

**Zeitschrift:** Landtechnik Schweiz

**Herausgeber:** Landtechnik Schweiz

**Band:** 71 (2009)

**Heft:** 3

**Rubrik:** Belüftungsheu in Mischrationen für Milchkühe : Verzicht auf  
Belüftungsheu spart Arbeitszeit und Kosten im Silobetrieb

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 03.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## Belüftungsheu in Mischrationen für Milchkühe

### Verzicht auf Belüftungsheu spart Arbeitszeit und Kosten im Silobetrieb

Franz Nydegger, Helmut Ammann, Christoph Moriz und Markus Keller, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, CH-8356 Ettenhausen, E-Mail: franz.nydegger@art.admin.ch

Ist der Einsatz von Belüftungsheu in Silagerationen notwendig und aus verfahrenstechnischer und wirtschaftlicher Sicht sinnvoll? Um diese Fragen zu beantworten, untersuchte die Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART den Verzehr von Silage mit und ohne Belüftungsheu und macht Verfahrensvergleiche bei der Futtervorlage.

Die Fütterungsversuche erfassten einerseits die Art und Weise, wie Heu in die Mischung eingebracht wird. Andererseits wurde abgeklärt, ob Belüftungsheu überhaupt verwendet werden muss und ob es auch durch andere Futtermittel wie trockene Grassilage oder Luzerneheu ersetzt werden könnte. Es zeigt sich, dass der Verzicht auf Belüftungsheu bei einer mittleren Herdenleistung keine wesentlichen Auswirkungen auf den Verzehr und die Milchleistung hat.

Der Verfahrensvergleich der Futtervorlage ist für Bestände mit 20, 40 und 60 Kühen ausgelegt; berücksichtigt werden dabei die jeweils den Bestandesgrössen angepassten Rationen: Belüftungsheu (25 %), trockene Grassilage oder Luzerneheu. Unter Berücksichtigung aller Aspekte schneidet die Variante «trockene Grassilage» arbeits- und betriebswirtschaftlich am besten ab. Zwar ist «Luzerneheu» arbeitswirtschaftlich am attraktivsten, allerdings liegen die zuteilbaren Kosten leicht höher. Beim Bestand vom 20 Kühen ist die Variante «Belüftungsheu» am arbeitsaufwändigsten. Insbesondere dann, wenn die Silage dem Hochsilo entstammt oder mit dem Blockschneider dem Flachsilo entnommen wird. Allgemein fällt bei einem Bestand von 20 Tieren auf, dass bei der manuellen Entnahme und Vorlage des Futters zudem eine wesentliche höhere körperliche Belastung vorliegt.

Je grösser die Bestände, desto deutlicher zeigt sich die Zeitersparnis bei der Futterentnahme und -vorlage durch den Fräsmischwagen. Zum einen aufgrund des Skalen- oder Grösseneffekts, zum anderen wegen des höheren Mechanisierungsgrads. Unabhängig von der Art der Futterration verursachen bei allen Bestandesgrössen die Rundballenverfahren die niedrigsten zuteilbaren Investitionen. Die höchsten beanspruchten Verfahren mit Dürrfutter (Belüftungs- und Luzerneheu).

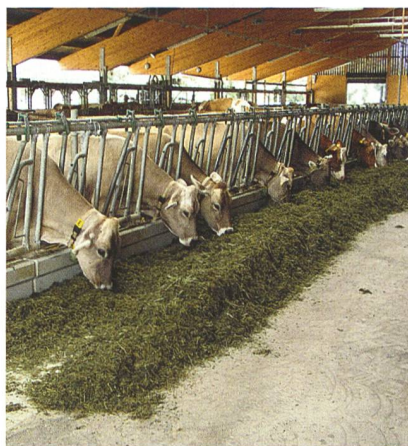


Abb. 1: Auf vielen Silobetrieben wird traditionell Belüftungsheu produziert und nach der Anschaffung eines Futtermischwagens in die Ration eingemischt.

Inhalt	Seite
Problemstellung	36
Teil 1: Fütterungsversuche	36
Teil 2: Verfahrensvergleich	37
Schlussfolgerungen	44
Literatur	45



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Volkswirtschafts-  
departement EVD  
Forschungsanstalt  
Agroscope Reckenholz-Tänikon ART



## Problemstellung

Auf Silobetrieben enthält die Ration in der Regel einen Anteil Belüftungs- oder allenfalls Bodenheu. Erfolgt die Futtervorlage mit einem Futtermischwagen, stellt jedoch relativ langes Heu ein Hindernis für die Zubereitung einer homogenen Mischung dar. Zudem wurde in der Vergangenheit oft die Forderung gestellt, das Heu nur schonend in die Mischung einzuarbeiten. Es interessiert deshalb die Frage, wie sich kurzes, geschnittenes Heu in der Ration auf Futterverzehr, Milchleistung, Arbeitszeitbedarf und Wirtschaftlichkeit auswirkt. Insbesondere für Wachstumsbetriebe oder bei Neubauentscheiden stellt sich zudem die Frage, ob der Anteil Belüftungsheu in der Ration generell reduziert werden soll und mit welchen Konsequenzen. Offen ist auch, ob Belüftungsheu durch andere Strukturkomponenten wie Grassilage mit hohem TS-Gehalt oder Luzerneheu (zugekauft oder auf dem Betrieb produziert) ersetzbar wäre. Fütterungsversuche und darauf abstützende Vergleichsversuche sollen die Auswirkungen aufzeigen.

## Teil 1: Fütterungsversuche

In den Fütterungsversuchen diente jeweils eine Standardration als Referenzverfahren. Untersucht wurden drei Versuchsreihen: Belüftungs-, Luzerneheu oder Grassilage.

Je Versuchsreihe wurde in den Rationen ein Aspekt oder ein Faktor verändert. Kuhgruppen von je 14 bis 15 Tieren erhielten jeweils die Ration des Referenz- beziehungsweise des Testverfahrens parallel vorgelegt. Dann erfolgte in der Mitte des Versuchs ein Wechsel der Gruppen, damit beide Verfahren in beiden Gruppen untersucht wurden. Die Futtervorlage erfolgte in allen Versuchen mit dem Futtermischwagen einmal pro Tag auf dem Futtertisch. Danach wurde mindestens viermal täglich mit dem Reifenschieber nachgeschoben. Damit eine ad-libitum-Fütterung gewährleistet ist, wurden Krippenreste von 5 bis 10 Prozent angestrebt. Erfasst wurde die Auswirkung der unterschiedlichen Verfahren auf den Futterverzehr der Gruppe, die Milchleistung, die Inhaltsstoffe der Milch sowie, fallweise, die Wiederkauzeit von zehn Fokustieren pro Gruppe während 24 Stunden.

Unter diesen Bedingungen liefen Versuchsreihen, die folgende Fragen beantworten sollten: Wie wirken sich Mischdauer und Homogenität auf den Futterverzehr aus? Welche Rolle spielt die Schnittlänge des Belüftungsheus? Weiter interessierten die Fragen, ob der Verzehr sinkt, wenn auf Belüftungsheu verzichtet wird in der Silageration und ob es durch andere Strukturkomponenten ersetzt werden könnte.

In den Versuchen zur Mischdauer und Homogenität stand den Versuchsgruppen zunächst eine Ration mit identischen Komponenten zur Verfügung. Untersucht wurden die Folgen unterschiedlicher Mischdauer bei 2 kg Trockensubstanz (TS) Belüftungsheu pro Kuh und Tag. Gemischt wurde bei gleicher Drehzahl (540 min<sup>-1</sup> an der Zapfwelle) mit dem Futtermischwagen «Seko Panter Unifeed 805» mit vier horizontal

Tab. 1: Rationen im Verfahrensvergleich

Verfahrensumfang ab Mähen bis Futter verfüttert.	
Fütterungstage Winter	170
Rationen Winter	100 %
Varianten	TS kg/Kuh und Tag
<b>1 Standard</b>	
Grassilage	6
Maissilage	4
Zuckerrübenschnittsilage	2
Belüftungsheu	4
Total	16
<b>2 Trockene Grassilage</b>	
Grassilage	6
Maissilage	4
Zuckerrübenschnittsilage	2
Trockene Grassilage	4
Total	16
<b>3 Luzerneheu (zugekauft)</b>	
Grassilage	8
Maissilage	4
Zuckerrübenschnittsilage	2
Luzerneheu (Zukauf)	2
Total	16

angeordneten Schnecken. Die Mischdauer bezog sich auf die Mischzeit nach dem Einfüllen aller Komponenten.

Im zweiten Versuchsteil zur Wirkung unterschiedlicher Schnittlänge des Heus bei gleicher Mischdauer enthielten die Mischungen 6 kg TS Belüftungsheu pro Kuh und Tag. Das



Abb. 2: Der Verfahrensvergleich vom Mähen über das Einlagern bis zur Fütterung enthält Varianten mit Silagerationen mit oder ohne Belüftungsheu, dem Ersatz von Belüftungsheu durch trockene Grassilage oder Luzerneheu und Varianten mit 20, 40 und 60 Kühen.



Heu stammte von derselben Parzelle und dem gleichen Schnitt und wurde gleichzeitig mit zwei verschiedenen Ladewagen eingeführt. Die Mischung «homogen» enthielt Belüftungsheu, das mit dem Kurzschnittladewagen eingebracht wurde (16 Messer, theoretische Schnittlänge 8,4 cm). Die Mischung wurde 30 Minuten lang zubereitet, bis sie optisch möglichst homogen erschien. Die Mischung «nicht homogen» enthielt mit dem Ladewagen eingebrachtes Belüftungsheu (4 Messer, theoretische Schnittlänge 28,4 cm). Die Mischdauer betrug rund 10 Minuten, damit der Futtermischwagen das Heu schonend einmischt.

