

Untersuchung über arbeits- und belüftungstechnische Fragen des mechanisierten Heuberges

F. Zihlmann und A. Schneider

1. Einleitung

Bis heute galt der Heuturm als das am weitesten mechanisierte Heueinlagerungsverfahren. Wegen der hohen Erstellungskosten suchte man nach vereinfachten Lösungen. So wurde der holländische Heuberg, welcher im wesentlichen aus drei oder vier Stützen und einem aufziehbaren Dach besteht, als Ausgangslage für die Weiterentwicklung genommen. Heute gibt es mehrere mechanisierte Heubergtypen mit folgenden wesentlichen Merkmalen:

- Unter dem aufziehbaren Dach ist ein Drehmechanismus eingebaut, der für die Betätigung des Verteilers und für den Antrieb der Abräumrechen dient.

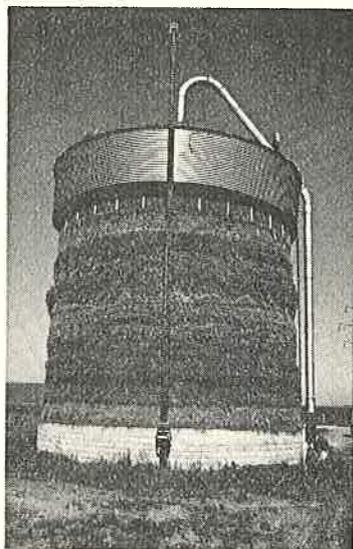


Abb. 1: Gesamtansicht des Heuberges.

- Ein am Dach aufgehängter Stöpsel hat die Aufgabe, im Heustock einen zentralen Kanal zu formen, der bei der Entnahme als Abwurfschacht zu dienen hat. Dieser wird gleichzeitig als Leitkanal für die Belüftung benützt.
- Das Heben und Senken des Daches erfolgt je nach Typ mit handgetriebenen Seilwinden an den Stützen oder durch eine mechanische Einrichtung am Zentralmast.
- Auf eine Einwandung des Futterstockes wird im Gegensatz zum Heuturm verzichtet.

2. Problemstellung

Beim mechanisierten Heuberg, wie auch beim Heuturm, stellen sich folgende Probleme:

- a) Wie lässt sich der mechanisierte Heuberg in die Futterbau-Arbeitskette eingliedern?
- b) Wie eignet er sich für die Heubelüftung?
- c) Wie teuer kommt er zu stehen?
- d) Welche Entwicklungstendenzen zeichnen sich ab?

Die aufgeworfenen Fragen sind sehr weit gefasst, so dass zu deren Beantwortung eine sehr breit angelegte Untersuchung wünschenswert wäre. Mit einem beschränkten Arbeitsaufwand ist es jedoch nicht möglich, die Untersuchung auf viele Anlagen auszuweiten und gleichzeitig umfassende exakte Messungen vorzunehmen. Bei unserer Untersuchung wurden an einem Heuberg genaue Messungen vorgenommen und diese mit weiteren Beobachtungen verglichen, um dadurch eine breitere Basis zu erhalten.

3. Untersuchungsgrundlagen

Für die Untersuchung stand ein Heuberg mit einem Rauminhalt von brutto 492 m³ und netto max. 414 m³ zur Verfügung. Ferner liegen dreijährige Erfahrungen mit einem zweiten Heubergtyp vor, welcher von der FAT auf einem fremden Betrieb aufgestellt wurde. Schliesslich sind Untersuchungsberichte aus dem Institut für Landtechnik und Rationalisierung, Holland, und dem Nationalen Forschungs- und Versuchszentrum für Landmaschinen (CNEEMA), Frankreich, vorhanden.

