Kauf einer mobilen Fütterungseinrichtung, im speziellen eines Futtermischwagens, beeinflusst die betrieblichen Abläufe. Deshalb sind vor dem Kauf verschiedene Punkte betreffend Betrieb, Fütterung und Arbeitswirtschaft zu analysieren.

Betriebliche Voraussetzungen:

- Entnahme- und/oder eine Vorlagentechnik notwendig? Wahl der Fütterungseinrichtung und Befülltechnik (Futtermisch-, Verteilwagen).
- Vorhandene und geeignete Maschinen zur Befüllung des Futtermischwagens (zum Beispiel Traktor mit Frontlader, Obenentnahmefräse, Greifkran).
- Stallsituation: Passende Zu- und Einfahrten, Torhöhe, Futtergangbreite und Krippenausführung.

- Betriebswirtschaftliche Konsequenzen durch den Kauf eines Futtermischwagens. Überbetrieblicher Einsatz möglich?

Futtermittel:

- Zusammensetzung der Ration: Anzahl, Art und Menge der Futtermittel.
- Mischen der Futtermittel erforderlich?
- Sind die Futterlager mischwagen-tauglich? Ist die Befüllung ohne Unfallgefahren möglich?
- Verabreichung des Kraftfutters.
- Ist gegebenenfalls eine Umstellung der Ration sinnvoller, als die bestehende Fütterung zu mechanisieren?

Arbeit, Arbeitswirtschaft:

- Arbeiten, die erledigt werden müssen (Entnahme, Vorlage).
- Mögliche Arbeitserleichterung durch den Einsatz eines Mischwagens.
- Einsparungspotential an Zeit durch den Einsatz eines Futtermischwagens. Verwendung der gewonnenen Zeit.

Systemübersicht

Auf dem Markt werden viele verschiedene mobile Fütterungseinrichtungen angeboten (Abb. 1):

Futtermischwagen

Dieses System wurde für die Befüllung, Mischung und Verabreichung von Silage aus dem Hoch- und Flachsilo entwickelt. Der Futtermischwagen ist konzipiert, um mindestens drei oder mehr Futtermittel (Mais-, Grassilage, Zuckerrübenschnitzel, Biertreber, Kartoffeln, Heu, Stroh, Melasse) zu **mischen**. Er eignet sich weniger für die reine Vorlage von Heu. Der Dürrfutteranteil der Mischration sollte kleiner als 50% sein. Mischwagen können, ob gezogen oder selbstfahrend, wahlweise mit einem Entnahmesystem ausgestattet werden. Sie sind mit Behältervolumen von 4 m³ bis über 30 m³ erhältlich. Abhängig von der Futtermi-

schung, dem Misch- und Befüllsystem ist zum Teil ein hoher Leistungsbedarf des Traktors notwendig.

Entnahme-, Transport- und Verteilgeräte (ETV-Geräte)

Die ETV-Geräte (Abb. 2), eine Alternative zum Blockschneider ohne Verteileinrichtung, eignen sich für die Silageentnahme aus dem Flachsilo. Die am Dreipunkt angehängten Geräte weisen ein Behältervolumen von 1 bis 2,5 m³, die gezogenen dagegen 3 bis 5 m³ auf. Für die Entnahme sind die Geräte mit Reisskamm oder Schneidschild (oft mit hydraulischem Teleskoparm) oder einer Fräse ausgerüstet und weisen eine hohe Schlagkraft auf. Verschiedene ETV-Geräte sind mit einer Mischeinrichtung (umlaufende Mischkette, Paddeln) ausgerüstet, was jedoch das Ladevolumen auf zirka 80 bis 95% verringert. Die Futtervorlage erfolgt mit Kratzboden und Dosierwalzen, einer Mischtrurbine oder einer einfachen Kippeinrichtung.

Die 450 bis 975 kg (max. 1525 kg) schweren Geräte werden am Dreipunkt aufgehängt, was die Manövrierbarkeit erleichtert. Dazu werden Traktoren mit einer sehr hohen Hubkraft bzw. Ölpumpenleistung von 25 bis 45 l/Min. (max. 50 bis 60 l/Min.) bei 150 bis 180 bar benötigt, die in der Regel Traktoren der Leistungsklasse von 45 bis 68 kW (60 bis 90 PS) bedingt. Der Leistungsbedarf für die gezogenen Geräte liegt mit 37 bis 40 kW (50 bis 55 PS) bedeutend tiefer. Im Gegensatz zu den Futtermischwagen bieten diese Geräte eine gute Sicht nach hinten.

Verteilwagen

Der Verteilwagen, auch ein umgebauter Mistzetter mit Querförderband oder ein Ladewagen mit Dosiereinrichtung, eignet sich für das Vorlegen von Grundfutter (ohne Kraftfutter). Das Futter wird nicht gemischt, jedoch kann mit schichtweisem Einfüllen ein gewisser Mischeffekt erzielt werden. Die Mischgenauigkeit ist jedoch bedeutend tiefer als beim Mischwagen. Die gezogenen und fremd zu befüllenden Verteilwagen sind sehr kompakt und stabil, weisen einen geringen Leistungsbedarf auf und sind multifunktional einsetzbar.



Abb. 2. Das ETV-Gerät, hier an der Ackerschleife anzuheben, erlaubt ein übersichtliches Arbeiten und eignet sich auch für kleine Futtertennen. Jedoch kann gegenüber dem Blockschneider nur wenig Arbeitszeit eingespart werden.



Abb. 3. Futtermischwagen am Fahrsilo. Für das Abfräsen des Futters wird der hintere Teil des Mischwagenbehälters ganz auf den Boden abgesenkt. Für das Wiegen muss der angehobene Behälter waagrecht liegen. Beim Traktor ist deshalb eine korrekte Anhänghöhe wichtig.

Verteilgeräte

Mit Verteilgeräten, wie Blockverteilwagen oder Ballenauflöser, können Futtermittel vorgelegt, jedoch nicht miteinander vermischt werden. Mit einigen Geräten ist es möglich, Stroh einzustreuen. Diese Geräte sind in gezogener Variante oder mit Dreipunkt-Anhängung erhältlich.

Behältergrößen von bis zu 30 m³ und mehr erhältlich.

Selbstbefüller

Futtermischwagen, die als Selbstbefüller konstruiert sind, weisen ein Entnahmesystem für das Fahrsilo auf (Reisskamm, Scheidschild, Fräse) (Abb. 3). Der Einsatz eines Selbstbefüllers ist sinnvoll, wenn zwei bis drei Futtermittel gemischt werden sollen, die überwiegend im Flachsilo gelagert werden. Selbstbefüller sind meist bis zu einer Wagengröße von zirka 16 m³ erhältlich.

Entnahmesystem Fräse

	ETV-Gerät	Mischwagen
Maximale Entnahme-		
-höhe:	180–350 cm	450–500 cm
-breite:	120–150 cm	150–160 cm
-tiefe:	20 cm	25–30 cm

Vor- und Nachteile der Fräse:

- + glatte Schnittfläche, Gefahr von Nachgärungen gering,
- stellt hohe Anforderungen an Futterart und Beschaffenheit,
- ist weniger geeignet bei hochverdichteter Silage,
- grosser Kraftbedarf, vor allem bei langen Futtermitteln,

Entnahme/Befüllung

Die Futtermischwagen werden in Fremd- und Selbstbefüller eingeteilt. Ihre Vor- und Nachteile sind in Tabelle 1 aufgelistet. Die Wahl der Befüllungsart (fremd, selbst) wird stark durch die Anzahl und Art der verwendeten Futtermittel und die Futterlagerung beeinflusst.

