

**Zeitschrift:** Landtechnik Schweiz

**Herausgeber:** Landtechnik Schweiz

**Band:** 68 (2006)

**Heft:** 3

**Artikel:** Mechanisierte Vorlage von Rundballen

**Autor:** Schrade, Sabine / Nydegger, Franz / Ammann, Helmut

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1080699>

### 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>**

# FAT-Berichte

Nr. 646

Agroscope FAT Tänikon  
Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik  
CH-8356 Ettenhausen  
Telefon 052 368 31 31

agroscope  
FAT TÄNIKON

## Mechanisierte Vorlage

### von Rundballen



Abb. 1: Unterschiedliche Geräte erleichtern das Auflösen und die Vorlage von Rundballen. Bei der Wahl des passenden Geräts spielen Bestandegröße, Einsatzmöglichkeiten, Auslastung, Futterration, Futterlager, vorhandene Fütterungstechnik, Zugmaschine und räumliche Gegebenheiten eine grosse Rolle.

### Entscheidend ist das gesamte Fütterungsverfahren

Sabine Schrade, Franz Nydegger und Helmut Ammann, Agroscope FAT Tänikon,  
Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik,  
CH-8356 Ettenhausen, E-Mail: [sabine.schrade@fat.admin.ch](mailto:sabine.schrade@fat.admin.ch)

Auf Praxisbetrieben wurde die Futtervorlage von Rundballen mit unterschiedlichen Ballenaußenseitergeräten untersucht. Rundballenschneider oder Rundballenabwickler verringern Arbeitszeit und Arbeitsbelastung im Vergleich zur Handvorlage nicht wesentlich, da das Futter nach wie vor von Hand verteilt werden muss. Aus wirtschaftlicher Sicht interessanter sind Geräte, die die Bälle nicht nur zerklei-

nern, sondern auch vorlegen. Offene Ballenaußenseitergeräte können nur Rundballen aus Halmgut auflösen. Da die Ballen mit diesen Geräten lediglich durch Drehen auf einem Kratzboden abgewickelt werden, ist auf entsprechende Qualität der Ballen zu achten. Geschlossene Ballenaußenseitergeräte arbeiten in der Regel mit Fräswalzen und kommen mit allen Ballenqualitäten zurecht. Auf Grund der geschlossenen

Kurzfassung. Bei Agroscope FAT Tänikon ist der vollständige FAT-Bericht Nr. 646 mit vielen zusätzlichen Informationen erhältlich.

**Bauweise können mit diesen Geräten auch lose Futterkomponenten oder Maisballen verteilt werden. Rundballenauflöse- und -verteilwagen verfügen über eine höhere Ladekapazität und eignen sich zusätzlich zur Vorlage von Siloblöcken oder Quaderballen.**

**Der Verfahrensvergleich zeigt, dass aus betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkten Fütterungsverfahren günstiger sind, bei denen mehrere Komponenten in Rundballen lagern. Investitionen und Kosten für Futterlager fallen dadurch niedriger aus.**

## Problemstellung und Vorgehensweise

Während die Ernte bei Rundballenverfahren vollständig mechanisiert ist, erfolgt die Futtervorlage häufig in Handarbeit. Meist wird die Rundballe mit der Frontladergabel oder dem Ballenspitz senkrecht auf der Futterachse abgestellt, Folie und Netz entfernt, das Futter Schicht für Schicht mit einer Gabel von der Balle gelöst und anschliessend manuell am Fressgitter oder in der Krippe verteilt. Dabei müssen beträchtliche Massen an Futter von Hand bewegt werden. In den letzten Jahren kam eine Vielzahl von Geräten zum Auflösen von Rundballen auf den Markt (Abb. 1). Damit sollen Arbeitszeit und Arbeitsbelastung bei der Rundballenvorlage gesenkt werden. Die Ballenauflösegeräte unterscheiden sich zum Teil erheblich hinsichtlich Arbeitsweise, Antrieb, Kapazität, Anbau an die Zugmaschine, Anschaffungskosten, Einsatzmöglichkeiten, Leistungs- und Hubkraftbedarf. Für die Wahl der passenden Mechanisierung sind Kenntnisse der verschiedenen Geräte und der damit verbundenen Verfahren notwendig.

Auf 23 Praxisbetrieben wurden technische Daten zu den Geräten, verfahrenstechnische Kennzahlen und Arbeitszeitwerte erhoben. Diese Werte sowie bereits vorhandene Planzeiten waren die Grundlage für die Modellierung des Arbeitszeitbedarfs und der belastenden Arbeitszeit ausgewählter Fütterungsverfahren mit Rundballen. Investitionen und Jahreskosten wurden anhand von gängigen Kostenansätzen für Gebäude und Maschinen (Ammann, 2004; Hilty et al., 2005) berechnet.

## Gerätekategorien

Einen Überblick über die untersuchten Gerätekategorien bietet Tabelle 1.

*Rundballenschneider* werden an den Frontlader oder die Dreipunktaufhängung angebaut. Sie zerteilen Rundballen mit einem Messer, das mit einem oder zwei Hydraulikzylindern bewegt wird (Abb. 2). Dabei genügt es, zuvor die Folie an den Stirnseiten des Rundballens zu entfernen. Auf der restlichen Folie kann das Futter liegen bleiben. Rundballenschneider sind mit 3000 bis 4000 CHF im Vergleich zu anderen Gerätekategorien recht preiswert. Ein Nachteil dieses Verfahrens ist, dass die geschnittene Balle von Hand vorgelegt werden muss.

