

Selbstfütterung für Milchkühe am Flachsilo

Verfahrenstechnische und ethologische Ergebnisse

Franz Nydegger, Adrian Sager und Martin Schlatter, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik (FAT), CH-8356 Tänikon

Silvia Stumpf, Bundesamt für Veterinärwesen, Zentrum für tiergerechte Haltung: Wiederkäuer und Schweine, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik (FAT), CH-8356 Tänikon

Bei der Selbstfütterung holen die Kühe das Futter direkt im Flachsilo ab. Versuche zeigten auf, dass sich 2,5 Tiere pro Fressplatz versorgen können. Voraussetzung ist ein dauernder Zugang zum Silo. Ein Fressgitter, das die Kühe selbständig dem Futter entgegen schieben, verhindert Futtermittelverluste und gewährleistet ein Fressen ohne übermässige gegenseitige Verdrängungen. Das Fressgitter sollte aus Rundpalisaden bestehen und nicht fixiert werden. Der Abstand zwischen tierseitiger Kante des Fressgitters und Silagestapel auf Bodenhöhe sollte 40 bis 45 cm betragen. Die verwendete Ration wies 75% Silageanteil und 25% Dürrfutter

auf. Der Vergleich mit dem Verfahren Futtermischwagen-Vorlage zeigte, dass die Kühe an der Selbstfütterung im Mittel gleich hohe Grundfutterverzehr- und Milchleistungen aufwiesen. Gehäckselte Grassilage war für die Kühe einfacher als die Kurzschnittladewagensilage zu fressen. Bei der Selbstfütterung hielten sich die Kühe länger im Laufhof auf und zwar nicht nur zum Fressen, sondern auch für verschiedene andere Verhaltensweisen. Unter Verwendung einer Raufe im Laufhof ist eine ausschliessliche Aussenfütterung möglich. Wird sehr gutes Dürrfutter in der Raufe vorgelegt, wird mehr Dürrfutter und weniger Silage aufgenommen. Ob-

schon die Kühe bedingt selektiv fressen konnten, stellten wir keine systembedingten Unterschiede beim Harnstoffgehalt in der Milch fest. Bei der Planung sollte mit Blick auf die Freisetzung von Ammoniakemissionen die verschmutzte Fläche möglichst gering gehalten werden. Dies könnte durch den Verzicht auf eine separate zusätzliche Fressachse im Stall erreicht werden. Aus arbeitswirtschaftlicher Sicht ist die Selbstfütterung eine Alternative zur Fütterung in eine Krippe oder auf einen Futtertisch. Es sind keine grossen Futtermassen (von Hand) zu transportieren, was die körperliche Arbeit wesentlich erleichtert. Ein weiterer Bericht wird Hinweise für die Planung und den Bau einer Selbstfütterungsanlage sowie einen Vergleich mit andern Fütterungsverfahren beinhalten.



Abb. 1: Bei der Selbstfütterung fressen die Kühe direkt ab dem Silostapel.

Inhalt	Seite
Das Prinzip der Selbstfütterung	2
Methoden und Versuchsaufbau	2
Versuchsbeschreibung	3
Resultate Verfahrenstechnik	5
Resultate Arbeitswirtschaft	10
Resultate Ethologie	11
Diskussion und Schlussfolgerungen für die Praxis	13
Literatur	14

Problemstellung

Die Förderung des regelmässigen Auslaufs im Freien (RAUS) bewirkt eine steigende Anzahl von Laufhöfen. Es stellt sich die Frage, ob der Aufenthalt der Tiere im Freien für die Futtermittelaufnahme am Flachsilo genutzt werden kann. Eine Untersuchung soll zeigen, ob die Selbstfütterung am Flachsilo als kostengünstige und arbeitssparende Lösung vorgeschlagen werden kann. Fragen des Verhaltens der Tiere (Ethologie) als auch die ökologischen, verfahrenstechnischen, arbeits- und betriebswirtschaftlichen Aspekte sind Gegenstand der Abklärungen. Stichworte dazu sind: Anzahl Tiere pro Fressplatz, reine Aussenfütterung, Emissionen, Silo-konstruktion, Mehrkomponenten-Silage, Futterverzehr und Milchleistung.

Das Prinzip der Selbstfütterung

Das Verfahren umfasst die Zugangswege, die auch als Laufhof genutzt werden und die Flachsiloanlage, die mit einem oder mehreren mobilen Fressgitter ausgerüstet ist.

In unseren Versuchen wurde im Sommerhalbjahr die gesamte Silageration für den Winter in drei Schichten einsiliert. Beim Start der Winterfütterung wird der Silo auf die ganze Breite geöffnet und das Fressgitter eingeschoben. Die Tiere fressen direkt vom Futterstapel (Abb 1). Das Fressgitter verhindert, dass Tiere Futter verschmutzen oder den Stapel besteigen. Zudem strukturiert es den Fressbereich und vermindert so gegenseitige Verdrängungen.

Am Ende der Winterfütterung wird das Fressgitter entfernt, der Silo gereinigt und für das nächste Befüllen vorbereitet. Die Selbstfütterung wird in verschiedenen Ländern Europas (F, D, B, GB) seit den sechziger Jahren angewendet. Es sind Varianten mit nur einer Silagekomponente (Gras oder Mais) bis zur kompletten Mischration inklusive Rüben, Kartoffeln und Kraftfutter bekannt [Wandel, Pirkelmann, Heiting]. An der FAT erfolgten 1976 bis 1977 Versuche mit der Selbstfütterung von Jungvieh am Flachsilo [Rohrer].

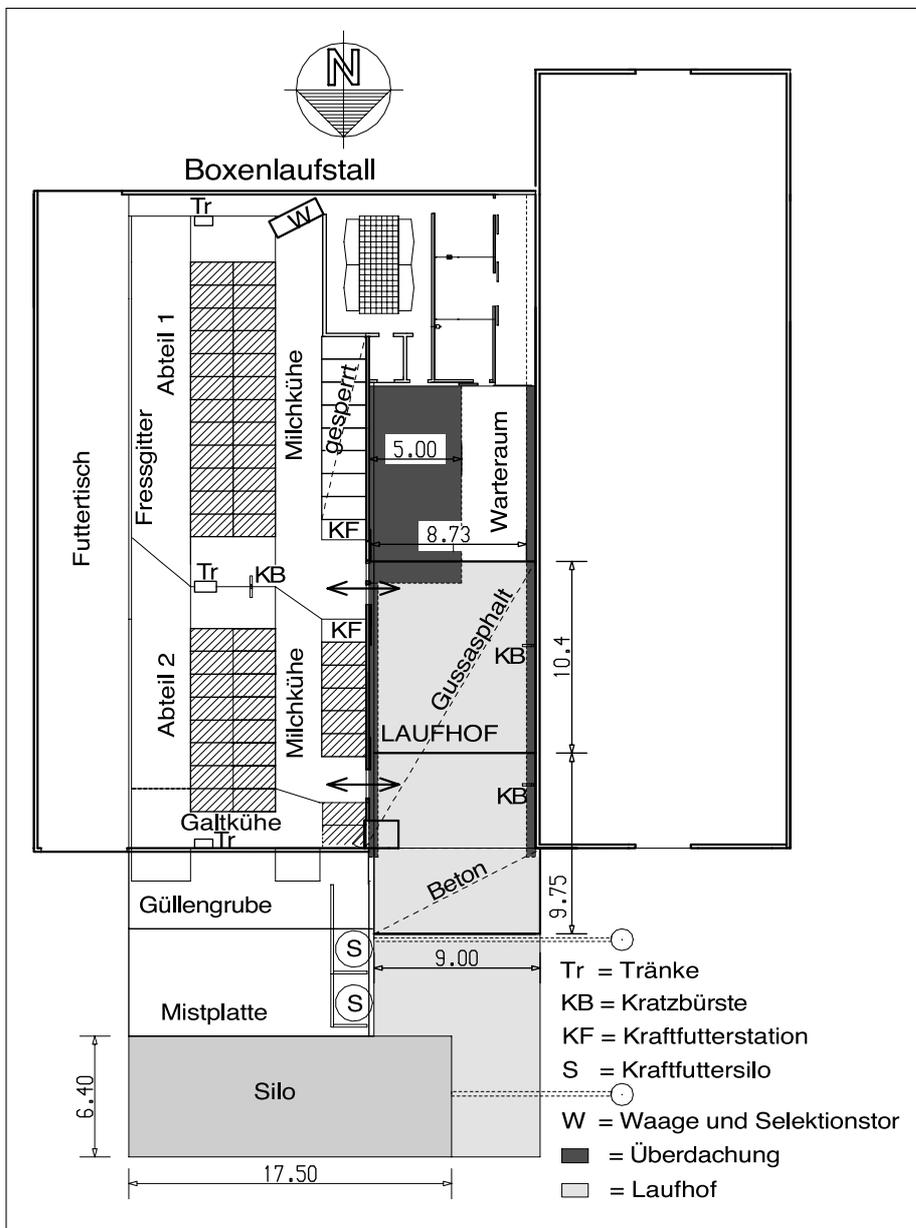


Abb. 2: Beide Kuhgruppen hatten dauernd Zugang zu einem Laufhof. Die Gruppe «Selbstfütterung» erreichte den Flachsilo über den Laufhof.

EU-Betriebe verwenden häufig nur einen Elektrozaun oder ein einfaches Nackenrohr als Begrenzung am Silostapel.

Methoden und Versuchsaufbau

Die Eignung der Selbstfütterung (SF) wird mit Hilfe eines Vergleichsverfahrens untersucht. Als Referenzsystem wählten wir die Futtermittelaufnahme mit dem Futtermischwagen (FMW) am Futtertisch.