Des Weiteren wurde der Anteil an Belüftungsheu in der Ration gesenkt – bis hin zu Null. Die Mischung des Referenzverfahrens enthielt, nebst den Silageanteilen, 4 kg TS Belüftungsheu pro Kuh und Tag. Dann sank der Anteil von Belüftungsheu pro Kuh und Tag auf 2 kg TS und auf 0 kg TS. Die letzte Versuchsreihe umfasste den Einsatz von «trockener Grassilage» oder Luzerneheu an Stelle von Belüftungsheu. Das Referenzverfahren enthielt, nebst den Silageanteilen, 4 kg TS Belüftungsheu pro Kuh und Tag. Im Verfahren «trockene Grassilage» war dieser Anteil durch Grassilage mit 45 Prozent TS ersetzt. Das Belüftungsheu und die trockene Grassilage stammten vom selben Feld und wurden am gleichen Tag geschnitten. Im Teil «Luzerne- statt Belüftungsheu» ist das Belüftungsheu durch 4 kg TS zugekauft französisches Luzerneheu ersetzt.

## Resultate Fütterungsversuch

Die Fütterungsversuche mit unterschiedlicher Mischdauer und unterschiedlicher Heulänge haben gezeigt, dass diese zwei Einflussgrößen bei einer Herde mit einem durchschnittlichen Leistungsniveau (rund 7000 kg/Laktation) keinen wesentlichen Einfluss auf den Verzehr und die Milchleistung der Milchkühe haben. Beim Arbeiten mit dem Futtermischwagen ist eine gute Mischung der Komponenten anzustreben. Dies ist besonders beim Zufügen von Kraftfutterkomponenten wichtig. Langes Dürrfutter verhindert die gute Durchmischung. Es ist deshalb von Vorteil, das Dürrfutter bereits beim Einführen mit dem Ladewagen mit vorhandenen Messern kurz zu schneiden.

Die Versuche, bei denen der Dürrfutteranteil reduziert wurde, ergaben, dass unter den beschriebenen Bedingungen ein Verzicht auf Dürrfutter in der Ration nur eine geringfügige Reduktion des Verzehrs er-

warten lässt. Die Versuche mit trockener Grassilage und Luzerneheu ergaben, dass es ohne negativen Einfluss auf Verzehr und Milchleistung möglich ist, das Belüftungsheu der Ration zu ersetzen.

Dies ist vor allem bei einer Neuorganisation der Fütterungstechnik, zum Beispiel im Rahmen einer grösseren Betriebsumstellung, interessant. Es bedeutet, dass auf Silobetrieben die Verfahren nach arbeits- und betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkten vereinfacht und optimal ausgerichtet werden können. Negative Einflüsse durch das Weglassen von Dürrfutter sind unter den erwähnten Bedingungen nicht zu erwarten. Auch mit Grassilage kann die notwendige Struktur in die Ration eingebracht werden. (Informationstagung Landtechnik 2007 «Silorationen» F. Nydegger)

## Teil 2: Verfahrensvergleich

Da die untersuchten Fütterungsverfahren bezüglich Leistung vergleichbar waren, stellt sich die Frage nach den betriebs- und arbeitswirtschaftlichen Konsequenzen der unterschiedlichen Fütterungsverfahren einschliesslich Futterbergung und -vorlage. Hierzu wurden verschiedene Verfahrenskombinationen ausgewählt und Annahmen getroffen, die in den Tabellen 1 bis 5 detailliert beschrieben sind.

Für Bestandesgrößen von 20, 40 und 60 Kühen wurden für den Verfahrensvergleich zunächst Varianten für Silorationen mit drei konstanten Komponenten nämlich Grassilage, Maissilage und Zuckerrübenschnittsilage berechnet. Hinzu kam eine variierende Komponente: Belüftungsfutter, trockene Grassilage oder Luzerneheu. Das zugekauft Luzerneheu musste bei allen Bestandesgrößen lediglich mit dem Frontlader eingelagert werden. Wie aus den Fütterungsversuchen hervorging, hat die Zufütterung von Luzerneheu keine Auswirkung auf die Milchleistung. Um hohe Kosten zu vermeiden, wurde Luzerneheu nur in reduzierter Menge zugefüttert. Entsprechend stieg die eingesetzte Menge Grassilage. Die Unterschiede bei der Kraftfuttermischung sind vernachlässigbar. Die Sommerfütterung bleibt unberücksichtigt. Alle Varianten wurden mit den drei entsprechenden Futterrationen für die Winterfütterung durchgerechnet (Tab. 1).

Bei einem Bestand von 20 Kühen ist der Detaillierungsgrad der gerechneten Verfahrensvarianten hoch. In Tabelle 2 sind insgesamt 12 Varianten dargestellt: Es er-

folgt eine Aufteilung nach Rationen Belüftungsfutter, trockene Grassilage sowie Luzerneheu. Innerhalb der Rationsvarianten werden je vier verschiedene Verfahren zur Ernte, Lagerung, Entnahme und Vorlage verglichen. Es sind dies Verfahren 1 (Hochsilo), Verfahren 2 (Rundballen), Verfahren 3 (Flachsilo, Entnahme- und Verteilgerät) und Verfahren 4 (Flachsilo, Blockschneider). Bei den Bestandesgrößen mit 40 und 60 Kühen sind die drei Rationsvarianten mit einem Verfahren (Flachsilo, Fräsmischwagen) berechnet (Tab. 3).

## Futterbereitstellung

Auf dem 20-Kühe-Betrieb erfolgt die Ernte der Grassilage in Eigenregie. Die durchschnittliche Parzellengröße beträgt 1,5 Hektare. Gemäht wird mit einem 2,8 Meter breiten Frontmäherwerk, das mit einem Aufbereiter im Heck kombiniert ist. Die Arbeitsbreite beim Bearbeiten wird mit 5,5 Meter, die beim Schwaden mit 3,5 Meter angenommen. Das Erntegut wird sowohl beim Hochsilo- als auch beim Flachsiloverfahren mit einem Ladewagen eingebracht. Diese Verfahren stehen auf diesen Betrieben auch für die Gewinnung des Belüftungsheus zur Verfügung, wobei mit dem Vielzweckgebläse und Teleskopverteiler eingelagert wird. Die Silage wird in Hoch- und Flachsilo oder in Rundballen gelagert. Auch bei der Variante «trockene Grassilage» mäht, bearbeitet und schwadet der Landwirt. Pressen und Wickeln der Siloballen übernimmt ein Lohnunternehmer. Die im Hochsilo eingelagerte Maissilage wird mit einem gemieteten einreihigen Maishäcksler geerntet. Ebenso werden Transport und Einlagerung in Eigenregie erledigt. Hingegen wird beim Rundballen-Verfahren auch der Mais durch den Lohnunternehmer siliert. Die Zuckerrübenschnittsilage werden beim Hochsilo-Verfahren in Ballen gekauft, ansonsten ins Flachsilo eingelagert. Den Transport übernimmt der Landwirt.

Bei einem Bestand von 40 Kühen vergrößert sich die durchschnittliche Parzelle auf 2 Hektaren. Die Arbeitsbreite steigt in der Bearbeitung der Grassilage auf 7 Meter, beim Schwaden auf 6 Meter an. Die Silage lagert in Flachsilo oder als Rundballen. Die Ernte der Grassilage wird an den Lohnunternehmer vergeben. Dieser stellt auch ein Transportfahrzeug und übernimmt das Walzen. Ein Anhänger wird zusätzlich angemietet. Für die Ernte des Belüftungsheus steht ein eigener Ladewagen zur Verfügung. Der Mais wird einreihig geerntet; bei der Einlagerung wird ein Lohnunternehmer mit dem