Bei *Rundballenabwicklern* handelt es sich um Frontlader- oder Dreipunktaufliegergeräte (Abb. 3). Liegende Ballen können mit auf einen Drehsteller geschweissten Zinken aufgenommen und transportiert werden. Das Abwickeln der Ballen erfolgt durch Drehen des Tellers mittels eines hydraulisch angetriebenen Motors. Die meisten Ballenqualitäten lassen sich nur sehr ungleichmäßig abwickeln. So ist häufig keine Ablage im Schwad möglich, und das Futter muss von Hand verteilt werden. Rundballenabwickler kosten zwischen 2000 und 3000 CHF.

Unter die Kategorie «*Offene Ballenauflösegeräte*» fallen Geräte, die lediglich Halmgut verarbeiten können. Neben Frontlader- und Dreipunktanbau (Abb. 4, rechtes Bild) gibt es auch Anhängergeräte, Unterlenkeranhängung und Stützrad sowie die Möglichkeit des Anbaus an den Stapler. Die Geräte werden hydraulisch oder mit der Zapfwelle angetrieben. Die Beladung erfolgt durch Fremdbeladung oder über einen Ladearm (Abb. 4, linkes Bild). Meist können Folie und Netz schon vor dem Einklappen des Ladearms entfernt werden. Wenn jedoch abzusehen ist, dass die Balle beim Beladen auseinander fällt, werden Folie und Netz vor dem Beladevorgang lediglich aufgeschnitten und etwas zurückgezogen. Das Auflösen der Rundballen erfolgt über einen Kratzboden mit Zinken und mit Abweisstange oder Abstreifblech bzw. eine Art Reisswalze mit Kratzboden als Vorschub. Weniger verbreitet sind Geräte mit Schneidwerkzeugen. Manche Typen sind mit hydraulischem oder mechanischem Drehkranz erhältlich, der eine Ablage des Futters wahlweise rechts, links oder mittig erlaubt. Die meisten Geräte können zudem zum Einstreuen verwendet werden. Dazu bieten die Hersteller teilweise entsprechende Streuvorrichtungen an. Die Anschaffungskosten liegen je nach Typ und Zusatzausrüstung bei 6000 bis 12 000 CHF.



Tab. 1: Einteilung der Maschinen zum mechanisierten Auflösen von Rundballen anhand verschiedener Kriterien in Gerätekategorien

Kriterium \ Kategorie	Rundballenschneider	Rundballenabwickler	Offene Ballenauflösegeräte	Geschlossene Ballenauflösegeräte	Rundballenaufloese- und -verteilwagen
Anbau an Zugmaschine	Frontlader; Dreipunkt	Frontlader; Dreipunkt	Frontlader; Dreipunkt	Dreipunkt; Zugmaul; Unterlenkeranhängung mit Stützrad	Zugmaul
Beladung	Mit Gerät	Mit Gerät	Fremdbeladung bzw. Ladearm	Fremdbeladung bzw. Ladearm	Fremdbeladung bzw. Ladeklappe
Auflösen	Schneiden (Messer)	Abwickeln (Drehsteller mit Zinken)	Abwickeln (Kratzboden mit Abstreifblech oder Stange)	Auflösen (Fräswalze, Reisswalze, Pick-up)	Auflösen (Fräswalze)
Vorschub	-	-	Kratzboden	I.d.R. Kratzboden	Kratzboden
Vorlage	Unverteilt	Weitestgehend unverteilt	Schwad direkt	Schwad direkt (teilweise mit Verteilband)	Schwad bei Verteilband oder Wurfgebläse auf Distanz möglich
Zusatzausrüstung			Stützrad, Drehkranz, Verteilband, Streuteller, Streuvorrichtung mit Zinken	Verteilband, Stützrad	
Kapazität	1 Rundballe	-	1 Rundballe	1 Rundballe	2 bis 3 Rundballen
Weitere Einsatzmöglichkeiten	Schneiden von Rundballen beim Befüllen des FMW; Silozange: Entnahme aus Flachsilo	Einstreuen von Liegeflächen; Abwickeln von Rundballen in FMW	Einstreuen	Verteilen von losem Futter; Einstreuen je nach Typ möglich	Verteilen von losem Futter, Quaderballen und Siloblöcken; Einstreuen je nach Typ möglich
Anschaffungskosten [CHF]	3000-4000	2000-3000	6000-12 000	7500-14 000	16 000-28 000
Anzahl untersuchter Betriebe [n]	5	4	7	5	3



Abb. 2: Drei verschiedene Typen von Rundballenschneidern: Rundballenzerteiler mit schwertartigem Messer (Bild links); Silageschneidezangen mit entsprechend grossem Öffnungswinkel können auch Rundballen schneiden (Bild rechts)

Abb. 3: Rundballenabwickler im Dreipunktanbau (Bild links) und Frontladeranbau (Bild rechts).

Abb. 4: Offene Ballenauflösegeräte: Beladen mit Ladearm (Bild links); Abwickeln und Vorlage von Silageballen mit einem Gerät im Dreipunktanbau erfordern einen schweren Traktor mit entsprechender Hubkraft (Bild rechts).

Abb. 5: Geschlossene Ballenauflösegeräte: Gezogenes Gerät (Bild links); ein zusätzliches Blech ermöglicht das Auflösen von Maïssilageballen bzw. Verteilen vonlosem Futter (Bild rechts).

Abb. 6: Universalblockverteilwagen (UBVW) beim Beladen einer Rundballe mit der Ladeklappe (Bild links); Futtervorlage mit Verteilwagen (Bild rechts).