Stall

Für die Untersuchung standen der Boxenlaufstall der FAT und die angrenzende Laufhöffläche zur Verfügung. Der Stall verfügt über einen Futtertisch mit Selbstfangfressgitter, Gussasphaltböden und Faltschieberentmischung sowie einen Autotandem-Melkstand mit vier Melkplätzen (Abb. 2). Der Stall konnte in drei Abteile, zwei für laktierende Kühe und eines für Galkühe, unterteilt werden. Zum Melken wurden die Kühe in den Warterraum getrieben. Nach dem Melken pasierten sie die automatische Tierwaage. Ein Selektionstor wies sie danach wieder ins richtige Stallabteil.

Herde

40 enthornte Braunviehkühe
 Durchschnittliche Milchleistung:
 rund 6600 kg/Laktation.
 Anteil Erstlaktierende:
 im Winter 1998 rund 32%,
 im Winter 1999 rund 29%.
 Durchschnitt der Laktationen: 3,3

Tab. 1: Versuchsübersicht

Versuchsaspekte	1997/1998	1998/1999
- Anzahl Tiere pro Fressplatz	1,5/2/2,5	Ø 2,25
- Kot- und Harnanfall	erfasst	
- Grasanteil gehäckselt	eingesetzt	
- Grasanteil Kurzschnitt-Ladewagen		eingesetzt
- Krippbrettdistanz (cm)	55/45	38
- Druckschäden durch Stemmen		erfasst
- Komplette Aussenfütterung		erfasst

Für die Selbstfütterung wurde anschliessend an den bestehenden Laufhof ein Flachsilo mit 160 m³ Inhalt und 6,4 m Breite erstellt. Die Abmessungen des Silos richteten sich nach den vorgesehenen Versuchen mit maximal 20 Kühen am Fressgitter im Silo. Für die Futtereinlagerung der Vergleichsgruppe stand ein zweiter Silo mit 156 m³ zur Verfügung.

Versuchsbeschreibung

Der Versuch umfasste zwei Winterfütterungsperioden. Die Herde wurde jeweils in zwei Gruppen aufgeteilt. Abwechslungsweise dienten diese als Versuchsgruppe an der Selbstfütterung und als Vergleichsgruppe. Die Kühe hatten jeweils eine Woche Zeit, um sich an die neue Situation zu gewöhnen. Im Winter 1997/1998 untersuchten wir den Einfluss der Anzahl Tiere pro Fressplatz in der Gruppe mit Zugang zum Flachsilo (Tab. 1). Die Versuchsabschnitte dauerten jeweils fünf Tage. Die Gruppe umfasste entweder 12, 16 oder 20 Tiere, was 1,5, 2 oder 2,5 Tieren pro Fressplatz entsprach. Die überzähligen Kühe liefen in der Gruppe Futtermischwagen mit. Dies ergab sehr unterschiedliche Gruppengrössen in den beiden Verfahren. Deshalb bildeten wir für die Auswertung Paare nach Alter, Laktationsabschnitt und Milchleistung mit einem Tier aus jeder Gruppe. Die Erfassung des im Laufhof abgesetzten Anteils von Kot und Harn diente der Abschätzung der verfahrensbedingten Emissionen. Im Winter 1998/1999 waren die Reduktion des Stemmens ins Fressgitter und die komplette Aussenfütterung Schwerpunkte der Untersuchung. Dazu musste die Anzahl Tiere pro Fressplatz nicht variiert werden. Deshalb waren die Gruppengrössen mit 17 bis 19 Kühen immer relativ ausgeglichen. Somit konnte an

Stelle der paarweisen die gruppenweise Auswertung treten. Die Versuchsabschnitte dauerten jeweils elf Tage. Dies sollte die Erkennung von Leistungsveränderungen erlauben. In den beiden Winterhalbjahren galten die Untersuchungen vor allem der Verfahrenstechnik (vgl. Kästli).

Verfahrenstechnische Parameter

- Futtermittelverzehr
- Milchleistung
- Arbeitsabläufe
- Arbeitswirtschaftliche Untersuchungen
- Kot- und Harnanfall
- Trittsicherheit
- Klimadaten

Die Verhaltensweisen erfassten wir durch Direkt- und Videobeobachtungen. Die Aufenthaltszeiten lieferte das elektronische Tier-Ortungssystem [Bollhalder und Krötzel]. In der ersten Versuchswoche im Winter 1998/1999 frassen die Tiere alle Futterkomponenten wie im ersten Winter aus dem Silostapel. Dabei verfolgten wir, auf welche Futterkomponenten (Grassilage,

Ethologische Parameter

- Verdrängungen am Fressgitter
- Stemmen ins Fressgitter
- Aufenthaltsdauer
 - am Fressgitter im Stall
 - am Fressgitter im Silo vor dem Silo
 - an der Raufe
- Besatz am Fressgitter
- Klauengesundheit
- Fortbewegungsarten
- Körperpflege
- Sozialverhalten
- Druckschäden durch Stemmen

Maissilage, Zuckerrübenschnitzel oder Futter auf Krippbrett) etwaiges Stemmen ins Fressgitter ausgerichtet war. In der zweiten Versuchswoche wurden die Zuckerrübenschnitzel jeweils morgens manuell aus dem Silagestapel gelöst und auf dem Krippbrett verteilt, um das Stemmen ins Fressgitter zu reduzieren. Auf zwei Milchvieh- und drei Mutterkuhbetrieben mit Selbstfütterung am Fahr-silo untersuchten wir im Frühjahr 1999 Buggelenke von insgesamt 96 Kühen auf Schäden. Wir überprüften, ob beim Einsatz der Selbstfütterung über eine ganze Winterfütterungsperiode äusserlich erkennbare Schäden an den Buggelenken zu finden sind, die in einem Zusammenhang zum Stemmen stehen könnten.

Silieren

Im Mai erfolgte das Einsilieren von Grassilage parallel in beide Flachsilos: Im Frühling 1997 mit dem Feldhäcksler und Häckselwagen, im Frühling 1998 mit Kurzschnitt-Ladewagen mit 36 Messern. Ende September öffneten wir die Silos und füllten Maishäcksel ein. Als letzte Komponente wurden kurz danach Zuckerrübenschnitzel direkt ab Fabrik eingebracht. Beim 156 m³-Silo war dank der Einfahrrampe ein direktes Abladen der Wagen auf dem Silo möglich. Beim 160 m³-Silo mussten die Schnitzel mit dem Mistkran (1997) und der Rübengabel oder dem Frontlader und Hoflader (1998) aufgebracht werden.

Flachsilo

Beim Bau des Flachsilos entschieden wir uns für freistehende Wände aus Fertigteilen in L-Form (Abb. 3). Wegen Platzmangels kam eine Traunstein-Lösung mit Erdwall nicht in Frage. Die Wandelemente weisen eine Höhe von 1,6 m und eine Neigung von ca. 5° auf. Zwischen den Elementen (bis auf 16

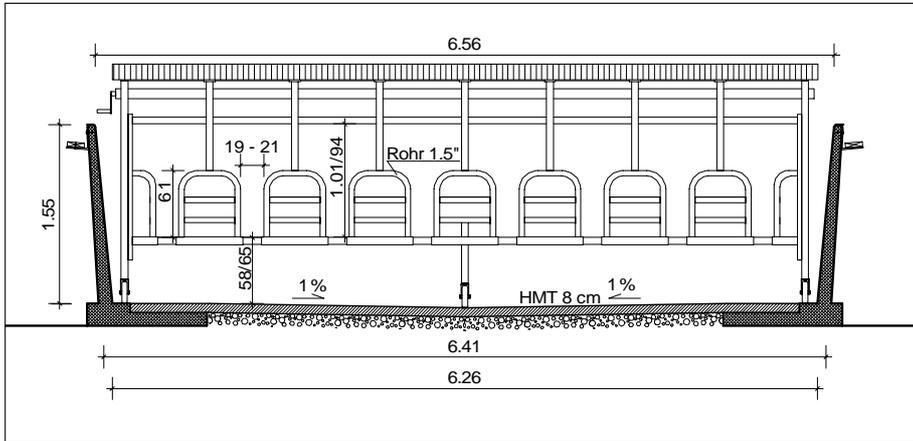


Abb. 3: Das Fressgitter mit Rohrpalisaden wies acht Fressplätze auf. Es lief auf Rollen und wurde nicht fixiert. Die Kühe schoben das Fressgitter laufend dem Futterstapel entgegen. Dadurch stand dauernd Futter zur Verfügung.

cm von der Wand weg) wurde mit einer Strassenbaumaschine ein 8 cm dicker Asphaltbelag (HMT 16 L) auf einer Kiesplanie eingebaut. Der Belag überdeckt einen Teil des Wandfusses, der in diesem Bereich genau um die Belagsdicke (8 cm) weniger dick ist. Ein elastisches Bitumenband (Tok-Band) sorgt für die Dichtigkeit zwischen Bodenbelag und Wandelementen. Die Elemente sind mit Vorspannlitzen in der Längsrichtung zusammengezogen. Die Fugen zwischen den Elementen sind durch zylinderförmige Gummibänder in einer Nut abgedichtet. Der Bodenbelag weist ein Längsgefälle und ein Quergefälle gegen die Mitte von 1% auf.

