

Mechanisierte Vorlage von Rundballen

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



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

Das Verfüttern von Rundballen ist oft reine Handarbeit. Insbesondere beim Auflösen und Verteilen von Silageballen müssen grosse Futtermassen von Hand bewegt werden. Ballenauflösegeräte erleichtern diese Arbeit. Auf Praxisbetrieben wurde die Futtermittelvorlage von Rundballen mit unterschiedlichen Geräten untersucht. Rundballenschneider oder Rundballenabwickler verringern Arbeitszeit und Arbeitsbelastung nicht wesentlich, da das Futter nach wie vor von Hand verteilt werden muss. Aus arbeitswirtschaftlicher Sicht interessanter sind Geräte, die den Ballen nicht nur zerkleinern, sondern auch vorlegen. Offene Ballenauflösegeräte 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 Ballenauflösege-

räte arbeiten in der Regel mit Fräs- oder Reisswalzen und kommen mit allen Ballenqualitäten zurecht. Aufgrund der geschlossenen 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.

Inhalt	Seite
Problemstellung	2
Vorgehensweise	2
Betriebe	3
Geräte Kategorien	4
Rundballeneigenschaften	5
Verfahrensvergleich	6
Schlussfolgerungen	10
Literatur	16

Problemstellung

Während die Ernte bei Rundballenverfahren vollständig mechanisiert ist, erfolgt die Futtermittelvorlage häufig in Handarbeit. Meist wird die Rundballe mit der Frontladergabel oder dem Ballenspitzen 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. Damit sollen Arbeitszeit und Arbeitsbelastung bei der Rundballenvorlage gesenkt werden. Die Ballenauflösergeräte unterscheiden sich zum Teil erheblich hinsichtlich Arbeitsweise, Antrieb, Kapazität, Anbau an die Zugmaschine, Anschaffungskosten, Einsatzmöglichkeiten, Leistungs- und Hubkraftbedarf. Anhand dieser Eigenschaften können Gerätekategorien gebildet werden. Für die Wahl der passenden Mechanisierung sind Kenntnisse der verschiedenen Geräte und den damit verbundenen Verfahren notwendig.

Vorgehensweise

Die Ballenauflösergeräte wurden im Praxisinsatz untersucht. Ein strukturiertes Interview diente zur Erfassung von Betriebsdaten, verfahrenstechnischen Kenngrößen, Futterration, Angaben zu den Rundballen sowie technischen Details, Einsatzmöglichkeiten und Kommentaren der Betriebsleitung zum Gerät. Weiter wurden Ballengewicht und Trockensubstanzgehalt der Rundballen bestimmt. Eine Arbeitsbeobachtung während der Rundballenvorlage gab Aufschluss über Arbeitsablauf, Arbeitsweise und Arbeitsqualität der Geräte. Zusätzlich wurden auf den meisten Betrieben die Arbeitszeit gemessen und die zugehörigen arbeitswirtschaftlichen Einflussgrößen ermittelt. Diese Werte und bereits vorhandene Planzeiten waren die Grundlage für die Modellierung des Arbeitszeitbedarfs und der belastenden Arbeitszeit ausgewählter Fütterungsverfahren mit Rundballen. Zusätzlich wurden Investitionen und Jahreskosten anhand

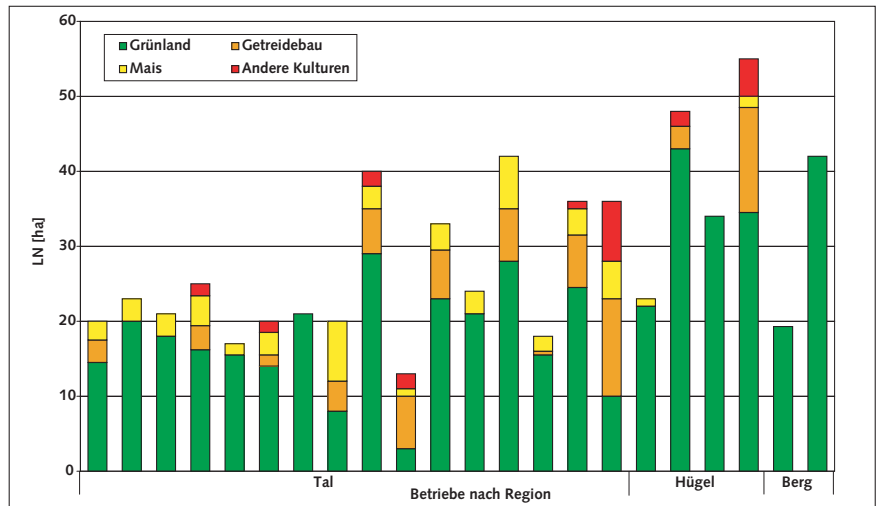


Abb. 2: Die meisten der besuchten Betriebe bewirtschaften einen Grossteil ihrer Landwirtschaftlichen Nutzfläche (LN) als Grünland (Natur- und Kunstwiesen) zur Erzeugung von Raufutter.

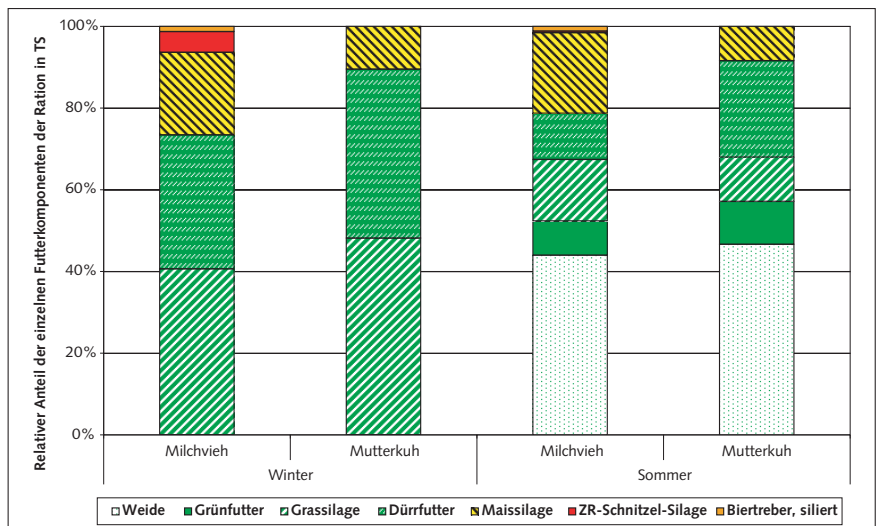


Abb. 3: Sowohl Milchkuh- als auch Mutterkuhrationen weisen bezogen auf die Trockensubstanz (TS) einen hohen Anteil an Raufutterkomponenten in der Grundration auf.

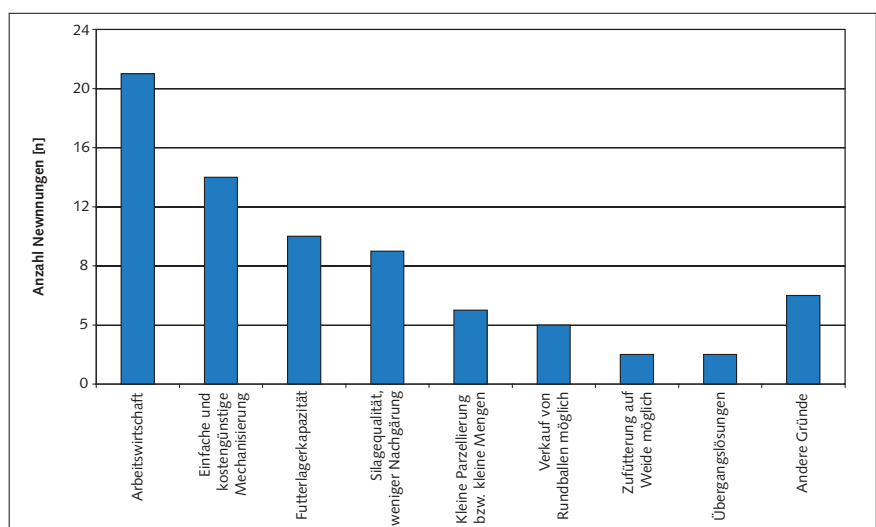


Abb. 4: Für den Einsatz von Rundballen in der Fütterung sprechen nach Angaben der Betriebsleiter vor allem arbeitswirtschaftliche Aspekte sowie die einfache und kostengünstige Mechanisierung.

von gängigen Kostenansätzen für Gebäude und Maschinen (Ammann 2004; Hilty et al. 2005) berechnet. Darin sind neben Futtermittel auch Lagerung und Ernte enthalten.