**Tab. 2: Beschreibung der ausgewählten Fütterungsverfahren für Milchkühe**

		1 Ballengabel	2 Rundballen- schneider	3 Rundballen- abwickler	4a Offenes Ballen- auflösegerät	4b Geschlossenes Ballen- auflösegerät	5 Rauen	6 FMW
<b>Grassilage (Rundballen)</b>	<b>Entnahme</b>	Frontlader	Rundballen- schneider	Rundballen- abwickler	Ballenaufloße- gerät	Ballenaufloße- gerät	Frontlader	Frontlader
	<b>Vorlage</b>	Hand	Hand	Hand	Ballenaufloße- gerät	Ballenaufloße- gerät	Frontlader	FMW
<b>Bodenheu</b>	<b>Lagerung</b>	lose, deckenlastig	lose, deckenlastig	lose, deckenlastig	Rundballen	lose, deckenlastig	Rundballen	lose, deckenlastig
	<b>Entnahme u. Vorlage</b>	bis 30: Hand ab 40: Greifer	bis 30: Hand ab 40: Greifer	bis 30: Hand ab 40: Greifer	Ballenaufloße- gerät	bis 30: Hand ab 40: Greifer	Frontlader	Greifer, FMW
<b>Maissilage</b>	<b>Lagerung</b>	Hochsilo	Hochsilo	Hochsilo	Hochsilo	Rundballen	Rundballen	Hochsilo
	<b>Entnahme u. Vorlage</b>	Fräse, Silowagen	Fräse, Silowagen	Fräse, Silowagen	Fräse, Silowagen	Ballenaufloße- gerät	Frontlader	Fräse, FMW
<b>Futtervorlage</b>		täglich, Futtertisch	täglich, Futtertisch	täglich, Futtertisch	täglich, Futtertisch	täglich, Futtertisch	Rauen	täglich, Futtertisch
<b>Nachschieben</b>		3-mal täglich; bis 30: Hand ab 40: Hoflader	entfällt	3-mal täglich; Hoflader				

*Geschlossene Ballenauflösegeräte eignen sich durch ihre geschlossene Bauweise und Auflösewerkzeuge wie z.B. eine Fräswalze oder Pick-up auch zur Verteilung von Maisrundballen oder losem Futter. Dazu wird die offene Beladeseite des Geräts durch Anbringen eines Blechs geschlossen (Abb. 5, rechtes Bild). Kratzboden und Fräswalze oder Pick-up werden hydraulisch oder mit der Zapfwelle angetrieben und ermöglichen einen gleichmässig abgelegten Schwad mit aufgelockerter Silage (Abb. 5, linkes Bild). Fräswalzen lösen Ballen aller Qualitäten zuverlässig auf. Als Vorschub dient ein querliegender Kratzboden. Angehängt werden die Geräte in der Regel an Zugmaul oder Unterlenker. Dreipunkt-, Stapler- oder Frontladeranbau ist jedoch bei einigen Typen auch möglich. Geschlossene Ballenauflösegeräte sind zumeist mit einem hydraulischen Ladearm ausgestattet. Die Anschaffungskosten belaufen sich auf 7500 bis 14000 CHF.*

Geräte der Kategorie *Rundballenauflöse- und Verteilwagen* unterscheiden sich von geschlossenen Ballenauflösegeräten vor allem durch grössere Kapazität (zwei bis drei Rundballen), Anschaffungspreis (16000 bis 28000 CHF) und vielseitigere Einsatzmöglichkeiten. In der Regel handelt es sich um zapfwellenbetriebene Anhängegeräte. Sowohl Selbstbelader mit Ladeklappe als auch Fremdbeladungsvarianten sind auf dem Markt. Wird die Balle mit dem Frontlader oder Hoflader von oben ins Gerät befördert, können Folie und Netz oft erst entfernt werden, wenn

sich die Balle über dem Wagen befindet. Dazu muss die Arbeitsperson auf den Rand des Wagens klettern. Aus Gründen der Arbeitswirtschaft und Arbeitssicherheit sind deshalb Geräte mit Ladeklappe vorzuziehen. Aufgelöst werden die Ballen mit Fräswalzen, wobei der Vorschub über einen Kratzboden erfolgt. Das Futter kann mittels eines Dosierbandes (Abb. 6, linkes Bild) oder über ein Wurfgebläse und einen Auswurf (Abb. 6, rechtes Bild) verteilt werden. Mit dem Wurfgebläse ist es möglich, über eine grössere Distanz hinweg einzustreuen oder zu füttern. Die Vorlage von Siloblöcken, das Auflösen von Quaderballen sowie das Verteilen vonlosem Futter sind weitere Einsatzmöglichkeiten dieser Geräte.

### Rundballeneigenschaften

Je nach Gerätetyp beeinflussen die Eigenschaften der Rundballen die Arbeitsqualität beim Auflösen und Vorlegen. Schon bei der Ernte und (Ein-) Lagerung der Ballen sollte dies berücksichtigt werden.

Sehr schwere Ballen können bei Geräten im Dreipunkt- oder Frontladeranbau auf Grund der begrenzten Hubkraft der Zugmaschine nicht transportiert und aufgelöst werden. Leichte Traktoren kippen bei hohem Ballengewicht und entsprechender Verlagerung des Schwerpunktes. Bei selbst beladenden Geräten ist die Hubleistung des Ladearms bzw. der Ladeklappe oft nur für Ballen

bis 800 oder 1000 kg Gewicht ausgelegt. Zu nasse Rundballen verformen sich, wenn sie liegend gestapelt werden. Verformte Ballen können mit dem Ladearm oft nur schwer bzw. gar nicht in geschlossene Ballenauflösegeräte aufgenommen werden, da die Innemasse dieser Geräte begrenzt sind (Abb. 7). Sie müssen dann mit Frontlader, Ballenspitz oder Ähnlichem in das Ballenauflösegerät gedrückt werden. Das Auflösen dieser Ballen ist ebenfalls erschwert, da sie auf Grund der Verformung im Gerät leicht verkanten oder festsetzen. Ballenauflösegeräte mit Fräswalze, Reisswalze oder Pick-up verarbeiten nahezu alle Ballenqualitäten problemlos und legen das Futter gleichmässig aufgelockert vor. Bei Geräten, die lediglich durch Drehen des Balzens auf dem Kratzboden abwickeln, ist mehr Geschick von Seiten der Bedienperson erforderlich, um einen gleichmässigen Schwad zu erhalten. Unförmige Ballen oder harte Ballenkoerne können auf dem Kratzboden immer wieder ins Gerät zurückrollen. Mit einem Kratzboden ohne weitere Auflösewerkzeuge lässt sich nasses, verklebtes Langhalmgut schlechter abwickeln als kurzgeschnittene Silage mit optimalem TS-Gehalt. Ausserdem empfiehlt es sich, bei diesen Geräten, Ballen entgegen der Pressrichtung auf dem Kratzboden abzusetzen.

