

# Mechanisierungsmittel zur Produktion von Heu

Dr. agr. K.-H. Stengler, KDT/Dipl.-Ing. K. Swieczkowski  
Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim der AdL der DDR

## 1. Aufgabenstellung

In den Beschlüssen des X. Parteitag des SED und des XII. Bauernkongresses der DDR werden an die Produktion von Qualitätsgrobfutter hohe Anforderungen gestellt. Die Qualität und die Nährstoffkonzentration des gewachsenen Futters sind so weit wie möglich auch im Konservalfutter zu erhalten. Das Ziel der Heuproduktionsverfahren besteht deshalb darin, über Kaltbelüftungsanlagen Qualitätshheu mit einer Energiekonzentration  $\geq 460 \text{ EF}_r/\text{kg TS}$  und  $\geq 85 \text{ g vRP/kg TS}$  zu produzieren und bei der Bodentrocknung nach herkömmlichen Verfahren Heu mit  $\geq 440 \text{ EF}_r/\text{kg TS}$  zu werben.

Im Rahmen der Überleitung der nachfolgend im Beitrag aufgeführten Forschungsergebnisse in die Produktion wurden in den LPG(P) Beinerstadt, Heldburg, Kaltensundheim, Bezirk Suhl, und weiteren LPG(P) diese Zielstellungen erreicht und überboten. Die LPG(P) Kaltensundheim erzeugte z. B. im Jahr 1981 im Durchschnitt  $4,8 \text{ dt Heu/RGV}$  mit  $465 \text{ EF}_r/\text{kg TS}$ .

## 2. Besonderheiten bei der Mechanisierung der Heuproduktion

Folgende Besonderheiten sind bei der Mechanisierung der Heuproduktion zu beachten:

— Die Produktionsverfahren zur Heugewinnung sind die witterungsabhängigsten Verfahren der Grobfutterproduktion und können deshalb mit hohen Nährstoffverlusten verbunden sein. Für die Bodentrocknung sind 4 bis 6 und für die Kaltbelüftungstrocknung 2 bis 3 zusammenhängende Schönwettertage während der Feldtrocknungsphase erforderlich (Bild 1).

— Bei der Bodentrocknung gehen selbst bei „Heuwetter“ annähernd 50% der im Grünfutter enthaltenen Ausgangsnettoenergie verloren. Dagegen werden bei der Kaltbelüftung auf leistungsfähigen Anlagen die Verluste auf 33% der Ausgangsnettoenergie begrenzt (Tafel 1). Letztere entsprechen etwa den Verlusten bei der Welksilageproduktion. Der Heuproduktion über leistungsfähige Kaltbelüftungsanlagen ist deshalb der Vorzug zu geben. Bis zur Errichtung einer ausreichenden Anzahl dieser Anlagen kann auf die Bodentrocknung aber nicht verzichtet werden.

— Durch die Verlagerung der langwierigen Endtrocknungsphase (Erhöhung des TS-Gehalts von rd. 50 auf 86%, Bild 1) vom Feld auf die Unterdachtrocknung werden Arbeitsgänge für das Wenden und Schwaden und damit neben Nährstoffverlusten, Arbeitszeitbedarf und Kosten auch etwa 50% DK (bezogen auf Wenden/Schwaden) eingespart. Im Vergleich dazu ist der erforderliche Aufwand an Elektroenergie selbst beim Einsatz des Lüfters LANV 1000 mit einem Anschlusswert von 15 kW gering, wenn man diesen auf die durch Senkung der Feldverluste gewonnene Nettoenergie bezieht (Tafel 1). Die Kaltbelüftung trägt damit auch wesentlich zu einer Verringerung des Gesamtbedarfs an Wende- und

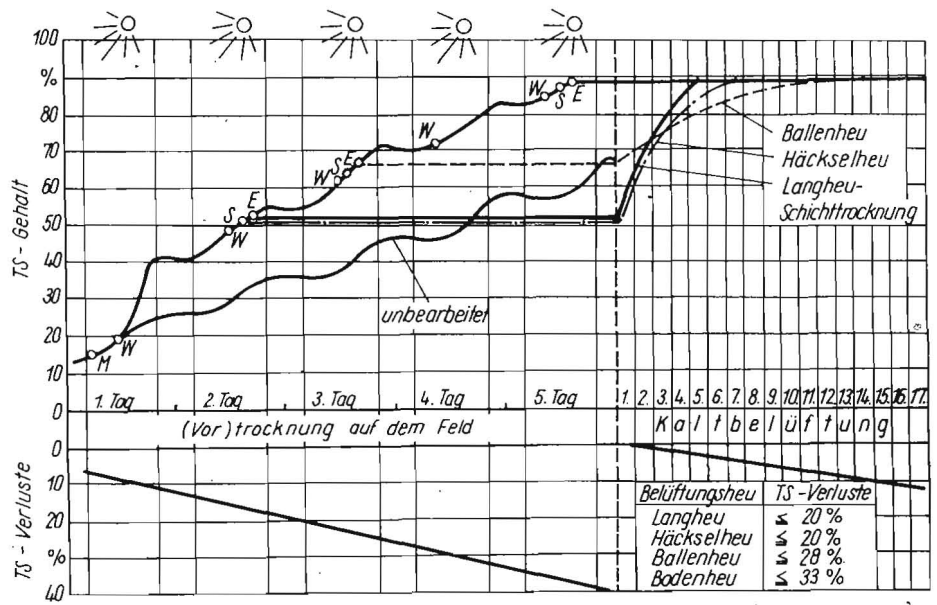


Bild 1. TS-Verluste in Abhängigkeit vom Ernteverfahren unter gleichen Bedingungen:  
M Mähen, W Wenden, S Schwaden, E Ernten

Schwadgeräten, Traktoren und Arbeitskräften im Gesamtverfahren der Heuproduktion bei.