Tab. 2: Ausgewählte Mechanisierungen bei 20 Kühen

Ration			Belüftungsfutter Grassilage, 35 % TS Maissilage Zuckerrübenschnitzel				Grassilage, 35 % TS Grassilage, 45 % TS Maissilage Zuckerrübenschnitzel				Luzerneheu Grassilage, 35 % TS Maissilage Zuckerrübenschnitzel			
Verfahren			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
<b>Schnittheckarten</b>														
Grassilage, normal, 35 % TS	ha		6.80	6.80	6.80	6.80	6.80	6.80	6.80	6.80	9.10	9.10	9.10	9.10
Grassilage für Silageballen	ha						4.50	4.50	4.50	4.50				
Maissilage	ha		0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97
Belüftungsfutter	ha		4.50	4.50	4.50	4.50								
<b>Zukäufe</b>														
Zuckerrübenschnitzel	dt TS		68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68
	dt feucht		358	358	358	358	358	358	358	358	358	358	358	358
	dt TS													
Luzerneheu	dt trocken										80	80	80	80
<b>Lagerarten Raufutter</b>														
Grassilage normal, 35 % TS			Hochsilo	Rb	Flachsilo	Flachsilo	Hochsilo	Rb	Flachsilo	Flachsilo	Hochsilo	Rb	Flachsilo	Flachsilo
Grassilage, trocken, 45 % TS							Rb	Rb	Rb	Rb	Rb	Rb	Rb	Rb
Maissilage			Hochsilo	Rb	Flachsilo	Flachsilo	Hochsilo	Rb	Flachsilo	Flachsilo	Hochsilo	Rb	Flachsilo	Flachsilo
Zuckerrübenschnitzel			Rb	Rb	Flachsilo	Flachsilo	Rb	Rb	Flachsilo	Flachsilo	Rb	Rb	Flachsilo	Flachsilo
Dürrfutter belüftet			Walm	Walm	Walm	Walm								
Luzerneheu											Qb	Qb	Qb	Qb
<b>Entnahmetechnik Silagen</b>			von Hand	Klemm- zange	ETV- Gerät	Block- schneider	von Hand	Klemm- zange	ETV- Gerät	Block- schneider	von Hand	Klemm- zange	ETV- Gerät	Block- schneider
<b>Bedarf an Lagerraum</b>														
Hochsilo Gras	m³		95				95 m³				95 m³			
Maissilage	m³		65				65 m³				65 m³			
Flachsilo Sandwich					190	190			190				190	
Ballenlager Zuckerrübenschnitzel			34 Rb 87 m²	34 Rb 87 m²			34 Rb 87 m²	34 Rb 87 m²			34 Rb 87 m²	34 Rb 87 m²		
Grassilage, 35 % TS				73 Rb 112 m²				73 Rb 112 m²				73 Rb 112 m²		
Grassilage, 45 % TS							49 Rb 102 m²	49 Rb 102 m²	49 Rb 102 m²	49 Rb 102 m²				
Maissilage				46 Rb 81 m²				46 Rb 81 m²				46 Rb 81 m²		
Luzerneheu											20 Qb 194 m³	20 Qb 194 m³	20 Qb 194 m³	20 Qb 194 m³
<b>Loslager Dürrfutter, belüftet</b>			m³	200	200	200	200							
<b>Massgebende Mechanisierung mit Einsatz- und Besitzart</b>			Besitz-/ Einsatzart	berücksichtigte Kosten										
<b>Zugkräfte</b>														
Traktor, 4-Rad-Antrieb, 41 kW (56 PS)	Eigentum	variabel												
Traktor, 4-Rad-Antrieb, 60 kW (82 PS)	Eigentum	variabel												
Fronthydraulik mit Frontzapfwelle	Eigentum	variabel												
<b>Ernte und einlagern Raufutter</b>														
<b>Mähen und bearbeiten Grassilage und Belüftungsfutter</b>														
Frontreismäher, 2,5-3 m	Eigentum	fix u. variabel												
Aufbereiter, Dreipunktbau	Eigentum	fix u. variabel												
Kreiselheuer, 4,6-6 m	Eigentum	fix u. variabel												
Kreiselwader, 3,5-4,5 m	Eigentum	fix u. variabel												
<b>Bergen, Transport und einlagern</b>														
<b>Grassilage</b>														
Ladewagen, 20 m³	Eigentum	variabel												
Kurzschnitt zu Ladewagen	Eigentum	fix u. variabel												
Vielzweckgebläse	Eigentum	fix u. variabel												
Zubringerband zu Vielzweckgebläse	Eigentum	fix u. variabel												
Rundballenpresse	Lohnarbeit	Lohnansatz												
Wickelgerät	Lohnarbeit	Lohnansatz												
Klemmzange für Grossballen, Dreipunktbau	Eigentum	fix u. variabel												
Walztraktor für Flachsilo	Lohnarbeit	Lohnansatz												
<b>Grassilage trocken in Rundballen</b>														
Rundballenpresse	Lohnarbeit	Lohnansatz												
Wickelgerät für Rundballen	Lohnarbeit	Lohnansatz												
Klemmzange für Grossballen, Dreipunktbau	Eigentum	fix u. variabel												
<b>Maissilage</b>														
Anbaumaishäcksler, 1-reihig	Miete	Mietansatz												
Häckselwagen mit Dosiereinrichtung	Miete	Mietansatz												
Vielzweckgebläse	Eigentum	fix u. variabel												
Zubringerband zu Vielzweckgebläse	Eigentum	fix u. variabel												
Selbstfahrender Häcksler, 6-reihig	Lohnarbeit	Lohnansatz												
Häckselwagen mit Dosiereinrichtung	Miete	Mietansatz												
Press-Wickelkombination für Maisballen	Lohnarbeit	Lohnansatz												
Klemmzange für Grossballen, Dreipunktbau	Eigentum	fix u. variabel												
Walztraktor für Flachsilo	Lohnarbeit	Lohnansatz												
<b>Belüftungsfutter</b>														
Ladewagen, 13-20 m³	Eigentum	variabel												
Vielzweckgebläse	Eigentum	fix u. variabel												
Teleskopverteiler	Eigentum	fix u. variabel												
<b>Luzerneheu in Quaderballen</b>														
Frontlader, mittel, ohne Anbau	Eigentum	variabel												
Klemmzange für Grossballen zu Frontlader	Eigentum	fix u. variabel												
<b>Zuckerrübenschnitzel</b>														
Pneuwagen, 1-achsige, 7 t, kippbar	Eigentum	variabel												
Pneuwagen, 2-achsige, 8 t, kippbar	Miete	Mietansatz												
Traktor, 4-Rad-Antrieb, 70 kW (95 PS)	Lohnarbeit	Lohnansatz												
Frontlader, schwer, ohne Anbau	Lohnarbeit	Lohnansatz												
Klemmzange zu Frontlader	Lohnarbeit	Lohnansatz												
Erdschaufel zu Frontlader	Lohnarbeit	Lohnansatz												
Walztraktor für Flachsilo	Lohnarbeit	Lohnansatz												
Frontlader, mittel, ohne Anbau	Eigentum	variabel												
Klemmzange für Grossballen zu Frontlader	Eigentum	fix u. variabel												
<b>Auslagern und vorlegen Winterfutter</b>														
<b>Silagen</b>														
Handgabel	Eigentum	fix												
Klemmzange für Grossballen, Dreipunktbau	Eigentum	fix u. variabel												
ETV-Gerät	Anteil, 50 %	fix u. variabel												
Blockschneider, 1-1,4 m³	Anteil, 50 %	fix u. variabel												
<b>Dürrfutter, belüftet</b>														
Handgabel	Eigentum	fix												
<b>Luzerneheu</b>														
Frontlader, mittel, ohne Anbau	Eigentum	variabel												
Klemmzange für Grossballen zu Frontlader	Eigentum	fix u. variabel												
<b>Nachschieben Raufutter</b>														
Handgabel	Eigentum	fix												

Rb: Rundballen  
Qb: Quaderballen  
ETV-Gerät: Entnahme- und Verteilgerät  
eingesetzte Maschinen