4. Versuchsanlage

Genauere Messungen wurden nur am betriebseigenen, mechanisierten Heuberg durchgeführt. Um möglichst wirklichkeitsnahe Ergebnisse zu erhalten, wurde der Versuch so angelegt, dass die Beschickung, Belüftung und Entnahme in der praxisüblichen Art erfolgte. Genau erhoben wurden folgende Daten:

- Gewicht jedes Fuders
- Mittlere Feuchtigkeit des Futters für jedes Fuder
- Belüftungstunden (Stundenzähler am Ventilator)
- Heizungsstunden (Stundenzähler am Brenner)
- kWh-Verbrauch
- Ölverbrauch

Für die Bestimmung der Luftmenge wurde der Ventilator mit einer Ansaugdüse ausgestattet, welche mit Messstellen versehen zur Ermittlung des dynamischen Druckes diente. Im Luftkanal waren Drucksonden montiert, welche den statischen Betriebsdruck massen. Zur Überwachung der Temperatur wurden Einsteckthermometer verwendet.

In einem Bordbuch wurden laufend die Belüftungs- und Heizstunden, Luftdruckmessungen, Temperaturablesungen und weitere Feststellungen eingetragen.

5. Versuchsergebnisse

5.1 Beschickung der Anlage

Die Beschickung des Heuberges erfolgte mit einem Vielzweckfördergebläse. Der Rohrdurchmesser betrug 310 mm. Er war, wie frühere Versuche gezeigt hatten, zu gering. Für eine Korrektur auf 400 mm Durchmesser hätte auch der Verteiler ausgewechselt werden müssen, was damals nicht möglich war. Um die Steigleitungslänge der wachsenden Turmhöhe anzupassen, waren Teleskoprohre erforderlich. Zu Beginn der Einfüllung mussten nach jeweils zirka 80 cm für das Anheben des Daches neue Rohre eingesetzt werden. Ab 4 m Stockhöhe konnte ein 2 m-Teleskoprohr verwendet werden, das einen Ausziehbereich von 180 cm ermöglichte. Bei geringer Stockhöhe musste das Abladen unterbrochen werden, um ein neues Rohr einzusetzen. Dies bedingte einen unerwünschten Unterbruch im Arbeitsfluss.

Im näher untersuchten Heuberg besteht der Verteiler aus einem rotierenden Bogenstück und einem einstellbaren Leitrochen. Es war nicht möglich, den Verteiler so einzustellen, dass das Futter gleichmässig über die ganze Ringfläche verteilt wurde. Die Walmenbildung hing vom Feuchtigkeitsgehalt des Futters ab. Mindestens nach zwei Fudern war eine Nachverteilung mit der Heugabel notwendig.

Der Arbeitsaufwand für das Einlagern von Belüftungsfutter erhöht sich auf rund das Zweifache von dem, was mit dem gleichen Gebläse in Kombination mit neuen automatischen Verteileranlagen erreicht wird.

Tab. 1: Ergebnisse des FAO-Heubergs 1973

	Einheit	Chargen					Total	Durchschnitt
		1./7.6.	3.7.	29.7.	7.8.	4./5.9.		
Einfülldatum		1./7.6.	3.7.	29.7.	7.8.	4./5.9.		
Feuchtwicht des Futters	kg	26230	8120	9890	7947	5820	58007	
TS-Gehalt beim Einfüllen	%	61,8	69,1	68,4	60,2	73,7		64,9
TS-Gewicht beim Einfüllen	kg	16220	5610	6767	4782	4291	37670	
Zu entziehende Wassermenge	kg	7145	1520	1929	2321	772	13687	
Stockhöhe abgesetzt	m	3,2	4,2	5,6	6,2	7,1		
Raumgewicht je m ³	kg	135	136	131	140	140		
Laufdauer des Ventilators	Std.	343,5	143,7	142,3	158,6	119,6	907,7	
Laufdauer der Heizung	Std.	92,6	41,4	36	39,8	35,4	234,3	
Luftmenge pro Sek.	m ³	8,5	7,4	8,1	9,4	9,0		8,5
Wasserentzug je m ³ Luft	gr	0,68	0,40	0,47	0,43	0,20		0,49
Statischer Druck	mmWS	54	46	40	35	35		44
Stromverbrauch je 100 kg Heu	kWh	20,6	24,9	20,5	32,3	27,1		23,5
Ölverbrauch je 100 kg Heu	kg	6,8	8,8	6,3	9,9	9,8		7,74
Energieverbrauch je 100 kg Heu	kcal	85716	109414	80630	126778	121526		94182
Energieverbrauch je kg Wasserentzug	kcal	2288	4745	3339	3074	7946		3050
Stromkosten je 100 kg Heu ¹⁾	Fr.	2,06	2,49	2,05	3,23	2,71		2,35
Ölkosten je 100 kg Heu ²⁾	Fr.	1,70	2,20	1,58	2,48	2,45		1,85
Total Energiekosten je 100 kg Heu	Fr.	3,76	4,69	3,63	5,71	5,16		4,20