— Für die Heuwerbung müssen die sog. „Heuperioden“ mit mindestens drei aufeinanderfolgenden Sonnentagen genutzt werden. Nach langjährigen Wetterbeobachtungen stehen in der DDR in den einzelnen Jahren zwischen 7 und 20 solcher Heuperioden zur Verfügung. Das bedeutet, daß jährlich mindestens 7 Tage für die Arbeitsgänge „Laden, Transportieren, Einlagern“ zur Verfügung stehen. Auf diese 7 Tage sind die Heuertverfahren auszulegen. In den

mittleren Bezirken ist diese Zeitspanne im Normalfall länger als in den Süd- und Nordbezirken.

— Gegenwärtig stehen für die Lagerung der empfohlenen 3 bis 4 dt Heu/RGV nur etwa 60% der erforderlichen Bergeräume zur Verfügung. Deshalb wird angestrebt, durch Rekonstruktion, Rationalisierung und Neubau kurzfristig die Voraussetzungen für die vollständige Unterdachlagerung des Heus zu schaffen. Dabei ist darauf zu achten, daß die Bergeräume Einlagerungsleistungen  $\geq 20 \text{ t/h (T}_{04})$  zulassen, weil nur so die bereits ausreichend vorhandene Erntetechnik

Bezeichnung		Bodentrocknung (TS-Gehalt 86%)	Kaltbelüftung (TS-Gehalt 60%)
Verluste			
Feldverluste	% TS	$\geq 34$	$\geq 17,5$
Lagerverluste	% TS	$\geq 1$	$\geq 7,5$
Bruttoertrag			
	dt TS/ha	48	48
	kEF <sub>r</sub> /dt TS	55	55
	kEF <sub>r</sub> /ha	2640	2640
Nettoertrag <sup>1)</sup>			
	dt TS/ha	31,2	36,0
	kEF <sub>r</sub> /dt TS	45,0	48,5
	kEF <sub>r</sub> /ha	1404	1746
	% des Bruttoertrags	53,2	66,1
	EF <sub>r</sub> /kg TS	450	485
Energieaufwand			
d <sub>1</sub>	kg DK für	kg DK/ha	33,30
	Wenden und	kg DK/kEF <sub>r</sub>	0,0024
	Schwaden		0,0013
d <sub>2</sub>	kWh für	kWh/dt TS	—
	Kaltbelüftung	kWh/kEF <sub>r</sub>	9,5
			0,19

Tafel 1  
Verluste, Nettoenergie und Energieaufwand bei der Feldtrocknung im Vergleich zur Kaltbelüftung auf Unterflur-Rostkanalanlagen (bezogen auf einen Originalsubstanz-Ertrag von 240 dt/ha)

1) In diesem Vergleich sind die höheren Energieverluste, die durch die anteilig höhere Energiekonzentration in den Blättern und höheren Blattverluste bei der Bodentrocknung entstehen, nicht berücksichtigt. Sie können zu  $< 430 \text{ EF}_r/\text{kg TS}$  bei der Bodentrocknung auch bei gutem Wetter führen.

Tafel 2. Mäh- und Bearbeitungsmaschinen und deren Leistungen

Arbeitsgang	Mechanisierungsmittel	technische Arbeitsbreite	genutzte Arbeitsbreite	Arbeitsgeschwindigkeiten		Flächenleistung in T <sub>04</sub> Bereich		Anzahl der erforderlichen Arbeitskräfte	empfohlene Einsatzzeit h/d
		m	m	km/h	km/h	ha/h	Mittelwert ha/h		
Mähen	RS 09/124 mit E 143	1,50	1,40	3...6	4,5	0,20...0,70	0,50	1	10
	RZS 160/MTS-50	1,60	1,30	3...12	7	0,30...1,20	1,00	1	10
	ŽTR-165/MTS-50	1,65	1,35	3...12	7	0,30...1,20	1,05	1	10
	ŽTR-330/MTS-80								
	(≥ 12% HN ZT 300)	3,30	3,00	3...12	6	0,70...2,60	1,40	1	10
E 301 (>2 m Ablage!)	4,20	3,90	4...8	6	0,80...1,60	1,15	1	10	
Wenden	E 247/MTS-50	2,50	2,20	6...9	7	0,80...1,90	1,20	1	7
	E 247/E 249	5,00	4,40	5...8	6	1,20...2,80	2,50	1	7
	OZ-4	5,70	5,30	6...9	8	2,50...4,30	3,30	1	8
	E 308/E 318	2,20	2,10	5...8	7	1,50...2,80 <sup>1)</sup>	1,70/2,20 <sup>1)</sup>		7
Schwadenden	E 247/MTS-50	2,50	2,20	5...8	6	0,80...1,50	1,20	1	7
	E 247/E 249	5,00	4,40	5...8	6	1,00...2,80	2,30	1	7
	SB-4	6,20	5,80	6...9	7,5	1,50...4,00	2,80	1	8
	E 308/E 318	2,20	2,10	5...8	7	1,50...2,80 <sup>1)</sup>	1,50/2,20 <sup>1)</sup>		8

1) bei Arbeit hinter dem E 301; beim Einsatz des E 308 erhöht sich der TS-Gehalt um rd. 10% je Trocknungstag  
 2) Ablagebreite möglichst > 2,70 m (im VEB Kombinat Fortschritt Landmaschinen weiterentwickelte Variante „Strömendorf“ ermöglicht eine Ablagebreite > 3,50 m)

(Ladewagen HTS 31.04, Pressen K 453 mit Schurre) effektiv genutzt werden kann. Weitere wichtige Hinweise zu naturwissenschaftlichen und verfahrenstechnischen Grundlagen sind in der Literatur [1, 2, 3] zu finden.