Tab. 3: Ausgewählte Mechanisierungen bei 40 und 60 Kühen

Tierbestand				40 Kühe			60 Kühe		
Ration				Belüftungs- Grassilage, 35 % TS Maissilage Zuckerrüben- schnittzel	Grassilage, 35 % TS Grassilage, 45 % TS Maissilage Zuckerrüben- schnittzel	Grassilage, 35 % TS Maissilage Luzerneheu	Belüftungs- Grassilage, 35 % TS Maissilage Zuckerrüben- schnittzel	Grassilage, 35 % TS Grassilage, 45 % TS Maissilage Zuckerrüben- schnittzel	Grassilage, 35 % TS Maissilage Luzerneheu
<b>Schnitthektaren</b>									
Grassilage, normal, 35 % TS	ha			13.60	13.60	18.10	20.40	20.40	27.20
Grassilage für Silageballen	ha				9.10			13.60	
Maissilage	ha			1.94	1.94	1.94	2.91	2.91	2.91
Belüftungsfutter	ha			9.10			13.60		
<b>Verkauf Raufutter</b>									
Stehend ab Feld	ha					1.54			2.26
<b>Zukäufe</b>									
Zuckerrübenschnittzel	dt TS			136	136	136	204	204	204
	dt feucht			716	716	716	1074	1074	1074
Luzerne-Dürrfutter	dt TS					136			204
	dt trocken					160			240
<b>Lagerarten Raufutter</b>									
Grassilage normal, 35 % TS				Flachsilo	Flachsilo	Flachsilo	Flachsilo	Flachsilo	Flachsilo
Grassilage, trocken, 45 % TS					Rundballen			Rundballen	
Maissilage				Flachsilo	Flachsilo	Flachsilo	Flachsilo	Flachsilo	Flachsilo
Zuckerrübenschnittzel				Flachsilo	Flachsilo	Flachsilo	Flachsilo	Flachsilo	Flachsilo
Dürrfutter belüftet				Walm/Greiferanlage			Walm/Greiferanlage		
Luzerneheu						Quaderballen			Quaderballen
<b>Entnahmetechnik Silagen</b>				Fräsmischwagen	Fräsmischwagen Frontlader	Fräsmischwagen	Fräsmischwagen	Fräsmischwagen Frontlader	Fräsmischwagen
<b>Bedarf an Lagerraum</b>									
Flachsilo Sandwich				380	380	440	560	560	650
Ballenlager	Grassilage, 45 % TS	m <sup>3</sup>			98 Rb 180 m <sup>2</sup>			146 Rb 260 m <sup>2</sup>	
	Luzerneheu					40 Qb 280 m <sup>3</sup>			60 Qb 350 m <sup>3</sup>
Loselager	Dürrfutter, belüftet	m <sup>3</sup>		400			600		
<b>Massgebende Mechanisierung mit Besitz- und Einsatzart</b>									
	Besitz-/Einsatzart	berücksichtigte Kosten							
<b>Zugkräfte</b>									
Traktor, 4-Rad-Antrieb, 50 kW (68 PS)	Eigentum	variabel							
Traktor, 4-Rad-Antrieb, 70 kW (95 PS)	Eigentum	variabel							
Fronthydraulik mit Frontzapfwelle	Eigentum	variabel							
<b>Ernte und einlagern Raufutter</b>									
Mähen und bearbeiten Grassilagen und Belüftungsfutter									
Frontkreiselmäher, 2,5-3 m	Eigentum	fix u. variabel							
Aufbereiter, Dreipunktanbau	Eigentum	fix u. variabel							
Kreiselheuer, 6,1-7,5 m	Eigentum	fix u. variabel							
Doppelkreiselchwader, Mittelablage, 5,5-6,5 m	Eigentum	fix u. variabel							
<b>Bergen, Transport und Einlagern Grassilage</b>									
Selbstfahrender Häcksler mit Pick-up	Lohnarbeit	Lohnansatz							
Häckselwagen mit Dosiereinrichtung	Miete	Mietansatz							
Walztraktor für Flachsilo	Lohnarbeit	Lohnansatz							
<b>Grassilage trocken in Rundballen</b>									
Rundballenpresse	Lohnarbeit	Lohnansatz							
Wickelgerät für Rundballen	Lohnarbeit	Lohnansatz							
Frontlader, schwer, ohne Anbau	Eigentum	variabel							
Klemmzange für Grossballen	Eigentum	fix u. variabel							
<b>Maissilage</b>									
Anbaumaishäcksler, 1-reihig	Miete	Mietansatz							
Anbaumaishäcksler, schwenkbar, 2-reihig	Lohnarbeit	Lohnansatz							
Häckselwagen mit Dosiereinrichtung	Miete	Mietansatz							
Walztraktor für Flachsilo	Lohnarbeit	Lohnansatz							
<b>Belüftungsfutter</b>									
Ladewagen, 13-20 m <sup>3</sup>	Eigentum	variabel							
Ladewagen, über 20 m <sup>3</sup>	Eigentum	variabel							
Greiferanlage	Eigentum	fix u. variabel							
<b>Luzerneheu in Quaderballen</b>									
Frontlader, mittel, ohne Anbau	Eigentum	variabel							
Klemmzange für Grossballen zu Frontlader	Eigentum	fix u. variabel							
<b>Zuckerrübenschnittzel</b>									
Pneuwagen, 1-achs, 7 t, kippbar	Eigentum	variabel							
Pneuwagen, 2-achs, 8 t, kippbar	Miete	Mietansatz							
Traktor, 4-Rad-Antrieb, 70 kW (95 PS)	Lohnarbeit	Lohnansatz							
Frontlader, schwer, ohne Anbau	Lohnarbeit	Lohnansatz							
Frontlader, schwer, ohne Anbau	Eigentum	variabel							
Erdschaufel zu Frontlader	Lohnarbeit	Lohnansatz							
Erdschaufel zu Frontlader	Eigentum	variabel							
Walztraktor für Flachsilo	Lohnarbeit	Lohnansatz							
<b>Auslagern und vorlegen Winterfutter Silagen</b>									
Handgabel	Eigentum	fix							
Fräsmischwagen, 7 m <sup>3</sup>	Eigentum	fix u. variabel							
Fräsmischwagen, 10 m <sup>3</sup>	Eigentum	fix u. variabel							
Frontlader, schwer, ohne Anbau	Eigentum	variabel							
Klemmzange für Grossballen	Eigentum	fix u. variabel							
<b>Dürrfutter, belüftet</b>									
Greiferanlage	Eigentum	fix u. variabel							
<b>Luzerneheu</b>									
Frontlader, mittel, ohne Anbau	Eigentum	variabel							
Klemmzange für Grossballen zu Frontlader	Eigentum	fix u. variabel							
<b>Nachschieben Raufutter</b>									
Hoflader zu Reifenschieber	Eigentum	variabel							
Reifenschieber	Eigentum	fix u. variabel							

Rb: Rundballen

Qb: Quaderballen

eingesetzte Maschinen



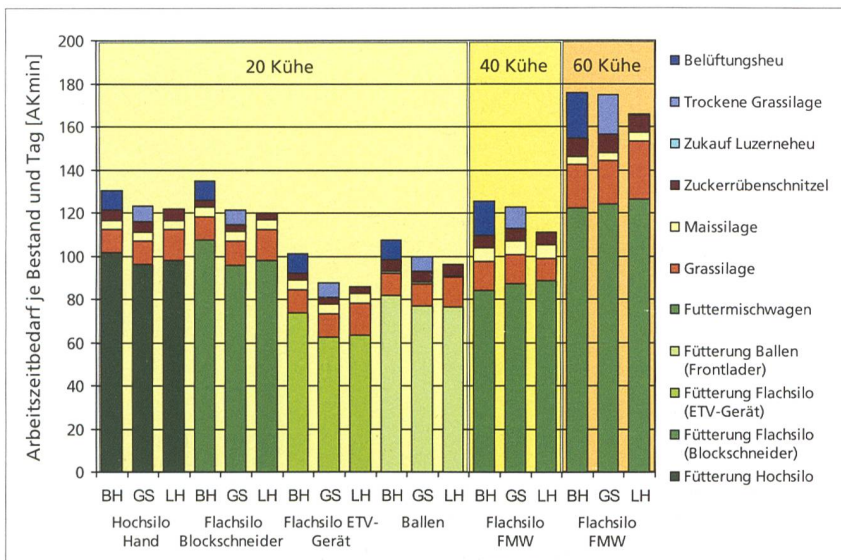


Abb. 3: Arbeitszeitbedarf je Bestand und Tag bei einer Herdengrösse von 20 bis 60 Kühen und unterschiedlichen Varianten.

Walzen beauftragt. Für den Transport der Zuckerrübenschnitzel stehen ein eigener und ein zugemieteter Anhänger zur Verfügung.

Auch Bestandesgrösse von 60 Kühen erfolgt die Ernte der Grassilage gleich wie bei einem Bestand von 40 Tieren. Die Silage lagert in Flachsilo oder als Rundballen. Hingegen steht für das Bergen des Belüftungsheus ein grösserer Ladewagen zur Verfügung. Die Maisernte erfolgt zweireihig durch den Lohnunternehmer. Der Landwirt erledigt den Transport, der Lohnunternehmer das Walzen. Für den Transport der Zuckerrübenschnitzel verfügt der Landwirt wiederum über einen eigenen und einen zugemieteten Anhänger.

## Fütterung

Beim Bestand von 20 Kühen wird die Silage von Hand dem Hochsilo entnommen. Das Futter wird mit dem Silowagen manuell vorgelegt. Auch das Belüftungsheu und die Rundballen werden manuell entnommen, vorgelegt und nachgeschoben. Für den Umschlag der Silo- und Luzerneballen dient ein Frontlader mit Klemmzange.

Unterschieden werden bei der Bestandesgrösse 20 Kühe zwei Fütterungsverfahren der im Flachsilo gelagerten Silage: die Entnahme mit dem Blockschneider (manuelle Vorlage) oder die maschinelle Entnahme und Vorlage mit einem Entnahme- und Verteilgerät (ETV-Gerät). Heufütterung und Futternachschieben erfolgt in beiden Fällen von Hand.

Bei den Beständen mit 40 und 60 Kühen holt der Fräsmischwagen die Silage aus dem

Flachsilo. Das Heu wird mit einem Greifer zugegeben. Für den Ballenumschlag steht auch hier ein Frontlader bereit. Ein Reifenschieber macht ein manuelles Futternachschieben überflüssig.

## Arbeitswirtschaftliche Bewertung der Verfahren

Die arbeitswirtschaftliche Bewertung berücksichtigt den gesamten Arbeitszeitbedarf. Bei der Futterbereitung sind somit nebst der Gras- und Maissilageernte auch Transport und Einlagerung der Zuckerrübenschnitzel berücksichtigt. In Abhängigkeit der unterschiedlichen Varianten zählt auch die Gewinnung von Belüftungsheu und trockener Grassilage beziehungsweise Zukauf und Bereitstellung von Luzerneheu dazu. Unberücksichtigt bleibt der Zukauf von Kraft- und Mineralfuttermitteln. Die Fütterung wiederum umfasst neben Futterentnahme, -transport und -vorlage auch die Verzehrskontrolle, das Nachschieben des Futters sowie die Reinigung der Futterkrippe.