Betriebe

An der Untersuchung beteiligten sich 23 Praxisbetriebe in der Schweiz und ein Betrieb in Süddeutschland. 13 der befragten Betriebe halten schwerpunktmässig Milchvieh. Die Herdengrösse reicht von 18 bis 80 Kühen und beträgt im Mittel 34 Milchkühe. Neun der Betriebe sind Mutterkuhbetriebe. Diese halten durchschnittlich 25 Mutterkühe mit Kälbern, wobei sich die Spanne von 17 bis 80 Kühen erstreckt. Weitere zwei Betriebe betreiben Rinderaufzucht bzw. Munimast. Im Durchschnitt werden 36 ha Landwirtschaftliche Nutzfläche (LN) bewirtschaftet. Der kleinste Betrieb umfasst 13 ha LN, der flächenstärkste Schweizer Betrieb 55 ha LN (Abb. 2). Die Fläche des deutschen Betriebs beträgt 200 ha. Ein überwiegen-

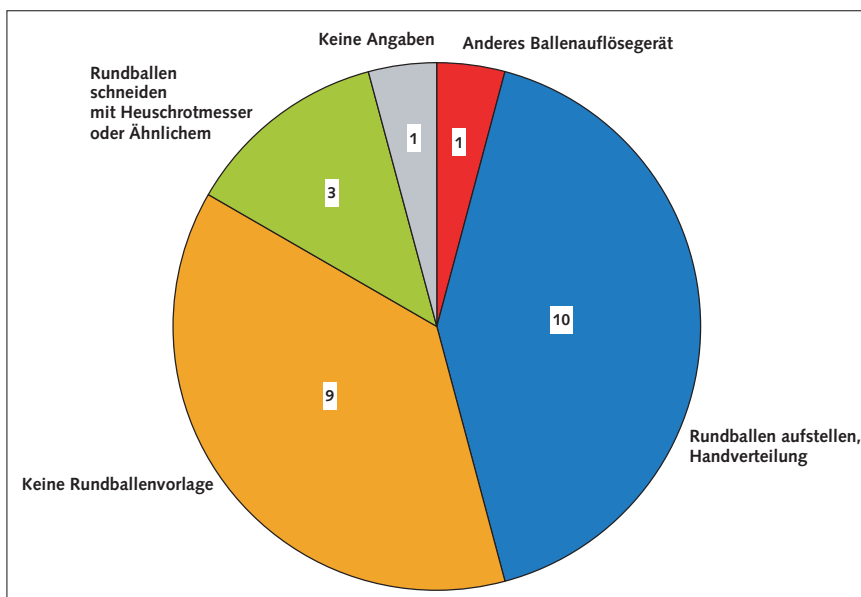


Abb. 5: Vor dem Kauf des untersuchten Ballenauflösegeräts wurden auf den meisten Betrieben die Rundballen von Hand aufgelöst und vorgelegt. Viele Betriebe verfütterten gar keine Rundballen.

der Teil der LN wird als Grünland genutzt und dient der Erzeugung von Raufutter. Die Grundrationen der Mutterkuh- und Milchviehbetriebe sind erwartungsgemäss raufutterbetont (Abb. 3). Auf den befrag-

ten Betrieben werden jährlich zwischen 30 und 2000 Rundballen verfüttert. Der Durchschnitt über alle Betriebe beträgt 355 Stück. Die genannten Gründe für den Einsatz von Rundballen in der Fütterung

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

Kategorie / Kriterium	Rundballenschneider	Rundballenabwickler	Offene Ballenauflösegeräte	Geschlossene Ballenauflösegeräte	Rundballenauflöse- 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 (Dreh-teller mit Zinken)	Abwickeln (Kratz-boden mit Abstreif-blech oder Stange)	Auflösen (Fräswalze, Reiss-walze, Pick-up)	Auflösen (Fräswalze)
Vorschub	–	–	Kratzboden	I.d.R. Kratzboden	Kratzboden
Vorlage	Unverteilt	Weitestgehend unverteilt	Schwad direkt	Schwad direkt (teil-weise mit Verteil-band)	Schwad bei Verteil-band oder Wurf-gebläse auf Distanz möglich
Zusatzrüstung			Stützrad, Drehkranz, Verteilband, Streu-teller, Streuvorrich-tung mit Zinken	Verteilband, Stützrad	
Kapazität	1 Rundballe	1 Rundballe	1 Rundballe	1 Rundballe	2 – 3 Rundballen
Weitere Einsatz-möglichkeiten	Schneiden von Rundballen beim Befüllen des FMW; Silozange: Entnahme aus Flachsilo	Einstreuen von Liege-flächen; 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
Anschaffungs-kosten [Fr.]	3000–4000	2000–3000	6000–12000	7500–14000	16000–28000
Anz. untersuchter Betriebe [n]	5	4	7	5	3

sind in Abbildung 4 dargestellt. Die Ernte erfolgt auf den meisten der befragten Betriebe im sogenannten «Einmannsystem», d. h. eine Arbeitsperson mäht, zettet und schwadet. Das Pressen und Wickeln der Ballen übernehmen auf 14 von 24 Betrieben Lohnunternehmer. Auf 15 Betrieben wird mit einer Festkammerpresse gearbeitet, acht Betriebe haben variabel gepresste Ballen und von einem Betrieb liegen keine Angaben zur Presskammer vor. Die Anzahl der Messer in der Presse reicht von null bis 21 Stück. In der Regel handelt es sich um netzgebundene Rundballen mit 120 cm Höhe und einem Durchmesser von 120 cm. Auf 14 der befragten Betriebe werden die Silageballen 6-lagig gewickelt. Jeweils drei Betriebe verwenden fünf bzw. sieben Lagen Stretchfolie. Zwei Betriebe arbeiten mit vier Lagen. Von weiteren zwei Betrieben sind keine Angaben vorhanden. Zwei Drittel der interviewten Betriebsleiter stapeln die Silageballen auf befestigten Flächen auf dem Hofgelände, ein weiteres Drittel lagert die Ballen auf dem freien Feld. Abbildung 5 zeigt, wie bzw. ob auf den Betrieben vor dem Kauf des Ballenauflösegeräts Rundballen vorgelegt wurden.



Abb. 6: Drei verschiedene Typen von Rundballenschneidern: Rundballenzerteiler mit schwertartigem Messer (Bild links); Entnahme und Transport der Rundballen mit dem Rundballenschneider (mittleres Bild); Silageschneidezangen mit entsprechend grossem Öffnungswinkel können auch Rundballen schneiden (Bild rechts).



Abb. 7: Rundballenabwickler im Dreipunktbau (Bild links) und Frontladeranbau (Bild rechts).

Geräte Kategorien

Einen Überblick über die Gerätekategorien bietet Tabelle 1. Weitere Geräte wie beispielsweise Selbstfahrer wurden in diesem Zusammenhang nicht untersucht, da ihre Verbreitung in der Schweiz gering ist.

Rundballenschneider

Rundballenschneider werden an den Frontlader oder die Dreipunktaufhängung angebaut. Sie zerteilen Rundballen mit einem Messer, das mit einem oder zwei Hydraulikzylinder(n) bewegt wird (Abb. 6). 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 Franken im Vergleich zu anderen Gerätekategorien recht preiswert. Ein Nachteil dieses Verfahrens ist, dass der geschnittene Ballen von Hand vorgelegt werden muss.

Rundballenabwickler

Bei Rundballenabwicklern handelt es sich um Frontlader- oder Dreipunktbauge- räte (Abb. 7). Liegende Ballen können mit

auf einen Drehteller geschweissten Zinken aufgenommen und transportiert werden. Es empfiehlt sich, Folie und Netz erst auf dem Futtertisch zu entfernen, da die Balle leicht auseinander fallen kann. Das Abwickeln der Ballen erfolgt durch Drehen des Tellers mittels eines hydraulisch angetriebenen Motors. Da die meisten Ballenqualitäten sich nur sehr ungleichmässig abwickeln lassen, ist häufig keine Ablage im Schwad möglich. So muss das Futter von Hand verteilt werden. Auf einigen Betrieben wird der Ballenabwickler auch zum Abwickeln von Rundballen in den Futtermischwagen oder zum Einstreuen von Tretmist- oder Tiefstreuiegeflächen verwendet. Rundballenabwickler kosten zwischen 2000 und 3000 Franken.

Offene Ballenauflösegeräte

Unter die Kategorie «Offene Ballenauflösegeräte» fallen Geräte, die lediglich Halmgut – also Grassilage, Heu, Stroh oder Ähnliches – verarbeiten können. Die Verteilung von losen Futtermitteln oder Maissilageballen ist aufgrund der Auflö- sewerzeuge bzw. der offenen Bauweise nicht möglich. Neben Frontlader- und Dreipunktbau gibt es auch Anhängege-

räte, Unterlenkeranhängung und Stützrad sowie die Möglichkeit des Anbaus an den Stapler. Die Beladung des Geräts erfolgt über einen Ladearm (Abb. 8, linkes Bild) oder durch Fremdbeladung mit Frontlader, Hoflader oder Gabelstapler. Das Entfernen von Folie und Netz wird unterschiedlich praktiziert. Bei manchen Ballen können Folie und Netz schon vor dem Einklappen des Ladearms entfernt werden. Wenn abzusehen ist, dass die Balle beim Beladen auseinander fällt, werden Folie und Netz vor dem Beladevorgang nur aufgeschnitten und etwas zurückgezogen. Entfernt werden sie erst, wenn die Balle sich fast vollständig im Gerät befindet. Vorgelegt wird das Futter in einem Schwad direkt am Fressgitter. Die Geräte werden hydraulisch oder mit der Zapfwelle angetrieben. Das Auflösen der Rundballen kann über einen Kratzboden mit Zinken und mit Abweisan- stance oder Abstreifblech bzw. eine Art Reisswalze mit Kratzboden als Vorschub erfolgen (Abb. 9). Bei einigen Fabrikaten ist der Kratzboden gefedert. Weniger verbreitet sind Geräte, die den Ballen mit Schneidwerkzeugen zerkleinern. Die meisten Gerätetypen können zudem zum Einstreuen sowohl von Liegeboxen als auch von Tiefstreu- oder Tretmistiegeflächen

verwendet werden (Abb. 8, rechtes Bild). Dazu bieten die Hersteller teilweise entsprechende Streuvorrichtungen an. Manche Typen sind auch mit hydraulischem oder mechanischem Drehkranz erhältlich, der eine Ablage des Futters wahlweise rechts, links oder mittig erlaubt. Die Anschaffungskosten liegen je nach Gerätetyp und Zusatzausrüstung bei 6000 bis 12 000 Franken.



Abb. 8: Offene Ballenauflösegeräte: Beladen mit Ladearm (Bild links); Abwickeln und Vorlage von Silageballen mit einem Gerät im Dreipunktbau erfordert einen schweren Traktor mit entsprechender Hubkraft (mittleres Bild); Einstreuen von Liegeboxen mit einem offenen Ballenauflösegerät im Frontladeranbau (Bild rechts).