¹⁾ Strompreis 10 Rp/kWh

²⁾ Ölpreis 25 Rp/kg

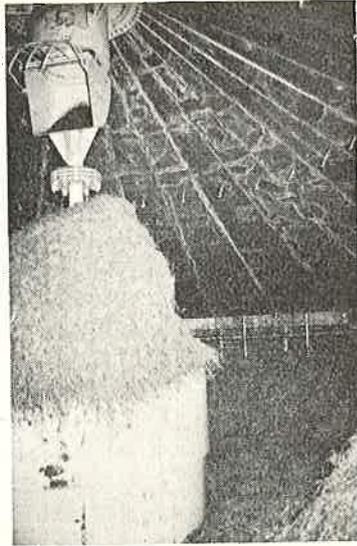


Abb. 2: Verteileinrichtung: Bogenstück und Leitreechen.

5.2 Ueberwachung der Belüftung

Nach jeder Charge musste das Futter mit der Handgabel so verteilt werden, dass sich ein flacher Kegel bildete. Innerhalb der ersten zwölf Stunden setzte sich das Futter um zirka ein Viertel der Höhe der frisch eingelagerten Schicht. Da der Stöpsel an der Dachkonstruktion aufgehängt war, ragte er am folgenden Tag weit aus dem Stock. Gleichzeitig verschaffte sich die Luft in der Regel einen recht grossen Spalt um den Stöpsel, so dass ein grosser Teil der Luft ungenutzt entweichen konnte. In den ersten

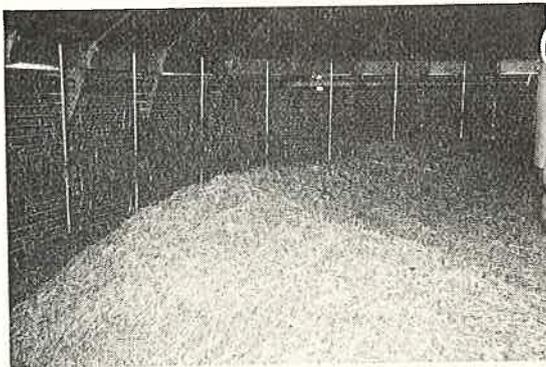


Abb. 3: Walmenbildung bei der Verteilung.

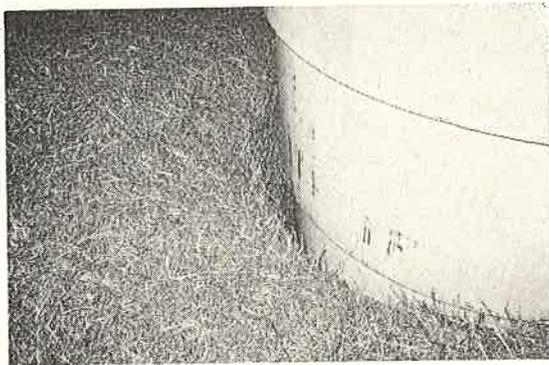


Abb. 4: Luftspalt beim Stöpsel, der sich durch das Setzen des Futters bildet.

zwei bis drei Tagen musste täglich zweimal feuchtes Futter von den äusseren Zonen in die Mitte umgeschichtet und der Luftspalt durch Festtreten gestopft werden. Wenn sich das Futter stark setzte, erwies es sich als zweckmässig, das Dach samt Stöpsel zu senken. Dies konnte nur in beschränktem Masse geschehen, weil sich die Schürze am Stockrand festsetzte und nicht hinunterglitt. Der tägliche Arbeitsaufwand für die Überwachung erforderte rund 40 min.