**3. Mechanisierungsmittel**

**3.1. Mähen und Aufbereiten**

Das Mähen und Aufbereiten des Grünfutters für die Heuproduktion ist neben der Belüf-

tungstrocknung der wichtigste Verfahrensabschnitt. Eine hohe Trocknungsgeschwindigkeit und homogene Trocknung aller Futterpartien auf dem Feld erfordern die Breitablage bei der Mahd. Aus diesem Grund wird auf die in Tafel 2 zusammengestellten Mäh- und Bearbeitungsmaschinen orientiert. Für die Mahd sind vorrangig die Rotationsmäherwerke ŽTR-330 und ŽTR-165 aus der ČSSR einzusetzen. Die Schwadmäher E 301 oder E 302 bringen in Beständen mit Erträgen (Originalsubstanz) von 150 bis 170 dt/ha befriedigende

Tafel 3. Zusammenstellung der Heuerntemaschinen und deren Leistungen in Abhängigkeit vom TS-Gehalt des Erntegutes bei der Belüftungstrocknung (Originalsubstanz-Erträge: 150 bis 200 dt/ha; ≥ 6 bis 7 t/ha bei einem TS-Gehalt von 40% und 3,5 bis 4,5 t/ha bei einem TS-Gehalt von 86%)

Maschine	technische Arbeitsbreite	genutzte Arbeitsbreite	Arbeitsgeschwindigkeit		Flächenleistung in T <sub>04</sub> Bereich		Anzahl der erforderlichen Arbeitskräfte (einschließlich Beladeeinheit)	empfohlene Einsatzzeit h/d
	m	m	km/h	km/h	ha/h	Mittelwert ha/h		
Presse K 453 — mit Schurre für Parallelverfahren nur bei TS ≥ 75%	2,20	1,80	5...8	7,0	1,30...2,80	1,50	2	7
— mit Ballenwerfer oder Schurre für Anhängerverfahren bei TS ≥ 70%	2,20	1,80	4...8	6,5	1,20...2,60	1,80	2(3)	8
Presse K 442 mit Ballenwerfer K 490 TS ≥ 65%	1,70	1,50	2...6	4,0	0,50...1,00	0,75	2	8
TS ≥ 86%	1,70	1,50	2...6	5,0	1,00...1,60	1,20	2	7
Feldhäcksler E 280 TS ≥ 50% bei Luzerne	2,50	2,10	3...8	7,0	1,35...1,90	1,70	2	
TS ≥ 40% bei Gras			(Einstellung des Häckslers: 4 Messer, mittel!)					
Futterladewagen — HTS 31.04	1,70	1,50	2,5...7,5	5,0	0,37 <sup>1)</sup> ...0,92 <sup>2)</sup>	0,40	1	8
— HTS 71.04	2,20	1,80	3,0...8,0	7,0	0,55...1,20	0,65	1	8

1) Entfernung Feld-Hof 1 km. 2) Entfernung Feld-Hof 5 km

Trocknungsraten, wenn sie mit Schwadleitblechen für die Breitablage nach dem Neuerer-vorschlag „Strömendorf“ ausgerüstet werden [4].

Für die Mahd von Kleinstflächen bzw. technologisch schwer zugänglichen Flächen werden über den zentralen Rationalisierungsmittelbau wieder Anbaufingermäherwerke für Traktoren bereitgestellt.

Für die Arbeitsgänge Wenden und Schwaden stehen gegenwärtig in der Praxis nur Radrech-wender E 247/E 249 zur Verfügung. Diese Geräte werden in den nächsten Jahren durch im Rationalisierungsmittelbau produzierte Rotorrech-wender ergänzt. Sie haben gegenüber den Radrechwendern eine höhere Leistungsfähigkeit bei besserer Erfüllung der Qualitätsparameter. Als Beispiel sind dazu in Tafel 2 die in der ČSSR produzierten Wender OZ-4 und Schwader SB-4 aufgeführt. Das Schwadwendergerät E 318 kann nach dem E 301 bedingt auch zum Wenden des Halbheus verwendet werden. Im Vergleich zur Bearbeitung mit den Wendern trockenet das Gut langsamer und weniger gleichmäßig, so daß eine geringere Heuqualität erreicht wird. Der Einsatz des E 318 zur Heubereitung sollte nur dort, wo andere Wendergeräte fehlen, bzw. beim Schwadwenden/Schwaden erfolgen.

Sowohl bei Rad- als auch bei Rotorrechwendern können Zinkenbrüche auftreten. Die abgebrochenen Teile führen an Feldhäcksclern vor allem zu Trommelschäden.

Die bekannten Vorrichtungen zur Sicherung abgebrochener Zinken sollten deshalb an allen Wendern angebracht werden. Bis zu einem TS-Gehalt von 50 bis 60% sind zwei Bearbeitungsgänge je Tag erforderlich. Ab einem höheren TS-Gehalt genügt meist ein einmaliges Wenden je Tag. Durch einen zweiten Arbeitsgang würde die Trocknung nur geringfügig beschleunigt, dagegen steigen die Bröckelverluste vor allem bei blattreichem Futter erheblich an.

**3.2. Ernten, Transportieren und Einlagern**

Die Ernte des Heus erfolgt am zweckmäßigsten als Langgut (geringster Energieaufwand, niedrige Verluste, gute Belüftbarkeit). Als Erntemaschinen werden der Ladewagen HTS 31.04 oder die Presse K 453 mit Ladeschurre eingesetzt. Beim Einsatz der Pressen zur Halbheuernte sind unbedingt der erforderliche hohe TS-Gehalt und die geringen Ballendichten einzuhalten (Tafeln 3 und 5). Halbheu ist mit der Presse K 453 nur mit der Ladeschurre und als ungebundenes Langgut zu ernten.