Geschlossene Ballenauflösegeräte

Diese Geräte eignen sich durch ihre geschlossene Bauweise und Auflösewerkzeuge wie z.B. eine klingenbestückte Fräswalze (Abb. 10, mittleres Bild) oder Pick-up auch zur Verteilung von Maisrundballen oder losem Futter. Dazu kann die offene Beladeseite des Geräts durch Anbringen eines Blechs geschlossen werden (Abb. 10, rechtes Bild). Als Vorschub dient meist ein querliegender Kratzboden. Kratzboden und Fräswalze oder Pick-up werden hydraulisch oder mit der Zapfwelle angetrieben und ermöglichen einen gleichmässig abgelegten Schwad mit aufgelockerter Silage am Fressgitter. Fräswalzen lösen Ballen aller Qualitäten zuverlässig auf. Angehängt werden die Geräte in der Regel an Zugmaul oder Unterlenker. Dreipunkt-, Stapler- oder Frontladeranbau ist jedoch bei einigen Typen auch möglich. Die geschlossenen Ballenauflösegeräte sind zumeist mit einem hydraulischen Ladearm ausgestattet. Die Anschaffungskosten belaufen sich auf 7500 bis 14 000 Franken.



Abb. 9: Möglichkeiten zum Auflösen von Halmgut-Rundballen: Abweisstange und Kratzboden mit Zinken (Bild links); Kratzboden mit einfacher Reisswalze (Bild rechts).

Rundballenauflöse- und Verteilwagen

Geräte dieser Kategorie unterscheiden sich von geschlossenen Ballenauflösegeräten vor allem durch grössere Kapazität (zwei bis drei Rundballen), Anschaffungspreis (16 000 bis 28 000 Franken) und vielseitigeren 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, besteht die Gefahr, dass die Balle beim Beladevorgang auseinander fällt. Deshalb 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 Arbeitssicher-



Abb. 10: Geschlossene Ballenauflösegeräte: Gezogenes Gerät (Bild links); Kratzboden als Vorschub und klingenbestückte Auflösewalze als Auflösewerkzeug (mittleres Bild); ein zusätzliches Blech ermöglicht das Auflösen von Maissilageballen bzw. Verteilen von losem Futter (Bild rechts).

heit 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. 11, linkes Bild) oder über ein Wurfgebläse und einen Auswurf (Abb. 11, mittleres 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 von losem 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. Von 52 Grassilageproben wurde der Trockensubstanzgehalt (TS-Gehalt) bestimmt. Nur rund 20 % der Proben hatten einen bei Rundballensilage angestrebten TS-Gehalt von 30 bis 40 %. Der Rest



Abb. 11: Universalblockverteilwagen (UBVW) beim Beladen einer Rundballe mit der Ladeklappe (Bild links); Futtermittelverteilung mit Verteilwagen (mittleres Bild); Einstreuen einer Tretmistliegefläche über einen Auswurf (Bild rechts).

Verfahrensvergleich

Der Vergleich von Arbeitszeitbedarf, belastender Arbeitszeit und Verfahrenskosten praxisnaher Fütterungsverfahren mit Rundballen gibt darüber Aufschluss, wie die verschiedenen Ballenauflösegeräte sowie die damit verbundenen Verfahren aus arbeitswirtschaftlicher und betriebswirtschaftlicher Sicht einzuordnen sind. Mutterkuhhaltung und Milchviehhaltung werden getrennt betrachtet. Die tägliche Ration der Mutterkühe setzt sich wie folgt zusammen (Angaben in Trockensubstanz pro Mutterkuh mit Kalb):

- 10 kg Grassilage
- 4 kg Bodenheu

verteilte sich relativ gleichmässig über ein Spektrum von 20 bis 60 % TS (Abb. 12). Bei einem Ballendurchmesser von 120 cm und einer Höhe von 120 cm reichte das Ballengewicht von 444 bis 1030 kg und betrug im Durchschnitt 693 kg. In der Regel waren Ballen mit kleinerem TS-Gehalt schwerer (Abb. 13).

Sehr schwere Ballen können bei Geräten im Dreipunkt- oder Frontladeranbau aufgrund der begrenzten Hubkraft der Zugmaschine nicht transportiert und aufgelöst werden. Leichte Traktoren kippen bei hohem Ballengewicht und entsprechender Verlagerung des Schwerpunktes. Bei selbstbeladenden 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 gelagert werden. Verformte Ballen können mit dem Ladearm oft nur schwer bzw. gar nicht in geschlossene Ballenauflösegeräte aufgenommen werden, da die Innenmasse dieser Geräte begrenzt sind (Abb. 14). Sie müssen dann mit Frontlader, Ballenspitze oder Ähnlichem in das Ballenauflösegerät gedrückt werden. Das Auflösen dieser Ballen ist ebenfalls erschwert, da sie aufgrund der Verformung im Gerät leicht verkanten oder festsitzen.

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 Ballens auf dem Kratzboden abwickeln, ist mehr Geschick von Seiten der Bedienperson erforderlich, um einen gleichmässigen Schwad zu erhalten. Unförmige Ballen oder harte Ballenkerne können auf dem Kratzboden immer wieder ins Gerät zurück rollen. Mit einem Kratzboden ohne weitere Auflöserwerkzeuge 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.

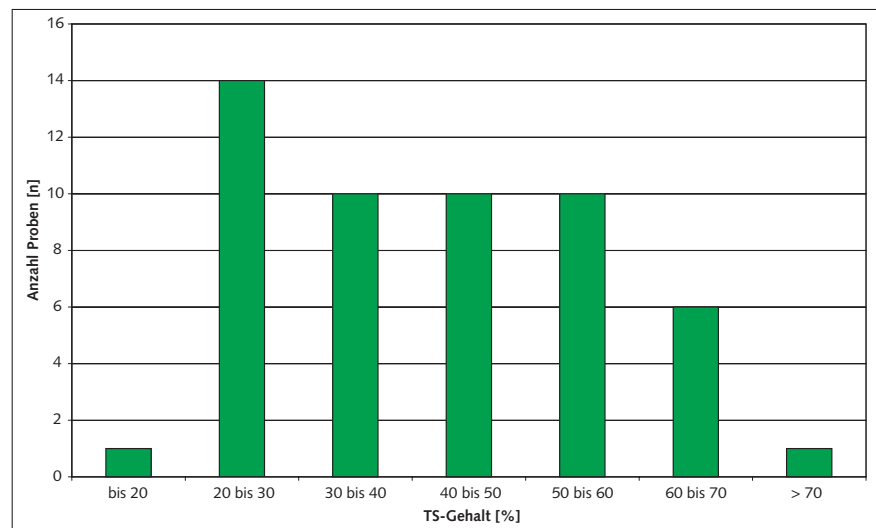


Abb. 12: Der TS-Gehalt der untersuchten Silagerundballen variierte von 19 bis 73%.

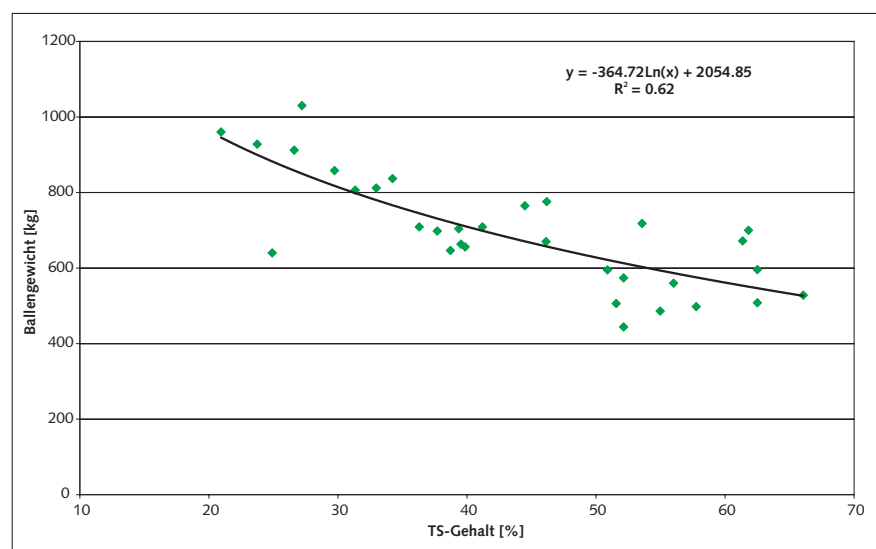


Abb. 13: Je niedriger der TS-Gehalt einer Balle ist, desto mehr Gewicht bringt diese auf die Waage (Ballenabmessungen: Durchmesser: 120 cm, Höhe: 120 cm).



Abb. 14: Werden zu nasse Silagerundballen liegend gestapelt, verformen sich diese «zwetschgenartig» (Bild links); geschlossene Ballenauflösegeräte können aufgrund ihrer begrenzten Innenmasse nur runde, unverformte Ballen aufnehmen (Bild rechts).

bis zur Futtervorlage darzustellen. Dazu wurden den einzelnen Fütterungsverfahren die entsprechenden Ernteverfahren, die zugehörige Mechanisierung und die jeweiligen Futterlager zugeordnet (Tab. 4 bis 8).

Arbeitszeitbedarf

Der Arbeitszeitbedarf für die Fütterungsarbeiten in der Milchviehhaltung (Abb. 15) liegt deutlich über dem in der Mutterkuhhaltung (Abb. 16). Beispielsweise wurden für das Fütterungsverfahren

Die Grundration (Angaben in Trockensubstanz pro Kuh und Tag) für Milchvieh ist für 18 kg Milch ausgelegt:

- 7 kg Grassilage
- 5 kg Maissilage
- 4 kg Bodenheu

Neben vier (Mutterkuhhaltung) bzw. fünf (Milchviehhaltung) Fütterungsverfahren mit Ballenauflösegeräten wurden zum Vergleich das Verfahren 1 «Ballengabel» sowie die Futtervorlage in Raufen und mit dem Futtermischwagen (FMW) ausgewählt. Die einzelnen Verfahren sind in Tabelle 2 und 3 beschrieben. Arbeitszeitbedarf und belastende Arbeitszeit wurden für Bestandesgrößen von 20, 30, 40, 50, 60 und 80 Kühen modelliert. Dabei wurden Entnahme, Transport und Vorlage des Futters, Futternachschieben, Rüstarbeiten sowie Kontrolle der Kraftfutterautomaten und des Verzehrs berücksichtigt. Bis 30 Kühe wird davon ausgegangen, dass die Entnahme von lose, deckenlastig gelagertem Heu von Hand erfolgt. Ab 40 Kühe wird ein Greifer eingesetzt. Ebenfalls wird im Modell ab einer Bestandesgröße von 40 Kühen das Futter nicht mehr von Hand, sondern mit dem Hoflader nachgeschoben. Die Arbeitszeit für das Fütterungsverfahren mit dem Futtermischwagen wurde erst ab einer Herdengröße von 40 Kühen modelliert, da die Eigenmechanisierung mit einem Fräsmischwagen für kleinere Bestände aufgrund der hohen Kosten nicht sinnvoll erscheint. Für die ausgewählten Fütterungsverfahren wurden ebenfalls zugeteilte Investitionen und Kosten für 30 und 50 Mutterkühe und Milchkühe berechnet.