Fremdbefüller

Diese Mischwagen ohne Entnahmesystem eignen sich für Betriebe, auf denen schon ein Traktor mit Frontlader, Hoflader, Greiferanlage, Mobilkran oder Hochsilo mit oder ohne Obenentnahmefräse vorhanden ist. Sollen viele verschiedene Komponenten zusammengemischt werden, kommen Fremdbefüller in Frage. Diese sind in

Tabelle 1. Vor- und Nachteile von Fremd- und Selbstbefüllern

	Fremdbefüller	Selbstbefüller
Vorteile	• Alle Futtermittel einsetzbar • Schlagkräftig, leistungsfähig, flexibel; vor allem im überbetrieblichen Einsatz • Kein aufwendiges Manövrieren	• Nur ein Traktor, eine Maschine und eine Bedienungsperson für Befüllung im Einsatz • Wenig Rüst- und Nebenzeiten
Nachteile	• Zweites Gerät, Traktor, Ladeeinrichtung notwendig und gleichzeitig im Einsatz • Bei Hochsilo entweder Obenentnahmefräse oder bei Handentnahme Förderband notwendig • Evtl. zweite Person erforderlich	• Erhöhter Manövrieraufwand (Befüllung am Fahrsilo) • Schlechte Sicht nach hinten • Zusätzlicher Leistungsbedarf • Wartung von Entnahmesystem • Befülltechnik erhöht Leergewicht (Nutzlast geringer) • Bei nicht im Fahrsilo gelagertem Futter zusätzlich Ladegerät nötig • Höhere Kosten (Befülltechnik)

- relativ langsame Entnahme,
- Streuverlust bei der Entnahme,
- wartungsintensiv,
- unübersichtliches System bei der Bedienung vom Traktor aus.

Entnahmesystem Schneidschild

Maximale Entnahme-	ETV-Gerät	Mischwagen
-höhe:	180–300 cm	350–450 cm
-breite:	135–147 cm	150 cm
-tiefe:	8–15 cm	8–15 cm

Vor- und Nachteile des Schneidschildes:

- + grosse Entnahmeleistung,
- + grosse Schlagkraft,
- + entnimmt mühelos hochverdichtete oder lange Silage,
- + relativ glatte Schnittfläche, relativ geringe Gefahr von Nachgärungen,
- + übersichtliches Arbeiten,
- + keine Streu- oder Windverluste,
- wartungsintensiv,
- grosser Kraftbedarf,
- teurer als Reisskamm.

Entnahmesystem Reisskamm

Maximale Entnahme-	ETV-Gerät	Mischwagen
-höhe:	220–350 cm	430 cm
-breite:	130–150 cm	150 cm
-tiefe:	8–15 cm	8–15 cm

Vor- und Nachteile des Reisskamms:

- + wartungsarm,
- ist weniger geeignet für hochverdichtete oder lange Silage,
- hinterlässt relativ raue Schnittfläche, was Gefahr von Nachgärungen erhöht.

Einfüllreihenfolge

Die richtige Einfüllreihenfolge der Futtermittel ist entscheidend für eine gute Durchmischung der Futtermittel (hohe Mischgenauigkeit), eine kurze Mischzeit und ein geringes Vermusungsrisiko. Für eine hohe Mischgenauigkeit und ein geringes Vermusungsrisiko sollte folgende Reihenfolge der Komponenteneingabe eingehalten werden:

- Von der trockenen zur feuchten Komponente:
- trockene Komponenten wie Kraftfutter, Pellets, Getreide, zuerst in den Behälter füllen,

- ebenso Komponenten, die wegen ihrer Struktur und geringem Eigengewicht lange Einmischzeiten benötigen (zum Beispiel Stroh),

- Achtung bei Heu: Damit die Struktur des Heus **nicht** zerstört wird, nicht zu lange mischen oder Heu erst **zuletzt** begeben! Eventuell sollte das Heu separat vorgelegt werden,

- feuchte und strukturschwache Komponenten (zum Beispiel Zuckerrübenschnitzel), gleichgültig welche Menge, zuletzt zugeben.

• Vom langen zum kurzen Gut. Der direkte Messerkontakt beschleunigt die Zerkleinerung.

• Komponente mit dem grössten Gewichtsanteil zuletzt einfüllen.

Bei ausschliesslichem Häckselgut sind zuerst die leicht mischbaren Futtermittel (Maissilage) einzufüllen, da diese wie ein Gleitmittel den Mischvorgang erleichtern.

Drei Beispiele von Einfüllreihenfolgen:

- Maissilage, Grassilage, Birtreber, Zuckerrübenschnitzel, Heu,
- Stroh, Maissilage, Melasse, Grassilage,
- Maissilage, Kraftfutter/Mineralstoffe, Grassilage, Heu.

Mischsysteme

Die Mischsysteme sind in Schnecken- und Freifallmischsysteme aufgeteilt (Abb. 4 und 5). Bei den Letzteren finden vor allem die Haspel- und Balkenmischer wegen ihrer geringen Zerkleinerungswirkung (Einsatz von Heu, Stroh) weniger Verbreitung in der Schweiz. Bei der Wahl des Mischsystems sollte neben den in Tabelle 2 aufgeführten Punkten auf Abmessungen des Mischwagens (Höhe, Breite des Futtertrens), Leistung des auf dem Betrieb vorhandenen Traktors, Kosten, Angebot und Qualität der angebotenen Mischwagen geachtet werden. Beide Mischsysteme sind sowohl als Fremd- als auch als Selbstbefüller erhältlich.

Nebst dem Mischsystem beeinflussen die Schneideinrichtungen (vorhanden, Zustand) und die Futtermittel den Leistungsbedarf. Er erhöht sich bei langer Grassilage, Heu oder Stroh. Jede zusätzliche Schnecke steigert die Belastung, die Wartungs- und Unterhaltsarbeiten.

Im Gegensatz zu den runden Spezialmessern brechen langgezogene, geschwungene Messer weniger und reduzieren dadurch die Gefahr von Fremdkörpern. Sie behandeln das Futter schonender, erhöhen die Schneidintensität und senken gleichzeitig den Leistungsbedarf. Die runden, aufge-

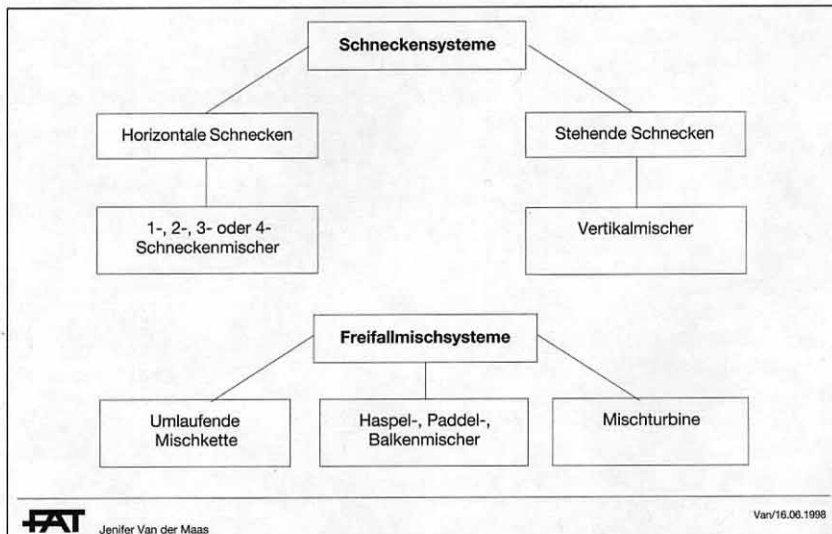
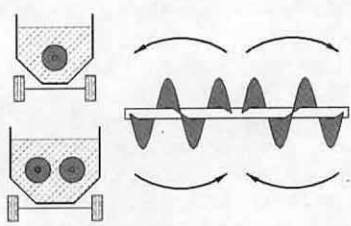
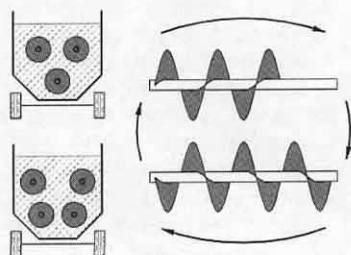


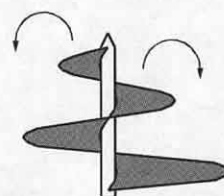
Abb. 4. Übersicht über die Schnecken- und Freifallmischsysteme.