Ab 1982/83 wird vom Kooperationsverband Süd den Pflanzenproduktionsbetrieben der Ladewagen HTS 71.04 mit einem Ladevolumen von 50 m<sup>3</sup> zur Verfügung gestellt. Dieser erhöht die Leistung gegenüber dem HTS 31.04 bei erheblich geringeren Aufwendungen und Kosten (Tafeln 3 und 4).

Neben dem Ladewagen werden für den Transport von Langgut vor allem der Anhänger THK-5 mit Aufbau SA 29 (Produktion im Kooperationsverband Süd) bzw. der Anhänger HW 80 mit einheitlichem Aufbautensystem (EAS) empfohlen (Tafel 4).

Wenn spezielle Häckselbelüftungsanlagen vorhanden sind [2, 5], kann auch der Feldhäcksler E 280 zur Halbheuernte eingesetzt werden. Für Dürrheu kommt die Ernte mit dem Feldhäcksler wegen der hohen Übergabeverluste nicht in Frage.

Die erforderlichen Ernte- und Transportmaschinen stehen bereits jetzt allen Pflanzen-



Bild 2. SAG 600 am Traktor MTS-50 bei der Übergabe von Halmgut an einen Annahmedosierer



Bild 4. Gefüllte Schaufel des Heckhebers HH 250

produktionsbetrieben ausreichend zur Verfügung. Mit geringen Abweichungen handelt es sich um die gleichen Maschinen wie für die Ernte von Stroh. Die Leistungsfähigkeit der Heuertetechnik hängt damit im wesentlichen vom Durchsatz der zur Einlagerung des Heus eingesetzten Maschinen ab. Die z.Z. vorwiegend verwendeten Gebläse FG 630/G III und FG 35 mit Leistungen in  $T_{08}$  unter 5 t/h (Tafel 5) müssen durch leistungsfähigere Verfahren ersetzt werden. Sowohl für Dürrheu als auch für Halbheu werden mobile Mechanisierungsmittel mit Einlagerungsleistungen in  $T_{08}$  von über 15 t/h benötigt (Tafel 5). Bei der Einlagerung von Halbheu ist zu beachten, daß befahrbare Unterflurbelüftungsanlagen mit leistungsfähigen Lüftern vorhanden sein müssen. Besonders günstig in ihren Parametern sind die im Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim entwickelten Heu- und Strohschlagmittel SAG 600 zum Traktor MTS-50 (Bild 2) und der Heckheber HH 250 zum Traktor ZT 300 (Bild 3 und 4). Nach Abänderungen ist auch der Diemenlader DL 650 in Bergeräumen mit einer

Unterzughöhe von  $\geq 6$  m einsetzbar. Für die Einlagerung von Halbheu und Heu sind bedingt Mobilkräne zu verwenden, ihre Leistung ist aber gering. Beim Einsatz von mobilen Ein- und Auslagerungsmaschinen mit Verbrennungsmotor ist die ABAO 105/3 einzuhalten. Nur Maschinen mit senkrecht nach oben stehender Auspuffanlage dürfen eingesetzt werden, die mit von der Zentralen Prüfstelle für Landtechnik Potsdam-Bornim geprüften Zusatzzyklonen und einer Schutzvorrichtung gegen Berührung des Erntegutes ausgerüstet sind.

### 3.3. Entnehmen des Heus aus Bergeräumen und Verteilen im Stall

Bei Tagesrationen von 1 bis 3 kg Heu/RGV sind die Anforderungen an die EntnahmelLeistungen der Maschinen gering. In Abhängigkeit von Rinderbestand genügen EntnahmelLeistungen in  $T_{04}$  von 1 bis 5 t/h. In Kleinbeständen kann Heu auch von Hand entnommen und verfüttert werden. Bei deckenlastigen Bergeräumen in bestehenden Anlagen ist derzeit außer bereits vorhandenen Heugreifern ohne-

hin kein anderes Mechanisierungsmittel bekannt. Ab Bestandsgrößen von 100 RGV und bei erdlastigen, befahrbaren Bergeräumen sollten Entnahmegereäte verwendet werden. Die z.Z. verfügbaren bzw. im Rationalisierungsmittelbau ab 1982 zu fertigenden Geräte sind in Tafel 6 zusammengestellt.

Mit dem SAG 600 am MTS-50 können alle Gutarten mit dem Spezialgreifer entnommen und aufgeladen werden. In Anlagen mit befahrbaren Futtergängen ist das Transportieren bis auf den Futtergang möglich. Mit einer Greiferfüllung können mehr als 100 kg Heu entnommen und transportiert werden. Eine Vollmechanisierung ist mit den Verfahren 1 und 2 (Tafel 6) möglich. Wenn Langheu geerntet wird, die Fütterungstechnologien aber Häckselgut erfordern, ist der Einsatz des Stationärhäckslers HN 400-1 B, Variante „Heu“ (Hersteller: VEB Kombinat Fortschritt Landmaschinen Neustadt in Sachsen), mit einem Anschlußwert von 17 kW zu empfehlen. Dieser Stationärhäckslers muß mit dem größten Vorschub ausgerüstet sein, um Häcksellängen mit durchschnittlich 80 mm zu gewährleisten. In kleineren Anlagen kann auch der Feldhäckslers E 280 im Stationärbetrieb eingesetzt werden. In Großanlagen empfiehlt sich die Ausrüstung eines Dosierers H 10.2 mit Schneidwalzen [6]. Mit Ladern bzw. SAG 600, Dosierer, Stationärhäckslers und Futterverteilwagen ist dann die durchgängige Mechanisierung möglich.