Um gesamte Verfahren mit verschiedenen Futterwerbungs-, Lager-, Entnahme- und Vorlagetechniken zu vergleichen, ist es notwendig, die Verfahren von der Ernte

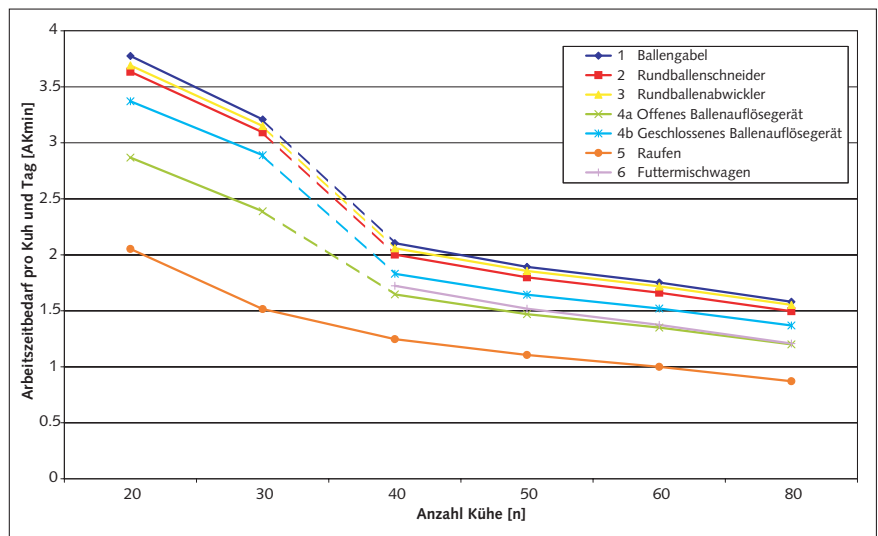


Abb. 15: Vergleich des Arbeitszeitbedarfs pro Kuh und Tag verschiedener Fütterungsverfahren in der Milchviehhaltung: Mit steigender Bestandesgröße sinkt der Arbeitszeitbedarf. Insbesondere durch den Verfahrenswechsel zwischen 30 und 40 Kühen von manuellem Nachschieben auf Hoflader bzw. von Handabwurf auf Greifer bei Varianten mit lose Heu (gestrichelte Linie) reduziert sich der Arbeitszeitbedarf deutlich.

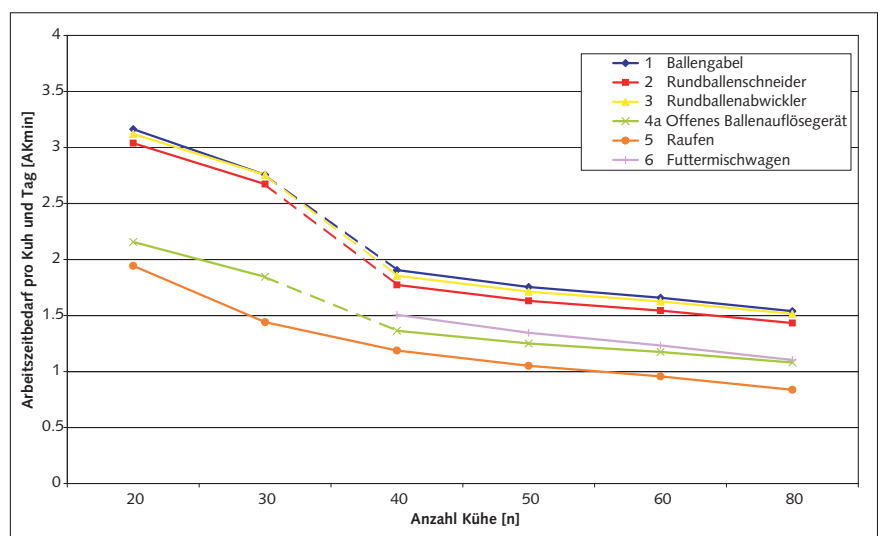


Abb. 16: Vergleich des Arbeitszeitbedarfs pro Kuh und Tag verschiedener Fütterungsverfahren in der Mutterkuhhaltung: Der Arbeitszeitbedarf ist bei Fütterungsverfahren, bei denen die Silage von Hand verteilt wird (Verfahren 1 bis 3), höher als bei Verfahren mit mechanisierter Futtervorlage (4a bis 6).

Tab. 2: Beschreibung der ausgewählten Fütterungsverfahren für Milchkühe.

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

Tab. 3: Beschreibung der ausgewählten Fütterungsverfahren für Mutterkühe.

		1 Ballengabel	2 Rundballen-schneider	3 Rundballen-abwickler	4a Offenes Ballen-auflösegerät	5 Raufen	6 FMW
Grassilage (Rundballen)	Entnahme	Frontlader	Rundballen-schneider	Rundballen-abwickler	Ballenauflösegerät	Frontlader	Frontlader
	Vorlage	Hand	Hand	Hand	Ballenauflösegerät	Frontlader	FMW
Bodenheu	Lagerung	lose, deckenlastig	lose, deckenlastig	lose, deckenlastig	Rundballen	Rundballen	lose, deckenlastig
	Entnahme u. Vorlage	bis 30: Hand ab 40: Greifer	bis 30: Hand ab 40: Greifer	bis 30: Hand ab 40: Greifer	Ballenauflösegerät	Frontlader	Greifer, FMW
Futtermittelvorgabe		täglich, Futtertisch	täglich, Futtertisch	täglich, Futtertisch	täglich, Futtertisch	Raufen	täglich, Futtertisch
Nachschieben		2 x täglich; bis 30: Hand ab 40: Hoflader	2 x täglich; bis 30: Hand ab 40: Hoflader	2 x täglich; bis 30: Hand ab 40: Hoflader	2 x täglich; bis 30: Hand ab 40: Hoflader	entfällt	2 x täglich; Hoflader

4a «Offenes Ballenauflösegerät» in der Milchviehhaltung bei einer Bestandesgrösse von 40 Kühen 1,65 AKmin (Arbeitskraftminuten) pro Kuh und Tag modelliert. Der Wert für die Mutterkuhhaltung bei entsprechender Herdengrösse liegt bei 1,36 AKmin pro Kuh und Tag. Dies ist damit zu erklären, dass die Milchviehhaltung eine Futterkomponente mehr enthält als die Mutterkuhhaltung und bei der Fütterung von Mutterkühen kleinere Massen an Futtermitteln bewegt werden müssen. Ausserdem wird bei Mutterkühen von zweimaligem Futternachschieben gegenüber dreimaligem Nachschieben in der Milchviehfütterung ausgegangen, was sich ebenfalls im Arbeitszeitbedarf niederschlägt. Zwischen den einzelnen Fütterungsverfahren bestehen hinsichtlich der Arbeitszeit zum Teil grosse Unterschiede. Den grössten Arbeitszeitbedarf weist über alle Bestandesgrössen hinweg das Verfahren 1 «Ballengabel» mit 3,78 AKmin pro Kuh und Tag bei 20 Milchkühen bis 1,58 AKmin pro Kuh und Tag bei

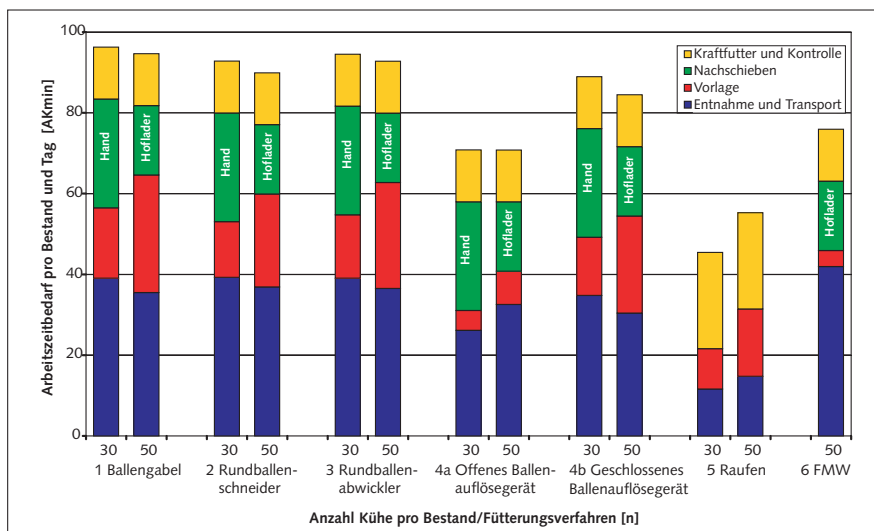


Abb. 17: Vergleich des Arbeitszeitbedarfs pro Bestand und Tag verschiedener Fütterungsverfahren in der Milchviehhaltung: Entnahme und Transport nehmen bei Verfahren mit Vorlage am Futtertisch den grössten Anteil am Arbeitszeitbedarf ein. Bei den Verfahren 1, 2, 3 und 4b sinkt die Arbeitszeit bei 50 Kühen 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.