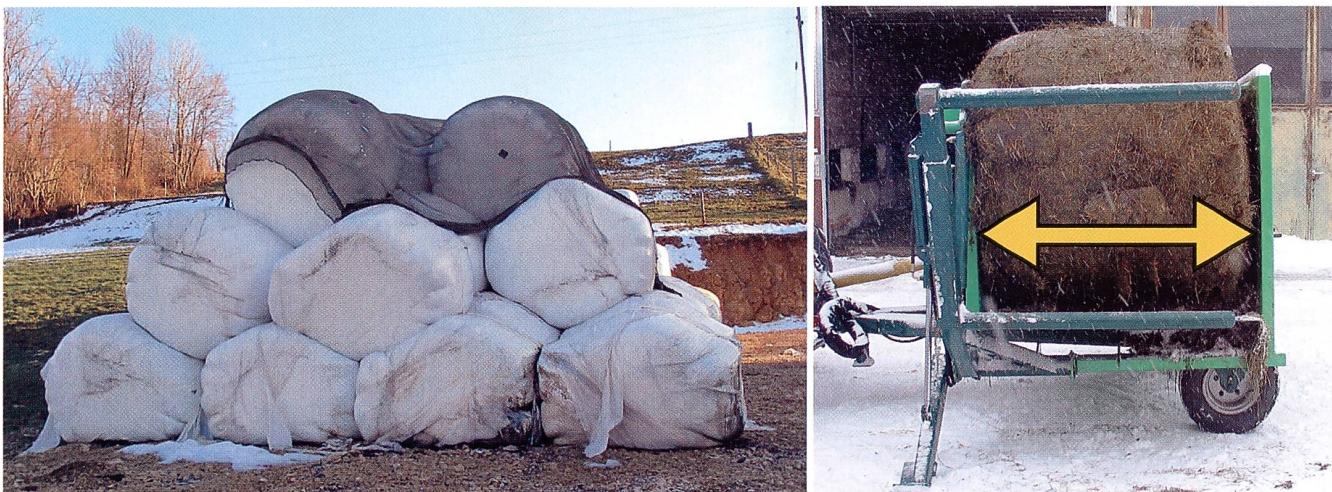


Abb. 7: Werden zu nasse Silagerundballen liegend gestapelt, verformen sich diese «zwetschgenartig» (Bild links); geschlossene Ballenauflösegeräte können auf Grund ihrer begrenzten Innenmasse nur runde, unverformte Ballen aufnehmen (Bild rechts).

## Verfahrensvergleich

Der Vergleich von Arbeitszeitbedarf, belastender Arbeitszeit und Verfahrenskosten praxisnaher Fütterungsverfahren für Milchvieh mit Rundballen ermöglicht, die verschiedenen Ballenauflösegeräte und die damit verbundenen Verfahren aus arbeitswirtschaftlicher und betriebswirtschaftlicher Sicht einzurordnen.

Arbeitszeitbedarf und belastende Arbeitszeit wurden für fünf Fütterungsverfahren mit Ballenauflösegeräten sowie das Referenzverfahren 1 «Ballengabel» und die Verfahren der Ballenvorlage in Raufen und mit dem Futtermischwagen (ab 40 Kühe) modelliert (Tab. 2). Dabei sind Entnahme, Transport und Vorlage des Futters, Futternachschieben, Rüstarbeiten sowie Kontrolle der Kraftfutterautomaten und des Verzehrs berücksichtigt. Die veranschlagte Grundration setzt sich aus 7 kg Grassilage, 5 kg Maissilage und 4 kg Bodenheu (jeweils in Trockensubstanz pro Kuh und Tag) zusammen.

Für die ausgewählten Fütterungsverfahren wurden zugeteilte Investitionen und Kosten für 30 und 50 Milchkühe berechnet. Um gesamte Verfahren mit verschiedenen Futterwerbungs-, Lager-, Entnahme- und Vorlage-techniken zu vergleichen, ist es notwendig, die Verfahren von der Ernte bis zur Futtervor-lage darzustellen. Dazu wurden den einzel-nen Fütterungsverfahren die entsprechenden Ernteverfahren, die zugehörige Mechanisie-rung und die jeweiligen Futterlager zugeord-net (Tab. 3).

## Arbeitszeitbedarf

Den grössten Arbeitszeitbedarf weist über alle Bestandesgrössen hinweg das Verfahren 1 «Ballengabel» auf (Abb. 8). Nur geringfügig tiefer liegt der Arbeitszeitbedarf für die Fütterungsverfahren 2 «Rundballenschneider» und 3 «Rundballenabwickler», da die Grassilage noch von Hand am Fressgitter verteilt werden muss. Deutlich geringer ist der Arbeitzeitbedarf beim Fütterungsverfahren 4a «Offenes Ballenauflösegerät». Der modellierte Zeitbedarf des Fütterungsverfahrens 6 «FMW» ent-

spricht im Wesentlichen dem des Verfahrens 4b «Geschlossenes Ballenaufloesegerät». Das Raufenverfahren ist gegenüber anderen Verfahren sehr rationell: Entnahme, Transport und Vorlage der Ballen erfolgen mit dem Frontlader, und das Nachschieben entfällt. Allerdings muss bei diesem Verfahren mehr Arbeitszeitbedarf für die Laufhofreinigung eingeplant werden.