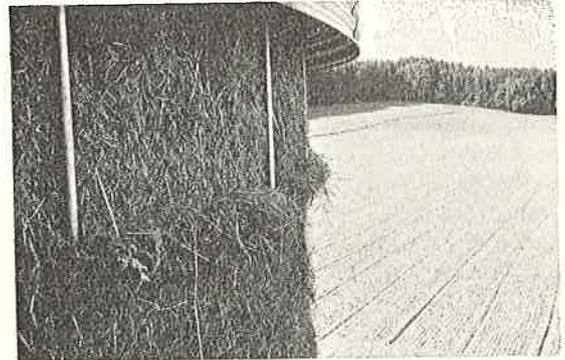


Abb. 5: Aufstehen der Schürze beim Senken des Daches.

5.3 Kontrollmessungen

Die wichtigsten Daten der Kontrollmessungen sind in Tabelle 1 zusammengestellt. Da das Futter zum Teil von einer Einzelcharge zur anderen nicht fertig abtrocknete, wurden für die Auswertung in Kolonne 3 und 7 zwei Einzelchargen zusammengezogen.

Die Einfüllmengen wurden so geplant, dass die pro Woche zu entziehende Wassermenge 1500 bis 1800 kg nicht überstieg. In der Regel nahm der TS-Gehalt des Futters von Fuder zu Fuder je Einzelcharge zu. Gesamthaft betrachtet wurde das Futter verhältnismässig stark vorgetrocknet. Der mittlere TS-Gehalt betrug 64,9%. Die zu entziehende Wassermenge war im Vergleich zu anderen Belüftungsanlagen im Verhältnis zur Lüftergrösse eher bescheiden.

Auffällig gross war das Raumgewicht, welches mit steigender Stockhöhe nur unwesentlich zunahm. Bei der Beurteilung der Laufdauer des Ventilators und der Heizung sind neben den Einfüllmengen auch die klimatischen Verhältnisse zu berücksichtigen. Die gemessene Luftmenge hängt vor allem vom Barometerstand und der Lufttemperatur ab. Da keine Korrektur auf einen standardisierten Zustand vorgenommen wurde, traten kleine Differenzen zur standardisierten Druckvolumenkurve des Ventilators auf (vergleiche Kolonne 4). Mit der Abnahme des statischen Druckes hätte die Luftmenge gemäss Druckvolumenkurve stetig zunehmen müssen. Wird die dargelegte Messungsabweichung berücksichtigt, so stimmen die gemessenen Werte sehr gut mit den theoretisch zu erwartenden überein.

Die Zunahme der Luftmenge und das Sinken des statischen Druckes bringen den schlüssigen Beweis, dass mit steigender Stockhöhe immer mehr Luft durch die schon trockenen Partien entweicht.

Der Wasserentzug je m³ Luft nahm mit Ausnahme von Kolonne 4 stetig ab. Auch diese Beobachtung zeigt, dass viel Luft ungenutzt durch die schon trockenen Schichten entweicht.

Der auffallend geringe Wasserentzug in Kolonne 4 ist mitunter darauf zurückzuführen, dass ein Fuder bedeutend feuchter war. Um diese feuchte Zone im Heustock zu trocknen, musste übermässig lang belüftet werden. Der ausgesprochen tiefe Wasserentzug in Kolonne 7 hat verschiedene Gründe: Einmal war auch bei dieser Charge ein Fuder bedeutend feuchter als die anderen, so dass verhältnismässig lange belüftet werden musste. Weiter standen in den Herbsttagen ungefähr drei Stunden weniger mit einer Luftfeuchtigkeit unter 70% zur Verfügung als im Sommer. Daher war auch der Oelverbrauch hoch. Schliesslich dürften noch weitere klimatische Gegebenheiten einen Einfluss ausüben, die noch näher untersucht werden müssen. Schon in früheren Jahren wurde allgemein festgestellt, dass ab Ende August die Belüftungstrocknung sehr erschwert ist.