Fressgitter

Zum Einsatz kam ein Fressgitter, welches die Firma Nyfarm Eriswil nach Angaben von E. Meili, FiBL und der FAT als Prototyp konstruiert hatte. Das Palisaden-Fressgitter bestand aus galvanisiertem Stahl und wies acht Fressplätze zu 75 cm Breite, ein Richtung Futter geneigtes Krippbrett, ein Kunststoffdach über dem Fressbereich und eine Wickelvorrichtung für die Abdeckfolie auf (Abb. 4). Das Fressgitter lief auf fünf Kunststoffrollen und konnte durch die Kühe dem Futterstapel nachgeschoben werden. Im Laufe des ersten Versuchswinters zeigte sich, dass eine Optimierung des Fressgitters notwendig war. Vor allem die horizontale Distanz zwischen Palisaden und Krippbrettsohle



Abb. 6: Einen Teil des Futters nahmen die Kühe direkt ab Silofront auf. Unten fanden sie Grassilage, in der Mitte Mais- und zuoberst Zuckerrüben-Schnitzelsilage. Das heruntergerieselte Futter fressen sie in der Krippe.

erwies sich als zu gross. Sie wurden deshalb in zwei Schritten von 55 cm über 45 cm auf 38 cm reduziert (Abb. 5). Gleichzeitig erfolgte die Erprobung einer neuen Kippsicherung ohne Stützen gegen den Futterstapel. Im Winter 1998/1999 wurde das Palisadengitter um 8 cm auf 65 cm (Kripprand) angehoben.

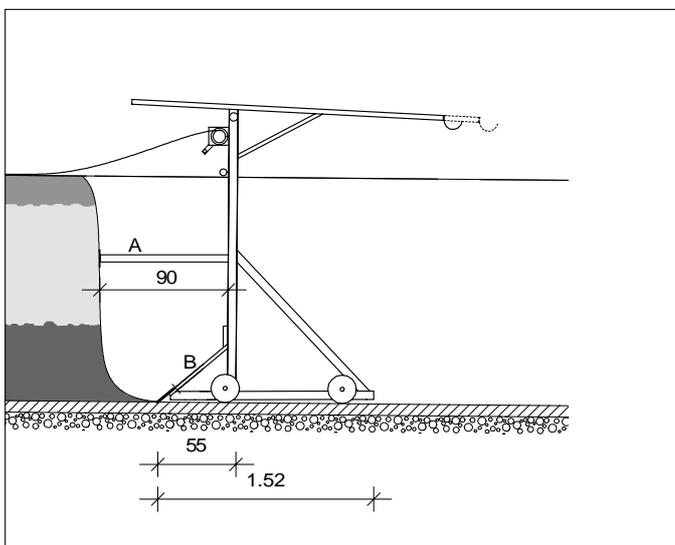


Abb. 4: In der ersten Versuchsphase verhinderten Stützen (A) ein Kippen des Fressgitters in Richtung Futterstapel. Die horizontale Krippbrettdistanz betrug 55 cm. Krippbrett (B) und Silostapel bildeten die Krippe.

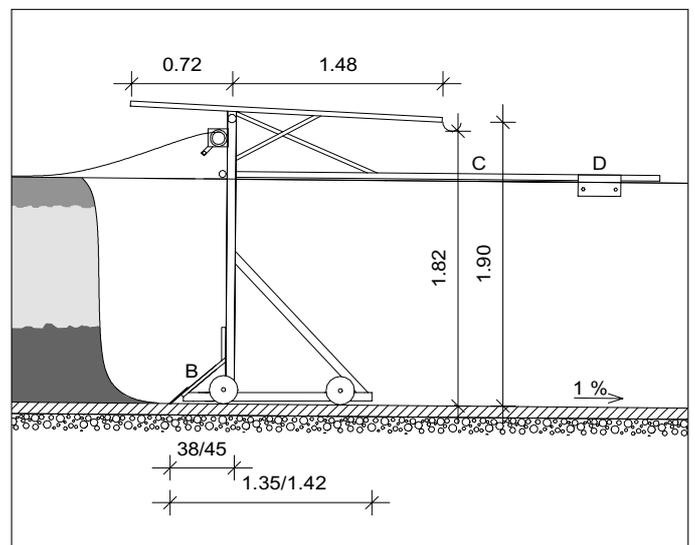


Abb. 5: In der zweiten und dritten Versuchsphase verhinderte ein Führungsrohr (C) mit verschiebbaren Klemmbacken (D) das Kippen. Die Krippbrettdistanz wurde auf 45 cm bzw. 38 cm verkürzt.



Abb. 7: Bei kompletter Aussenfütterung stand bodengetrocknetes Rundballenemd in der Raufe zur Verfügung.



Abb. 8: Auch während der rund zwei Wochen mit permanenter Schneedecke versorgten sich die Kühe problemlos an der Selbstfütterung.

Tab. 2: Vorgegebene Rationen kg TS/Tier und Tag und TS-Gehalt

Futterkomponente	1997/1998	1997/1998	1998/1999	1998/1999
	kg TS	% TS	kg TS	% TS
- Grassilage	5,7	28	5,3	35
- Maissilage	4,6	30	4,9	30
- Zuckerrüben-Schnitzsilage	1,7	18	1,7	18
- Heu	4,0	88	4,0	88
Total	16,0		15,9	

Ration

Ziel war eine Ration mit einem Silageanteil von 75%. Die drei Silagekomponenten wurden schichtweise in die Flachsilo eingebracht. Die Rationen setzten sich wie in Tabelle 2 aufgeführt zusammen. Die Gehalte der eingesetzten Futtermittel sind in Tabelle 3 aufgeführt.

Kraftfutterzuteilung

Nach der separat gesteuerten Kraftfutterzuteilung in der Anfütterung und den ersten 30 Laktationstagen erfolgte eine leistungsabhängige Zuteilung gemäss Tabelle 4.

Verzehrserhebung

Im Verfahren Futtermischwagen-Vorlage konnte dank der elektronischen Waage am Mischwagen die täglich vorgelegte Silageration bestimmt werden. Ebenfalls täglich erfassten wir den TS-Gehalt der Ration, die Krippenreste und die Heugabe. Für die Berechnung des Verzehrs der Gruppe an der Selbstfütterung wurde zuerst mit Hilfe der Einfuhrgewichte, des TS-Gehalts und dem Volumen beim Einfüllen das TS-Gewicht je m³ Silage bestimmt. In den Versuchswochen konnten wir das verzehrte Volumen Silage ausmessen und die im Silo anfallenden Krippenreste bestimmen. Bei der kompletten Aussenfütterung (Abb. 7) wurden das in der Raufe verzehrte Dürrfutter sowie die an der Raufe auftretenden Futterverluste ermittelt.

Die Kraftfuttergaben erfolgten über die Kraftfutterstation für beide Gruppen auf Grund identischer Vorgaben.

Tab. 3: Gehalt der eingesetzten Futtermittel

Futtermittel	je kg TS		
	MJ Nel	g APD	g RP
1997/1998			
Grassilage	6,1	78	177
Maissilage	6,5	71	76
Zuckerrübenschnitzel	7,1	92	90
Heu belüftet	5,3	79	95
Emd belüftet	5,5	90	143
Getreidemischung	7,4	94	113
Proteinmischung	7,4	161	278
1998/1999			
Grassilage	6,0	78	180
Maissilage	6,5	70	69
Zuckerrübenschnitzel	7,1	92	90
Nov./Dez. Heu belüftet	5,5	84	114
Januar Emd Rundballen	5,2	92	165
Feb./März Heu belüftet	5,7	88	121
Getreidemischung	7,4	94	113
Proteinmischung	7,4	166	295

Tab. 4: Kraftfutterzuteilung

Versuchsabschnitt	Laktation	Ab kg Milch/Tag	Getreide Mischung kg/kg Milch	Protein Mischung kg/kg Milch	Max. kg
November 1997 –	1.	16	0,32	0,17	8,5
14. Januar 1998	2. ff	21	0,29	0,16	10,6
15. Januar –	1.	16	0,32	0,17	8,5
März 1998	2. ff	21	0,23	0,13	8,0
November 1998 –	1.	22	0,29		2,9
		15		0,24	4,1
März 1999	2. ff	26	0,18		3,6
		20		0,24	4,4



Abb. 9: Die Entmistung des Laufhofs erfolgte zweimal pro Woche mit Motormäher und Reifenschieber. Bei Frostgefahr streuten wir ein Strohhäcksel-Sägemehlgemisch auf die stark frequentierten Passagen (Marschroute).

Entmistung

Die Laufhöfe entmisteten wir zweimal pro Woche, den Standplatz von zirka drei Metern vor dem Fressgitter täglich. Dabei kamen Handschieber, der Hoflader mit Schaufel und ein Motormäher mit Schieb Schild (Eigenbau) zum Einsatz (Abb. 9). Bei Glättegefahr streuten wir ein Gemisch aus Strohhäcksel und Sägemehl auf die kritischen Stellen.

Milchleistung

Die Milchleistung aller Kühe wurde durch die automatische Milchmengenmessung bei jedem Melken erfasst. Diese Daten konnten zusammen mit den Kraftfutterdaten täglich durch das Programm «Dairy Plan» abgespeichert werden. Die Monatskontrollen und die dabei ermittelten Milchinhaltsstoffe dienen der Berechnung der täglichen Leistungen in kg ECM (Energiekorrigierte Milch).

Milchqualität

Für die Beurteilung der Milchqualität standen die regelmässigen Kontrollergebnisse des Braunvieh-Zuchtverbandes in Bezug auf Zellzahlen und Harnstoff in der Milch zur Verfügung.

Trittsicherheit des Bodens

Anhand von Messungen mit dem SRT-Gerät nach der Methode der Deutschen Forschungsgesellschaft für Strassenwesen wurde im Frühling 1998 und 1999 jeweils an sechs Punkten die Trittsicherheit bestimmt.