80 Milchkühen auf. Bei 20 Mutterkühen inklusive Kälbern sind es 3,16 AKmin pro Kuh und Tag bis 1,54 AKmin pro Kuh und Tag bei 80 Mutterkühen mit Kälbern. Nur geringfügig tiefer liegt der Arbeitszeitbedarf für die Fütterungsverfahren 2 «Rundballenschneider» und 3 «Rundballenabwickler». Auch diese zwei Verfahren sind vergleichsweise arbeitsintensiv, da die Grassilage jeweils von Hand am Fressgitter verteilt wird. In der Milchviehhaltung liegt der Arbeitszeitbedarf für das Fütterungsverfahren 4a «Offenes Ballenauflösegerät» mit 2,87 AKmin pro Kuh und Tag bei 20 Kühen bis 1,20 AKmin pro Kuh und Tag bei 80 Kühen niedriger als der Zeitbedarf für das Verfahren 4b «Geschlossenes Ballenauflösegerät» mit 3,37 bis 1,37 AKmin pro Kuh und Tag bei entsprechenden Bestandesgrößen. Der modellierte Arbeitszeitbedarf des Fütterungsverfahrens 6 «FMW» entspricht sowohl für Milchvieh als auch für Mutterkühe im Wesentlichen dem des Verfahrens 4b «Offene Ballenauflösegeräte». Aus arbeitswirtschaftlicher Sicht deutlich am günstigsten schneidet das Vorratsfütterungsverfahren 5 «Raufen» ab. Das Raufenverfahren ist gegenüber anderen Verfahren sehr rationell, da Entnahme, Transport und Vorlage der Ballen mit dem Frontlader erfolgt und das Nachschieben entfällt. Dagegen muss bei diesem Verfahren mehr Arbeitszeitbedarf für die Laufhofreinigung eingeplant werden. Dies ist durch die längere Verweildauer der Tiere im Laufhof und dem damit verbundenem höheren Kotanfall sowie den Futterresten um die Raufen herum verbunden. Weiter ist eine entsprechende Anordnung und Grösse des Laufhofs Voraussetzung für Raufenfütterung.

Bei allen Fütterungsverfahren sinkt der Arbeitszeitbedarf mit zunehmender Bestandesgrösse. Die Degression ist zunächst stark ausgeprägt und flacht bei grösseren Beständen ab. Diese Degressionseffekte sind mit einer relativen Abnahme von Rüstzeit und Nacharbeiten zugunsten der Hauptzeit am gesamten Arbeitszeitbedarf pro Kuh und Tag zu begründen. Deutlich zu erkennen ist ausserdem der Verfahrenswechsel (gestrichelte Linie) von Handabwurf auf Greiferentnahme des Heus bzw. von manuellem Nachschieben auf Nachschieben mit Hoflader.

Die tägliche Arbeitszeit pro Bestand der sieben Milchviehfütterungsverfahren wurde exemplarisch für die Bestandesgrößen 30 und 50 Kühe in die Arbeitsvorgänge «Krafftutter und Kontrolle», «Vorlage», «Nachschieben» sowie «Entnahme und Transport» aufgliedert (Abb. 17). Mit

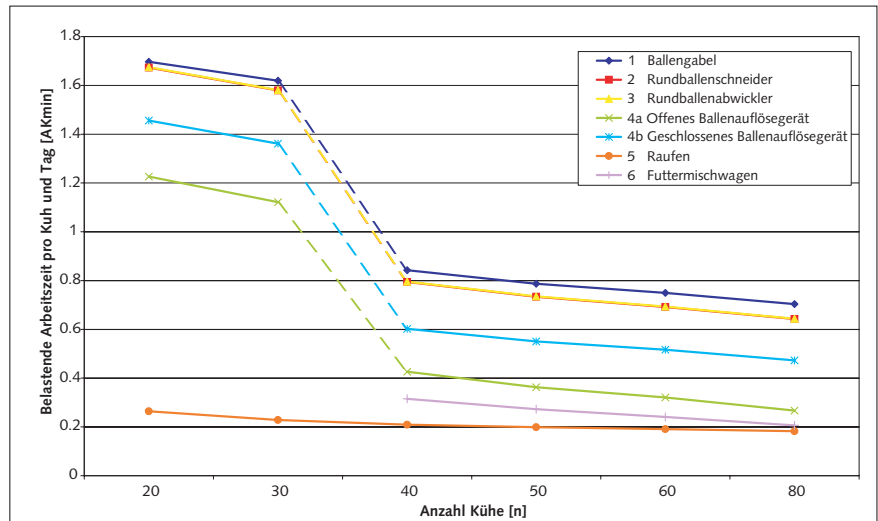


Abb. 18: Vergleich der belastenden Arbeitszeit pro Kuh und Tag verschiedener Fütterungsverfahren in der Milchviehhaltung: Der Sprung (gestrichelte Linie) beim Verfahrenswechsel (von Hand- auf Greiferentnahme bei losen Heu sowie Nachschieben mit Handgerät auf Hoflader) zeigt, dass durch den sinnvollen Einsatz von Maschinen die Arbeitsbelastung gesenkt werden kann.

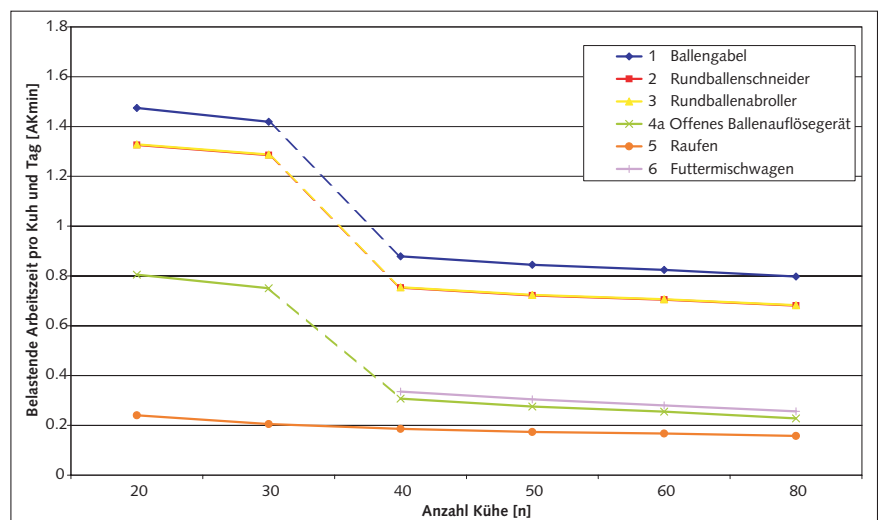


Abb. 19: Vergleich der belastenden Arbeitszeit pro Kuh und Tag verschiedener Fütterungsverfahren in der Mutterkuhhaltung: Fütterungsverfahren, bei denen grosse Massen von Hand bewegt werden müssen, weisen einen weit höheren Anteil an belastender Arbeitszeit auf als weitestgehend mechanisierte Verfahren.

Ausnahme des Verfahrens 6 «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 Zeitannteile 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

Greiferentnahme bewirkt, dass die tägliche Arbeitszeit des Teilvorgangs «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 aufgrund 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 Futtermittelaufnahme 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 dagegen 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 sogenannte belastende Arbeitszeit ist bei Fütterungsverfahren, die Arbeitsabläufe wie z. B. Abwerfen des Heu mit der Gabel, Verteilen der Silage direkt von der Rundballe von Hand oder manuelles Futternachschieben beinhalten, vergleichsweise gross. Die Verfahren 1 «Ballengabel», 2 »Rundballenschneider« und 3 «Rundballenabwickler» weisen sowohl in der Milchviehhaltung (Abb. 18) als auch in der Mutterkuhhaltung (Abb. 19) einen wesentlich höheren Arbeitszeitbedarf mit körperlicher Belastung auf, als die Fütterungsverfahren 4a «Offenes Ballenauflösegerät», 5 «Raufen» und 6 «FMW». Der relative Anteil der belastenden Arbeitszeit am Arbeitszeitbedarf beträgt je nach Fütterungsverfahren zwischen 43–50 % bei den Arbeitsverfahren 1 «Ballengabel», 2 «Rundballenschneider», 3 «Rundballenabwickler», 4a «Offenes Ballenauflösegerät» und 4b «Geschlossenes Ballenauflösegerät» bei Bestandesgrößen bis 30 Milchkühen. Dagegen ist die belastende Arbeitszeit mit einem Anteil von 13–15 % am Gesamtarbeitszeitbedarf beim Verfahren 5 «Raufen» bei den entsprechenden Bestandesgrößen aufgrund des niedrigen Anteils der Handarbeiten deutlich geringer. Ähnliches gilt für die Mutterkuhhaltung. Mit steigender Bestandesgröße und somit Rationalisierung von einzelnen Arbeitsvorgängen nimmt die belastende Arbeitszeit sowohl bei den Fütterungsverfahren von Milchvieh als auch bei denen von Mutterkühen ab. Eine relative Verringerung der Rüstzeitenanteile am Gesamtarbeitszeitbedarf bei Zunahme der Bestandesgröße trägt auch zur Senkung der Arbeitsbelastung bei, da Rüstarbeiten oft in ungünstigen Körper-

haltungen 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 Mähauflöser oder Ballenspitz, sind die fixen und variablen Kosten zugeteilt (Tab. 4 bis 8). Für Arbeiten, die im Lohn erledigt werden, gelten die Lohnansätze. Für Futterlager und Raufen sind fixe Kosten verrechnet.