Abbildung 3 zeigt die Ergebnisse des Vergleichs unterschiedlicher Varianten und Verfahren bei Beständen von 20 bis 60 Kühen. Der Arbeitszeitbedarf ist angegeben in Arbeitskraftminuten (AKmin) je Bestand und Tag. Der Gesamtarbeitszeitbedarf für die Bereitstellung der erforderlichen Futtermengen ist in einen täglichen Zeitbedarf umgerechnet. Hierfür wurden 170 Winterfütterungstage angenommen. Der Arbeitszeitbedarf für die Fütterung beträgt zwischen rund 62 und 107 AKmin je Bestand und Tag. Diese Differenzen ergeben sich in erster Linie aus den verschiedenen gewähl-

ten Verfahren. Der Einfluss der unterschiedlichen Varianten Belüftungsheu, trockene Grassilage und Zukauf Luzerneheu ist innerhalb eines Verfahrens weniger auffällig. Lediglich bei den Flachsiloverfahren zeigt die Variante Belüftungsheu einen merklich höheren Zeitbedarf. Ins Gewicht fällt hier die manuelle Entnahme und Vorlage des Heus, während sowohl die trockene Grassilage als auch das zugekaufte Luzerneheu mit dem Frontlader in den Stall gefahren werden. Insgesamt verursacht das Verfahren Flachsilo mit ETV-Gerät den niedrigsten Arbeitszeitbedarf. Hier kann das Futter maschinell entnommen und vorgelegt werden. Das Verfahren Ballen weist einen nur geringfügig höheren Zeitbedarf auf. Die Entnahme erfolgt ebenfalls maschinell mit dem Frontlader, das Futter wird manuell vorgelegt. Gleiches gilt auch für das Verfahren Flachsilo mit Blockschneider. Der zeitliche Bedarf liegt jedoch deutlich höher, da die Futterentnahme mit dem Blockschneider wesentlich mehr Zeit in Anspruch nimmt. Das Verfahren ist mit der manuellen Entnahme und Vorlage aus dem Hochsilo vergleichbar. Zu berücksichtigen bleibt allerdings, dass die körperliche Belastung gerade bei der manuellen Futterentnahme aus dem Hochsilo sehr gross ist und vor allem bei grösseren Herden stark ins Gewicht fällt.

Unterschiede ergeben sich auch bei der Bereitstellung der Futtermittel. Es fällt auf, dass die Variante Zukauf Luzerneheu einen höheren Zeitbedarf bei der Grassilageernte verursacht. Da die Menge an teuer zugekauftem Luzerneheu im Vergleich zu den Varianten Belüftungsheu und trockene Grassilage reduziert wurde, muss dieser Ausfall durch mehr Grassilage in der Ration kompensiert werden. Damit erklärt sich der höhere Zeitbedarf für die Grassilageernte. Zwischen den Verfahren Hochsilo, Flachsilo und Ballen ergeben sich bei den erforderlichen Erntemengen nur geringfügige Unterschiede. Die eingesparte Zeit bei der Ernte von Silageballen durch den Lohnunternehmer neutralisiert sich durch den hohen Zeitbedarf des Ballentransports. Hingegen liegt bei der Maissilageernte der Zeitbedarf für das Verfahren Ballen deutlich tiefer. Der Einsatz des Lohnunternehmers schlägt zu Buche. Die Verfahren Hoch- und Flachsilo unterscheiden sich wiederum nur in geringem Masse. Zuckerrübenschnitzel lassen sich lose wesentlich schneller transportieren und im Flachsilo einlagern als in Ballenform.

Gemeinsam sind die Futtermittel Belüftungsheu, trockene Grassilage und zugekauft Luzerneheu zu bewerten, da sie jeweils als



Substitut in der Ration eingesetzt werden. Erwartungsgemäss verursacht der Zukauf von Luzerneheu den geringsten Zeitbedarf; dafür ist er mit hohen Kosten verbunden. Die trockene Grassilage schneidet deutlich besser ab als das Belüftungsheu. Zum einen werden Pressen und Wickeln an den Lohnunternehmer vergeben, zum anderen ist beim Belüftungsheu ein zusätzlicher Wendevorgang notwendig und die Einlagerung ist zeitaufwändig.

Insgesamt müssen für die verschiedenen Verfahren zwischen rund 86 und 135 AKmin je Bestand und Tag veranschlagt werden. Der unterschiedliche Zeitbedarf bei der Fütterung fällt jedoch wesentlich deutlicher ins Gewicht als derjenige der Futterbereitung. Der zweite Vergleich betrachtet das Verfahren Flachsilo bei Beständen mit 20, 40 und 60 Kühen. Für die Fütterung kommen ein Blockschneider und ein ETV-Gerät (20 Kühe) sowie ein Futtermischwagen (40 und 60 Kühe) zum Einsatz. Abbildung 4 zeigt den Arbeitszeitbedarf je Kuh und Tag für die verschiedenen Verfahren und die unterschiedlichen Varianten. Die Darstellung des Arbeitszeitbedarfs in AKmin je Kuh und Tag an Stelle von AKmin je Bestand und Tag wurde bewusst gewählt, damit die abweichenden Herdengrössen miteinander verglichen werden können.

Bei der Fütterung ergeben sich deutliche Vorteile zu Gunsten grösserer mit dem Futtermischwagen gefütterter Bestände. Die zeitlichen Einsparungen entspringen Grösseneffekten und höherer Mechanisierung bei Futterentnahme und -vorlage. Die Unterschiede zwischen einer 40-Kuh- und

einer 60-Kuh-Herde sind gering. Auch die Differenzen zwischen den Varianten Belüftungsheu, trockene Grassilage und Zukauf Luzerneheu sind beim Verfahren Flachsilo und Futtermischwagen von untergeordneter Bedeutung. Der Zeitbedarf für die Fütterung liegt bei diesen Beständen zwischen rund 2,0 und 2,2 AKmin je Kuh und Tag. Hingegen bedarf die Fütterung des 20-Kuh-Bestands beim Einsatz eines ETV-Geräts 3,1 bis 3,7 AKmin je Kuh und Tag. Noch mehr Zeit erfordert das Verfahren mit dem Blockschneider. Hier sind je Kuh und Tag zwischen 4,8 und 5,4 AKmin mehr aufzuwenden. Auch die Unterschiede zwischen den gewählten Varianten fallen bei den Verfahren Blockschneider und ETV-Gerät deutlicher aus.

Bei der Futterbereitstellung haben die Abweichungen im Zeitbedarf mehrere Gründe. Auch hier sind Grösseneffekte und die teilweise bessere Mechanisierung in der Aussenwirtschaft Ursache. Bei der Grassilageernte ergibt sich wiederum für alle Verfahren ein höherer Zeitbedarf für die Variante Zukauf Luzerneheu, der sich mit dem Mehrbedarf an Grassilage begründet. Bei den grösseren Herden liegen die Zeiteinsparungen je Kuh und Tag im Bereich von 40 Prozent. Bei der Maissilage sind ähnliche Effekte zu erkennen. Insbesondere bei der grosszügigen Vergabe der Arbeiten an Lohnunternehmen sind arbeitswirtschaftliche Vorteile erzielbar. Hingegen zeigen sich beim Transport und der Einlagerung von Zuckerrübenschnitzeln keine nennenswerten Unterschiede, da sich die Kapazitäten nicht unterscheiden.

Der Vergleich zeigt, dass der Zukauf von Luzerneheu den geringsten Zeitbedarf erfordert, da lediglich die Einlagerung vom Betrieb übernommen wird. Aus den gleichen Gründen wie in der ersten Gegenüberstellung beschrieben, benötigt die Gewinnung von trockener Grassilage weniger Zeit als jene von Belüftungsheu, wobei sich auch bei diesen Verfahren zusätzliche Grösseneffekte ergeben. Je Kuh fallen insgesamt zwischen 2,8 und 6,8 AKmin täglicher Arbeitszeit an. Wiederum ergeben sich die deutlichsten Unterschiede im Bereich Fütterung, und die Ursache sind wiederum Grösseneffekte und Mechanisierungsgrad. Je Bestand und Tag liegt der Zeitbedarf zwischen rund 86 (20 Kühe, Zukauf Luzerneheu, ETV-Gerät) und 176 AKmin (60 Kühe, Belüftungsheu, Futtermischwagen).

## Betriebswirtschaftlicher Vergleich

Bei den ausgewählten Mechanisierungen ist vorgegeben, dass Maschinen und Geräte je nach Art und mutmasslicher Auslastung im Eigentum, in Miete oder auch im Lohn eingesetzt werden. Damit ist angestrebt, dass die Maschinen und Geräte wirtschaftlich sinnvoll verwendet sind.

Luzerneheu wird zugekauft. Dadurch wird in der betreffenden Ration weniger betriebseigenes Raufutter verwertet und folglich sinkt der Bedarf eigener Raufutterfläche. Futterfläche, die nicht dem Eigenbedarf dient, wird stehend ab Feld verkauft. Bei 20 Kühen sind es 74, bei 40 Kühen 154 und bei 60 Kühen 226 Aren. Die Entschädigung für eine Jahresnutzung beträgt Fr. 716.-/ha.

Die Zuckerrübenschnitzel werden beim Bestand von 20 Kühen in Rundballen beschafft, wenn Gras- und Maissilage in Hochsilos oder in Ballen gelagert werden. Ist ein Flachsilo gegeben, werden die Schnitzel wie auch die übrige Silage im Sandwich-Verfahren abgeladen. Bei den Tierbeständen mit 40 und 60 Kühen werden die Zuckerrübenschnitzel ebenfalls in den Flachsilos gelagert.