Resultate Verfahrenstechnik

Grundfutterverzehr

Die Wochenmittelwerte des Grundfutterverzehrs je Tier und Tag lagen im Winter 1997/1998 beim Verfahren FMW zwischen 13,8 und 15,5 kg mit einem Durchschnitt von 14,5 kg über alle Versuchsperioden (Abb. 10). Bei der Selbstfütterung schwankte der Verzehr mit

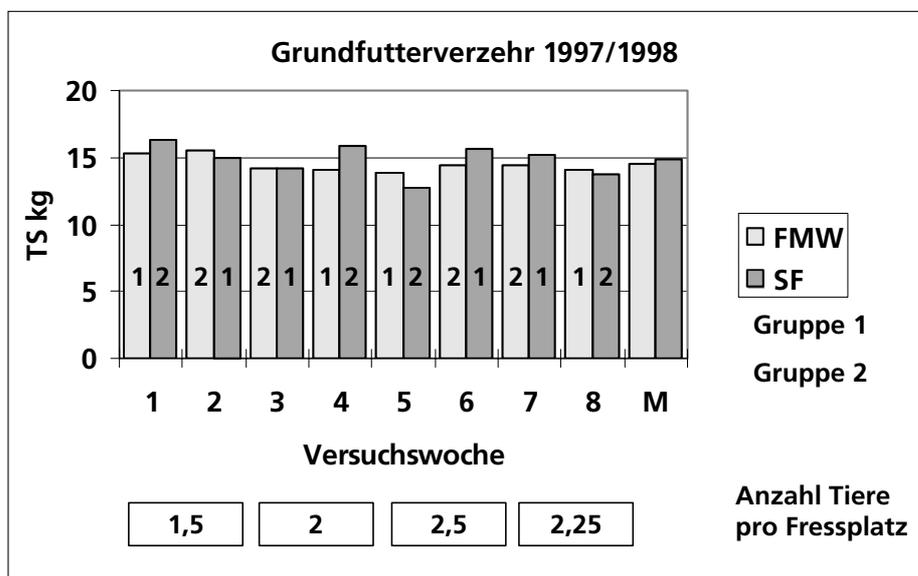


Abb. 10: Mittelwerte des Grundfutterverzehrs in kgTS/Tier und Tag während der acht Versuchswochen 1997/1998 für die Verfahren Selbstfütterung (SF) und Futtermischwagen (FMW). Die Unterschiede der Mittelwerte (M) über alle Versuchswochen sind statistisch nicht gesichert.

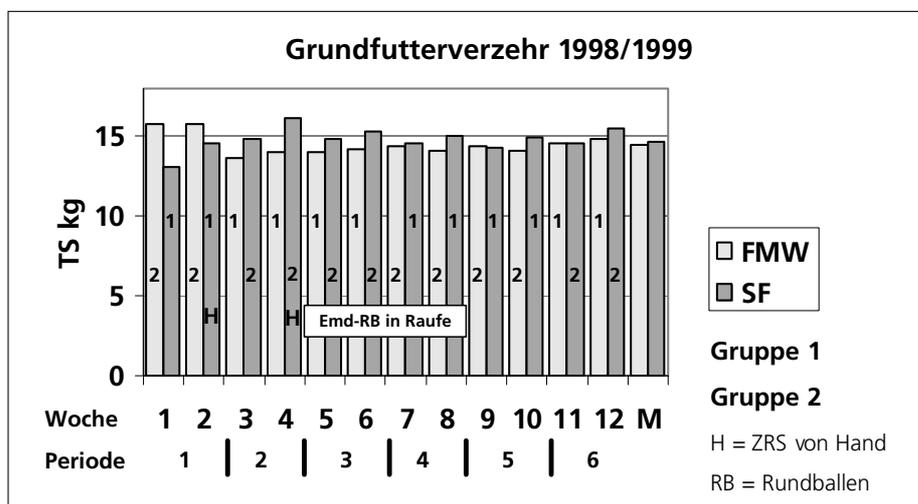


Abb. 11: Mittelwerte des Grundfutterverzehrs 1998/1999 für die Verfahren Selbstfütterung (SF) und Futtermischwagen (FMW). In den Wochen 2 und 4 wurden die Zuckerrübenschnitzel von Hand heruntergeholt. Nur während der Zeit der ad libitum-Fütterung von Dürrfutter in der Raufe war der Verzehr an der Selbstfütterung bei beiden Gruppen höher.

Werten zwischen 12,7 und 16,3 kg etwas stärker. Der Durchschnitt über den ganzen Winter betrug 14,8 kg/Tier und Tag.

Die Ergebnisse des Winters 1998/1999 ergeben ein ähnliches Bild (Abb. 11). Bei einem Durchschnitt von 14,5 kg/Tier und Tag schwanken die Wochenmittelwerte zwischen 13,6 und 15,8 kg im Verfahren FMW. An der Selbstfütterung lag der Durchschnitt bei 14,7 kg (13,1 bis 16,1 kg). Die Differenzen von 0,3 kg bzw. 0,2 kg sind statistisch nicht signifikant (einfaktorielle Varianzanalyse) und können deshalb als zufällig betrachtet werden. Durch das Herunterkratzen der Zuckerrübenschnitzel vom Silostapel (Beobachtungen des Stemmverhaltens in den Wo-

che 2 und 4) stieg bei beiden Gruppen der Grundverzehr am Silo. Allerdings war er nicht höher als in den nachfolgenden Versuchswochen ohne Herunterkratzen. Wurde gutes Emd in Rundballen in der Raufe ad libitum angeboten, verlagerte sich der Verzehr im Wochendurchschnitt um bis 1 kg TS/Tier und Tag von Silage zu Dürrfutter. An der Raufe traten grosse Verzehrsschwankungen auf. Beim Einfüllen einer frischen Balle stieg der Verzehr markant, an einzelnen Tagen bis auf über 10 kg TS/Tier und Tag, um dann aber wieder auf Werte von 2 bis 3 kg vor dem Einfüllen einer neuen Balle abzusinken.

Futtermittelverluste

Um bei der Futtermischwagenvariante von einer ausreichenden Versorgung der Milchkühe ausgehen zu können, wurde soviel Futter vorgelegt, dass Krippenreste zwischen 5 und 10% auftraten. Der Durchschnitt in beiden Winterperioden betrug rund 8% der TS. Bei der Selbstfütterung ergaben sich in den ersten sechs Versuchswochen 1997/1998 keine Krippenreste, alles Futter im Bereich des Krippbretts (Variante 55 cm) wurde restlos aufgefressen. Die Verkürzung des Krippbretts zur Reduktion des Stemmens führte in der Folge mit 2% zu mehr Krippenresten. In den drei letzten Versuchswochen im Winter 1998/1999 betrug die Summe der Krippenreste am Flachsilo und am Futtertisch (Heu) 8%. Im Winter 1998/1999 lagen die Krippenreste im Verfahren Selbstfütterung bei 5%. An der Heuraufe betrug die Futtermittelverluste bei Gruppe 2 in den Versuchswochen 5 und 6 gut 4%. Bei Gruppe 1 in den Versuchswochen 7 und 8 stiegen die Verluste an der Raufe aber auf 8%. Das Einbringen einer neuen Rundballe wirkte sich nicht nur auf den Verzehr, sondern auch auf die Verluste aus, welche sprunghaft anstiegen. Die Verluste an der Raufe waren im Gegensatz zu den Futterresten am Silo und auf dem Futtertisch endgültig verloren, da sie wegen der Verschmutzung nicht mehr Galkühen oder Rindern vorgelegt werden konnten.

Kraftfuttermittelverzehr

Der durchschnittliche Kraftfuttermittelverzehr lag 1997/1998 bei 1,6 kg/Tier und Tag (FMW) und 1,4 kg/Tier und Tag (SF). Im Winter 1998/1999 stieg er auf 1,9 kg beim Verfahren FMW und 1,8 kg beim Verfahren SF, was in der Differenz der Milchleistung von 0,9 bzw. 0,7 kg ECM begründet war.

Milchleistung

Im Winter 1997/1998 zeigte der Vergleich der Leistungen, dass das Verfahren die effektive Leistung nicht beeinflusste (Abb. 12 und 13). Die durchschnittliche Milchleistung betrug in den acht Versuchswochen bei beiden Verfahren 21,3 kg ECM. Auch im zweiten Winter traten keine wesentliche Unterschiede in der durchschnittlichen Milchleistung auf. Sie betrug 22,2 kg ECM für das Verfahren

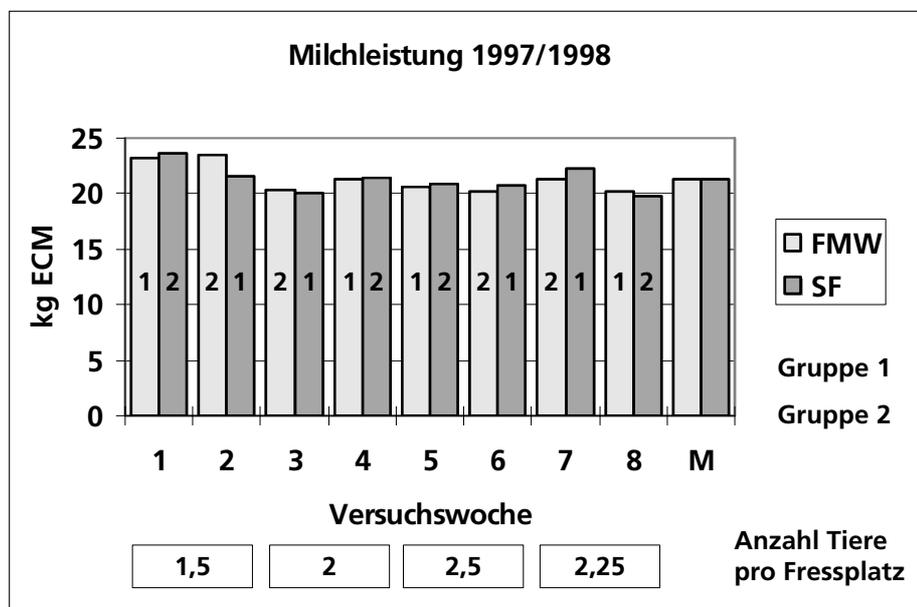


Abb. 12: Die Mittelwerte (M) der energiekorrigierten Milchleistung lagen 1997/1998 bei beiden Gruppen bei 21,3 kg/Tier und Tag.