Ein- und Zwei-Schneckenmischer (Maulwurf)



Drei- und Vier-Schneckenmischer (Kreislauf)



Vertikalmischer (Freifall/Kreislauf)

FAT Jenifer van der Maas

25.6.98 Van/Hz
H:\WORD\VAN\FATS22AB.DOC

Abb. 5. Mischprinzipien der verschiedenen Mischsysteme.

schraubten Messer können einfacher ausgewechselt und durch Drehen der Messer um 180° einfacher geschliffen werden. Zusätzlich gezahnte Gegen-schneiden an der Behälterwand erhöhen den Schneideffekt.

Tabelle 2. Eigenschaften der verschiedenen Mischsysteme

Merkmale	Schneckenmischer					Freifallmischer	
	1 Schnecke	2 Schnecken	3 Schnecken	4 Schnecken	Vertikale Schnecke	Haspel-, Balken- mischer	Mischturbine
Mischprinzip (siehe Abb. 5)	Maulwurf	Maulwurf	Kreislauf	Kreislauf	Freifall, Kreislauf	Freifall	Freifall
Volumenausnutzung	75–80%	75–80%	80–90%	90%	90–95%	70%	80–90%
Schnitteinrichtung	ja	ja	ja	ja	ja	nein, eventuell ja	ja
Futterzerkleinerung	ja	ja	ja	ja	ja	nein, gering	teilweise
Mischgenauigkeit	+	+	+	++	++	–	±
Mischgeschwindigkeit	+	+	++	++	++	–	±
Einsetzbare Futtermittel – Maissilage	++	++	++	++	++	++	++
– Grassilage geschnitten	+	+	±	++	++	±	±
– Grassilage gehäckselt	++	++	++	++	++	+	++
– Heu, Stroh lose	+	++	+	++	++	–	++
– Rund-, Quaderballen	++	++	–	++	++	o	+
Vermusungsgefahr	±	±	+	–	++	++	++
Je m³ Behälterinhalt benötigter Leistungs- bedarf des Traktors in kW/m³	< 8 m³: 6–8,5 kW/m³ ≥ 8 m³: 4–5 kW/m³	< 10 m³: 6–7 kW/m³ ≥ 10 m³: 4,5–6 kW/m³	< 8 m³: 6–8,5 kW/m³ ≥ 8 m³: 4,4–6 kW/m³	< 8 m³: 6,5–9 kW/m³ ≥ 8 m³: 4,5–6,5	< 8 m³: 5–6,5 kW/m³ ≥ 8 m³: 3,7–5 kW/m³	3–4 kW/m³	6,7–8,3 kW/m³
Bauweise	einfach, kompakt	einfach, kompakt	muss stabil sein	muss sehr stabil sein	muss stabil sein	einfach, kompakt	relativ einfach
Futeraustrag	beidseitig; in der Mitte	beidseitig; in der Mitte	beidseitig; vorne	beidseitig; vorne	beidseitig; hinten, vorne	beidseitig	beidseitig; vorne
Platzbedarf	++	++	+	±	–	++	±
Behältergrößen	4–25 m³	6–18 m³	3,5–19 m³	3–20 m³	7,5–24 m³	4–14 m³	6–13 m³
Bemerkungen		auch geeignet für Kompostierung von Grüngut		Einsatz von Rund- und Quaderballen belastet vor allem obere Wellen stark	arbeitet erst ab zirka 10 m² optimal oft sehr grosse Behälterabmessungen (Durchfahrthöhe)		mit Wurfrad Einstreuen von Stroh möglich Einstreubreite mit Stroh –16–18 m

Mischgenauigkeit: ++ hoch
Mischgeschwindigkeit: ++ sehr schnell
Einsatz von ... ++ sehr gut geeignet
Vermusungsgefahr: ++ sehr klein
Platzbedarf: ++ wenig

– tief
– langsam
– nicht geeignet o nicht einsetzbar
– sehr hoch
– sehr hoch

Mischen

Mischgenauigkeit

Damit kein selektives Fressen stattfindet, ist eine hohe Mischgenauigkeit (= Mischqualität) anzustreben. Bei Mischfutter mit hoher Mischgenauigkeit sind die verschiedenen Komponenten gleichmässig verteilt und vermisch, ohne dass dabei Anzeichen von Vermusung vorhanden sind. Schneckenmischer erreichen bei sachgerechtem Einsatz eine hohe Mischgenauigkeit, so dass selektives Fressen ausgeschlossen werden kann. Feine, kurze Futtermittel (Maissilage, gehäckselte Grassilage) erhöhen die Mischgenauigkeit.

Befüllung

Für eine höhere Mischgenauigkeit ist darauf zu achten, dass das Futter nicht einseitig (nur hinten oder vorne), sondern regelmässig verteilt oder in der Mitte des Behälters eingefüllt wird. Melasse, Mineralstoffe oder Kraftfutter sollten schon beim Einfüllen gut verteilt werden. Es sind auch Zusatzbehälter erhältlich, bei denen diese Komponenten erst beim Vorlegen der Ration zugesetzt werden.

Mischdauer

Die Mischzeit ist so kurz als möglich zu halten. Eine Gesamtmischzeit von 4 bis 6 Min., bei grösseren Halmgutanteilen 8 bis 10 Min., genügt. Wird während des Befüllens gemischt, reichen danach 2 bis 3 Min. nach dem Befüllen der letzten Komponenten aus. Die maximale Mischzeit sollte 10 bis 15 Min. nicht überschreiten. Ein längeres Mischen führt nicht zu einer höheren Mischgenauigkeit. Es erhöht zusätzlich die Vermusungsgefahr und steigert den Energieverbrauch unnötig.

Futtermittel, die in gehäckselter bzw. leicht mischbarer Form vorliegen (gehäckselte Grassilage, Maissilage) und in der richtigen Reihenfolge eingefüllt werden, sowie eine geringe Anzahl an Futterkomponenten verkürzen die Mischzeit.

Vermusung des Mischfutters

Wird das Mischfutter zu lange und intensiv gemischt, wird es vermust, das heisst die Struktur des Futters wird zerstört. Eine ungenügende Struktur des Mischfutters liegt dann vor, wenn durch Zusammendrücken mit der Hand ein Ballen geformt werden kann (nicht durch nasse Silage verursacht!) und dieser eventuell leicht schmierig ist. Mischfutter mit zuwenig oder zerstörter Struktur kann beim Rindvieh eine Pansenacidose fördern.

Eine Vermusung des Mischfutters ist unter allen Umständen zu verhindern! Futter nur so lange als nötig mischen!

Futternvorlage

Systeme der Futternvorlage

Für die Futternvorlage sind verschiedene Systeme zu finden: Kratzboden, Gummiförderband, Schneckenförderer und Wurfrad. Der Kratzboden ist anfälliger auf Verstopfungen. Unterhalb des Kratzbodens sammelt sich häufig Futter an, das regelmässig entfernt werden muss. Das Gummiband ist dagegen weniger anfällig für Verstopfungen. Die Austraghöhe der Auswurfbänder beträgt je nach Ausführung (fix, hydraulisch höhenverstellbar) 50 bis 130 cm, mit Auswurfverlängerung von 20 bis 50 cm bis zu 120 bis 175 cm. Schneckenförderer entleeren den Wagen weniger gut. Wurfräder können auch zum Einstreuen von Stroh in Laufställen eingesetzt werden.