Bei allen Fütterungsverfahren sinkt der Arbeitszeitbedarf mit zunehmender Bestandsgrösse. Die Degression ist zunächst stark ausgeprägt und flacht bei grösseren Beständen ab. Diese Effekte sind mit einer relativen

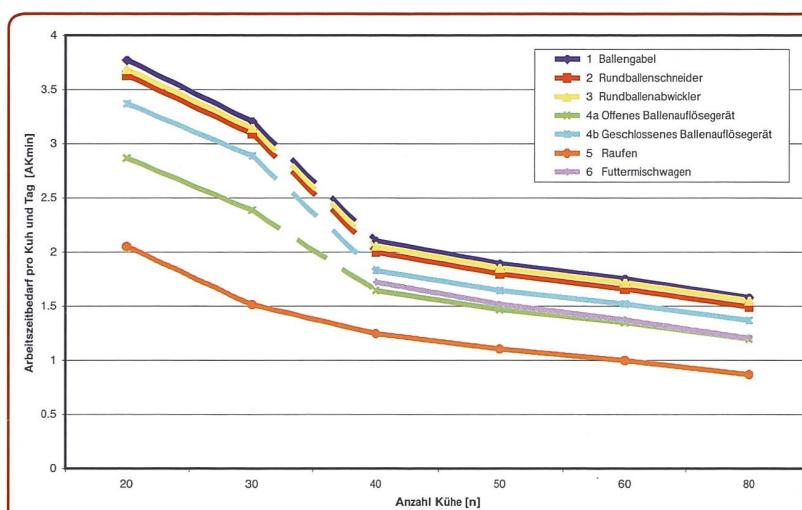


Abb. 8: Vergleich des Arbeitszeitbedarfs pro Kuh und Tag verschiedener Fütterungsverfahren in der Milchviehhaltung: Mit steigender Bestandesgrösse sinkt der Arbeitszeitbedarf. Insbesondere durch den Verfahrenswechsel von manuellem Nachschieben auf Hoflader bzw. von Handabwurf auf Greifer bei Varianten mit losem Heu zwischen 30 und 40 Kühen (gestrichelte Linie) reduziert sich der Arbeitszeitbedarf deutlich.

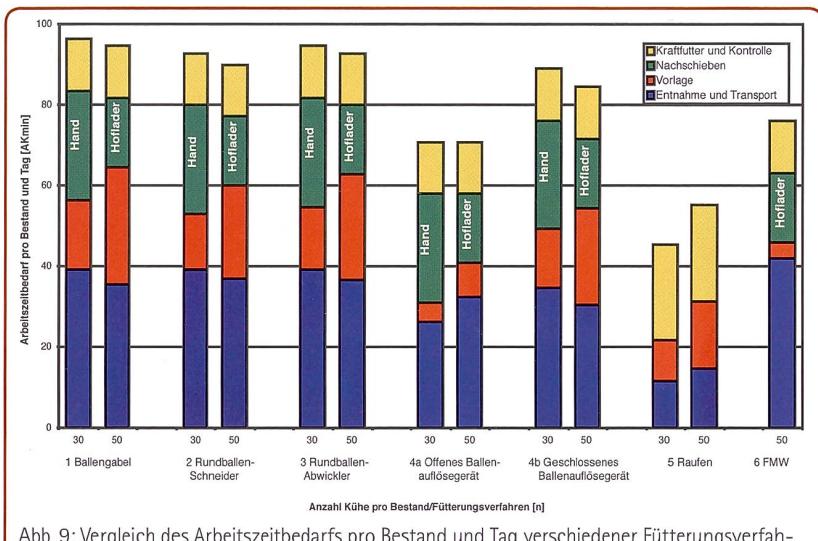


Abb. 9: Vergleich des Arbeitszeitbedarfs pro Bestand und Tag verschiedener Fütterungsverfahren in der Milchviehhaltung: Entnahme und Transport nehmen bei Verfahren mit Vorlage am Futtertisch den grössten Anteil am Arbeitszeitbedarf ein. Bei den Verfahren 1, 2, 3 und 4b sinkt die Arbeitszeit bei 50 Kühen gegenüber 30 Kühen durch den Verfahrenswechsel im Heuabwurf von Hand auf Greifer. Die Mechanisierung des Nachschiebens mit dem Hoflader bei 50 Kühen ist für einen geringeren Arbeitszeitbedarf pro Bestand im Vergleich zu 30 Kühen verantwortlich.

Abnahme von Rüstzeit und Nacharbeiten zu Gunsten der Hauptzeit am gesamten Arbeitszeitbedarf pro Kuh und Tag zu begründen. Deutlich zu erkennen ist ausserdem der Verfahrenswechsel (gestrichelte Linie) von Handabwurf auf Greifernahme des Heus bzw. von manuellem Nachschieben auf Nachschieben mit Hoflader.