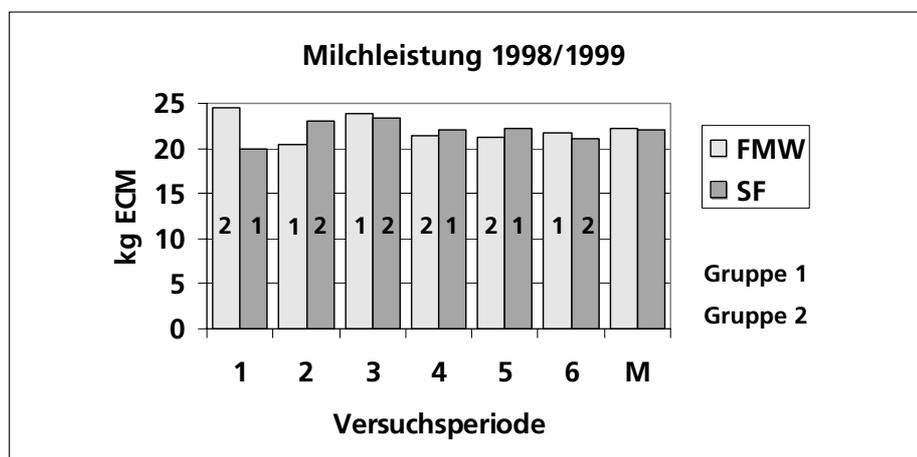


Abb. 13: Die Verlängerung der Versuchsperioden von fünf auf elf Tage zeigte 1998/1999, dass ein Einfluss des Verfahrens auf die Milchleistung ausgeschlossen werden kann.

FMW und 22,0 kg ECM bei der Selbstfütterung. Die Schwankungen waren bei der FMW-Vorlage etwas höher ($s = 1,59$ kg) als bei der Selbstfütterung ($s = 1,28$ kg). Auch die Kontrolle individueller Leistungskurven ergab keine Hinweise auf eindeutige, verfahrensbedingte Leistungsveränderungen.

Harnstoffgehalt der Milch

Abbildung 14 zeigt, dass der Harnstoffgehalt der Milch bei beiden Verfahren sowohl bei den Kühen in der ersten Laktation als auch bei den älteren gleich hoch war. Daraus lässt sich folgern, dass die Kühe sich beim Verfahren Selbstfütterung nicht durch selektives Fressen un- ausgewogen versorgten.

Fressgitter

Das modifizierte Fressgitter bewährte sich gut. Die Palisaden bewirkten ein ruhiges Fressen und geringe Futtermittelverluste. Der freie Vorschub gewährleistete den dauernden Zugang zum Futter. Fressen die Kühe einseitig (links oder rechts) mehr Futter, konnte ein Verkanten durch kurzzeitiges Rückhalten mit einer Kette auf der zu weit vorgeschobenen Seite verhindert werden.

Das Dach war mit rund 1,5 m über den Rücken der Kühe etwa 20 cm zu kurz. Mit einer Dachrinne konnte das Regen-

wasser des Daches seitlich aus dem Silobereich abgeleitet werden. Allerdings bestand die Gefahr, dass aufspringende Kühe sie beschädigten. Die verstellbare Sohle des Krippbrettes erlaubte eine optimale Anpassung an den Siloboden. Dadurch konnte kein Futter unter dem Fressgitter durchrutschen.

Witterungseinfluss

Im Winter 1997/1998 herrschte durchwegs relativ warmes Wetter. In der kältesten Versuchswoche vom 26.01. bis zum 30.01.1998 lag die mittlere Tagestemperatur bei $-3,8$ °C. Der tiefste Wert (gleichzeitig auch Monatstief) betrug $-9,9$ °C. 1999 verzeichneten wir in der Versuchsperiode vom 09.02. bis zum 19.02 (Wo-

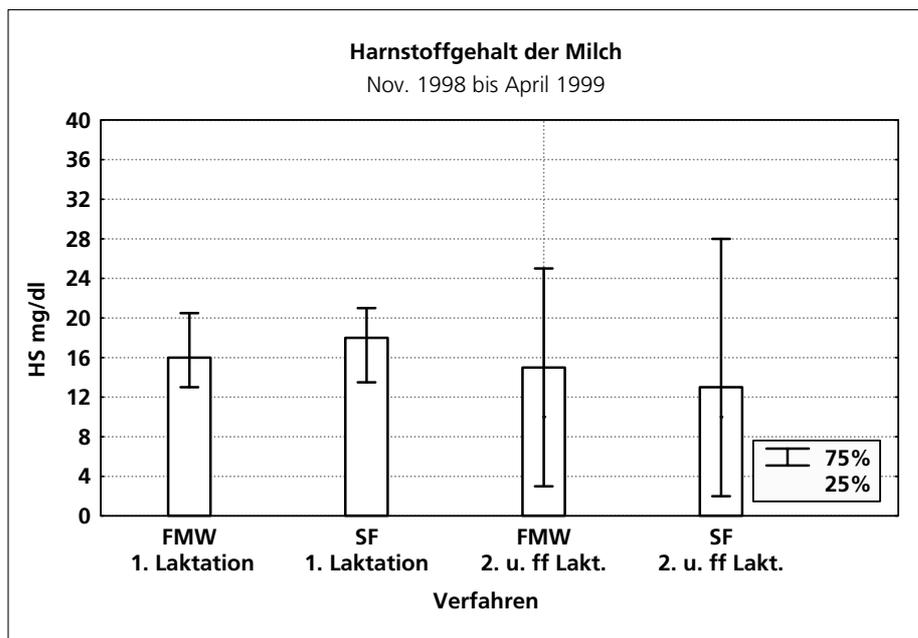


Abb. 14: Harnstoffgehalt der Milch aufgeteilt nach Fütterungsverfahren, links Kühe in der ersten, rechts in der zweiten und folgenden Laktation. Die unterschiedliche Fütterung wirkt sich nicht auf die Harnstoffwerte aus.

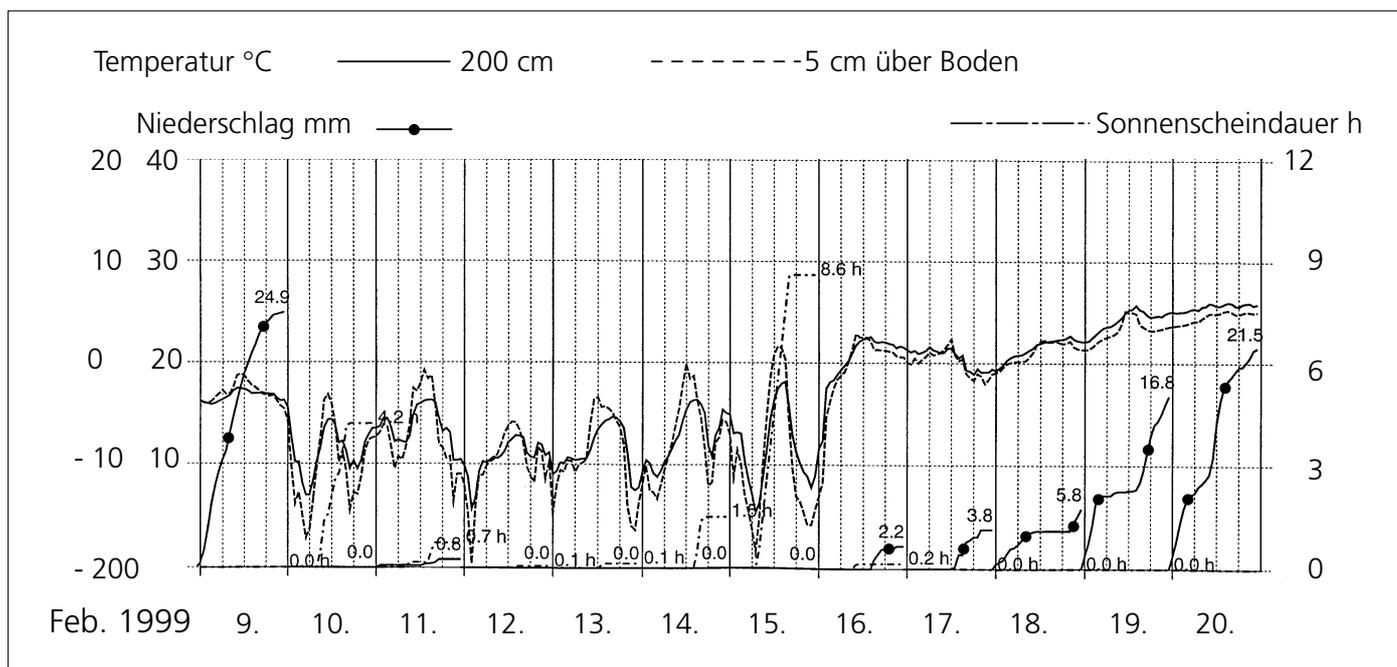


Abb. 15: Wetterverlauf in der kältesten Versuchsperiode 1999. Vom 9. bis 15.02., das heisst in der 8. Versuchswoche, lag die Durchschnittstemperatur bei $7,5$ °C und der Tiefstwert bei $-16,4$ °C.

che 8) eine Folge von sieben Tagen mit durchschnittlich $-7,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ und dem Tiefstwert von $-16,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Abb. 15). In diesem Zeitraum wurde eine Schneedecke von bis zu 35 cm Höhe und eine maximale Sonnenscheindauer von 8,6 h (Tageswert) gemessen.