Dosierung des Futters

Die Futtermenge kann über die Stellung des hydraulischen Dosierschiebers, die Fahrgeschwindigkeit (zirka 1 bis 5 km/h) und die Drehzahl eingestellt werden. Beim Dosierschieber haben sich feinstufige, gut einstellbare und ablesbare Zahlenskalen von null bis über zehn mit einem deutlich mar-

ktierten Zeiger bewährt. So kann die erforderliche Schieberposition schnell und leicht wiedergefunden werden. Zum Teil kann die Geschwindigkeit des Futterbandes auch durch eine Handregelung stufenlos verstellt werden.

Bei einigen Systemen wird bei der Öffnung des Dosierschiebers automatisch das Austragsband gestartet. Um Verstopfungen von Futter am Auswurf vorzubeugen, sollte der Antrieb von Kratzboden und Dosierwalze getrennt sein.

Reinigung des Mischwagens

Unabhängig vom Vorlagesystem muss auf gute Entleerung des Behälters geachtet werden. Sie sollte auch unter den Schnecken und an den Gegenschneiden erfolgen. Ebenso ist im Bereich des Entnahme- und Austragsystems auf zurückgebliebenes Futter zu achten. Werden diese Futterreste nicht entfernt, können sich an diesen Stellen Bakterien (zum Beispiel Buttersäurebakterien) oder Pilze entwickeln. Diese können via Mischfutter, Krippe, Kuh in die Milch gelangen.

Die Sauberkeit des Futtermischwagens beeinflusst die Hygiene des Futters. Qualitativ einwandfreie Milch setzt einwandfreies, sauberes Futter voraus.

Der Futtermischwagen sollte deshalb täglich grob gereinigt und Futterreste regelmässig und gründlich entfernt werden. Auf Futterreste am Boden des Mischbehälters, im Bereich des Entnahmesystems und der Abladevorrichtung ist zu achten. Wird nach dem Entleeren des Mischwagens etwas Heu hinten in den Behälter gegeben und der Entleerungsvorgang fortgesetzt, können Futterreste im Mischbehälter einfach entfernt werden (Abb. 6).



Abb. 6. Mischschnecken eines Dreischneckenmischers. Dreischneckenmischer (hier mit Rührwelle) mischen schonend und schnell, eignen sich jedoch nicht für den Einsatz von Rund- und Quaderballen. Futterresten unten im Behälter müssen bei allen mobilen Fütterungseinrichtungen regelmässig entfernt werden.

Anforderungen an den Wagen

Wagengrösse, Volumenbedarf

Die notwendige Wagengrösse (= Behältervolumen) hängt von der Herden- bzw. Gruppengrösse (= Tierzahl) und den eingesetzten Futtermitteln ab (Tab. 3). Bei der Wahl der Wagengrösse sind die Organisation des Betriebes, zum Beispiel ein überbetriebli-

cher Einsatz der Maschine, und die zukünftige Ausrichtung des Betriebes miteinzubeziehen.

Enthält die Mischration einen hohen Anteil an voluminösen Futterkomponenten wie Heu oder Stroh, muss ein entsprechend grösserer Wagen gewählt werden. Kleinere Mengen an Heu, welches feuchter Silage beige-mischt wird, erhöhen das Gesamtvolumen nur leicht.

Das Ladevolumen des Mischwagens ist wegen der Mischaggregate nur zu 70 bis 95% des Gesamtvolumens

nutzbar (Tab. 2, Volumenausnutzung). Für die Volumenberechnung ist deshalb das Nettovolumen massgebend. Der Mischwagen darf nicht zu gross bemessen sein. Damit er richtig arbeitet, sollte er mindestens zu zwei Drittel bis drei Viertel gefüllt sein. Es besteht deshalb wenig Spielraum bei der Wahl der Wagengrösse.

Berechnungsbeispiel bei täglicher Futtervorlage:

30 GVE; Grassilage-Maissilage-Mischung mit 30% Heu → 5 Kühe/m³ Behälterinhalt; Behälterausnutzung 80%

$$\frac{30 \text{ GVE}}{5 \text{ GVE/m}^3} = 6 \text{ m}^3 \text{ netto}$$

Bei Volumenausnutzung von 80% → Mindestvolumen von 7,5 m³
Bei Füllgrad von mindestens zwei Drittel bis drei Viertel → Maximales Volumen von 10 bis 11,25 m³

Behälter

Die Mischwagen leiden im täglichen Einsatz unter Abrieb, jedoch nicht unter Rost oder aggressiven Futtermitteln (Silage). Materialqualität und -beschaffenheit der Mischwagen unterscheiden sich stark. Für die Langlebigkeit ist nebst Angaben zur Wandstärke vor allem die Stahlqualität von Bedeutung. Wichtig sind dicke Bodenbleche und Schnecken aus starkwandigem Material.

Fahrwerk

Wichtige Punkte bei der Beurteilung eines Fahrwerkes sind Chassis, Rad-aussenbreite, Bereifung, Federung, Bremse, Anhängung, Stützrolle bzw. -fuss.

Mit einem Futtermischwagen können erhebliche Fahrdistanzen zustande kommen. Ist der Mischwagen mit einer Fräse oder einem Schneidschild ausgerüstet, ist wegen des Absenkens des Wagens keine durchgehende Achse möglich. Weil das ganze Gewicht meist auf einer ungefederten Achse liegt, werden besonders hohe Anforderungen an die Stabilität des Fahr-

Tabelle 3. Erfahrungswerte über die Anzahl Kühe, die mit 1 m³ Behältervolumen täglich gefüttert werden können

Erfahrungswerte aus ...	Futtermischung	Bei täglicher Vorlage genügt 1 m ³ für ... Kühe
Deutschland	Maissilage-Grassilage-Mischung	7-9
	Zusatz von Zuckerrübenschnitzel, Heu oder Stroh (≤ 5%), Treber, Kraftfutter, ... in Maissilage-Grassilage-Mischung	5-8
Schweiz	Maissilage-Grassilage-Mischung mit 20 bis 30% Heu (¹ bei hohem Heuanteil)	4 ¹ -5-7

werks, dessen Aufhängung und an eine hohe Tragfähigkeit der Reifen gestellt. Denn es müssen genügend hohe Nutzlasten realisierbar sein. Wird der Mischwagen zu längeren Transporten mit höheren Geschwindigkeiten (≥ 8 km/h) eingesetzt, können durch Bodenunebenheiten, -wellen und Schlaglöcher starke Belastungen und Schwingungen am Wagen auftreten. Wird zudem der Wagen mit kleinen Rädern mit hohem Luftdruck gefahren, sollte das Fahrwerk nebst einer hohen Stabilität auch gefedert sein. Eine Federung des Fahrwerks ist für die Haltbarkeit des Wagens, den Fahrkomfort und die elektronischen Wiegeelemente von Vorteil.

Verkehrsausrüstung und Unfallverhütung

Maschinen, die auf öffentlichen Verkehrsflächen zirkulieren, müssen die Anforderungen der Strassenverkehrsvorschriften und der BAV (Bau- und Ausrüstungsverordnung) erfüllen und den Vorschriften der Unfallverhütung entsprechen. Bei der Ausrüstung des Mischwagens, insbesondere bei Occasionswagen, ist Acht zu geben auf:

- Schlusslichter, Blinkanlage, Rückstrahler,
- Schutz von Ketten, Gelenkwellen, Schneidstellen, Fräse, seitliche Auswurföffnungen (Schutzbleche),
- Zulässige Bremse,
- Gesicherte Einfüllöffnung am Heck des Mischwagens und sicherer Aufstieg bzw. Leiter für Kontrolle des Mischbehälters.