Der Strom- und Oelverbrauch ist im Vergleich zu anderen Belüftungsanlagen als sehr hoch zu werten. Die grossen Schwankungen sind vor allem auf den unterschiedlichen TS-Gehalt des eingeführten Futters zurückzuführen. Der Energieverbrauch pro kg Wasserentzug betrug im Durchschnitt 3050 kcal. Die oben beim Wasserentzug je m³ Luft angeführten Begründungen der Extremwerte in Kolonne 4 und 7 gelten auch für den Energieverbrauch je kg Wasserentzug. Zu beachten ist jedoch, dass bei gut vorge-trocknetem Heu der Energieverbrauch (je kg Wasserentzug) im allgemeinen grösser ist, weil mit zunehmendem Trockenheitsgrad die Wasserabgabe langsamer erfolgt und der Energieaufwand gleichzeitig steigt.

Zum Vergleich der Messwerte in Tabelle 1 seien in Tabelle 2 einige Daten eines Parallelversuches einer konventionellen Kaltbelüftungsanlage wiedergegeben.

Tab. 2: Kaltbelüftungsanlage

Feuchtgewicht des Futters	46 465 kg
TS-Gehalt beim Einfüllen	61,6%
Zu entziehende Wassermenge	12 789 kg
Belüftungsdauer	506,3 Std.
Wasserentzug je m ³ Luft	0,54 gr
Stromverbrauch je 100 kg Heu	12 kWh
Energieverbrauch je kg Wasserentzug	272 kcal

Die in Tabelle 2 festgestellten Werte stimmen recht gut mit den in der Praxis erhobenen Werten überein. Da die beiden Anlagen praktisch parallel beschickt wurden, können auch gleiche klimatische Voraussetzungen angenommen werden.

Trotz der Warmbelüftung waren der mittlere Wasserentzug je m³ Luft beim Heuberg kleiner (0,49/0,54) und der Stromverbrauch je 100 kg Heu viel grösser (23,5/12,0). Diese Unterschiede sind in erster Linie durch das Belüftungssystem bedingt.

Der Energieverbrauch je kg Wasserentzug war im Heuberg rund elfmal grösser als bei der Kaltbelüf-

tungsanlage. Für die Interpretation dieser Verhältniszahl sei ergänzt, dass auch bei den übrigen Warmbelüftungsanlagen mit einem verhältnismässig hohen Energieverbrauch zu rechnen ist.

Die Futteranalysen zeigten keine Unterschiede, welche eine Beeinflussung der Futterqualität durch die Belüftungsart erkennen liessen.

6. Allgemeine Beurteilung

Der Heuberg ist eine Futterbergeanlage, die mehrere Arbeitsfunktionen zu erfüllen hat. In der allgemeinen Beurteilung soll nun versucht werden, den Heuberg als Glied in der ganzen Arbeitskette aus einer Gesamtsicht zu werten.

Anschaffungskosten

Ohne Belüftungsanlage kam der untersuchte Heuberg mit einem Rauminhalt von brutto 500 m³ auf rund **Fr. 48 000.—** (Preisstand 1972) zu stehen. In diesem Betrag waren enthalten: Fundament, Tragkonstruktion, Verteileinrichtung, Entnahmerechen, 7 m Förderband, Montage. Der Heulüfter (12 PS) einschliesslich Heizofen und Oeltank kostete rund Fr. 15 000.—. Die Gesamtanlage jedoch, ohne Fördergebläse und Rohrleitung sowie ohne Fördereinrichtung für den Weitertransport ausserhalb des Heuberges belief sich auf rund **Fr. 63 000.—**.