### Zuteilbare Investitionen

Die zuteilbaren Investitionen umfassen jene Maschinen, Geräte, Einrichtungen, Silos und Gebäude, die nur im Zusammenhang mit der Futterbeschaffung, -lagerung, -entnahme und -vorlage benötigt werden. Bei den Maschinen, beispielsweise Kreiselheuer und -schwader, gelten die ART-Richtwerte als Basis. Bei den Silos, dem Dürrfutter- und Ballenlager sowie den mechanischen Einrich-

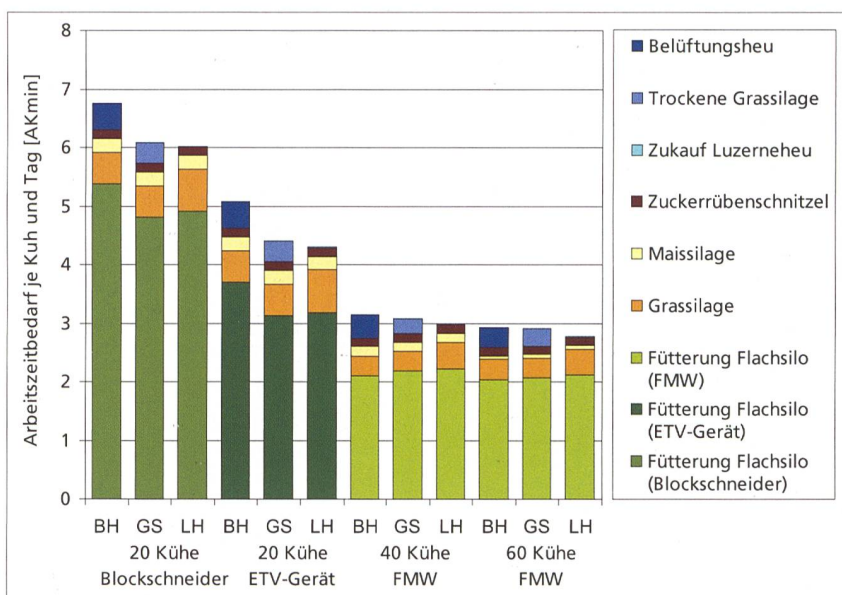


Abb. 4: Arbeitszeitbedarf je Tier und Tag bei unterschiedlichen Herdengrössen und verschiedenen Varianten.



Tab. 4: Ausgewählte Verfahren, zuteilbare Investitionen, Kosten und Arbeitszeitbedarf bei 20 Kühen

Ration Verfahren	Belüftungsfutter/Gras- und Maissilage, Zuckerrübenschnitzel				Gras- und Maissilage, Zuckerrübenschnitzel				Gras- und Maissilage, Zuckerrübenschnitzel, Luzerne-Dürrfutter			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
<b>Schnitthecken</b>												
Grassilage, normal, 35 % TS	6.80	6.80	6.80	6.80	6.80	6.80	6.80	6.80	9.10	9.10	9.10	9.10
Grassilage für Silageballen	0.97	0.97	0.97	0.97	4.50	4.50	4.50	4.50	0.97	0.97	0.97	0.97
Maissilage	4.50	4.50	4.50	4.50								
Belüftungsfutter												
Zukäufe	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68
Zuckerrübenschnitzel	358	358	358	358	358	358	358	358	358	358	358	358
Luzerneheu									80	80	80	80
<b>Lagerarten Raufutter</b>												
Grassilage normal, 35 % TS		Rundballen	Flachsilo	Flachsilo	Hochsilo	Rundballen	Flachsilo	Flachsilo	Hochsilo	Rundballen	Flachsilo	Flachsilo
Grassilage, trocken, 45 % TS												
Maissilage		Rundballen	Flachsilo	Flachsilo	Rundballen	Rundballen	Flachsilo	Flachsilo	Hochsilo	Rundballen	Flachsilo	Flachsilo
Zuckerrübenschnitzel		Rundballen	Flachsilo	Flachsilo	Rundballen	Rundballen	Flachsilo	Flachsilo	Hochsilo	Rundballen	Flachsilo	Flachsilo
Dürrfutter belüftet		Walim/Gebälse	Walim/Gebälse	Walim/Gebälse					Quaderballen	Quaderballen	Quaderballen	Quaderballen
Luzerneheu									von Hand	Klemmzange	ETV-Gerät	Block-
<b>Entnahmetechnik Silagen</b>												
	von Hand	Klemmzange	ETV-Gerät	Block-	von Hand	Klemmzange	ETV-Gerät	Block-	von Hand	Klemmzange	ETV-Gerät	Block-
				schneider				schneider				schneider
<b>Bedarf an Lagerraum</b>												
Hochsilo	95				95 m³				95 m³			
Gras	65				65 m³				65 m³			
Maissilage												
Sandwich												
Ballenlager												
Flachsilo												
Zuckerrübenschnitzel												
Grassilage, 35 % TS	34 Rb/87 m²	34 Rb/87 m²	190	190	34 Rb/87 m²	34 Rb/87 m²	190	190	34 Rb/87 m²	34 Rb/87 m²	190	190
Grassilage, 45 % TS	73 Rb/112 m²	73 Rb/112 m²			73 Rb/112 m²	73 Rb/112 m²			73 Rb/112 m²	73 Rb/112 m²		
Maissilage												
Luzerneheu												
Dürrfutter, belüftet		46 Rb/81 m²			46 Rb/81 m²	46 Rb/81 m²			46 Rb/81 m²	46 Rb/81 m²		
<b>Loselager</b>	200	200	200	200					20 Qb/194 m³	20 Qb/194 m³		20 Qb/194 m³
<b>Zuteilbare Investitionen</b>												
Maschinen und Geräte												
Ernte Raufutter	Fr. 62'000	52'400	48'000	48'000	66'200	56'600	52'200	52'200	66'000	56'400	52'000	52'000
Entnahme und Vorlage Raufutter	Fr.											
Mechanische Einrichtungen	Fr.											
Teleskopverteiler/Heubelüftung	Fr. 24'700	24'700	24'700	24'700								
Futterlager	Fr. 48'800				48'800				48'800			
Hochsilo	Fr. 38'200	38'200	38'200	38'200								
Flachsilo	Fr. 38'200											
Dürrfutter, lose, belüftet	Fr. 4'700	15'100			10'200	20'600	5'500	5'500	25'300	25'300	25'300	25'300
Dürrfutter in Quaderballen (Luzerne)	Fr.											
Silagen in Rundballen	Fr. 178'400	130'400	144'400	143'200	125'200	48'000	91'200	90'000	144'800	96'800	116'300	115'100
<b>Total</b>												
Differenzen zu Verfahren 1	Fr. 9'582	11'653	8'796	8'796	11'176	13'251	10'502	10'502	9'299	12'130	8'951	8'951
<b>Zuteilbare Kosten</b>												
Maschinen für Ernte Raufutter	Fr. 2'624	1'094	2'289	2'624	157	1'184	2'446	2'784	92	1'344	2'478	2'908
Mech. Einr. (Heubelüftung, Teleskopverteiler)	Fr.											
Futterlager	Fr. 3'377				3'377				3'377			
Hochsilo	Fr. 1'792	1'792	1'792	1'792								
Flachsilo	Fr. 1'792	1'792	1'792	1'792								
Dürrfutter, lose, belüftet	Fr. 309	993			670	1'354	361	361	1'364	1'364	1'364	1'364
Dürrfutter in Quaderballen (Luzerne)	Fr. 3'670	3'670	1'915	1'915	3'670	3'670	1'915	1'915	3'670	3'670	1'915	1'915
Silagen in Rundballen	Fr. 21'354	21'826	20'008	20'346	19'050	19'459	17'816	18'154	21'311	22'701	20'861	21'291
Zukäufe	Fr.											
ZR-Schnitzel	Fr. 472	472	1'346	1'008		409	1'234	896	21'311	22'701	20'861	21'291
Luzerne-Quaderballen	Fr.											
<b>Total</b>												
Differenz zu Verfahren 1	Fr. 21'354	21'826	20'008	20'346	19'050	19'459	17'816	18'154	21'311	22'701	20'861	21'291
<b>Verkauf Gras ab Feld</b>												
Raufutter, 0.74 ha à Fr. 716	Fr. 21'354	21'826	20'008	20'346	19'050	19'459	17'816	18'154	21'311	22'701	20'861	21'291
<b>Total, bereinigt mit Zu- und Verkäufen</b>												
Differenz zu Verfahren 1	Fr. 472	472	1'346	1'008		409	1'234	896	21'311	22'701	20'861	21'291
<b>Arbeitszeitbedarf</b>												
Ernte und Einlagerung Raufutter	Akh 106	76	88	88	93	70	78	78	85	56	67	67
Entnahme und Vorlage Raufutter	Akh 279	225	203	295	265	211	171	264	270	210	175	269
<b>Total</b>	Akh 385	301	291	383	358	281	171	342	355	266	171	336
Differenz zu Verfahren 1		-84	-94	-2		-77	-187	-16		-89	-184	-19

Rb: Rundballen, Qb: Quaderballen, Akh: Arbeitskraftstunden



tungen dienen die Richtwerte des ART-Preisbaukastens als Grundlage. Bei Einrichtungen und Gebäuden wird von Unternehmerpreisen ausgegangen. Eigenleistungen sind nur bei den Flachsilois berücksichtigt.

Unabhängig von der gewählten Futterration beanspruchen die Verfahren mit Rundballen bei allen Varianten am wenigsten zuteilbare Investitionen. Im Vergleich zu den Hoch- und Flachsilois sind bei den Rundballen nur einfache, befahrbare Lagerplätze vorgegeben. Verfahren mit Dürffutter beanspruchen die höchsten Investitionen. Lagerräume, Beschickungs- und Belüftungsanlagen (u. a. Teleskopverteiler und Greiferanlagen) sind teuer.