Nähere Auskunft gibt die Beratungsstelle für Unfallverhütung in der Landwirtschaft (BUL), Schöffland.

Waage

Warum eine Waage?

Eine Waage erlaubt, eine dem Fütterungsplan entsprechende und leistungsgerechte Mischration zusammenzustellen. Folgende Punkte sprechen für eine Waage:

- Einzige durchführbare Möglichkeit, um in der Praxis Grundfutter zu wägen

und damit eine Ration genau zusammenzustellen. Das Volumen des Futters sagt wenig über das tatsächliche Futtergewicht aus. Unterschiede bestehen bezüglich TS-Gehalt und spezifischem Gewicht der Futtermittel.

- Ein genaues Dosieren der Futtermittel ermöglicht ein Füttern gemäss Fütterungsplan.

- Benützen mehrere Personen den Mischwagen, erleichtert die Waage die Herstellung einer konstanten Mischung.

Gegen eine Waage spricht hauptsächlich der Investitionsbedarf von Fr. 4000.– bis Fr. 8000.–.

Der Einsatz einer elektronischen Waage ist auf Milchvieh- und Mastbetrieben von grossem Vorteil. Auf Mutterkuhhaltungsbetrieben, auf welchen die Zerkleinerung und die homogene Beimischung von Stroh wichtig ist, ist keine Waage erforderlich.

Anforderungen an eine Waage

Bei der Wahl der Waage ist auf die mögliche Belastung, den Sicherheitsfaktor (mindestens 100%), die Wiegegenauigkeit (mindestens $\leq \pm 1\%$), die Genauigkeit der Wiegeangaben und die Möglichkeiten und Bedienerfreundlichkeit der Steuerung zu achten. Bei den Funktionen und der Genauigkeit sollten keine Abstriche gemacht werden. Bei Selbstbefüllen ist es von Vorteil, wenn während des Befüllens das aktuelle Füllgewicht abgelesen werden kann. Dies ist nicht bei allen Systemen möglich.

Anforderungen an die Anzeige:

- Ziffernhöhe mindestens ≥ 50 mm. So sind Gewichtsangaben aus einer Entfernung von > 5 m deutlich ablesbar.
- Beleuchtete Displays erlauben das Ablesen der Zahlen im Dunkeln.
- Bei Computer mit Eindosiermodus können akustische (Hupe) oder optische Signale (Licht) das Erreichen der Füllmenge angeben.
- Display schwenkbar oder am Traktor montierbar. Auf Halterung und Länge des Anschlusskabels achten.

Gebäude

Bei den Gebäuden ist auf ausreichend gross bemessene Einfahrten (Torhöhe, -breite) und Zufahrten zu achten (Abb. 7). In Ställen mit Stichfutterschiffen sind Futtermischwagen wegen der schlechten Sicht nach hinten nur bedingt geeignet (Manövrieraufwand). Bei breitem Futtertisch wird das Futter nicht überfahren. Bei hohen Krippen ist die Abwurfhöhe des Austragbandes zu überprüfen. Krippen mit Stützpfeuern erschweren das Abladen bzw. das Futter muss von Hand in die Krippe befördert werden. Bei Neubauten ist schon in der Planungsphase ein eventuell vorgesehener Einsatz eines Futtermischwagens miteinzubeziehen.

Fütterung

Mischfutter mit genügender Struktur bietet ernährungsphysiologisch gesehen grosse Vorteile. Die Zusammensetzung des Futters bleibt stets gleich, was sich auf einen konstanten pH-Wert im Pansen auswirkt und die Acidosegefahr reduziert. Da die Zusammensetzung der Pansenbakterien konstant bleibt, ergibt sich eine gleichmässige Abbau- und Passagerate des Futterbreis. Dies kann einen höheren TS-Verzehr bewirken. Die Gefahr von fütterungsbedingten Stoffwechselstörungen ist geringer.

Mischfutter erlaubt den Tieren kein selektives Fressen. Bei der Verfütterung von Mischfutter im Laufstall steht allen Tieren das gleiche Futter zur Verfügung. So kommt es zwischen den Tieren weniger zu Futterneid und Aggressionen, worunter vor allem die schwächeren Tiere leiden.

Bei Mischfutter gelten jedoch die gleichen Regeln wie bei der normalen Fütterung (RF-Gehalt, Futterstruktur, Gehalt und Verhältnis RP : NEL). Wird durch Wasserzusatz die Mischeignung verbessert, so bedeutet dies, dass ungeeignete Futtermittel verwendet wurden. Wasser verbessert den Nährwert der Ration nicht, begünstigt Gärungen



Abb. 7. Futtermischwagen in Futterterreneinfahrt. Bei der Wahl des Futtermischwagens ist auf die Masse von Einfahrten (Torhöhe und -breite) und Zufahrten zu achten. Futtermischwagen müssen gemäss den Vorschriften des Strassenverkehrs und der Unfallverhütung ausgerüstet sein.

Arbeitswirtschaft

Mobile Fütterungseinrichtungen

Die Fütterung der Milchkuh ist neben den Melkarbeiten die arbeitsintensivste Tätigkeit auf dem Landwirtschaftsbetrieb. Täglich mehrmals sind – meist verschiedene – Grund- und Kraftfutterkomponenten bereitzustellen, vorzulegen und auch noch in die Krippe nachzuschieben. Für eine rationelle Arbeitserledigung der einzelnen Tätigkeiten stehen dabei verschiedene Verfahrenstechniken zur Auswahl. Mit diesen ist es möglich, einerseits Arbeitszeit einzusparen, andererseits aber auch schwere körperliche Arbeit einfacher zu gestalten (= Arbeitserleichterung).

Verfahrensvergleich

In der vorliegenden Untersuchung wurden sieben Fütterungsverfahren bei verschiedenen Bestandesgrössen arbeitswirtschaftlich miteinander verglichen (siehe Tab. 4). Die vorzulegende Ration ist für alle Verfahren identisch und besteht aus den Komponenten Silomais (40%), Grassilage (40%) und Bodenheu (20%). Die Vorlage der Futtermittel erfolgt bei den Bestandesgrössen 20 und 40 Kühe einmal täglich und bei 60 und 80 Kühen zweimal täglich. Das Nachschieben des Futters auf dem Futtertisch erfolgt dementsprechend bei den «kleineren» Beständen (20 und 40 Kühe) dreimal, bei den grösseren (60 und 80 Kühe) zweimal täglich.

In den Abbildungen 8 und 9 ist der Arbeitszeitbedarf für die verschiedenen Fütterungsverfahren aufgezeigt. Zur besseren Übersicht werden die Verfahren getrennt in Abhängigkeit vom Futterlager dargestellt. Um einen besseren Überblick über die verschiedenen Zeitanteile zu erhalten, wird ebenfalls eine Unterteilung in «Rüsten», «Vorlegen» und «Nachschieben» vorgenommen. Damit werden die Vor- und Nachteile der einzelnen Fütterungsverfahren leichter ersichtlich. Der Arbeitszeitbedarf ist in Arbeitskraftstunden (Akh) je Kuh und Winterangegeben. Die Dauer der Winterfütterungsperiode beträgt 170 Tage.

und ist ebenfalls aus Kostengründen nicht sinnvoll (Bucher 1994, Daccord 1992, Jans 1977).

Maschinenkauf

Bei der Auswahl des Futtermischwagens sollten folgende Fragen überprüft werden:

- Stimmt das Behältervolumen (Anzahl Tiere pro m^3)?
- Genügend Ladegewicht (Differenz von Leer- zu Gesamtgewicht)?
- Abmessungen, Behälterabsenkung des Mischwagens passend zu Höhe und Breite von Stall und Futtertenn?
- Qualität des Materials?
- Einfache Wartung möglich (Zentralschmierung, Reinigung, Auswechseln von Messern)?
- Ausrüstung für den Strassenverkehr komplett, im Preis inbegriffen?
- Unfallverhütung in Ordnung?
- Mischwagen mit einer Waage nachrüstbar?
- Ersatzteile kurzfristig erhältlich?
- Referenzliste anderer Mischwagenbenützer vorhanden?
- Leistungen, Bedienung der Servicestelle.