Ein Einfluss auf Futterverzehr und Milchleistung lässt sich daraus nicht ableiten. Dagegen konnte der Laufhof während 12 Tagen nicht entmistet werden.

Trittsicherheit

Die Messungen mit dem SRT-Gerät im Frühling 1998 ergaben einen Wert von 80 Einheiten. Nach Abschluss der zweiten Winterfütterungsperiode erfolgte eine zweite Kontrolle im Frühling 1999. Der SRT-Wert stieg unwesentlich auf 83 Punkte. Beide Werte gelten als trittsicher (je höher desto trittsicherer). Zum Vergleich kann der Gussasphaltbelag im Boxenlaufstall dienen. Dieser lag 1999 mit 67 Punkten nach neun Jahren ebenfalls noch im trittsicheren Bereich [Weber].

Kot- und Harnanfall

Zum Ausscheidungsverhalten im Laufhof mit und ohne Selbstfütterung erfolgten im Winter 1997/98 Direktbeobachtungen an vier Tagen zu je 24 Stunden. Abbildung 16 zeigt den Aufenthalt der Kühe im Laufhof mit Selbstfütterung (4,5 Stunden pro Tier und Tag) und ohne Selbstfütterung (0,8 Stunden pro Tier und Tag). Die Anzahl der Kotvorgänge im Laufhof war bei Selbstfütterung um das 6-fache, die Anzahl der Harnvorgänge um das 3,4-fache erhöht. Dies führt im Aussenbereich zu grösseren Mistmassen.

Die Arbeitsabschnitte, welche für eine Durchführung des Verfahrens notwendig sind, wurden über Zeitmessungen und gezielte Arbeitstagebücher erfasst. Eine Auflistung der notwendigen Arbeiten und ihrer jeweiligen Häufigkeiten findet sich in Tabelle 5.

Diese Arbeitsabschnitte beziehen sich auf das Futterangebot von Silage und die Reinigung des Fressplatzes im Flachsilo. Ebenfalls ist die Heuvorlage über Rundballen in eine Raufe auf dem Laufhof einbezogen. Die Kontrolle der Futteraufnahme

me muss entweder mehrmals täglich visuell oder auch kombiniert über elektronische Hilfsmittel zur Herdenüberwachung (zum Beispiel Milchmengenerfassung und Gewichtserfassung) erfolgen. Aus Tabelle 5 ist ersichtlich, dass keine der aufgeführten Arbeiten einer festen Tageszeit zuzuordnen ist. Dies kennzeichnet einen bedeutsamen Vorteil des gesamten Verfahrens. Der Arbeitsabschnitt «Kontrolle Futteraufnahme» ist hierbei nicht isoliert zu betrachten, da er meist in Kombination mit anderen Tätigkeiten

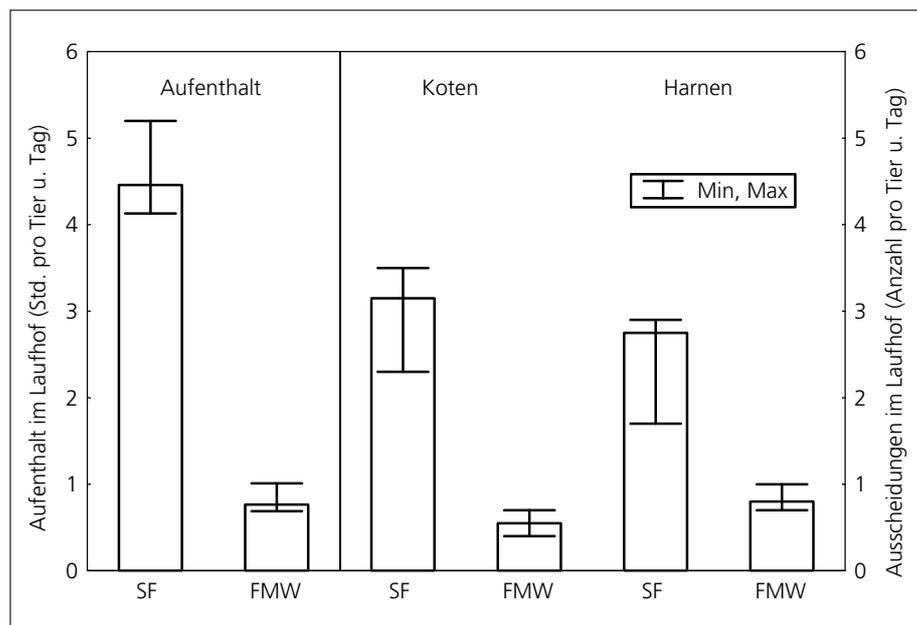


Abb. 16: Aufenthalt und Anzahl Ausscheidungen im Laufhof mit und ohne Selbstfütterung am Flachsilo.

Tab. 5: Arbeitsabschnitte bei der Selbstfütterung von Milchkühen am Flachsilo (20 Kühe)

Arbeitsabschnitt	Häufigkeit Je Tag [n]	An feste Tageszeit gebunden [ja/nein]	Zeitbedarf je Vorgang [Akmin]	Zeitbedarf je Tag [Akmin]
Kontrolle Futteraufnahme	2	Nein	5	10
Listenkontrolle am PC	1	Nein	2,5	2,5
Kontrolle Fressgitter am Silo	1	Nein	1,5	1,5
Fressplatz am Flachsilo reinigen	1	Nein	6	6
Flachsilo krippe reinigen und Futterreste wegführen	Zweimal/Woche	Nein	15	4,3
Heuraufe befüllen	Zweimal/Woche		12	3,4
Laufhof reinigen mit Motormäher	Zweimal/Woche	Nein	13	3,7
Siloplane aufrollen	Einmal/Woche	Nein	5	0,7
Sandsäcke vom Silo wegräumen	Einmal/Woche	Nein	2	0,3

Resultate Arbeitswirtschaft

Aus arbeitswirtschaftlicher Sichtweise ist die Selbstfütterung am Flachsilo eine Alternative zur Fütterung an einer Krippe oder auf einem Futtertisch. Es sind keine grossen Futtermassen zu transportieren. Ausserdem findet keine direkte Zeitbindung an Fütterungszeiten mehr statt. Die meist schwere körperliche Arbeit für die Futtervorlage fällt bei der konsequenten Durchführung des Verfahrens weg. Dagegen kommt als neuer Arbeitsabschnitt die vermehrte Kontrolle der Tiere hinzu.

(zum Beispiel Brunstbeobachtung, Laufhofreinigung usw.) ausgeführt wird.

Im Gegensatz zur konventionellen Fütterung aus dem Flachsilo auf einen Futtertisch fallen im Wesentlichen die Arbeitsabschnitte «Futterentnahme aus dem Flachsilo» mit zirka 0,8–1,2 Akmin/Kuh und Tag und -Futtermaterial auf den Futtertisch mit 0,3–1,1 Akmin/Kuh und Tag weg. Ebenfalls entfallen die Arbeitsabschnitte «Futter nachschieben», «Futterreste aus der Krippe entfernen» und «Futtertisch wischen».

Da auf den meisten schweizerischen Landwirtschaftsbetrieben neben der Silage noch Heu gefüttert wird, ist die Heuvorlage gesondert zu betrachten. Diese lässt sich arbeitswirtschaftlich wiederum aufteilen in die Vorlage auf einen (noch) vorhandenen Futtertisch mit einer betriebsüblichen Mechanisierungskette (zum Beispiel Handentnahme oder Greifkrananlage). Daneben bietet es sich aber auch an, gänzlich auf einen Futtertisch zu verzichten und die Heuvorlage in einer Raufe zu gestalten (siehe Tabelle 5). Auch hierbei sind Vorteile im arbeitswirtschaftlichen und ergonomischen Bereich zu nennen: Feste Fütterungszeiten und tägliche Rüstzeiten entfallen. Futtermassen müssen nicht mehr von Hand bewegt werden.

Insgesamt ist bei der Selbstfütterung von einem täglichen Arbeitszeitbedarf von ca. 0,5 AKh auszugehen (Bestandesgrösse 20 Kühe). Wird das Heu nicht in einer Raufe, sondern auf den vorhandenen Futtertisch im Stall gefüttert, wird das Verfahren zusätzlich mit 0,3 AKh belastet. Im Gegensatz dazu ist bei der Fütterung mit einem Fräsmischwagen auf einen Futtertisch von ca. 1 AKh auszugehen.

Neben der Futterbereitstellung ist bei der Selbstfütterung auch die Laufhofreinigung aus arbeitswirtschaftlicher Sicht bedeutsam. Der Reinigungsaufwand für den Laufhof wird durch die grösseren anfallenden Kotmassen leicht erhöht. Durch den Einsatz mobiler Geräte (Motormäher, Hoftrac oder auch Schiebesechilde am Traktor) lässt sich der Arbeitszeitaufwand jedoch reduzieren.