Die tägliche Arbeitszeit pro Bestand der sieben Fütterungsverfahren wurde exemplarisch für die Bestandesgrössen 30 und 50 Kühe in die Arbeitsvorgänge «Kraftfutter und Kontrolle», «Vorlage», «Nachschieben» sowie «Entnahme und Transport» aufgegliedert (Abb. 9). Mit Ausnahme des Verfahrens 5 «Raufen» liegt der tägliche Arbeitszeitbedarf für die Fütterung der gesamten Herde bei einer Bestandesgrösse von 50 Kühen etwas niedriger als bei einer Bestandesgrösse von 30 Kühen. Der Vergleich der Zeitanteile einzelner Verfahren zeigt, dass durch Mechanisierung und Rationalisierung von Arbeitsvorgängen, die einen hohen Anteil an Handarbeiten enthalten, die Arbeitszeit deutlich reduziert werden kann. Mit sinnvollem Maschineneinsatz können im selben Zeitraum grössere Massen umgeschlagen werden. Der Verfahrenswechsel vom manuellen Abwerfen des Heus auf Greifernahme bewirkt, dass die tägliche Arbeitszeit des Teillorgangs «Entnahme und Transport» in den Verfahren 1, 2, 3 und 4b für 50 Kühe geringer ausfällt als die für 30 Kühe. Ausserdem verringert sich die Arbeitszeit für das Nachschieben auf Grund des Wechsels vom Handgerät auf den Hoflader.

bei 50 Kühen gegenüber 30 Kühen. Beim Verfahren 5 «Raufen» wurde etwa doppelt so viel Zeit für die Verzehrskontrolle veranschlagt, weil bei Vorratsfütterung die Futteraufnahme nicht unmittelbar beim Füttern kontrolliert werden kann. Trotzdem bleibt die Raufenfütterung aus arbeitswirtschaftlicher Sicht das günstigste Verfahren, da das Nachschieben des Futters gänzlich entfällt. Ausschlaggebend für die Unterschiede im Arbeitszeitbedarf zwischen den einzelnen Fütterungsverfahren und Bestandesgrössen ist in der Regel nicht die Arbeitszeit, die unmittelbar für die Futtervorlage mit dem Ballenauflösegerät benötigt wird. Eine grössere Rolle spielen Arbeitsvorgänge wie beispielsweise die Vorlage von Maissilage oder Heu, die sich aus der Wahl des jeweiligen Ballenauflösegeräts durch dessen Einsatzmöglichkeiten ergeben.

## Arbeitsbelastung

Tätigkeiten werden als körperlich belastend eingestuft, wenn sie in ungünstiger Körperhaltung ausgeführt und dabei mehr als 2 kg Masse von Hand bewegt werden müssen (Schick, 2004).

Die so genannte belastende Arbeitszeit ist bei Fütterungsverfahren, die Arbeitsabläufe wie z.B. Abwerfen des Heus mit der Gabel, Verteilen der Silage direkt vom Rundballen von Hand oder manuelles Futternachschieben beinhalten, vergleichsweise gross.

Die Verfahren 1 «Ballengabel», 2 «Rundballenschneider» und 3 «Rundballenabwickler» weisen einen wesentlich höheren Arbeitszeitbedarf mit körperlicher Belastung auf als die Fütterungsverfahren 4a «Offenes Ballenauflösegerät», 5 «Raufen» und 6 «FMW» (Abb. 10). Der relative Anteil der belastenden Arbeitszeit am Arbeitszeitbedarf beträgt je nach Fütterungsverfahren zwischen 43 und 50% bei den Arbeitsverfahren 1 «Ballengabel», 2 «Rundballenschneider», 3 «Rundballenabwickler», 4a «Offenes Ballenauflösegerät» und 4b «Geschlossenes Ballenauflösegerät» bei Bestandesgrössen bis 30 Kühe. Dagegen ist die belastende Arbeitszeit mit einem Anteil von 13 bis 15% am Gesamtarbeitszeitbedarf beim Verfahren 5 «Raufen» bei den entsprechenden Bestandesgrössen auf Grund des niedrigen Anteils der Handarbeiten deutlich geringer. Mit steigender Bestandesgrösse und somit Rationalisierung von einzelnen Arbeitsvorgängen nimmt die belastende Arbeitszeit ab. Eine relative Verringerung der Rüstzeitenanteile am Gesamtarbeitszeitbedarf bei Zunahme der Bestandesgrösse trägt auch zur Senkung der Arbeitsbelastung bei, da Rüstarbeiten oft in ungünstigen Körperhaltungen durchgeführt werden müssen. Mit dem Verfahrenswechsel zwischen 30 und 40 Kühen bei den Fütterungsverfahren 1, 2, 3, 4a und 4b werden Tätigkeiten, bei denen grosse Massen mit Muskelkraft bewegt werden, zum Teil mechanisiert. Damit verringert sich die belastende Arbeitszeit deutlich.

## Wirtschaftlichkeit

Je nach Einsatz und Besitzverhältnissen sind den Maschinen und Geräten unterschiedliche Kostenarten zuteilbar. Werden sie allgemein auf den Betrieben eingesetzt – wie Traktoren oder Pneuwagen – sind nur die vom Einsatz abhängigen variablen Kosten berücksichtigt. Geräte, die ausschliesslich für die Ernte, Einlagerung, Entnahme und Vorlage von Gras- und Maissilage sowie Dürrfutter benötigt werden, wie beispielsweise Mähaufbereiter oder Ballenspitz, sind den fixen und variablen Kosten zugeteilt (Tab. 3). Für Arbeiten, die im Lohn erledigt werden, gelten die Lohnansätze. Für Futterlager und Raufen sind fixe Kosten verrechnet.

Sowohl bei 30 als auch bei 50 Milchkühen schneidet jeweils das Verfahren 5 (Raufenfütterung) mit 105 600 bzw. 134 400 CHF am günstigsten ab. Bei diesem Verfahren sind alle Futterkomponenten in Rundballen gelagert.