### Zuteilbare Kosten

Die zuteilbaren Kosten umfassen jene Beträge, die einen direkten Einfluss auf das landwirtschaftliche Einkommen haben. Bei Maschinen und Geräten, die nur für die Futtermittelkonservierung oder die -vorlage benötigt werden, sind die fixen und variablen Kosten berücksichtigt, Beispiele sind die Kreiselheuer und Fräsmischwagen. Bei Maschinen und Geräten, die für diverse Arbeiten auf dem Betrieb gebraucht werden, sind nur die variablen Kosten verrechnet, zum Beispiel bei den Traktoren. Der Platz für die Remisierung der Maschinen gilt als ausreichend und die Wartungsarbeit wird ohne zusätzliche Fremdkosten erledigt. Diese beiden Kostenbereiche sind in den Berechnungen nicht eingeschlossen.

Es ist organisatorisch und wirtschaftlich sinnvoll, einige Arbeiten im Lohn oder mit Mietgeräten zu erledigen, zum Beispiel pressen und wickeln von Silageballen. Verrechnet werden die zugemieteten Maschinen und Lohnarbeiten nach den ART-Richtwerten. Handelspreise gelten bei den zugekauften Zuckerrübenschnitzeln und beim Luzerneheu. Der Preis für Zuckerrübenschnitzeln in Rundballen ist bei Fr. 10.25/dt festgelegt, bei losen Schnitzeln sind es Fr. 5.35/dt. Das Luzerneheu wird zu Fr. 40.-/dt geliefert.

### Details zu den Berechnungen

#### Tierbestand: 20 Kühe

#### Zuteilbare Investitionen

Die zuteilbaren Investitionen bei Rationen mit Belüftungsfutter variieren im Bereich von 130 000 bis 178 000 Franken (Tab. 4). Bei den Varianten mit trockener Grassilage liegen sie zwischen 77 000 und 125 000 und bei den Varianten mit Luzernefutter betragen sie zwischen 97 000 und 145 000 Franken. Am günstigsten sind Verfahren, bei denen Gras- und Maissilage in Rundballen hergestellt wird. Hier zeigt sich die Auswirkung der ein-

fachen Ballenlager. Am meisten Kapital beanspruchen Verfahren mit Hochsilois.

#### Zuteilbare Kosten

Die zuteilbaren Kosten sind bei den Verfahren mit Gras-, Mais- und Zuckerrübenschnitzelsilage am geringsten, zwischen 17 800 und 19 500 Franken. Die höchsten Kosten weisen die Verfahren mit Belüftungsfutter aus mit 20 000 bis 21 800 Franken. Dabei gewichten vor allem die Dürffutterlager mit den kostenintensiven Anlagen zur Futterförderung und Futterbelüftung. Innerhalb der einzelnen Rationen sind jeweils diejenigen Varianten mit Flachsilo am kostensparendsten. Dabei ist zu beachten, dass im Gegensatz zu den Verfahren mit Rundballen oder Flachsilo bei den Hochsilois keine mechanische Entnahme und Vorlage des Futters vorgegeben ist, mit der Folge, dass in den Verfahren mit Hochsilois für den Massenumschlag mehr Handarbeit anfällt. Von der Ernte bis zu Futtervorlage fallen bei den Hochsilo-Verfahren zwischen 355 und 385 Arbeitsstunden an. Den geringsten Arbeitszeitbedarf benötigen die Verfahren mit Flachsilo, wenn ein Entnahme- und Verteilergerät (ETV-Gerät) zum Einsatz kommt; die Ersparnis liegt zwischen 171 und 291 Arbeitskraftstunden. Im Vergleich zu den arbeitsintensivsten Verfahren sind dadurch je Jahr zwischen 94 und 187 Arbeitsstunden weniger aufzubringen. Die Entnahme mit dem ETV-Gerät und dem Blocksneider setzt voraus, dass diese Geräte in einer Gemeinschaft angekauft wurden und sich nur 50 Prozent im Eigentum befinden. Damit reduzieren sich die fixen Kosten dieser Geräte für den Betrieb auf die Hälfte.

#### Tierbestände: 40 und 60 Kühen

Für die grossen Bestände lagern Gras-, Mais- und Zuckerrübenschnitzelsilage in einem Flachsilo. Die trockene Grassilage wird in Rundballen geerntet. Greiferanlagen kommen bei Rationen mit Belüftungsfutter zum Einsatz. Der Fräsmischwagen dient bei Flachsilois der Silageentnahme und -vorlage.

#### Zuteilbare Investitionen

Bei den Verfahren für 40 Kühe liegen die zuteilbaren Investitionen im Bereich von 184 000 bis 319 000 Franken (Tab. 5). Bei jenen für 60 Kühe betragen sie 221 000 bis 403 000 Franken. Die Mechanisierung ist bei beiden Bestandesgrößen dieselbe mit Ausnahme des Fassungsvermögens des Fräsmischwagens: Bei 40 Kühen genügen 7 m<sup>3</sup>, 60 Kühe benötigen 10 m<sup>3</sup>.

Belüftetes Dürffutter benötigt auch bei diesen Bestandesgrößen am meisten Investitionen. Für Lagerraum, Greiferanlage und

Belüftung benötigen 40 Kühe ein Investitionsvolumen von 148 000 Franken, 60 Kühe 201 000 Franken. Zwischen 37 000 und 45 000 Franken beanspruchen die Ballenlager für das Luzernefutter, jene für Silage 53 000 und 91 000 Franken. Der Neuwert der Maschinen und Geräte, die nur für den Futterbau und -umschlag benötigt werden, beträgt bei 40 Kühen zwischen 117 300 und 121 300, bei 60 Tieren zwischen 124 300 und 128 300 Franken.

#### Zuteilbare Kosten

Finanziell erweist sich sowohl bei 40 und 60 Kühen die Kombination von Gras-, Mais- und Zuckerrübenschnitzelsilage am günstigsten: 40 Kühe verursachen 38 400, 60 Kühe 50 900 Franken zuteilbare Kosten je Jahr. Belüftungsfutter kostet bei 40 Kühen 44 900 und bei 60 Kühen 59 200 Franken. Leicht höhere Kosten als Belüftungsfutter entstehen beim Zukauf von Luzerneheu. Bei 40 Kühen sind es 45 200 und bei 60 Kühen 59 600 Franken. Diese Werte vernachlässigen jedoch den Verkauf des nicht benötigten, stehenden Futters ab Feld. Auch der eingesetzte Preis für Luzerne ist von erheblicher Bedeutung, denn die Bedingungen des Zukaufs können erheblich variieren, je nach Qualität des angebotenen Futters.

In allen Vergleichen ist zu beachten, dass der Arbeitszeitbedarf unterschiedlich ist. Am günstigsten sind Verfahren, bei denen Luzerne-Dürffutter zugekauft wird. Sie liegen um 66 beziehungsweise um 78 Arbeitsstunden günstiger als jene mit Belüftungsfutter. Von Bedeutung ist somit, ob und wie die nicht benötigte Arbeitszeit verwertet wird. Sie können entweder einkommensbildend eingesetzt werden oder zu einer Reduktion der Gesamtarbeitszeit führen.

## SCHLEPPSCHLAUCH- VERTEILER



NR. 1 IN TECHNIK

- Verstopfungsfrei
- Hangtauglich
- Verschleissarm
- Kompakte Bauform
- Tiefer Schwerpunkt

Maschinenfabrik 6102 Malters 041/497 11 58

## FANKHAUSER



Tab. 5: Ausgewählte Verfahren, zuteilbare Investitionen, Kosten und Arbeitszeitbedarf bei 40 und 60 Kühen