Bei einer optimalen Füllung auf netto 400 m³ ergaben sich folgende Kosten:

Je m ³ Nettoraum ohne Belüftung	Fr. 120.—
Je m ³ Nettoraum mit Belüftung	Fr. 157.50
Je 100 kg Heu (140 kg/m ³) ohne Belüftung rund	Fr. 85.—
Je 100 kg Heu (140 kg/m ³) mit Belüftung rund	Fr. 112.50

Für einen Vergleich der Anschaffungskosten zwischen Heuberg und traditionellem Heulagerraum müsste der gesamte Investitionsaufwand der beiden Arbeitskette, angefangen beim Einlagern des Futters bis zum Verteilen in die Futterkrippe, erfasst werden. Ein allgemein gültiger Vergleich der Erstellungskosten ist wegen der unterschiedlichen betrieblichen Voraussetzungen kaum möglich; dennoch zeigen die obigen Zahlen, dass gesamthaft betrachtet die Erstellungskosten des Heuberges einschliesslich der Transporteinrichtung bis zur Futtertenne höher zu stehen kommen als bei den traditionellen Heulageräumen.

Arbeitstechnik

Vom arbeitstechnischen Gesichtspunkt aus betrachtet bietet der Heuberg wie auch der Heuturm eine günstige Voraussetzung für eine vollständige Mechanisierung der Ein- und Auslagerung des Futters. Die beschriebenen Mängel beim Einlagern mit Ausnahme der laufenden Anpassung der Rohrleitung lassen sich noch beheben. Ueber die Möglichkeit

der Automatisierung der Höhenverstellung des Daches, womit gleichzeitig die Verteil- und Abräum-einrichtung gesteuert wird, führte das Institut für Landtechnik und Rationalisierung in Wageningen (Holland) Untersuchungen durch. Die Steuerung erfolgte über die Stromaufnahme des Antriebsmotors für den Verteilrechen beim Einfüllen und für den Abräumrechen bei der Entnahme. Diese Vervollständigung der Mechanisierung dürfte sich in absehbarer Zeit in der Praxis realisieren lassen. Damit entstehen jedoch zusätzliche Investitionskosten.

Beim Abräumen treten beim Heuberg im Unterschied zum Heuturm stets Futtermaterieverluste auf, weil beim Losreissen jeweils Futter über den äusseren Rand hinunterfällt und vom Wind weggetragen wird. Je nach Baukonzeption muss der Futtertransport vom freistehenden Heuberg zur Futterternteilung verschieden gelöst werden. Bei jeder Futterübergabestelle entstehen in der Regel zusätzliche Verluste.

Sofern die Abladestelle nicht überdeckt ist, muss zum freistehenden Heuberg ein Unterstellraum geschaffen werden, damit bei Regenfällen an Einfahrtagen ein oder mehrere Fuder unter Dach gestellt werden können.

Belüftungstechnik

Die belüftungstechnischen Messungen ergaben, dass bei einem Strompreis von **Fr. -.10 pro kWh** und einem Ölpreis von **Fr. -.25 pro kg Heizöl** die Energiekosten je 100 kg Heu auf Fr. 4.20 beim Heuberg und Fr. 1.20 bei einer konventionellen Kaltbelüftungsanlage zu stehen kommen. Die 3,5fachen Energiekosten sind zum grossen Teil durch das Belüftungssystem bedingt.

Die radiale Belüftung vom Zentralkanal aus ist mit folgenden Nachteilen behaftet:

Da die Uebertrittsfläche vom Zentralkanal zum Heustock klein ist, treten sehr hohe Luftgeschwindigkeiten auf. Je grösser die Luftgeschwindigkeit ist, umso grösser wird der Reibungswiderstand. Zu Beginn der Belüftung betrug der statische Druck im Luftkanal rund 70 mm WS und sank mit zunehmender Uebertrittsfläche auf 35 mm WS. In den konventionellen Heubelüftungsanlagen ist der statische Druck zu Beginn der Lüftung am geringsten, nämlich zirka 10 mm WS und steigt unter normalen Bedingungen auf maximal 50 mm WS. Der erhöhte Betriebsdruck bei gleicher Luftmenge bedingt eine höhere Antriebsleistung, ohne dass damit eine bessere Trocknung erzielt wird.