## 4. Belüftung und Lagerung

### 4.1. Unterflur-Rostkanalsystem

#### 4.1.1. Beschreibung der Anlage

- Die wichtigsten technischen Daten können Tafel 7 entnommen werden. Die Belüftungsanlage — im Bild 5 im Rüstzustand für die Häckselbelüftung dargestellt — besteht aus
- dem Heulüfter LANV 1000 mit 15-kW-Antriebsmotor
  - der aus Blech gefertigten Schräge, die den Übergang zwischen Lüfter und Unterflurkanal gewährleistet
  - dem im 4,5-m-Rasterfeld 1,8 m breiten und 1 m tiefen Unterflurkanal aus Beton, der 1,25 m vor der dem Lüfter gegenüberliegenden Seitenwand endet
  - dem Betonfußboden, der den Raum zwischen den Unterflurkanälen ausfüllt
  - den Stahlrosten, die eine statische Tragfähigkeit von  $\geq 23$  kN Radlast bei einer Reifenbreite  $\geq 120$  mm aufweisen, mit  $\geq 6$  km/h befahren werden können und über mindestens 38% Luftdurchtrittsfläche verfügen müssen
  - den luftdichten Seitenwänden aus Beton
  - den Abluftöffnungen mit 6 m<sup>2</sup>/Rasterfeld
  - dem Wellasbestdach

Tafel 4 Transportmittel und deren Lademassen

Variante	Mechanisierungsmittel	Fassungsvermögen m <sup>3</sup>	Gutform	Schüttdichte bei		Lademasse der	
				TS = 86 % kg/m <sup>3</sup>	TS = 60 % kg/m <sup>3</sup>	Mechanisierungsmittel bei TS = 86 % t	TS = 60 % t
1	W 50 LAZ mit SHA 16 16		Häcksel	40	90	0,65	1,5
			( $l_m = 60$ mm)	90	90	1,50	1,5
			Preßgut K 453				
2	HW 80 mit SHA 8	21	Häcksel	40	90	0,85	1,9
			Preßgut K 453	90	90	1,90	1,9
			K 442	60	90	1,30	1,9
			ungebunden	35	70	0,75	1,5
3	HW 60 mit SHA 6	21	(bei Heu und Halbheu wie HW 80)				
4	Großbraumanhänger (Neubrandenburg, Rostock)	46	Häcksel	40	90	1,90	4,0
			Preßgut K 453	90	90	4,00	4,0
			K 442	60	90	2,80	4,0
			ungebunden	35	70	1,60	3,2
5	HW 60 mit LSHA 6 (kein Doppelzug)	29	Häcksel	40	90	1,10	2,6
			Preßgut K 453	90	90	2,60	2,6
			K 442	60	90	1,80	2,6
			ungebunden	35	70	1,00	2,0
6	THK-5/SA 29 (Doppelzug möglich) Vorzugsverfahren	29	(wie Variante 5)				
7	Ladewagen HTS 31.04	26	Langgut	50	60	1,40	1,7
8	Ladewagen HTS 71.04	50	Langgut	60	90	3,00	4,5

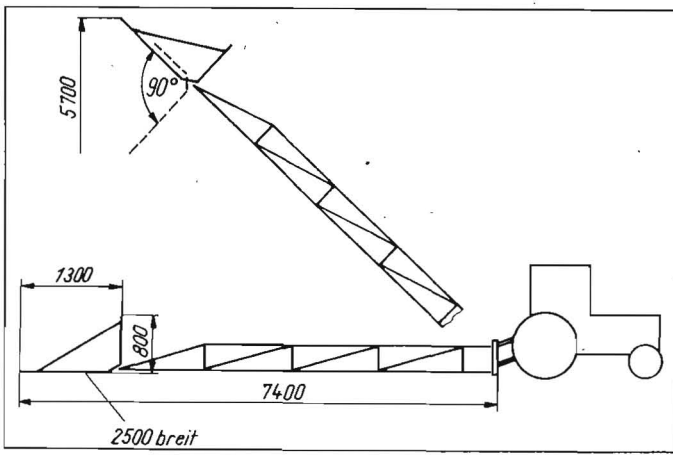


Bild 3  
Anbau-Heckheber  
HH 250 für den Traktor  
ZT 300 zur Halbheuein-  
lagerung in Typenberge-  
räume;  
Masse 300 kg, maximale  
Tragfähigkeit 150 kg,  
Stapelhöhe 5500 mm, 1  
Arbeitskraft, Einlage-  
rungsleistung in  $T_{in}$  über  
15 t/h

— zusätzlichen, nur für die Häckselbelüftung notwendigen Elementen [2].

#### 4.1.2. Verfahrenstechnische Varianten der Ein- und Auslagerung sowie Belüftung

Die Anlage eignet sich zur Nachtrocknung und Lagerung von Lang-, Häcksel- und Ballenheu sowie von Stroh (Tafel 8). In Abhängigkeit von

der vorhandenen Erntetechnik und vom benötigten Endprodukt können dabei die in Tafel 9 dargestellten verfahrenstechnischen Varianten angewendet werden. Sie werden wie folgt eingeschätzt:

— Die höchsten Leistungen bei geringstem Aufwand an Investitionen und Arbeitskräften werden bei der mobilen Einlagerung von Langheu erreicht. Es ist möglich, mit

Tafel 5. Maschinen und Geräte für die Einlagerung von Halbheu und Heu einschließlich Einlagerungsleistung und Ausrüstungskosten in Abhängigkeit vom TS-Gehalt des einzubringenden Gutes