Die zuteilbaren Investitionen für Maschinen und Geräte sowie Futterlager liegen bei einer Bestandesgröße von 30 Mutterkühen zwischen 99 000 und 133 000 Franken (Tab. 4). Am günstigsten schneiden Verfahren 4a «Offenes Ballenauflösegerät» und Verfahren 5 «Raufen» ab, da auch das Heu in Rundballen gelagert wird und als Lagerraum eine einfache Halle genügt. Die Grassilage wird bei allen Verfahren in Ballen gelagert und erfordert so nur eine einfache Ballenmechanisierung. Für das lose gelagerte Dürrfutter wird bei den Verfahren 1 bis 3 neben einem Lager auch die entsprechende Mechanisierung benötigt. Die zuteilbaren jährlichen Kosten fallen bei den reinen Rundballenvarianten mit 17 634 Franken (4a «Offenes Ballenauflösegerät») bzw. 17 205 Franken (5 «Raufen») am niedrigsten aus. Bei diesen Verfahren sind zwar die zuteilbaren Kosten für Entnahme und Vorlage im Vergleich zu den Verfahren mit Ballengabel, Rundballenschneider und Rundballenabwickler höher, die jährlichen Kosten für Ernte und Einlagerung sowie die Futterlager sind jedoch deutlich geringer. Aus denselben Gründen wie bei einer Bestandesgröße von 30 Mutterkühen weisen die reinen Ballenverfahren (Verfahren 4a und 5) bei 50 Mutterkühen ebenfalls die niedrigsten zuteilbaren Investitionen und Kosten auf (Tab. 5). Beim Verfahren 6 mitlosem Dürrfutterlager und dem Einsatz eines Futtermischwagens ist die finanzielle Belastung

mit 239 700 Franken zuteilbaren Investitionen und 32 635 Franken zuteilbaren Kosten am grössten.

Sowohl bei 30 als auch bei 50 Milchkühen schneidet jeweils das Verfahren 5 (Raufenfütterung) mit 105 600 bzw. 134 400 Franken am günstigsten ab (Tab. 7 und 8). 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 eingekieser Platz sowie Abdecknetze benötigt. Die Verfahren 1 bis 3 mit loser Dürrfutterlagerung haben bei 30 Milchkühen mit 190 100 bis 192 300 Franken ein höheres Investitionsvolumen. Bei den zuteilbaren Kosten liegt das Raufenverfahren mit 20 900 Franken gefolgt vom Verfahren 4b «Geschlossenes Rundballenauflösegerät» mit 22 497 Franken aufgrund der niedrigen Kosten für die Entnahme und die Vorlage deutlich günstiger als die anderen Verfahren. Bei 50 Milchkühen ist das Verfahren 6 sowohl bei den Investitionen mit 311 700 Franken als auch bei den zuteilbaren Kosten mit 40 945 Franken am teuersten. Verantwortlich ist dafür unter anderem der Futtermischwagen, der mit einem Neupreis von 47 000 Franken einkalkuliert wurde. Die zuteilbaren Investitionen der Verfahren 1, 2 und 3 liegen mit 267 300 bis 269 500 Franken etwas tiefer. Im Verfahren 4a wird das Dürrfutter in Rundballen gelagert und im Verfahren 4b erfolgt die Lagerung von Maissilage in Rundballen. Die geringeren Investitionen für die Futterlagerung sind dafür verantwortlich, dass die betreffenden Beträge mit 210 100 Franken (Verfahren 4a) und 203 900 Franken (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 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

Tab. 4: Zugeteilte Investitionen, Kosten und Arbeitszeitbedarf für 30 Mutterkühe von der Ernte bis zur Futtervorlage.

Ausgewählte Mechanisierung	Einsatz-, Besitzart	zugeteilte		Eingesetzte Maschinen und Anlagen				
		Kosten	Investitionen Fr.	1	2	3	4a	5
1. Ernte Grassilage und Dürrfutter								
Grundmechanisierung								
Traktor, 4-Radantrieb, 50 kW (68 PS)	Eigentum	variabel		X	X	X	X	X
Traktor, 4-Radantrieb, 60 kW (82 PS)	Eigentum	variabel		X	X	X	X	X
Mähauflbereiter	Eigentum	fix/variabel	15500	X	X	X	X	X
Kreiselheuer, 6,1–7,5 m	Eigentum	fix/variabel	14000	X	X	X	X	X
Doppelkreiselschwader, bis 6,5 m	Eigentum	fix/variabel	19000	X	X	X	X	X
Grassilage								
Rundballenpresse	Lohnarbeit	Lohnansatz		X	X	X	X	X
Wickelgerät	Lohnarbeit	Lohnansatz		X	X	X	X	X
Frontlader, Grundgerät	Eigentum	variabel		X	X	X	X	X
Klemmzange zu Frontlader	Eigentum	fix/variabel	4300	X	X	X	X	X
Pneuwagen, 2-achsig, 10 t	Eigentum	variabel		X	X	X	X	X
Dürrfutter								
Ladewagen	Eigentum	variabel		X	X	X		
Vielzweckgebläse	Eigentum	fix/variabel	9300	X	X	X		
Teleskopverteiler, 10 x 12 m	Eigentum	fix/variabel	8800	X	X	X		
Rundballenpresse	Lohnarbeit	Lohnansatz					X	X
Frontlader, Grundgerät	Eigentum	variabel					X	X
Klemmzange zu Frontlader	Eigentum	fix/variabel	4300				X	X
Pneuwagen, 2-achsig, 10 t	Eigentum	variabel					X	X
2. Entnahme und Vorlage								
Grassilage								
Frontlader, Grundgerät	Eigentum	variabel		X				X
Ballenspitz	Eigentum	fix/variabel	1200	X				
Rundballenschneider	Eigentum	fix/variabel	3400		X			
Rundballenabwickler	Eigentum	fix/variabel	3000			X		
Ballenauflösegerät, offen	Eigentum	fix/variabel	9000				X	
Klemmzange zu Frontlader	Eigentum	fix/variabel	4300					X
Futterraufe	Eigentum	fix	2000					X
Dürrfutter								
von Hand				X	X	X		
Ballenauflösegerät, offen	Eigentum	fix/variabel	9000				X	
Frontlader, Grundgerät	Eigentum	variabel						X
Klemmzange zu Frontlader	Eigentum	fix/variabel	4300					X
Futterraufe	Eigentum	fix	2000					X
3. Futterlager								
Grassilage								
Rundballenlager, eingekiest	Eigentum	fix	12200	X	X	X	X	X
Abdecknetz für Siloballen	Eigentum	fix	300	X	X	X	X	X
Dürrfutter								
Lagerhalle für lose Lagerung	Eigentum	fix	46200	X	X	X		
Rundballenlager in Halle	Eigentum	fix	29700				X	X
4. Zuteilbare Investitionen								
Maschinen und Geräte								
Ernte und Einlagerung			Fr.	70'900	70'900	70'900	52'800	52'800
Entnahme und Vorlage			Fr.	1'200	3'400	3'000	9'000	4'000
Total			Fr.	72'100	74'300	73'900	61'800	56'800
Lager								
Grassilage			Fr.	12'500	12'500	12'500	12'500	12'500
Dürrfutter			Fr.	46'200	46'200	46'200	29'700	29'700
Total			Fr.	58'700	58'700	58'700	42'200	42'200
Total zuteilbare Investitionen			Fr.	130'800	133'000	132'600	104'000	99'000
Differenz zu Verfahren 1					2'200	1'800	-26'800	-31'800
5. Zuteilbare Kosten								
Maschinen und Geräte								
Ernte und Einlagerung			Fr.	14'192	14'192	14'192	13'562	13'562
Entnahme und Vorlage			Fr.	863	1'039	1'124	1'854	1'425
Total			Fr.	15'055	15'231	15'316	15'416	14'987
Lager								
Grassilage			Fr.	861	861	861	861	861
Dürrfutter			Fr.	2'111	2'111	2'111	1'357	1'357
Total			Fr.	2'972	2'972	2'972	2'218	2'218
Total zuteilbare Kosten			Fr.	18'027	18'203	18'288	17'634	17'205
Differenz zu Verfahren 1			Fr.		176	261	-393	-822
6. Arbeitszeitbedarf								
Ernte			AKh	88	88	88	83	83
Entnahme und Vorlage			AKh	228	221	228	152	119
Total			AKh	316	309	316	235	202
Differenz zu Verfahren 1			AKh		-7	0	-81	-114

Tab. 5: Zugeteilte Investitionen, Kosten und Arbeitszeitbedarf für 50 Mutterkühe von der Ernte bis zur Futtermvorlage.