Die radial durch das Futter hinausgepresste Luftmenge verhält sich indirekt proportional zur Futtermenge. Bei der inneren Kreisfläche haben wir ungefähr eine fünffache Luftmenge pro Flächeneinheit im Vergleich zur Aussenkreisfläche. Mit anderen Worten: im Bereich der Innenkreisfläche liegt rund fünfmal weniger Futter als im Bereich der Aussenkreisfläche. Die Trocknungszone wandert langsam vom Zentralkanal gegen den Aussenrand, wobei sich wegen der zunehmenden Futtermenge die Zonenverschiebung verlangsamt.

Die radiale Belüftung wirkt sich noch ungünstiger aus, wenn Futter von ungleicher Feuchtigkeit eingelagert wird. Das feuchtere Futter lagert dichter und leistet daher mehr Widerstand gegen die Luftdurchströmung. Somit dringt durch das Futter mit hohem Wassergehalt am wenigsten Luft. Wenn der Verdichtungsgrad zu gross wird, ist eine Trocknung dieser Schicht nicht mehr möglich, weil die Luft entweder oberhalb oder unterhalb der verdichteten Schicht entweicht.

Ein weiteres Problem ist die Bemessung der Chargengrösse. Je höher der Heustock am Ende sein wird, umso grösser muss die Einzelcharge gewählt werden. Die zu entziehende Wassermenge muss der Trocknungskapazität der Belüftungsanlage angepasst werden. Dies geschieht am einfachsten, wenn das Futter auf dem Felde weiter vorgetrocknet wird. Aus Futter mit 60% TS sind pro 100 kg trockenes Heu 41,7 kg Wasser zu entziehen, während aus Futter mit 70% TS bloss 21,4 kg Wasser verdampft werden müssen. Wird also das Futter auf 70 TS vorgetrocknet, so kann der Heuberg mit einer doppelten so hohen Charge (doppelte TS-Menge) beschickt werden. Dabei muss ein etwas grösserer Verlust auf dem Felde in Kauf genommen werden. Bei stärkerer Vortrocknung vermindert sich die Gefahr von verdichteten Schichten.

In Uebereinstimmung mit den Untersuchungen durch das CNEEMA vom Jahre 1970 stellen wir fest, dass sowohl beim Heuberg als auch beim Heuturm von über 8 m Nutzhöhe die Belüftungsanlagen nur ausreichen, wenn das Futter auf 70% TS vorgetrocknet wird. Eine Vergrösserung der Belüftungsanlage würde zu zusätzlichen technischen Schwierigkeiten führen. Zudem kommen die systembedingten Nachteile der Radialbelüftung mit zunehmendem Feuchtigkeitsgehalt immer stärker zum Ausdruck. Heuberg und Heuturm dürfen aus obigen Feststellungen nicht mit der üblichen Heubelüftung gleichgestellt werden, denn der Trocknungseffekt liegt wesentlich tiefer.

Arbeitsaufwand

Die Beschickung des Heuberges lässt sich durch die besprochenen technischen Verbesserungen hinsichtlich Arbeitsaufwand auf den gleichen Stand bringen wie eine konventionelle Heulagerung mit automatischer Verteileinrichtung.

Die Ueberwachung der Belüftung wird aus systembedingten Nachteilen bedeutend arbeitsaufwendiger bleiben als eine übliche Heubelüftungsanlage. Eine Arbeitersparnis wird bei der Futterentnahme erzielt.

Verfahrenskosten

Ein Verfahrenskostenvergleich müsste eine Gegenüberstellung der Kosten der ganzen Arbeitskette, angefangen bei der Beschickung des Heuberges bis zum Verteilen des Futters in der Krippe umfassen. Je nach Gebäudekonzeption können sich die Arbeitskette aus sehr verschiedenen Arbeitselementen zu-

sammensetzen. Die möglichen Einsparungen an Arbeitskräftestunden sind gering, so dass sich daraus nur geringe Mehrinvestitionskosten begründen lassen. Abzuklären wäre noch, wie weit ein nachteiliger Einfluss des Wechsels bei der Futterqualität im Verfahrenskostenvergleich berücksichtigt werden müsste. Bei der mechanischen Futterentnahme kann keine Mischung des Dürrfutters vorgenommen werden.