Gutart	zulässiger TS-Gehalt %	Bezeichnung der Maschinenkette (erforderliche Bergeräume und Belüftungsanlagen)	Einlagerungsleistung einschließlich gleichmäßiger Verteilung im Bergeraum		Anzahl der erforderlichen Arbeitskräfte	Investitionen M	
			in $T_1$ t/h	in $T_{in}$ t/h			
Ballenheu	≅ 86	Bergeraum erdlastig, Höhe ≅ 5 m					
		a) Diemenlader DL 650 am ZT 300	20	12	2	15 650 (anteilig)	
		b) Heckheber HH 250 am ZT 300	30	15	2	5 000 (anteilig)	
		c) Gebläseanlage G III	8	3...5	3(4)	65 000	
		d) Förderband (je nach Typ)	6	2...4	8(12)	12 000	
Ballenheu	≅ 75	Bergeraum, Höhe ≅ 6 m, Unterflurbelüftung					
		a) Gebläseanlage G III, Förderweg ≅ 45 m	7	3...4	3(4)	65 000	
Häckselheu	≅ 60	Bergeraum, Höhe ≅ 6 m, feste Seitenwände, Ziehstöpsel, Förderweg ≅ 45 m, Unterflurbelüftung					
		a) Annahmedosierer DoDS 7, Fördergebläse FG 35	10	5...8	2	70 000	
		b) Annahmedosierer H 10.2, Fördergebläse FG 35	10	5...8	2	75 000	
Häckselheu	≅ 60	c) Annahmedosierer H 10.2, Förderweg ≅ 75 m, 2 Fördergebläse FG 35	20	8...12	2	85 000	
		Langheu	≅ 85	Bergeraum, Höhe ≅ 4,60 m			
		a) SAG 600		20	15	1	
		b) Diemenlader DL 650		20	12	2	15 650 <sup>1)</sup>
c) Heckheber HH 250	30	15		2	5 000 <sup>1)</sup>		
Langheu	≅ 70	d) Kran T 174 oder T 157	10	4...6	2(3)		
		e) T 157/G III	8	3...5	3(4)	65 000 <sup>1)</sup>	
		Langheu	≅ 70	Bergeraum, Höhe ≅ 6 m, Unterflurbelüftung, Lüfter LANV 1000			
		a) SAG 600		20	15	1	
		b) Diemenlader DL 650		15	10	2	"
c) Heckheber HH 250	15	10		2	"		
d) Gebläse G III	8	3...5		3(4)	65 000		
Langheu	≅ 55	e) Gebläse G III, T 157	7	3...6	2(3)	65 000 <sup>1)</sup>	
		f) Kran T 174	8	6	3(4)	"	
		g) Kran T 157 oder TH-445	7	5	3(4)	"	
Langheu	≅ 65	Bergeraum, Höhe ≅ 4,60 m, Teilrostkanalsystem Lüfter LAN 900					
a) Gebläse G III		7	5	3(4)	65 000		

1) Die Investitionen für Kräne, Front- und Heckschieber einschließlich der Basistraktoren sind anteilig zu kalkulieren.

einer Arbeitskraft eine Leistung in  $T_1$  von ≅ 20 t/h bei Halbheu zu erzielen.

Da der Stapel sofort auf die Endstapelhöhe von ≅ 5,5 m gebracht und die Nachtrocknung wie bei der Schichttechnologie in 10 bis 14 Tagen abgeschlossen sein muß, ist gegenwärtig nur ein TS-Gehalt von 70 bis 75 % bei der Einlagerung zulässig.

— Langheu kann auch mit Fördergebläsen eingelagert werden. Je Bergeraum sind dazu etwa 100 000 M mehr an Investitionen erforderlich. Die von mindestens 2 Arbeitskräften zu erzielenden Einlagerungsleistungen in  $T_1$  liegen im Durchschnitt bei 5 t/h. Die Gebläseanlage ermöglicht eine Schichttrocknung von Halbheu mit einem TS-Gehalt von ≅ 55 % bei der Einlagerung.

— Die Häckselbelüftung erfordert den Einsatz von Fördergebläsen, damit sich eine belüftungsfähige Halmgutstruktur herausbildet. Außerdem sind Ziehstöpsel erforderlich (Bild 5). Sie halten den Strömungswiderstand unabhängig von der Stapelhöhe konstant im Arbeitsbereich des Lüfters und tragen wesentlich zur Einsparung von Elektroenergie bei [2]. Bei der Schichttrocknung ist ein TS-Gehalt von ≅ 50 % bei der Einlagerung zulässig.

— Preßballen können belüftet werden, wenn sie eine mittlere Ballendichte von ≅ 140 kg/m<sup>3</sup> in dem in Tafel 8 angegebenen TS-Bereich aufweisen. Dann ist der Anteil nicht belüftbarer Ballen mit einer Ballendichte von ≅ 160 kg/m<sup>3</sup> gering [3]. Mit der Hochdruckpresse K 453 sind solche Ballen nur im Anhängerverfahren herstellbar. In der DDR werden Ballenpressen aufgrund der beschriebenen Nachteile und des hohen Elektroenergieverbrauchs bei der Belüftung vorwiegend zur Dürrheu- und Strohernte eingesetzt. Halbheu kann aber mit ihnen auch ungebunden geerntet werden und ist dann als Langgut anzusehen.

#### 4.1.3. Stapeltrocknung von Langheu

Um die Vorzüge des Verfahrens umfassend in der Praxis nutzen zu können, sollen die vorliegenden Ergebnisse nachfolgend zusammenfassend dargestellt werden:

— Während bei der Gebläseeinlagerung immer eine Auflösung der von der Erntemaschine geprägten charakteristischen Struktur und eine Durchmischung des Halmgutes festzustellen waren, tritt dieser Effekt bei der mobilen Einlagerung in viel geringerem Maß auf. In der Praxis sind die zur Mahd und Vortrocknung gegebenen Hinweise zu beachten, damit hinsichtlich des TS-Gehalts bei der Einlagerung eine hohe Homogenität erreicht wird.