Ob mit Mischfutter ein höherer TS-Verzehr erzielt werden kann, hängt unter anderem von der Qualität der einzelnen Futtermittel und dem Fütterungsmanagement vor und nach dem Einsatz des Futtermischwagens ab. Unter schweizerischen Verhältnissen mit hoher Qualität des Rauhfutters ist mit Mischfutter kein höherer Trockensubstanzverzehr zu erwarten.

Tabelle 4. Beschreibung Rauhfutterlager und Entnahmeverfahren

Größenkategorie Verfahren		1: 20 GVE							2: 40 GVE							3: 60 GVE							4: 80 GVE						
		1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
Lagerung	Bodenheu																												
	Grassilage																												
	Maissilage																												
Lagermengen	Bodenheu																												
	Grassilage																												
	Maissilage																												
Lagerung Grassilage und Maissilage	in gleichem Silo																												
	in getrennten Silos bzw. Lagerflächen																												
Arbeitsverfahren	1. Bodenheu																												
	Entnahme																												
	Vorlage																												
2. Grassilage	Entnahme																												
	Vorlage																												
	Entnahme																												
3. Maissilage	Entnahme																												
	Vorlage																												
	Entnahme																												

Flachsilo

Bei der Variante Flachsilo (siehe Abb. 8) benötigt das Verfahren «Blockschneider» die meiste Arbeitszeit. Durch den Einsatz eines ETV-Gerätes lässt sich der gesamte Arbeitszeitbedarf nur unwesentlich reduzieren. Die Zeit für die eigentliche Futtervorlage dagegen kann mehr als halbiert werden. Mit dem Fräsmischwagen kann sowohl die Gesamtzeit als auch die Arbeitszeit für das Vorlegen wesentlich verringert werden. Dies ist von besonderer Bedeutung für den täglichen Arbeitsablauf, da zum Beispiel das Futter vorlegen immer zu möglichst fixen Terminen durchzuführen ist. Die Rüstarbeiten dagegen können weitestgehend frei über den Tag verteilt werden.

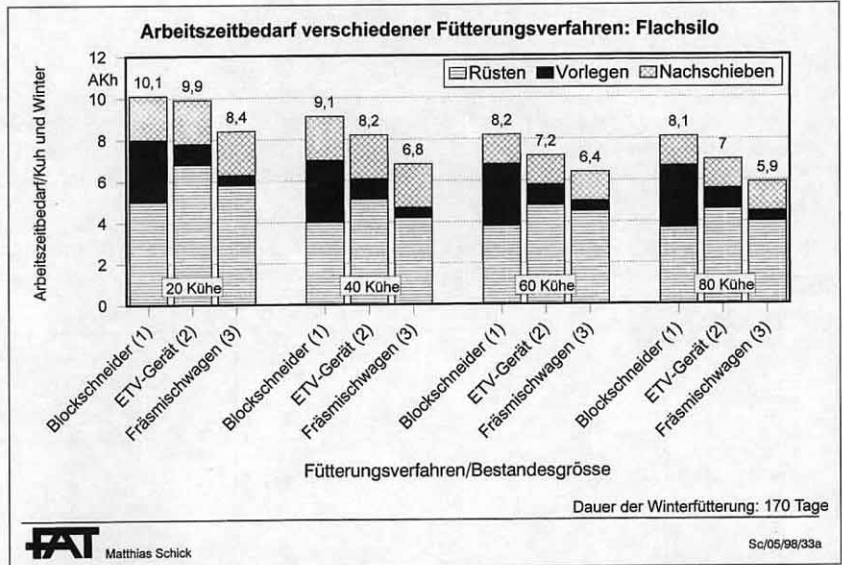


Abb. 8. Arbeitszeitbedarf verschiedener Fütterungsverfahren von der Futterentnahme bis zur Futtervorlage: Flachsilo.

Hochsilo, Rundballen

Der Arbeitszeitbedarf für die Variante Hochsilo (siehe Abb. 9) wird wesentlich durch die Handarbeit beim Rüsten (Futterentnahme aus dem Silo) beeinflusst. Der Einsatz von Silofräsen reduziert den täglichen Arbeitszeitbedarf nur unwesentlich. Die Arbeitserleichterung ist aber beträchtlich. Es sind wesentlich weniger Futtermassen von Hand zu bewegen. Für die Futtervorlage von Hand mit dem Silowagen muss beim Hochsilo die meiste Arbeitszeit aufgewendet werden. Durch den Einsatz des Mischwagens kann wiederum viel Arbeitszeit eingespart werden – insbesondere bei der Futtervorlage. Wird die Grassilage nicht im Hochsilo, sondern in Rundballen gelagert und von Hand vorgelegt, kann zwar beim Rüsten Arbeitszeit eingespart werden. Durch das mühsame Auflösen und Vorlegen der Grassilage erhöht sich aber gleichzeitig wieder der Zeitbedarf. Kann diese dagegen mit dem Frontlader in einen Mischwagen eingefüllt und mit diesem auch vorgelegt werden, wird das Verfahren wieder sehr konkurrenzfähig.

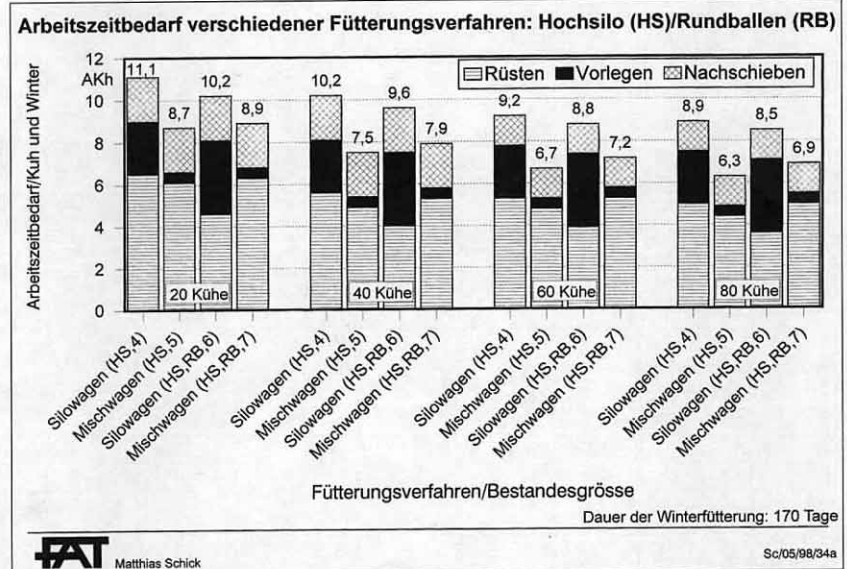


Abb. 9. Arbeitszeitbedarf verschiedener Fütterungsverfahren von der Futterentnahme bis zur Futtervorlage: Hochsilo (HS)/Rundballen (RB).