Resultate Ethologie

Anzahl Tiere pro Fressplatz

Die Dauer des Aufenthaltes der rangtiefen Kühe am Silofressgitter (Abb. 17a) und in den Liegeboxen (Abb. 17b) sank

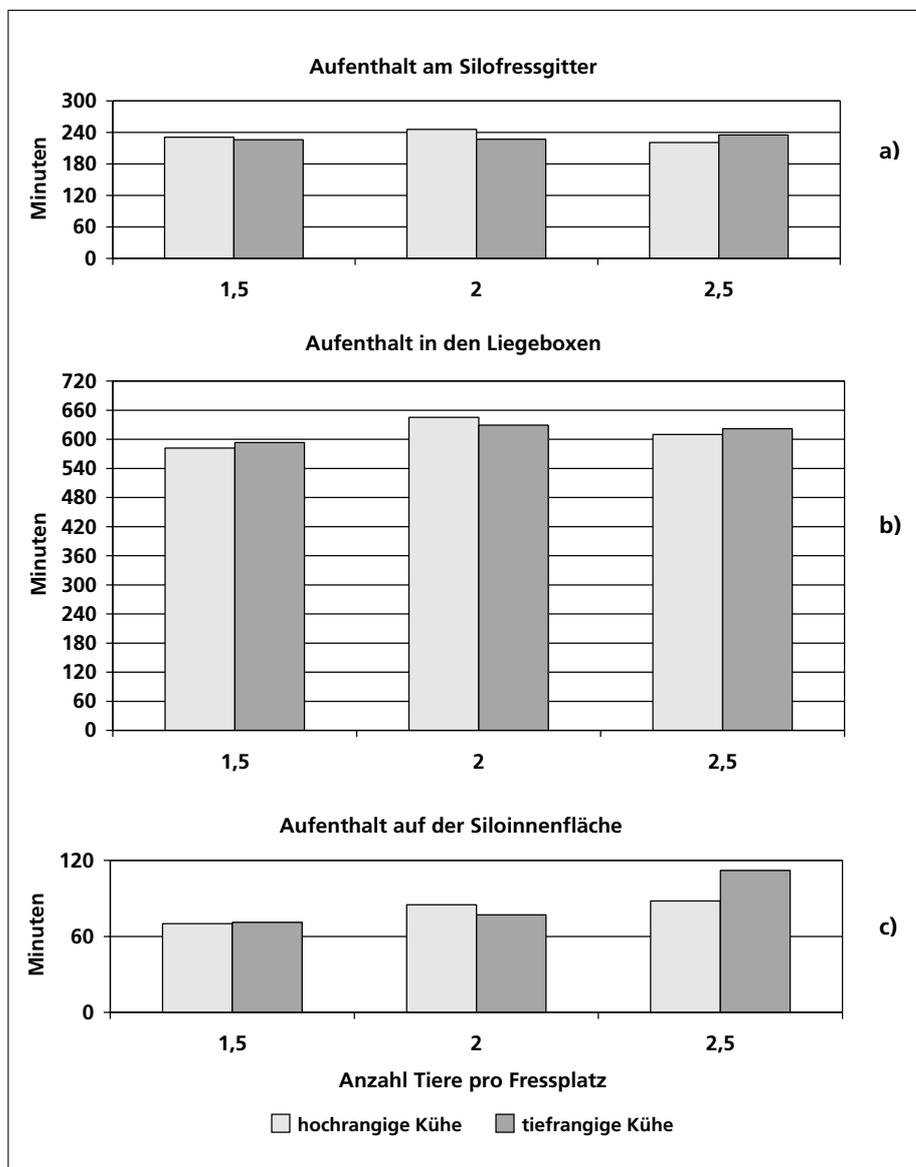


Abb. 17: Aufenthaltsdauer (in Minuten) der Kühe a) im Silofressgitter, b) in den Liegeboxen und c) auf der Siloinnenfläche in Abhängigkeit von der Anzahl Tiere pro Fressplatz. Dargestellt ist jeweils der Wochenmittelwert der hochrangigen und der tiefrangigen Tiere aus zwei Kuhgruppen.

bei einer grösseren Anzahl Tiere pro Fressplatz nicht. Die begehbare Siloinnenfläche vergrösserte sich im Laufe des Versuchs durch Abfressen des Silostapels. Dadurch war zu erwarten, dass sich alle Kühe unabhängig vom Rang mit zunehmender Anzahl Tiere pro Fressplatz länger dort aufhalten würden. Im Vergleich zu den ranghohen Tieren war bei den rangtiefen Kühen ein markanter Anstieg der Aufenthaltsdauer auf der Siloinnenfläche bei der grösseren Anzahl Tiere pro Fressplatz festzustellen (Abb. 17c). Dies deutet darauf hin, dass tiefrangige Kühe nun länger vor dem Silofressgitter warten mussten, bis sie einen Fressplatz einnehmen konnten.

Die Verdrängungen am Silofressgitter nahmen mit dem Tier-Fressplatzverhältnis in beiden Kuhgruppen zu (Abb. 18). Bei 1,5 Tieren pro Fressplatz waren es im Mittel 0,75 Verdrängungen pro Tier pro zehn Minuten, bei 2 Tieren pro Fressplatz 0,99 Verdrängungen und bei 2,5 Tieren pro Fressplatz 1,25 Verdrängungen. Mit zunehmender Anzahl Tiere pro Fressplatz stieg der Anteil mit höherer Belegung des Silofressgitters (Abb. 19). Bei 1,5 Kühen pro Fressplatz war während 25% der Beobachtungszeit kein Tier am Fressgitter anzutreffen. Bei zwei Kühen pro Fressplatz befand sich am häufigsten ein Tier am Fressgitter (24% der Beobachtungszeit), bei 2,5 waren es am häufigsten drei

Kühe (23% der Beobachtungszeit). Sieben oder acht Kühe standen nur selten gleichzeitig am Fressgitter, unabhängig von der Anzahl pro Fressplatz. Abbildung 20 zeigt die Anzahl Verdrängungen am Fressgitter in Abhängigkeit von der Anzahl Kühe am Fressgitter bei verschiedener Anzahl Tiere pro Fressplatz. Bei einem Besatz von ein bis drei Tieren erfolgten die meisten Verdrängungen, nämlich durchschnittlich 1,75 pro Tier in zehn Minuten. Bei vier bis sechs Kühen waren es noch 1,03 Verdrängungen und bei sieben bis acht Kühen sank die Zahl der Verdrängungen auf 0,29 pro Tier in zehn Minuten. Trotz der in den Abbildungen 19 und 20 sichtbaren Effekte war die Anzahl der Verdrängungen pro Tier bei 2,5 Kühen pro Fressplatz insgesamt am grössten (Abb. 18).

Fressplatzgestaltung

Die drei verschiedenen Abstände (55 cm, 45 cm und 38 cm) zwischen Fressgitter und Silagefront auf Bodenniveau (Abb. 4 und 5) zeigten unterschiedliche Wirkungen: Das Stemmen ins Fressgitter wurde auf weniger als die Hälfte reduziert. Die Menge an Krippenresten, die zu entfernen war, stieg dafür an. Der Abfrass der Silagefront war beim kürzesten Abstand sehr unregelmässig. Die Kühe frassen an einigen Orten Löcher in den Silagestapel und liessen an anderen Orten Futter stehen. Insgesamt kann ein Abstand von 40 bis 45 cm zwischen tierseitiger Kante des Fressgitters und Silagestapel auf Bodenhöhe empfohlen werden. Damit das Krippbrett nicht zu steil ist und das Futter nicht abrutscht, sollte es in einem 45°-Winkel angebracht sein.

Bei der Untersuchung der Buggelenke fanden wir auf zwei der fünf Betriebe keinerlei Veränderungen. Bei zwei weiteren Betrieben waren nur bei wenigen Tieren Veränderungen zu finden. Im fünften Betrieb hingegen wiesen 80% der Kühe Schäden auf. Es handelte sich meist um grossflächige Hornhautpolster an der Buggelenkspitze, häufig kombiniert mit Bindegewebsverdickungen. Dieser Betrieb unterschied sich von den anderen durch die Fressgitterform (Holzlattenpalsaden) und einen sehr grossen Abstand zwischen Fressgitter und Silagefront von über einem Meter auf 50 cm Höhe.

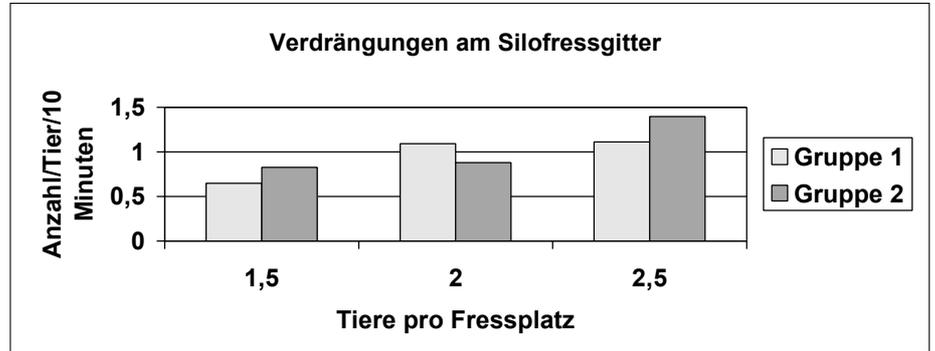


Abb. 18: Durchschnittliche Anzahl Verdrängungen am Silofressgitter (pro Tier und pro zehn Minuten) in zwei Kuhgruppen in Abhängigkeit von der Anzahl Tiere pro Fressplatz.

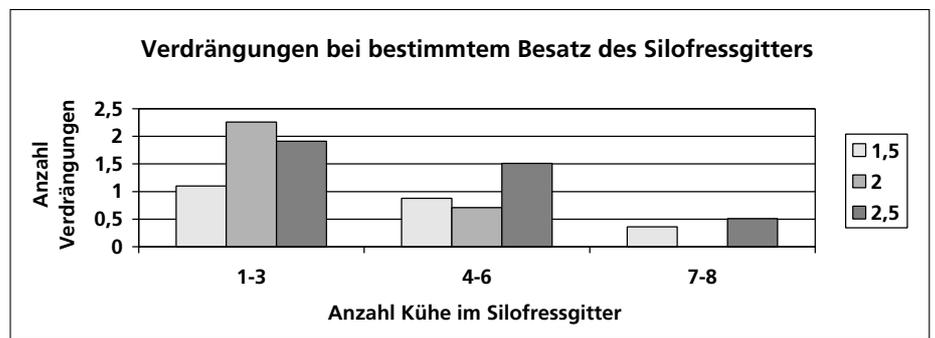


Abb. 19: Besatz des Silofressgitters bei verschiedenen Tier-Fressplatzverhältnissen. Angegeben ist der durchschnittliche Prozentsatz der neunstündigen Beobachtungszeit, bei dem sich eine bestimmte Anzahl Tiere gleichzeitig im Fressgitter aufhielten.