Für die Lagerung von Heuballen wird nur eine einfache Lagerhalle und für die Lagerung von Gras- und Maissilageballen ein eingekiester Platz sowie Abdecknetze benötigt. Die Verfahren 1 bis 3 mit loser Dürrfutterlagerung haben bei 30 Kühen mit 190'100 bis 192'300 CHF ein deutlich höheres Investitionsvolumen. Bei den zuteilbaren Kosten liegt das Raufenverfahren mit 20'900 CHF, gefolgt vom Verfahren 4b «Geschlossenes Rundballenauflösegerät», mit 22'497 CHF auf Grund der niedrigen Kosten für die Entnahme und die Vorlage deutlich günstiger als die anderen Verfahren. Für 50 Kühe ist das Verfahren 6 sowohl bei den Investitionen mit 311'700 CHF als auch bei den zuteilbaren Kosten mit 40'945 CHF am teuersten. Verantwortlich ist dafür unter anderem der Futtermischwagen mit einem Neupreis von 47'000 CHF. Die zuteilbaren Investitionen der Verfahren 1, 2 und 3 liegen mit 267'300 bis 269'500 CHF etwas tiefer. Die geringeren Investitionen für die Futterlagerung sind dafür verantwortlich, dass die betreffenden Beträge mit 210'100 CHF (Verfahren 4a) und 203'900 CHF (Verfahren 4b) vergleichsweise niedrig ausfallen.

## Schlussfolgerungen

Nur geringe Erleichterung hinsichtlich Arbeitszeit und Arbeitsbelastung verschaffen Geräte der Kategorien Rundballenschneider und Rundballenabwickler, da bei der Verteilung des Futters nach wie vor Muskelkraft erforderlich ist. Offene Ballenauflösegeräte eignen sich für die Verteilung von Silage- und

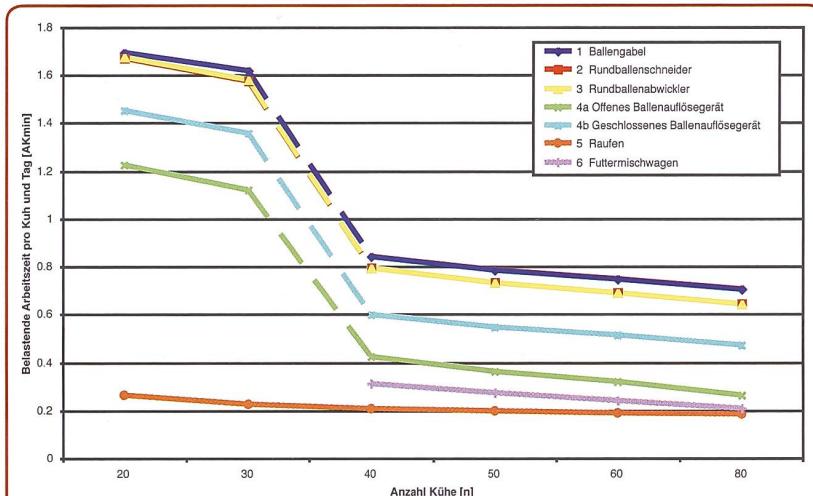


Abb. 10: Vergleich der belastenden Arbeitszeit pro Kuh und Tag verschiedener Fütterungsverfahren in der Milchviehhaltung: Der Sprung (gestrichelte Linie) beim Verfahrenswechsel (von Handauf Greiferentnahme bei losem Heu sowie Nachschieben mit Handgerät auf Hoflader) zeigt, dass durch den sinnvollen Einsatz von Maschinen die Arbeitsbelastung gesenkt werden kann.

Heuballen sowie teilweise zum Einstreuen. Mit vergleichsweise preisgünstigen geschlossenen Ballenauflösegeräten können zusätzlich lose Futterkomponenten oder Maisballen verteilt werden. Die teureren Rundballenauflöse- und -verteilwagen können auch zur Vorlage von Siloblocken oder Quaderballen eingesetzt werden bzw. mit einem Wurfgebläse über grössere Distanzen hinweg einstreuern. Für Geräte, die gezogen bzw. an die Unterlenker angebaut werden und über ein Stützrad verfügen, genügt als Zugmaschine ein leichter Traktor. Ballenauflösegeräte mit Ladearm oder Ladeklappe benötigen zur Beladung keinen zweiten Traktor. Je nach Gerätetyp beeinflussen die Rundballeneigenschaften die Arbeitsqualität. Geräte, die den Ballen lediglich durch Drehbewegungen abwickeln, lösen bei zu langem bzw. zu kurzem Halmgut sowie nassem und verklebtem Futter Rundballensilagen oft nur schwer auf. Ausserdem sollte beim Absetzen der Balle auf dem Kratzboden die Wickelrichtung beachtet werden. Geräte mit Fräswalze(n) dagegen verarbeiten nahezu jede Ballenqualität zuverlässig. Verformte Ballen können in einem geschlossenen Ballenauflösegerät verkantet. Dadurch sind der Ladevorgang und das Auflösen erschwert. Beim Verfahrensvergleich weist von den Verfahren mit täglicher Vorlage am Futtertisch das so genannte offene Ballenauflösegerät den geringsten Arbeitszeitbedarf, die niedrigste Arbeitsbelastung sowie die tiefsten

zuteilbaren Investitionen und Jahreskosten auf. Nur das Vorratsfütterungsverfahren mit Raufen schneidet noch etwas günstiger ab.

Bei der Wahl des Ballenauflösegeräts ist nicht nur das Gerät an sich, sondern auch das damit verbundene Fütterungsverfahren ausschlaggebend. So sollten neben Kriterien wie Bedienungsfreundlichkeit, Anschaffungspreis, Zugmaschine, technische Details sowie Wartungsaufwand auch Einsatzmöglichkeiten, Bestandesgrösse, Auslastung, betriebliche Gegebenheiten, Futterlager, Ration und bereits vorhandene Fütterungstechnik berücksichtigt werden. ■

## Tabelle 3 →

### Literatur

- Ammann, H., 2004: Maschinenkosten 2005 – Kostenansätze Gebäudeteile und mechanische Einrichtungen. FAT-Berichte Nr. 621, Tänikon.
- Hilty, R., Van Caenegem, L. und Herzog, D., 2005: Preisbaukasten – Baukostensammlung für landwirtschaftliche Betriebsgebäude, Tänikon.
- Schick, M., 2004: Arbeitswirtschaftliche Betrachtungen zur Milchviehhaltung unter Berücksichtigung von Zeitbedarf, Arbeitsproduktivität und -belastung. 7. Tagung: Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung 2005, Braunschweig, S. 229 bis 234.