7. Schluss

Der Heuberg und Heuturm sind Futterlagerungsstätten, welche eine sehr weitgehende Automation ermöglichen. Aus systembedingten Gegebenheiten ist nicht eine Heubelüftung im allgemeinen Sinn des Wortes möglich. Das Futter muss auf wenigstens 70% TS vorgetrocknet werden. Die Belüftung kann lediglich im Sinne einer leichten Nachtrocknung und einer Verhinderung der Selbsterwärmung eingesetzt werden. Unter diesen Bedingungen genügen sehr kleine Heulüfter, wie es sie in Holland gibt. Trotz der Automatisierung kann nicht mit grossen Arbeitsersparungen gerechnet werden. Auch wenn der schwache Belüftungseffekt ausser Acht gelassen wird, sind die Heuberg- und Heuturmlösungen nur vertretbar, wenn die Erstellungskosten nicht höher als bei der konventionellen Futterlagerung zu stehen kommen.

Allfällige Anfragen über das oben behandelte Thema, sowie auch über andere landtechnische Probleme, sind nicht an die FAT bzw. deren Mitarbeiter, sondern an die unten aufgeführten kantonalen Maschinenberater zu richten.

ZH Schwarzer Otto, 052 / 25 31 21, 8408 Wülflingen
ZH Schmid Viktor, 01 / 77 02 48, 8620 Wetzikon
BE Mumenthaler Rudolf, 033 / 57 11 16, 3752 Wimmis
BE Schenker Walter, 031 / 57 31 41, 3052 Zollikofen
BE Herrenschwand Willy, 032 / 83 12 35, 3232 Ins
LU Rütlimann Xaver, 045 / 6 18 33, 6130 Willisau
LU Widmer Norbert, 041 / 88 20 22, 6276 Hohenrain
UR Zurfluh Hans, 044 / 2 15 36, 6468 Attinghausen
SZ Fuchs Albin, 055 / 48 33 45, 8808 Pfäffikon
OW Gander Gottlieb, 041 / 96 14 40, 6055 Alpnach
NW Lussi Josef, 041 / 61 14 26, 6370 Oberdorf
GL Jenny Jost, 058 / 61 13 59, 8750 Glarus
ZG Müller Alfons, landw. Schule, Schluechthof,
042 / 36 46 46, 6330 Cham
FR Lippuner André, 037 / 9 14 68, 1725 Grangeneuve
BL Wührlich Samuel, 061 / 96 15 29, 4418 Reigoldswil
SH Seiler Bernhard, 053 / 2 33 21, 8212 Neuhausen
AR Ernst Alfred, 071 / 33 34 90, 9053 Teufen
SG Haltiner Ulrich, 071 / 44 17 81, 9424 Rheineck
SG Pfister Th., 071 / 83 16 70, 9230 Flawil
GR Stoffel Werner, 081 / 81 17 39, 7430 Thusis
AG Müri Paul, landw. Schule Liebegg, 064 / 31 15 53,
5722 Gränichen
TG Monhart Viktor, 072 / 6 22 35, 8268 Arenenberg.
Schweiz. Zentralstelle SVBL Küssnacht, Maschinenberatung,
Telefon 01 - 90 56 81, 8703 Erlenbach.

Nachdruck der ungekürzten Beiträge unter Quellenangabe gestattet.

Die «Blätter für Landtechnik» erscheinen monatlich und können auch in französischer Sprache unter dem Titel «Documentation de technique agricole» im Abonnement bei der FAT bestellt werden. Jahresabonnement Fr. 24.-, Einzahlung an die Eidg. Forschungsanstalt für Betriebswirtschaft und Landtechnik, 8355 Tänikon, Postcheckkonto 30-520. In beschränkter Anzahl können ferner Vervielfältigungen in italienischer Sprache abgegeben werden.