Betriebswirtschaft

Betriebswirtschaftlicher Überblick

Wir vergleichen dieselben sieben verschiedenen Fütterungsverfahren, die sich in Bezug auf die ausgewählten Maschinen, die mechanischen Einrichtungen und die Art der Rohfütter-

lagerung unterscheiden. Massgebend für die Kosten der Maschinen sind deren Grösse sowie die Besitz- und Einsatzart. Für jede Maschine werden folgende vier Möglichkeiten unterschieden:

- Miete
- Miteigentum
- Eigentum
- Lohnarbeit

Die Auswirkungen verschiedener Ernte-, Lager- und Fütterungsmengen zeigen wir anhand von vier Bestandesgrößen mit 20, 40, 60 und 80 Grossvieheinheiten. Vorgegeben ist die bereits erwähnte Ration mit Bodenheu (20%), Grassilage (40%) und Maissilage

(40%). Die Auswahl der Mechanisierung erfolgt aufgrund der notwendigen Schlagkraft (Tab. 5). Die Verfahren zur Futterentnahme hängen primär von der Art der Futterlagerung ab, Heu auf Walm oder im Ballenlager, Silage in Flach- oder Hochsilos

bzw. in einem Ballenlager. Arbeitserleichternde mechanische Einrichtungen wie Entnahmefräsen für Hochsilos sind bei grösseren Rauhfuttermengen vorgesehen (Tab. 4).

Tabelle 5. Lagerung Rauhfutter und ausgewählte Arbeitsverfahren der Aussenwirtschaft

Tierbestand	Arbeitsverfahren			20 bis 40 GVE			60 bis 80 GVE		
				1 bis 3	4 bis 5	6 bis 7	1 bis 3	4 bis 5	6 bis 7
Lagerung Rauhfutter									
Bodenheu				Walm		Ballen	Walm		Ballen
Grassilage				Flachsilo	Hochsilo	Ballen	Flachsilo	Hochsilo	Ballen
Maissilage				Flachsilo		Hochsilo	Flachsilo		Hochsilo
Arbeitsbereich		Besitzart	Neuwert						
ausgewählte Maschinen		Einsatzart	Fr.						
Mähen bearbeiten									
Mähaufbereiter, 1,8 m		E	10'500						
Mähaufbereiter, 2,7 m		E	15'000						
Kreiselheuer, 5,0 m		E	10'000						
Kreiselheuer, 6,5 m		E	14'000						
Kreiselchwader, 5,0 m		E	5'200						
Doppelkreiselchwader, 6,0 m		E	17'500						
Rundballenpresse		L	40'000						
Wickelgerät für Rundballen		L	22'000						
Einführen Bodenheu									
Ladewagen, mittel, 20 m3		E	26'000						
Ladewagen, gross, 30 m3		E	41'000						
Vielzweckgebläse		E	8'200						
Klemmzange, Dreipunktanbau, nur bei 20 GVE		E	2'200						
Traktor, 60 kW (82 PS),									
mit Frontlader und Klemmzange, ab 40 GVE		L oder E	95'200						
Pneuwagen, 8,0 t		E	12'000						
Einführen Grassilage									
Ladewagen, mittel, mit Kurzschnitt		E	29'700						
Ladewagen, gross, mit Kurzschnitt		E	44'700						
Ladewagen mit Dosierentladung		M	43'000						
Walztraktor mit Frontlader		L	91'000						
Vielzweckgebläse		E	8'200						
Klemmzange, Dreipunktanbau, nur bei 20 GVE		E	2'200						
Traktor, 60 kW (82 PS),									
mit Frontlader und Klemmzange, ab 40 GVE		L oder E	95'200						
Pneuwagen, 8,0 t		E	12'000						
Häckseln und einführen Maissilage									
Anbaumaishäcksler, 2reihig		L	31'000						
Ladewagen, mittel, 20 m3, 2 Stück		E und M	26'000						
Ladewagen, gross, 30 m3, 2 Stück		E und M	41'000						
Walztraktor, 60 kW (82 PS) mit Frontlader		L	91'000						
Vielzweckgebläse		E	8'200						
Traktoren für das Mähen und Bearbeiten									
Traktor, 4-Radantrieb, 41 kW (56 PS)		E	53'000						
Traktor, 4-Radantrieb, 50 kW (68 PS)		E	61'000						
Traktor, 4-Radantrieb, 60 kW (82 PS)		E	77'000						

M: Miete, E: Eigentum, L: Lohnarbeit

Arbeitszeitbedarf von Ernte bis Fütterung

Beim benötigten Arbeitszeitbedarf für die Heu- und Silageernte, deren Einlagerung und der Verfütterung ergeben sich Unterschiede von bis zu 13 Prozent (Tab. 6). Die Flachsilo- und Rundballenverfahren 3 und 7 mit Mischwagen benötigen den geringsten Zeitbedarf. Den grössten Zeitbedarf bedingt Verfahren 4 mit Hochsilo und Handfütterung.

Bei einem Bestand von 20 GVE werden je GVE zwischen 12,9 und 16,3 Arbeitsstunden beansprucht. Bei einer Bestandesgrösse von 80 GVE sinkt der Bedarf je GVE auf 10,0 bis 13,3 Arbeitsstunden. Ausgelöst wird diese Rationalisierung durch die schlagkräftigere Mechanisierung sowohl in der Aussen- wie in der Innenwirtschaft.

Tabelle 6. Zuteilbare Kosten Maschinen, Gebäude, Einrichtungen und Arbeitszeitbedarf je GVE und Jahr.

Arbeitszeitbedarf umfasst Rohfütterernte, -einlagerung, -auslagerung und -vorlage.

Verfahren		1	2	3	4	5	6	7
Lagerung	Bodenheu	Walm					Ballen	
	Grassilage	Flachsilo			Hochsilo		Ballen	
	Maissilage	Flachsilo			Hochsilo		Hochsilo	
Tierbestand								
20 GVE	Fr./GVE	741	761	892	731	941	623	854
	AKh/GVE	15,1	14,9	13,7	16,3	13,9	14,2	12,9
40 GVE	Fr./GVE	596	611	773	666	850	567	742
	AKh/GVE	13,7	12,9	11,8	15,1	12,4	13,5	11,8
60 GVE	Fr./GVE	582	603	720	699	841	655	791
	AKh/GVE	12,3	11,3	10,5	13,7	11,4	12,9	11,2
80 GVE	Fr./GVE	528	543	627	641	754	611	720
	AKh/GVE	12,1	11,1	10,0	13,3	10,8	12,0	10,3

Verfahrenskosten

Massgebend sind die direkt zuteilbaren Kosten der ausgewählten Maschi-

nen, der mechanischen Einrichtungen und der Rohfütterlager (Abb. 10). Der Vergleich der zuteilbaren Kosten für die Maschinen, Entnahmefräsen

und Rohfütterlager zeigt, dass die Vorzüglichkeit der einzelnen Verfahren je nach Tierbestand ändert (Tab. 6). Bei 20 und 40 GVE schneiden die Ver-