— Am zweckmäßigsten wird die Einlagerung an einer Giebelseite des Bergeraums begonnen (Bild 6). Die Ladungen sind dabei parallel zu den Unterflurkanälen abzulegen. Das Aufsetzen des Stapels erfolgt dazu rechtwinklig. Dabei wird die Struktur der Ladungen teilweise aufgelöst und vermischt. Diese Technologie erfordert die dargestellte Anordnung der Tore und ermöglicht den Verzicht auf einen Unterflurkanal.

— Der Stapel darf auf keinen Fall befahren werden, da sich sonst hochverdichtete, nicht belüftbare Platten bilden.

— Von der mobilen Einlagerungstechnik ist eine hohe Ortsbeweglichkeit zu fordern, damit sie die Transportfahrzeuge nicht behindert. Sie muß ferner den Boden des Bergeraums sauber halten. Aus diesen



Bild 5. Schema einer Belüftungsanlage

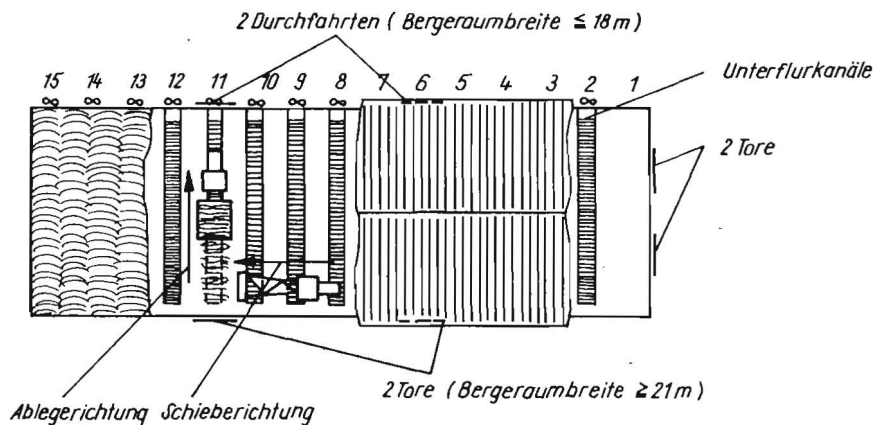
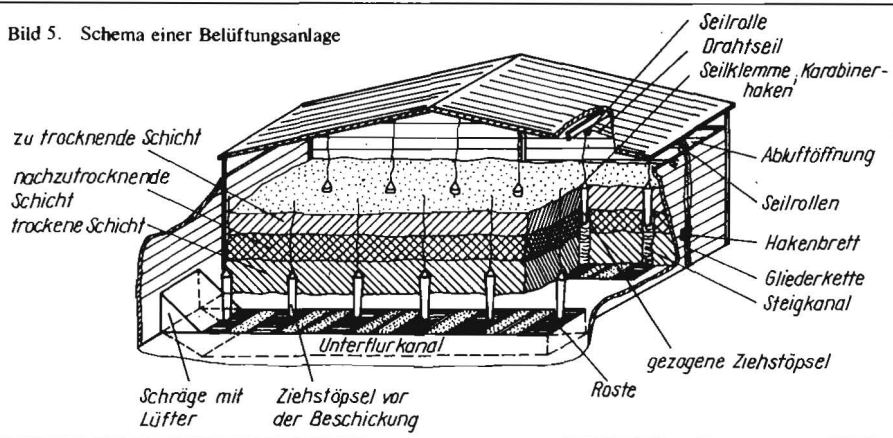


Bild 6. Unterflur-Rostkanalsystem für die mobile Beschickung

Tafel 6. Maschinen und Geräte für die Entnahme und Verteilung von Heu

Gutart	Verfahren Nr.	Beschreibung des Verfahrens	Entnahmeleistung		Anzahl der erforderlichen Arbeitskräfte	Verteilungsleistung in T <sub>04</sub> t/h	Anzahl der erforderlichen Arbeitskräfte
			in T <sub>1</sub> t/h	in T <sub>04</sub> t/h			
Häcksel	1	Mobillader T 174, Futtermittelverteilwagen am U 550 (z. B. L 431, KTU-10, W 225)	≈ 8,0	≈ 5,50	2	≈ 4,0	1
	2	Mobillader T 157 oder TIH-445, sonst wie Verfahren 1	≈ 5,0	≈ 2,50	2	≈ 4,0	1
Ballen	3	Mobillader, THK-5 am U 550, Packen auf dem Wagen von Hand	≈ 10,0	≈ 3,00	3(4)	≈ 2,0	3(4)
	4	Handarbeit bei der Beladung und Verteilung, MTS-50, THK-5	≈ 2,5	≈ 2,00	3(4)	≈ 2,0	3(4)
Langheu	5	Mobillader, THK-5 am MTS-50, Handarbeit beim Packen und Abladen	2,0	≈ 1,50	3	≈ 1,5	3
	6	Handarbeit bei der Entnahme und Verteilung, MTS-50, THK-5	≈ 2,0	≈ 1,50	4	≈ 1,5	4
	7	Traktor GT 124 mit T 180 und Langgutgreifer, befahrbarer Futtertisch, 2m breit	≈ 4,0	≈ 1,75	1	≈ 1,5	2
	8	Mobillader, Dosierer H 10.2 mit Schneidwalzen, Stationärhäcksler HN 400, Futtermittelverteilwagen am U 550	≈ 4,0	≈ 2,00	1(2)	≈ 2,0	1
Häcksel, Heu und bedingt Preßballen	9	SAG 600	≈ 15,0	≈ 10,00	1	je nach Verfahren	1

Gründen sowie wegen der zu geringen Leistungen und Endstapelhöhen sind Krane zur Einlagerung nur bedingt geeignet.