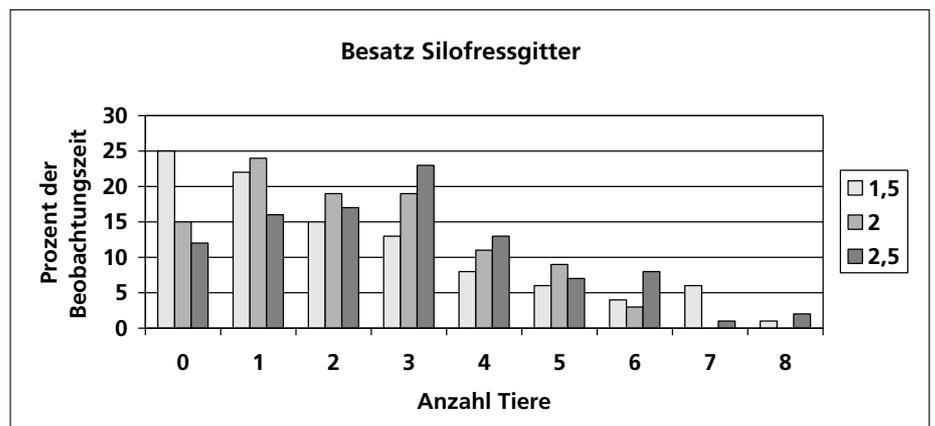


Abb. 20: Durchschnittliche Anzahl Verdrängungen (pro Tier und pro zehn Minuten) bei verschiedener Anzahl Tiere pro Fressplatz in Abhängigkeit von der Anzahl gleichzeitig am Silofressgitter anwesender Tiere.

Manuelle Vorlage der Zuckerrübenschnitzel

Tabelle 6 zeigt die durchschnittliche Häufigkeit des Stemmens ins Fressgitter in der SF-Variante und weist darauf hin auf welche Futterschichten es ausgerichtet war. Am häufigsten galt das Stemmen der Grassilageschicht, während zum Erreichen der Maissilageschicht und des Futters auf dem Krippbrett kaum ge-

stemmt wurde. Die manuelle Vorlage der Zuckerrübenschnitzel beeinflusste die totale Häufigkeit des Stemmens nicht.

Komplette Aussenfütterung

Gruppe 1 war während einer Schlechtwetterperiode mit viel Schneefall an der Selbstfütterung (Wochen 5 und 6), Gruppe 2 während einer Schönwetterperiode

Tab. 6: Häufigkeit des Stemmens (pro Tier und pro 5 Minuten), das in Abhängigkeit von der Art der Vorlage der Zuckerrübenschnitzel auf die verschiedenen Futterkomponenten ausgerichtet war. Daten von zwei Kuhgruppen.

Kuhgruppe	Vorlage der Zuckerrübenschnitzel	Futterkomponenten				Total
		Grassilage	Maissilage	Zuckerrübenschnitzel	Futter auf Krippbrett	
Gruppe 1	in Schicht	Ø 1,06	Ø 0,08	Ø 0,32	Ø 0,06	Ø 1,53
	manuell	Ø 1,04	Ø 0,1	Ø 0,02	Ø 0,08	Ø 1,25
Gruppe 2	in Schicht	Ø 0,65	Ø 0,07	Ø 0,36	Ø 0,0	Ø 1,08
	manuell	Ø 1,03	Ø 0,03	Ø 0,01	Ø 0,17	Ø 1,24

mit Sonnenschein und beinahe frühlingshaften Temperaturen (Wochen 7 und 8). Zwischen 50 und 80% der Gruppe hielten sich während der Beobachtungszeit unabhängig vom Wetter im Laufhof auf. Pro Tier waren das durchschnittlich sieben bis acht Stunden. Die Hälfte dieser Zeit entfiel auf das Fressen, die restlichen drei bis vier Stunden hielten sich die Kühe anderweitig beschäftigt im Laufhof auf. Durch die intensive Laufhofnutzung ging der Aufenthalt in den Liegeboxen um durchschnittlich eine Stunde je Gruppe und Tag zurück. Die Gruppe ohne Zugang zur Selbstfütterung nutzte den Laufhof wesentlich schwächer. Bei schönem Wetter war am Nachmittag höchstens ein Viertel der Gruppe draussen.

Diskussion und Schlussfolgerungen für die Praxis

Dieser Bericht zeigt auf, dass sich 2,5 Tiere pro Fressplatz versorgen können. Voraussetzung ist ein dauernder Zugang zum Silo. Ein Fressgitter, das die Kühe selbständig dem Futter entgegen schieben, verhindert Futterverluste und gewährleistet ein Fressen ohne übermäßige gegenseitige Verdrängungen. Die verwendete Ration wies 75% Silageanteil und 25% Dürrfutter auf. Das Fressgitter sollte aus Rundpalisaden bestehen und nicht fixiert werden. Bei der Selbstfütterung verbrachten die Kühe mehr Zeit im Laufhof und zwar nicht nur zum Fressen, sondern auch für Verhaltensweisen wie Körperpflege, Lecken oder Rangkämpfe. Dabei hielten sie sich etwas we-

niger lang in den Liegeboxen auf. Es ist denkbar, dass die Aufenthaltszeiten in den Liegeboxen sich nach einer gewissen Zeit (mehr als die versuchsbedingten zwei Wochen) wieder auf ein normales Mass einpendeln würden. Gehäckselte Grassilage war für die Kühe einfacher zu fressen als die Kurzschnittdewagen-Grassilage. Um den Kühen ein einfaches Aufnehmen des Futters aus dem Silogestapel zu erlauben, ist deshalb gehäckselte Grassilage vorzuziehen. Der Vergleich mit dem Verfahren Futtermischwagen-Vorlage zeigt, dass die Kühe an der Selbstfütterung im Mittel gleich hohe Grundfuttermittel- und Milchleistungen aufweisen. Ein höherer Silageanteil in der Ration sollte unter den selben Rahmenbedingungen noch möglich sein. Bei tieferen Silageanteilen wird bei 2,5 Tieren pro Fressplatz an der Selbstfütterung der tägliche Vorschub wegen möglichen Nachgärungen zum kritischen Faktor. Die Vorlage von Dürrfutter-Grossballen in einer Raufe eröffnet die Möglichkeit, ganz auf Futtertisch oder Krippe im Stall zu verzichten. Die Aufteilung der Futteraufnahme (Flachsilo, Raufe) hängt allerdings sehr stark von der Qualität der entsprechenden Futterarten ab. Wird sehr gutes Dürrfutter in der Raufe vorgelegt, wird mehr Dürrfutter und weniger Silage aufgenommen. Obschon die Kühe bedingt selektiv fressen konnten, stellten wir keine systembedingten Unterschiede beim Harnstoffgehalt in der Milch fest. Bei der Planung sollte mit Blick auf die Freisetzung von Ammoniakemissionen die verschmutzte Fläche möglichst gering gehalten werden. Dies könnte durch den Verzicht auf eine separate zusätzliche Fressachse im Stall erreicht werden.

Die Selbstfütterung ist aus arbeitswirtschaftlicher Sichtweise eine Alternative

zur Fütterung mit Krippe oder Futtertisch. Die körperliche Arbeit wird wesentlich erleichtert, da keine grossen Futtermassen von Hand zu transportieren sind. Ausserdem besteht keine direkte Zeitbindung an Fütterungszeiten mehr. Die meist schwere körperliche Arbeit für die Futtervorlage fällt bei der konsequenten Durchführung des Verfahrens weg. Andererseits kommt neu die vermehrte Kontrolle der Tiere hinzu. Es ist weiter zu berücksichtigen, dass die Galkühe und das Jungvieh separat gefüttert werden sollten. Dafür und für die Weidebefütterung von Maissilage ist zusätzlicher Siloraum mit entsprechender Entnahmelösung notwendig. Die üblichen Flachsilo-breiten von 5,5 bis 8 m erlauben sieben bis zehn Fressplätze für Kühe und somit Herdengrößen von 17 bis 25 Kühen je Silo. Ein nachfolgender Bericht wird Hinweise für die Planung und den Bau einer Selbstfütterungsanlage sowie einen Vergleich mit andern Fütterungsverfahren beinhalten.

Literatur

Bollhalder H. und Krötzel Messerli H., 1997. Ein Tierortungssystem zur automatischen Erfassung des Aufenthaltsortes und der Aktivität von Kühen im Laufstall und im Laufhof. Agrartechnische Forschung 3, 2–10.

Heiting N., 90. Mais-Mischsilagen in der Milchviehfütterung. Mais 3, 13–14.

Nydegger F. et al., 1998. Rundballenraufen für den Laufhof. FAT-Berichte 523.

Pirkelmann H., 1983. Grundfuttermittelvorlage im Rinderstall. DLG Heft 178, 1–64.

Rohrer M., 1983. Tagesrations-Selbstfütterung von Jungvieh am Flachsilo. Blätter für Landtechnik 217.

Stumpf S. et al, 1999. Verhalten von Milchkühen bei Selbstfütterung am Flachsilo, Agrarforschung (im Druck).

Wandel H., 1986. Selbstfütterung für Milchvieh – Im Mittel der Frosttage darf die Silage nicht gefrieren. BBZ 36, 28-30.

Weber R., 1985. Trittsicherheit von Stallböden. FAT-Berichte 280.