Zuteilbare Kosten je GVE und Jahr für Maschinen, Gebäude und Einrichtungen

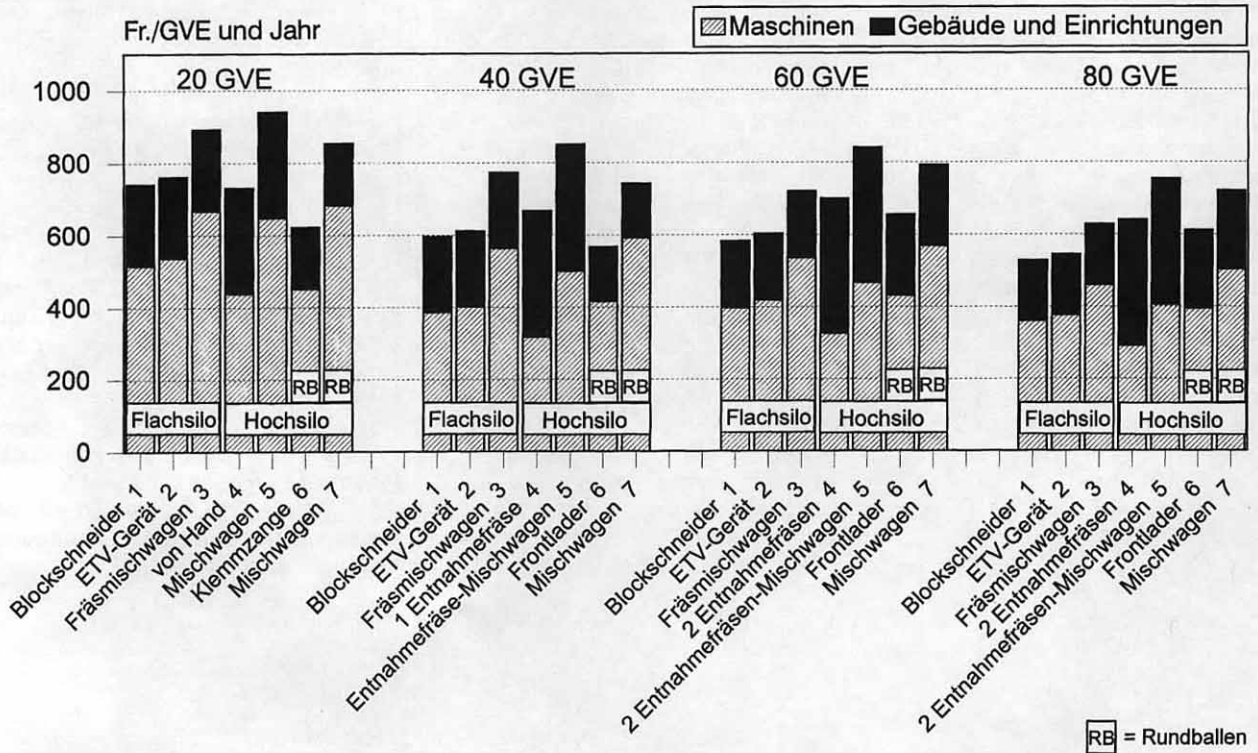


Abb. 10. Zuteilbare Kosten je Jahr von Rohfütterernte bis Fütterung.

fahren 6 mit Ballensilage und Handvorlage mit Fr. 623.– bzw. Fr. 567.– je GVE und Jahr am günstigsten ab. Bei 60 und 80 GVE sind es die Flachsiloverfahren 1 mit Blockschneider, welche Kosten von Fr. 582.– bzw. Fr. 528.– verursachen. Die höchsten Kosten ergeben sich bei allen Bestandesgrößen für das Verfahren 5, Hochsilo mit Mischwagen, mit Fr. 941.– bis Fr. 754.– je GVE und Jahr.

Die Differenzen zu den günstigsten Möglichkeiten liegen je nach Bestandesgröße zwischen Fr. 318.– und Fr. 216.– je GVE und Jahr. Die Verfahren 3, 5 und 7, Vorlage des Futters mit Fräsmischwagen oder Mischwagen sind die kostspieligsten. Eine Abweichung zu dieser Rangierung ergibt sich nur bei der 80-GVE-Variante, bei der Verfahren 4 noch leicht teurer als Verfahren 3 ist.

Frankenmässig nicht gewichten können wir in diesem Vergleich die arbeitswirtschaftlichen Erleichterungen durch die mechanische Futtervorlage. Je GVE werden je Tag 43 kg oder je Winter 73 dt Rauhfutter umgeschlagen.

Bei den Maschinenkosten sind wir von den FAT-Richtwerten ausgegangen; Ebenso bei den Werten für die Entnahmefräsen und Rauhfutterlager. Die Neuwerte der Silos beruhen auf Unternehmerpreisen. Bei einem Flachsilo mit 200 m³ Inhalt sind dies Fr. 174.– je m³. Liegt dagegen im konkreten Fall ein Investitionsbedarf von nur Fr. 100.– je m³ vor und gelten die gleichen Ansätze für Abschreibung, Zins und Verschiedenes 7,1%, so reduzieren sich die jährlichen Kosten um Fr. 53.– je GVE.

Entscheidend für die Vorzüglichkeit der Verfahren ist das Zusammenwirken der zuteilbaren Kosten der Maschinen, Einrichtungen und Rauhfutterlager.

Schlussfolgerungen

Entscheidend bei der Wahl von mobilen Fütterungseinrichtungen sind die betrieblichen Voraussetzungen wie die unterschiedlichen Lagersysteme (Flachsilo, Hochsilo, Rundballen), die Zusammensetzung der Ration sowie auch die Frage: Ist eine Mischung notwendig? Der Futtermischwagen als Fremd- oder Selbstbefüller kann grundsätzlich alle Anforderungen erfüllen. Für einen optimalen Einsatz sind vor allem die Eigenschaften der verschiedenen Mischsysteme zu beachten.

ETV-Geräte werden in erster Linie beim Fütterungsverfahren Flachsilo eingesetzt und sind nicht als Mischer gedacht. Sowohl für Futtermischwagen mit Selbstbefüllung als auch bei ETV-Geräten sind die verschiedenen Vor- und Nachteile der Entnahmesysteme zu beachten, wobei das Schneidschild die meisten Vorteile bringt.

Durch den Einsatz mobiler Fütterungseinrichtungen kann Arbeitszeit eingespart werden. Häufig ist aber die zu erwartende Arbeitserleichterung mitentscheidend. Beim Vergleich von sieben Fütterungsvarianten bildet bei der Variante Flachsilo der Fräsmischwagen das Ende einer Mechanisierungskette. Mit ihm sind insbesondere bei grösseren Beständen grosse Arbeitszeiteinsparungen möglich, da sich die Rüstarbeiten auf mehr Tiere verteilen. Für die Variante Hochsilo/Rundballen ist eine optimale Mechanisierung nicht eindeutig herauszustellen und immer von den einzelbetrieblichen Gegebenheiten abhängig. Arbeitszeiteinsparungen sind nicht so eindeutig wie beim Flachsilo, da die Futterentnahme aus dem Hochsilo wesentlich durch die Anzahl zu versorgender Tiere beeinflusst wird. Der Gesamtarbeitszeitaufwand ist aber bei allen untersuch-

ten Varianten mit dem Einsatz des Futtermischwagens deutlich reduziert. Insbesondere die Arbeitszeit für die Futtervorlage kann hierdurch erheblich verkürzt werden.

Die wirtschaftliche Beurteilung zeigt, dass der Einsatz von Mischwagen die Kosten der Verfahren wesentlich vergrössert. Selbst wenn der überbetriebliche Einsatz, wie Zumietung oder Miteigentum, ausgenutzt wird, entstehen im Vergleich zu den Verfahren mit Blockschneider, ETV-Gerät oder Handarbeit wesentlich höhere Kosten. Die Kosten für die Futterlager sind am günstigsten, wo nur Ballenlager für Heu und Grassilage benötigt werden. Einen wesentlichen Kostenschub verursachen die Entnahmefräsen für Hochsilos.

Literatur

- Bucher F., 1994. Einfluss des Futtermischwagens auf den Futterverzehr und die Leistungsmerkmale von Milchkühen. Diplomarbeit, FHL, Zollikofen.
- Daccord R., 1992. Der Futtermischwagen unter der Lupe. Möglichkeiten und Grenzen des Einsatzes. UFA-Revue 2, S. 9–12.
- DLG, 1995. Futter-Misch- und Verteilwagen. Sammelband mit DLG-Prüfberichten. DLG, Frankfurt a. M.
- DLG, 1995. Was ist beim Kauf und beim Einsatz eines Futter-Misch- und Verteilwagens zu beachten? Ergänzung zu den DLG-Prüfberichten. DLG, Frankfurt a. M.
- Gerighausen H.-G., 1995. Futtermischwagen. Rationalisierungs-Kuratorium für Landwirtschaft (RKL).
- Jans. F., 1992. Mischrationen oft mit ungenügender Struktur. Landfreund 52, S. 18–19.