Ausgewählte Mechanisierung	Einsatz-, Besitzart	zugeteilte		Eingesetzte Maschinen und Anlagen					
		Kosten	Investitionen Fr.	1	2	3	4a	5	6
1. Ernte Grassilage und Dürrfutter									
Grundmechanisierung									
Traktor, 4-Radantrieb, 50 kW (68 PS)	Eigentum	variabel		X	X	X	X	X	X
Traktor, 4-Radantrieb, 60 kW (82 PS)	Eigentum	variabel		X	X	X	X	X	X
Mähaufbereiter	Eigentum	fix/variabel	15500	X	X	X	X	X	X
Kreiselheuer, 6,1–7,5 m	Eigentum	fix/variabel	14000	X	X	X	X	X	X
Doppelkreiselschwader, bis 6,5 m	Eigentum	fix/variabel	19000	X	X	X	X	X	X
Grassilage									
Rundballenpresse	Lohnarbeit	Lohnansatz		X	X	X	X	X	X
Wickelgerät	Lohnarbeit	Lohnansatz		X	X	X	X	X	X
Frontlader, Grundgerät	Eigentum	variabel		X	X	X	X	X	X
Klemmzange zu Frontlader	Eigentum	fix/variabel	4300	X	X	X	X	X	X
Pneuwagen, 2-achsig, 10 t	Eigentum	variabel		X	X	X	X	X	X
Dürrfutter									
Ladewagen	Eigentum	variabel		X	X	X			X
Greifer	Eigentum	fix	37500	X	X	X			X
Rundballenpresse	Lohnarbeit	Lohnansatz					X	X	
Frontlader, Grundgerät	Eigentum	variabel					X	X	
Klemmzange zu Frontlader	Eigentum	fix/variabel	4300				X	X	
Pneuwagen, 2-achsig, 10 t	Eigentum	variabel					X	X	
2. Entnahme und Vorlage									
Grassilage									
Frontlader, Grundgerät	Eigentum	variabel		X				X	X
Hoflader	Eigentum	variabel		X	X	X	X		X
Ballenspitz	Eigentum	fix/variabel	1200	X					
Rundballenschneider	Eigentum	fix/variabel	3400		X				
Rundballenabwickler	Eigentum	fix/variabel	3000			X			
Ballenauflösegerät, offen	Eigentum	fix/variabel	9000				X		
Klemmzange zu Frontlader	Eigentum	fix/variabel	4300					X	X
Futterraufe, 1 Stück	Eigentum	fix	2000					X	
Futtermischwagen	Eigentum	fix/variabel	47000						X
Dürrfutter									
Greifer	Eigentum	fix	37500	X	X	X			X
Hoflader	Eigentum	variabel		X	X	X	X		X
Ballenauflösegerät, offen	Eigentum	fix/variabel	9000				X		
Frontlader, Grundgerät	Eigentum	variabel						X	
Klemmzange zu Frontlader	Eigentum	fix/variabel	4300					X	
Futterraufe, 1 Stück	Eigentum	fix	2000					X	
Futtermischwagen	Eigentum	fix/variabel	47000						X
3. Futterlager									
Grassilage									
Rundballenlager, eingekiebt	Eigentum	fix	19200	X	X	X	X	X	X
Abdecknetz für Siloballen	Eigentum	fix	400	X	X	X	X	X	X
Dürrfutter									
Lagerhalle für lose Lagerung	Eigentum	fix	82500	X	X	X			X
Rundballenlager in Halle	Eigentum	fix	49500				X	X	
4. Zuteilbare Investitionen									
Maschinen und Geräte									
Ernte und Einlagerung			Fr.	90'300	90'600	90'600	52'800	52'800	90'600
Entnahme und Vorlage			Fr.	1'200	3'400	3'000	9'000	4'000	47'000
Total			Fr.	91'500	94'000	93'600	61'800	56'800	137'600
Lager									
Grassilage			Fr.	19'600	19'600	19'600	19'600	19'600	19'600
Dürrfutter			Fr.	82'500	82'500	82'500	49'500	49'500	82'500
Total			Fr.	102'100	102'100	102'100	69'100	69'100	102'100
Total zuteilbare Investitionen			Fr.	193'600	196'100	195'700	130'900	125'900	239'700
Differenz zu Verfahren 1					2'500	2'100	-62'700	-67'700	46'100
5. Zuteilbare Kosten									
Maschinen und Geräte									
Ernte und Einlagerung			Fr.	19'688	19'688	19'688	18'794	18'794	19'688
Entnahme und Vorlage			Fr.	1'640	1'499	1'981	2'688	1'885	7'827
Total			Fr.	21'328	21'187	21'669	21'482	20'679	27'515
Lager									
Grassilage			Fr.	1'350	1'350	1'350	1'350	1'350	1'350
Dürrfutter			Fr.	3'770	3'770	3'770	2'262	2'262	3'770
Total			Fr.	5'120	5'120	5'120	3'612	3'612	5'120
Total zuteilbare Kosten			Fr.	26'448	26'307	26'789	25'094	24'291	32'635
Differenz zu Verfahren 1			Fr.		-141	341	-1'354	-2'157	6'187
6. Arbeitszeitbedarf									
Ernte			AKh	144	144	144	136	136	144
Entnahme und Vorlage			AKh	241	224	236	172	145	186
Total			AKh	385	368	380	308	281	330
Differenz zu Verfahren 1			AKh		-17	-5	-77	-104	-55

Tab. 6: Ausgewählte Mechanisierung für Varianten mit Milchvieh (Abschnitt Ernte bis Einlagerung).

Ausgewählte Mechanisierung	Einsatz-, Besitzart	zugeteilte		Eingesetzte Maschinen und Anlagen						
		Kosten	Investitionen Fr.	1	2	3	4a	4b	5	6*
Grundmechanisierung										
Traktor, 4-Radantrieb, 50 kW (68 PS)	Eigentum	variabel		X	X	X	X	X	X	X
Traktor, 4-Radantrieb, 60 kW (82 PS)	Eigentum	variabel		X	X	X	X	X	X	X
Mähauflbereiter	Eigentum	fix/variabel	15500	X	X	X	X	X	X	X
Kreiselheuer, 6,1–7,5 m	Eigentum	fix/variabel	14000	X	X	X	X	X	X	X
Doppelkreiselschwader, bis 6,5 m	Eigentum	fix/variabel	19000	X	X	X	X	X	X	X
Grassilage										
Rundballenpresse	Lohnarbeit	Lohnansatz		X	X	X	X	X	X	X
Wickelgerät	Lohnarbeit	Lohnansatz		X	X	X	X	X	X	X
Frontlader, Grundgerät	Eigentum	variabel		X	X	X	X	X	X	X
Klemmzange zu Frontlader	Eigentum	fix/variabel	4300	X	X	X	X	X	X	X
Pneuwagen, 2-achs, 10 t	Eigentum	variabel		X	X	X	X	X	X	X
Dürrfutter										
Ladewagen	Eigentum	variabel		X	X	X		X		X
Vielzweckgebläse (nur Variante 30 Kühe)	Eigentum	fix/variabel	9300	X	X	X		X		
Teleskopverteiler (nur Variante 30 Kühe)	Eigentum	fix/variabel	8800	X	X	X		X		
Greifer (nur Variante 50 Kühe)	Eigentum	fix	37500	X	X	X		X		X
Rundballenpresse	Lohnarbeit	Lohnansatz					X		X	
Frontlader, Grundgerät	Eigentum	variabel					X		X	
Klemmzange zu Frontlader	Eigentum	fix/variabel	4300				X		X	
Pneuwagen, 2-achs, 10 t	Eigentum	variabel					X		X	
Maissilage										
Häcksler, selbstfahrend	Lohnarbeit	Lohnansatz		X	X	X	X	X	X	X
Häckselwagen mit Dosiereinrichtung	Lohnarbeit	Lohnansatz		X	X	X	X	X	X	X
Häckselgebläse, Zapfwellenantrieb	Lohnarbeit	Lohnansatz		X	X	X	X			X
Press-Wickelkombination	Lohnarbeit	Lohnansatz						X	X	
Frontlader, Grundgerät	Eigentum	variabel						X	X	
Klemmzange zu Frontlader	Eigentum	fix/variabel	4300					X	X	

* Variante 6 nur für 50 Kühe

Siloblöcken oder Quaderballen eingesetzt werden bzw. mit einem Wurfgebläse über grössere Distanzen hinweg einstreuen. 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 des Ballens auf dem Kratzboden die Wickelrichtung beachtet werden. Geräte mit Fräswalze(n) dagegen verarbeiten nahezu jede Ballenqualität zuverlässig. Verformte Ballen können in einem geschlossenen Ballenauflösegerät verkannten. Dadurch ist der Ladevorgang und das Auflösen massiv erschwert. Beim Verfahrensvergleich weist von den Verfahren mit täglicher Vorlage am Futtertisch das sogenannte 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, technischen Details und Wartungsaufwand auch Einsatzmöglichkeiten, Bestandesgrösse, Auslastung, betriebliche Gegebenheiten, Futterlager, Ration sowie bereits vorhandene Fütterungstechnik berücksichtigt werden.

Tab. 7: Zugeteilte Investitionen, Kosten und Arbeitszeitbedarf für Futterlagerung, Entnahme und Vorlage für 30 Milchkühe.

Ausgewählte Mechanisierung	Einsatz-, Besitzart	zugeteilte		Eingesetzte Maschinen und Anlagen					
		Kosten	Investitionen Fr.	Verfahren					
				1	2	3	4a	4b	5
1. Entnahme und Vorlage									
Grassilage									
Frontlader, Grundgerät	Eigentum	variabel		X					X
Ballenspitz	Eigentum	fix/variabel	1200	X					
Rundballenschneider	Eigentum	fix/variabel	3400		X				
Rundballenabwickler	Eigentum	fix/variabel	3000			X			
Ballenauflösegerät, offen	Eigentum	fix/variabel	9000				X		
Ballenauflösegerät, geschlossen	Eigentum	fix/variabel	10500					X	
Klemmzange zu Frontlader	Eigentum	fix/variabel	4300						X
Futterraufe, 1 Stück	Eigentum	fix	2000						X
Dürrfutter									
von Hand				X	X	X		X	
Ballenauflösegerät, offen	Eigentum	fix/variabel	9000				X		
Frontlader, Grundgerät	Eigentum	variabel							X
Klemmzange zu Frontlader	Eigentum	fix/variabel	4300						X
Futterraufe, 1 Stück	Eigentum	fix	2000						X
Maissilage									
Entnahmefräse	Eigentum	fix/variabel	28000	X	X	X	X		
Silowagen	Eigentum	fix/variabel	1400	X	X	X	X		
Ballenauflösegerät, geschlossen	Eigentum	fix/variabel	10500					X	
Frontlader, Grundgerät	Eigentum	variabel							X
Klemmzange zu Frontlader	Eigentum	fix/variabel	4300						X
Futterraufe, 1 Stück	Eigentum	fix	2000						X
2. Futterlager									
Grassilage									
Rundballenlager, eingekiest	Eigentum	fix	9100	X	X	X	X	X	X
Abdecknetz für Siloballen	Eigentum	fix	200	X	X	X	X	X	X
Dürrfutter									
Lagerhalle für lose Lagerung	Eigentum	fix	46200	X	X	X		X	
Rundballenlager in Halle	Eigentum	fix	29700				X		X
Maissilage									
Hochsilo, Kunststoff	Eigentum	fix	33100	X	X	X	X		
Rundballenlager, eingekiest	Eigentum	fix	7800					X	X
3. Zuteilbare Investitionen									
Maschinen und Geräte									
Ernte und Einlagerung			Fr.	70'900	70'900	70'900	52'800	70'900	52'800
Entnahme und Vorlage			Fr.	30'600	32'800	32'400	38'400	10'500	6'000
Total			Fr.	101'500	103'700	103'300	91'200	81'400	58'800
Lager									
Grassilage			Fr.	9'300	9'300	9'300	9'300	9'300	9'300
Dürrfutter			Fr.	46'200	46'200	46'200	29'700	46'200	29'700
Maissilage				33'100	33'100	33'100	33'100	7'800	7'800
Total			Fr.	88'600	88'600	88'600	72'100	63'300	46'800
Total zuteilbare Investitionen			Fr.	190'100	192'300	191'900	163'300	144'700	105'600
Differenz zu Verfahren 1					2'200	1'800	-26'800	-45'400	-84'500
4. Zuteilbare Kosten									
Maschinen und Geräte									
Ernte und Einlagerung			Fr.	14'553	14'553	14'553	13'986	17'051	16'485
Entnahme und Vorlage			Fr.	5'747	5'907	5'991	6'733	2'185	1'908
Total			Fr.	20'300	20'460	20'544	20'719	19'236	18'393
Lager									
Grassilage			Fr.	638	638	638	638	638	638
Dürrfutter			Fr.	2'111	2'111	2'111	1'357	2'111	1'357
Maissilage				2'246	2'246	2'246	2'246	512	512
Total			Fr.	4'995	4'995	4'995	4'241	3'261	2'507
Total zuteilbare Kosten			Fr.	25'295	25'455	25'539	24'960	22'497	20'900
Differenz zu Verfahren 1			Fr.		160	244	-335	-2'798	-4'395
5. Arbeitszeitbedarf									
Ernte			AKh	83	83	83	82	85	84
Entnahme und Vorlage			AKh	266	256	261	198	239	125
Total			AKh	349	339	344	280	324	209
Differenz zu Verfahren 1			AKh		-10	-5	-69	-25	-140