Tierbestand		40 Kühe			60 Kühe		
Ration		Belüftungs- futter Grassilage, 35 % TS Maissilage Zuckerrüben- schnittzel	Grassilage, 35 % TS Grassilage, 45 % TS Maissilage Zuckerrüben- schnittzel	Grassilage, 35 % TS Maissilage Luzerneheu	Belüftungs- futter Grassilage, 35 % TS Maissilage Zuckerrüben- schnittzel	Grassilage, 35 % TS Grassilage, 45 % TS Maissilage Zuckerrüben- schnittzel	Grassilage, 35 % TS Maissilage Luzerneheu
<b>Schnitttektaren</b>							
Grassilage, normal, 35 % TS	ha	13.60	13.60	18.10	20.40	20.40	27.20
Grassilage für Silageballen	ha		9.10			13.60	
Maissilage	ha	1.94	1.94	1.94	2.91	2.91	2.91
Belüftungsfutter	ha	9.10			13.60		
<b>Verkauf Raufutter</b>							
Stehend ab Feld	ha			1.54			2.26
<b>Zukäufe</b>							
Zuckerrübenschnittzel	dt TS	136	136	136	204	204	204
	dt feucht	716	716	716	1074	1074	1074
	dt TS			136			204
	dt trocken			160			240
<b>Lagerarten Raufutter</b>							
Grassilage normal, 35 % TS		Flachsilo	Flachsilo	Flachsilo	Flachsilo	Flachsilo	Flachsilo
Grassilage, trocken, 45 % TS			Rundballen			Rundballen	
Maissilage		Flachsilo	Flachsilo	Flachsilo	Flachsilo	Flachsilo	Flachsilo
Zuckerrübenschnittzel		Flachsilo	Flachsilo	Flachsilo	Flachsilo	Flachsilo	Flachsilo
Dürrfutter belüftet		Walm/Greiferanlage			Walm/Greiferanlage		
Luzerneheu				Quaderballen			Quaderballen
<b>Entnahmetechnik Silagen</b>		Fräsmischwagen	Fräsmischwagen	Fräsmischwagen	Fräsmischwagen	Fräsmischwagen	Fräsmischwagen
			Frontlader			Frontlader	
<b>Bedarf an Lagerraum</b>							
Flachsilo Sandwich	m³	380	380	440	560	560	650
Ballenlager Grassilage, 45 % TS			98 Rb/180 m²			146 Rb/260 m²	
Luzerneheu	m³			40 Qb/280 m³			60 Qb/350 m³
Loselager Dürrfutter, belüftet	m³	400			600		
<b>Zuteilbare Investitionen</b>							
<b>Maschinen und Geräte</b>							
Ernte Raufutter	Fr.	62'000	66'000	66'000	62'000	66'000	66'000
Entnahme und Vorlage Raufutter	Fr.	55'300	55'300	55'300	62'300	62'300	62'300
<b>Mechanische Einrichtungen</b>							
Heubelüftung, Greiferanlage	Fr.	71'800			86'400		
<b>Futterlager</b>							
Flachsilo	Fr.	53'000	53'000	61'300	78'000	78'000	90'600
Dürrfutter, lose, belüftet	Fr.	76'400			114'600		
Dürrfutter in Quaderballen (Luzerneheu)	Fr.			36'900			45'400
Silagen in Rundballen	Fr.		9'900			14'200	
<b>Total</b>	Fr.	<b>318'500</b>	<b>184'200</b>	<b>219'500</b>	<b>403'300</b>	<b>220'500</b>	<b>264'300</b>
Differenzen zu Verfahren 1	Fr.		-134'300	-99'000		-182'800	-139'000
<b>Zuteilbare Kosten</b>							
<b>Maschinen und Geräte</b>							
Ernte Raufutter	Fr.	16'392	19'082	17'558	21'044	24'816	22'888
Entnahme und Vorlage Raufutter	Fr.	9'111	9'649	10'496	11'058	11'746	11'695
<b>Mechanische Einrichtungen</b>							
Heubelüftung, Greiferanlage	Fr.	6'792			8'364		
<b>Futterlager</b>							
Flachsilo	Fr.	5'185	5'185	6'003	7'641	7'641	8'869
Dürrfutter, lose, belüftet	Fr.	3'583			5'375		
Dürrfutter in Quaderballen (Luzerneheu)	Fr.			1'994			2'454
Silagen in Rundballen	Fr.		649			932	
<b>Zukäufe</b>							
ZR-Schnittzel	Fr.	3'831	3'831	3'831	5'746	5'746	5'746
Luzerneheu-Quaderballen	Fr.			6'400			9'600
<b>Total</b>	Fr.	<b>44'894</b>	<b>38'396</b>	<b>46'282</b>	<b>59'228</b>	<b>50'881</b>	<b>61'252</b>
Differenz zu Verfahren 1	Fr.		-6'498	1'388		-8'347	2'024
<b>Verkauf Gras ab Feld</b>							
Raufutter, Fr. 716	Fr.			1'103			1'618
<b>Total, bereinigt mit Zu- und Verkäufen</b>	Fr.	<b>44'894</b>	<b>38'396</b>	<b>45'179</b>	<b>59'228</b>	<b>50'881</b>	<b>59'634</b>
Differenz zu Verfahren 1	Fr.		-6'498	285		-8'347	406
<b>Arbeitszeitbedarf</b>							
<b>Ernte und Einlagerung Raufutter</b>	AKh	139	121	102	180	162	132
<b>Entnahme und Vorlage Raufutter</b>	AKh	281	248	252	390	354	360
<b>Total</b>	AKh	<b>420</b>	<b>369</b>	<b>354</b>	<b>570</b>	<b>516</b>	<b>492</b>
Differenz zu Verfahren 1	AKh		-51	-66		-54	-78

Rb: Rundballen  
Qb: Quaderballen  
AKh: Arbeitskraftstunden

## Schlussfolgerungen für die Praxis

Der Verfahrenvergleich zeigt bei einer arbeitswirtschaftlichen Beurteilung der 20-Kuh-Varianten nur geringe Unterschiede zwischen den Verfahren mit Hochsilos auf. Etwas deutlicher fallen diese beim Flachsilo aus. Mit dem ETV-Gerät lässt sich die

Arbeit am besten reduzieren. Zudem fällt bei der Heuentnahme und dem Vorlegen der Ballensilage belastende Handarbeit an. Der Einsatz von zugekauftem Luzerneheu reduziert den Arbeitszeitbedarf und die Belastung zusätzlich leicht. Erwartungsgemäss fallen beim Verfahren Belüftungsheu die höchsten Investitionen an. Die tiefsten Investitionen fallen bei der Ballensilage an. Die Anschaffung eines Blockschneiders oder ETV-Gerätes belasten die anderen

Verfahren stärker als die Ballenzange das Verfahren Ballensilage. Bei den Varianten mit 40 und 60 Kühen schrumpft der Unterschied zwischen dem Verfahren mit Belüftungsheu und der trockenen Ballensilage etwas, da der Greifer das Belüftungsheu-Verfahren ebenfalls rationaler gestaltet. Diesem Effekt stehen aber wesentlich höhere Investitionen für den Greifer gegenüber. Eindeutig am tiefsten sind die zuteilbaren Kosten beim Verfahren



Ballensilage. Den geringsten Arbeitszeitbedarf bewirkt der Einsatz von Luzerneheu; dieser muss allerdings durch höhere zuteilbare Kosten (Zukauf Luzerneheu) erkaufte werden. Sie fallen gar höher aus als im Verfahren Belüftungsheu.

Über alles gesehen erweist sich das Verfahren trockene Ballensilage in Kombination mit dem Flachsilo als günstigste Variante. Ein zusätzlicher Rationalisierungseffekt könnte allenfalls noch mit dem Silieren der trockenen Silage im Flachsilo erreicht werden.

Vorsicht ist beim Auslagern von Arbeit durch Zukauf von Luzerneheu geboten, da dies die zuteilbaren Kosten stark ansteigen lässt. Nicht berücksichtigt ist im Vergleich, dass Betriebe in entsprechenden klimatischen Lagen das Luzerneheu auch als Bodenheu selbst produzieren könnten.

Die Aussagen des Vergleichs basieren auf der Annahme von Neubaulösungen. Wird auf eine Heubelüftungsanlage verzichtet, kann dies Kosten senken. Die Folgerungen sollen aber nicht dazu verleiten, bestehende, gut funktionierende Belüftungsanlagen ausser Betrieb zu nehmen. Hier stellt sich die Frage erst beim Anstehen von Ersatz- oder Erweiterungsinvestitionen.

Der Vergleich zeigt auch auf, dass die Fütterungstechnik beim Arbeitszeitbedarf einen Anteil von mehr als Dreiviertel ausmacht. Bei den Varianten mit Heubelüftung fallen die Investitionen in die Futterlager und die Fütterungstechnik mit 65 bis 80 Prozent der zuteilbaren Investitionen ebenfalls sehr hoch aus. Bei den zuteilbaren Kosten machen die Fütterungstechnik, das Futterlager und der Futterzukauf bei den Varianten mit Heubelüftung oder Luzerneheu rund die Hälfte bis rund 65 Prozent aus, bei den Varianten mit trockener Grassilage gut 30 bis 50 Prozent. Es gilt also vor allem vor grösseren Investitionen in die Futterlager und Fütterungstechnik gut zu klären, welche Verfahren für die Zukunft sowohl aus produktionstechnischer aber auch aus arbeits- und betriebswirtschaftlicher Sicht die interessantesten sind.

## Literatur

Gasteiner J. 2001: Grundlagen zu den Verdauungsvorgängen beim Rind – Pansenphysiologie, Pansenazidose. 28. Viehwirtschaftliche Fachtagung, Gumpenstein.

Preissinger W., Schwarz F.J. u. Kirchgessner M. 1997: Zum Einfluss der Häcksellänge von Grassilage auf Futteraufnahme und Leistung von Milchkühen. «Das Wirtschaftseigene Futter», Band 43, Heft 1, S. 65–82. TU München.

Steinwigger A. u. Zeiler E. 2003: Einfluss von Grassilage bei unterschiedlichem Kraftfutterniveau auf Pansenparameter, Verdaulichkeit und Futteraufnahme von Rindern, 30. Viehwirtschaftliche Fachtagung, Gumpenstein.

Tafaj M., Junck B., Zebeli Q., Steingrass H. u. Drochner W. 2005: Zur Optimierung der Partikellänge des Grundfutters in der TMR-Fütterung von Hochleistungskühen. Tagungsband Landesarbeitskreis Fütterung. Universität Hohenheim, Institut für Tierernährung, Stuttgart.

Yang W. Z. u. Beauchemin K.A. 2006: Increasing the Physically Effective Fiber content of Dairy Cow Diets May Lower efficiency of Feed Use. AAF RC Lethbridge, Canada.

## Impressum

Herausgeber: Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Tänikon, CH-8356 Ettenhausen

Die ART-Berichte erscheinen in rund 20 Nummern pro Jahr. – Jahresabonnement Fr. 60.–. Bestellung von Abonnements und Einzelnummern: ART, Bibliothek, CH-8356 Ettenhausen. Telefon +41 (0)52 368 31 31, Fax +41 (0)52 365 11 90, doku@art.admin.ch, <http://www.art.admin.ch>

Die ART-Berichte sind auch in französischer Sprache als «Rapport ART» erhältlich. ISSN 1661-7568.

Die ART-Berichte sind im Volltext im Internet ([www.art.admin.ch](http://www.art.admin.ch))