**Tab. 3: Zuteilbare Investitionen, Kosten und Arbeitszeitbedarf für Futterlagerung, Entnahme und Vorlage für 30 bzw. 50 Milchkühe**

Ausgewählte Mechanisierung	Einsatz-, Besitzart	zuteilbare Kosten	Investitionen CHF	Eingesetzte Maschinen und Anlagen für 30 Milchkühe Verfahren							Eingesetzte Maschinen und Anlagen für 50 Milchkühe Verfahren						
				1	2	3	4a	4b	5	1	2	3	4a	4b	5	6	
<b>Grundmechanisierung</b>																	
Traktor, 4-Radantrieb, 50 kW (68 PS)	Eigentum	variabel		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Traktor, 4-Radantrieb, 60 kW (82 PS)	Eigentum	variabel	15'500	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Mähaufbereiter	Eigentum	fix/variabel	14'000	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Kreiselheuer, 6,1–7,5 m	Eigentum	fix/variabel	19'000	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Doppelkreiselschwader, bis 6,5 m	Eigentum	fix/variabel															
<b>Grassilage</b>																	
Rundballenpresse	Lohnarbeit	Lohnansatz		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Wickelgerät	Lohnarbeit	Lohnansatz		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Frontlader	Eigentum	variabel	4'300	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Klemmzange zu Frontlader	Eigentum	fix/variabel		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Pneuwagen, 2-achsig, 10 t	Eigentum	variabel															
<b>Dürrfutter</b>																	
Ladewagen	Eigentum	variabel		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Vielzweckgebäuse	Eigentum	fix/variabel	9'300	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Teleskopverteiler	Eigentum	fix/variabel	8'800	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Greifer	Eigentum	fix	37'500														
Rundballenpresse	Lohnarbeit	Lohnansatz															
Frontlader	Eigentum	variabel	4'300														
Klemmzange zu Frontlader	Eigentum	fix/variabel															
Pneuwagen, 2-achsig, 10 t	Eigentum	variabel															
<b>Maisilage</b>																	
Häcksler, selbstfahrend	Lohnarbeit	Lohnansatz		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Häckselwagen mit Dosiereinrichtung	Lohnarbeit	Lohnansatz		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Häckselgebäuse, Zapfwellenantrieb	Lohnarbeit	Lohnansatz		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Frontlader	Eigentum	variabel	4'300														
Klemmzange zu Frontlader	Eigentum	fix/variabel															
<b>Grassilage</b>																	
Frontlader	Eigentum	variabel		X						X	X	X	X	X	X	X	
Hoflader	Eigentum	variabel								X	X	X	X	X	X	X	
Ballenspitz	Eigentum	fix/variabel	1'200	X													
Rundballenschneider	Eigentum	fix/variabel	3'400		X												
Rundballenabwickler	Eigentum	fix/variabel	3'000			X											
Ballenauflösegerät, offen	Eigentum	fix/variabel	9'000				X										
Ballenauflösegerät, geschlossen	Eigentum	fix/variabel	10'500					X									
Klemmzange zu Frontlader	Eigentum	fix/variabel	4'300						X								
Futterraufe	Eigentum	fix	2'000							X							
Futtermischwagen	Eigentum	fix/variabel	59'000								X						
<b>Enthäutung und Vorlage</b>																	
Dürrfutter von Hand	Eigentum	fix	37'500	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Greifer	Eigentum	variabel	9'000														
Hoflader	Eigentum	fix/variabel															
Ballenauflösegerät, offen	Eigentum	variabel															
Frontlader	Eigentum	variabel															
Klemmzange zu Frontlader	Eigentum	fix/variabel	4'300														
Futterraufe	Eigentum	fix	2'000														
Futtermischwagen	Eigentum	fix/variabel	59'000														
<b>Futterlager</b>																	
<b>Grassilage</b>																	
Rundballenlager, eingekiest	Eigentum	fix	13'900	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Abdecknetz für Siloballen	Eigentum	fix	300	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
<b>Dürrfutter</b>																	
Lagerhalle für lose Lagerung	Eigentum	fix	77'000	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Rundballenlager in Halle	Eigentum	fix	49'500														
<b>Maisilage</b>																	
Hochsilo, Kunststoff	Eigentum	fix	55'200	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Rundballenlager, eingekiest	Eigentum	fix	11'900														
<b>Zuteilbare Investitionen</b>																	
<b>Maschinen und Geräte</b>																	
Ernte und Einlagerung																	
Enthäutung und Vorlage																	
<b>Total (Maschinen und Geräte)</b>																	
<b>Lager</b>																	
Grassilage																	
Dürrfutter																	
Maisilage																	
<b>Total (Lager)</b>																	
<b>Total zuteilbare Investitionen</b>																	
Differenz zu Verfahren 1																	
<b>Zuteilbare Kosten</b>																	
<b>Maschinen und Geräte</b>																	
Ernte und Einlagerung																	
Enthäutung und Vorlage																	
<b>Total (Maschinen und Geräte)</b>																	
<b>Lager</b>																	
Grassilage																	
Dürrfutter																	
Maisilage																	
<b>Total (Lager)</b>																	
<b>Total zuteilbare Kosten</b>																	
Differenz zu Verfahren 1																	