Tab. 8: Zugeteilte Investitionen, Kosten und Arbeitszeitbedarf für Futterlagerung, Entnahme und Vorlage für 50 Milchkühe.

Ausgewählte Mechanisierung	Einsatz-, Besitzart	zugeteilte		Eingesetzte Maschinen und Anlagen						
		Kosten	Investitionen Fr.	1	2	3	4a	4b	5	6
1. Entnahme und Vorlage										
Grassilage										
Frontlader	Eigentum	variabel		X					X	X
Hoflader	Eigentum	variabel		X	X	X	X	X		X
Ballenspitz	Eigentum	fix/variabel	1200	X						
Rundballenschneider	Eigentum	fix/variabel	3400		X					
Rundballenabwickler	Eigentum	fix/variabel	3000			X				
Ballenauflösergerät, offen	Eigentum	fix/variabel	9000				X			
Ballenauflösergerät, geschlossen	Eigentum	fix/variabel	10500					X		
Klemmzange zu Frontlader	Eigentum	fix/variabel	4300						X	X
Futterraufe, 1 Stck	Eigentum	fix	2000						X	
Futtermischwagen	Eigentum	fix/variabel	59000							X
Dürrfutter										
Greifer	Eigentum	fix	37500	X	X	X		X		X
Hoflader	Eigentum	variabel		X	X		X	X		X
Ballenauflösergerät, offen	Eigentum	fix/variabel	9000				X			
Frontlader, Grundgerät	Eigentum	variabel							X	
Klemmzange zu Frontlader	Eigentum	fix/variabel	4300						X	
Futterraufe, 1 Stück	Eigentum	fix	2000						X	
Futtermischwagen	Eigentum	fix/variabel	59000							X
Maissilage										
Entnahmefräse	Eigentum	fix/variabel	28000	X	X	X	X			X
Silowagen	Eigentum	fix/variabel	1400	X	X	X	X			
Hoflader	Eigentum	variabel		X	X	X	X	X		X
Ballenauflösergerät, geschlossen	Eigentum	fix/variabel	10500					X		
Futterraufe, 1 Stück	Eigentum	fix	2000						X	
Frontlader, Grundgerät	Eigentum	variabel							X	
Klemmzange zu Frontlader	Eigentum	fix/variabel	4300						X	
Futtermischwagen	Eigentum	fix/variabel	47000							X
2. Futterlager										
Grassilage										
Rundballenlager, eingekiest	Eigentum	fix	13900	X	X	X	X	X	X	X
Abdecknetz für Siloballen	Eigentum	fix	300	X	X	X	X	X	X	X
Dürrfutter										
Lagerhalle für lose Lagerung	Eigentum	fix	77000	X	X	X		X		X
Rundballenlager in Halle	Eigentum	fix	49500				X		X	
Maissilage										
Hochsilo, Kunststoff	Eigentum	fix	55200	X	X	X	X			X
Rundballenlager, eingekiest	Eigentum	fix	11900					X	X	
3. Zuteilbare Investitionen										
Maschinen und Geräte										
Ernte und Einlagerung			Fr.	90'300	90'300	90'300	52'800	90'300	52'800	90'300
Entnahme und Vorlage			Fr.	30'600	32'800	32'400	38'400	10'500	6'000	75'000
Total			Fr.	120'900	123'100	122'700	91'200	100'800	58'800	165'300
Lager										
Grassilage			Fr.	14'200	14'200	14'200	14'200	14'200	14'200	14'200
Dürrfutter			Fr.	77'000	77'000	77'000	49'500	77'000	49'500	77'000
Maissilage			Fr.	55'200	55'200	55'200	55'200	11'900	11'900	55'200
Total			Fr.	146'400	146'400	146'400	118'900	103'100	75'600	146'400
Total zuteilbare Investitionen			Fr.	267'300	269'500	269'100	210'100	203'900	134'400	311'700
Differenz zu Verfahren 1					2'200	1'800	-57'200	-63'400	-132'900	44'400
4. Zuteilbare Kosten										
Maschinen und Geräte										
Ernte und Einlagerung			Fr.	20'296	20'296	20'296	19'507	24'468	23'680	20'296
Entnahme und Vorlage			Fr.	6'729	6'820	7'034	7'326	2'619	2521	12'400
Total			Fr.	27'025	27'116	27'330	26'833	27'087	26'201	32'696
Lager										
Grassilage			Fr.	979	979	979	979	979	979	979
Dürrfutter			Fr.	3'519	3'519	3'519	2'262	3'519	2'262	3'519
Maissilage			Fr.	3'751	3'751	3'751	3'751	779	779	3'751
Total			Fr.	8'249	8'249	8'249	6'992	5'277	4'020	8'249
Total zuteilbare Kosten			Fr.	35'274	35'365	35'579	33'825	32'364	30'221	40'945
Differenz zu Verfahren 1			Fr.		91	305	-1'449	-2'910	-5'053	7'107
5. Arbeitszeitbedarf										
Ernte			AKh	134	134	134	133	137	136	134
Entnahme und Vorlage			AKh	261	248	256	203	226	153	210
Total			AKh	395	382	390	336	363	289	344
Differenz zu Verfahren 1			AKh		-13	-5	-59	-32	-106	-51

Literatur

Ammann, H., 2004: Maschinenkosten 2005 – Kostenansätze Gebäudeteile und mechanische Einrichtungen. FAT-Berichte Nr. 621, Tänikon.

Ammann, H. und Frick, R., 2005: Silierverfahren im Vergleich. FAT-Berichte Nr. 627, Tänikon.

Hilty, R., Van Caenegem, L. und Herzog, D., 2005: Preisbaukasten – Baukostensammlung für landwirtschaftliche Betriebsgebäude, Tänikon.

Höner, G., 2005: Stroh und Silage: Schwere Ballen besser bündigen. Top Agrar 02/2005, S. 78–82.

Ott, A., Ammann, H., Hilty, R. und Näf, E., 1995: Grossballenhof – Grossballentechnik im Vergleich mit Flachsilo und Heube-lüftung. FAT-Berichte Nr. 463, Tänikon.

Nydegger, F., Ammann, H., Schick, M., Sager, A., Schlatter, M., Stumpf, S. und Gamp, C., 1998: Rundballen-Raufen für den Laufhof – Bauart und Futterqualität entscheiden über den Erfolg. FAT-Berichte Nr. 523, Tänikon.

Schick, M. und Riegel M., 2003: Arbeitsqualität in der Milchviehhaltung. Agrarforschung 10 (4), S. 155–157.

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. 229–234.

Theissen G. und Gerighausen, H.-G., 2003: So verfüttern Sie Rund- und Quaderballensilage. Profi 10/2003, S. 78–81.

Sammeln und Entsorgen der Folien

Ein Nachteil der Silagebereitung in Rundballen ist der hohe Folienverbrauch. Pro Ballen fallen bei sechs Wickellagen etwa 1 bis 1,2 kg Folie an. Für die Folien entstehen beim Wickeln und meist auch beim Entsorgen Kosten. Während von den untersuchten Betrieben einige wenige nichts für die Entsorgung von Folien und Netzen bezahlen müssen, betragen die Entsorgungskosten auf anderen Betrieben bis zu Fr. 380.–/t. Durchschnittlich sind das Fr. 241.–/t. Die Hälfte der befragten Betriebe entsorgt die Folie über die Kehrichtabfuhr. Die restlichen Betriebe bringen die Folien separat zu einer (Gemeinde-) Sammelstelle oder führen sie dem Recycling zu. In den meisten Fällen wird das Netz direkt mit der Folie entsorgt. Werden Folien und Netze selbst weggebracht, fällt zusätzlich Zeitaufwand für den Transport an. Gesammelt werden Folien und Netze beispielsweise auf alten Wagen, in Holzkisten, Plastiksäcken, Gitterboxen oder Containern. Da die Entsorgungskosten in der Regel nach Gewicht berechnet werden, sollten die Folien vor Regenwasser geschützt unter Dach gelagert werden. Aus arbeitswirtschaftlicher Sicht ist es sinnvoll, den Sammelbehälter direkt neben dem Platz aufzustellen, an dem Netz und Folie vom Ballen entfernt werden. Ausserdem sollte es möglich sein, die Folien im bzw. mit dem Sammelbehälter zu transportieren.



Abb. 20: In ausgedienten Plastiksäcken, Gitterboxen oder Containern können Folien und Netze von Rundballen gesammelt und abtransportiert werden.