- Mit dem SAG 600 und dem Heckheber HH 250 kann ein 5,5 m hoher Stapel mit einer Endlagerdichte von rd. 80 kg/m<sup>3</sup> hergestellt werden. Der maximal auftretende Strömungswiderstand — ein Maß dafür ist der statische Druck im Unterflurkanal — beträgt beim Einsatz des Heulüfters LANV 1000 800 Pa. Zulässig sind 830 Pa.
- Heckschieber oder andere Geräte, die kein Unterfahren und Heben des Halmgutes ermöglichen, sind zur mobilen Einlagerung von Halbheu ungeeignet, weil sie zu hohe Dichten erzeugen und bei unverminderter Stapelhöhe zu einer Überlastung des Heulüfters führen.
- Der Lüfterbetrieb, das Messen der Stapeltemperaturen sowie das Ziehen der Proben zur Bestimmung des TS-Gehalts müssen nach dem Standard TGL 80-21676/02 durchgeführt werden.

#### 4.2. Teilrostkanal

- Das Teilrostkanalsystem besteht aus (Bild 7)
  - dem Heulüfter LAN 900/9
  - dem Luftführungssystem aus Hohlblöcken, Derbstangen, Spanplatten
  - den Seitenwänden aus Holz oder Beton
  - den Abluftöffnungen
  - dem Dach

und ist für die Belüftung von Langgut mit einem TS-Gehalt ab 60% geeignet. Die Trocknung kann nur in Schichten erfolgen. Aus diesem Grund und wegen der Tatsache, daß das Belüftungssystem eine mobile Beschickung nicht zuläßt, ist eine Gebläseanlage für die Einlagerung erforderlich. Bei der Entnahme ist das Belüftungssystem jährlich ab- und aufzubauen.

Die Intensivierung der Futterproduktion führte in den vergangenen 10 Jahren zu einer Verengung des Blatt-Stengel-Verhältnisses und zu einem höheren Wassergehalt der Pflanzen. Die Folgen sind höhere Einlagerungsdichten, schlechtere Trocknungseigenschaften und zunehmender Strömungswiderstand bei der Belüftungstrocknung. Die Heulüfter LAN 900/9 sind zu schwach, um unter diesen Bedingungen die für die Trocknung erforderlichen Luftmengen zu fördern. Aus diesem Grund wurden die trocknungstechnischen Grenzen der Anlage schnell erreicht und überschritten. Um die bestehenden Teilrostkanalanlagen auf der Basis vorhandener Lüfter betriebsfähig zu halten, wurde vorgeschlagen, zwei LAN 900/9 in Reihenschaltung zu betreiben [7]. Besser wäre es, dafür einen Lüfter LANV 1000 einzusetzen.

Tafel 7. Technische Daten des Wiederverwendungsprojekts Typenbergeraum BRG 7100 des VEB Landbaukombinat Suhl

Bezeichnung	Abmessung
Systembreite	18 000 mm
Systemlänge	67 500 mm
Systemhöhe	6 000 mm
Längsraster	4 500 mm
bebaute Fläche	1 248 m <sup>2</sup>
umbauter Raum	9 535 m <sup>3</sup>
technologisch nutzbarer Raum	7 290 m <sup>3</sup>
Raum für Berechnung der Lagerdichte	6 000 m <sup>3</sup>
Anschlußwert (15 Lüfter plus Einlagerungssystem)	250 kW <sup>1)</sup>

1) kann auf 95 kW reduziert werden, wenn die Stapeltrocknung durchgeführt wird

Tafel 8. Stoffkennwerte der zu belüftenden Halmgüter

Gutform	Gutart	Schüttdichte bei TS = 85 % Bereich		zulässiger minimaler TS-Gehalt bei der Einlagerung		Einlagerungstechnologie
		kg/m <sup>3</sup>	Mittelwert kg/m <sup>3</sup>	%	%	
Langheu ≅ 150 mm oder unzerkleinert	Gras	50... 90	60	55	} Gebläse	
	Luzerne	45... 80	50	55		
	Gras	50... 150	80	75	} mobil	
	Luzerne	50... 100	60	70		
Ballenheu, Ballendichte ≅ 140 kg/m <sup>3</sup>	Gras	50... 150	80	75	} Gebläse	
	Luzerne	50... 140	75	70		
Häckselheu 50 mm ≅ l <sub>h</sub> ≅ 150 mm	Gras	100... 135	120	55	} Gebläse, Ziehstößel (Bild 5)	
	Luzerne	90... 120	100	50		
Langstroh ≅ 150 mm oder unzerkleinert	alle Arten	30... 70	40	50	} Gebläse mobil	
		30... 140	70	70		
Ballenstroh, Ballendichte ≅ 140 kg/m <sup>3</sup>	alle Arten	50... 120	70	50	} Gebläse	
Häckselstroh 50 mm ≅ l <sub>h</sub> ≅ 150 mm	alle Arten	45... 70	50	50	} Gebläse, ohne Ziehstößel	

Tafel 9. Verfahrenstechnische Varianten der Einlagerung und Belüftung im Unterflur-Rostkanalsystem

Gutform	Beschickungsanlage	zulässige Schichthöhen bei der Einlagerung	Einsatz von Ziehstößeln
Langheu	Transporteinheiten, HH 250, SAG 600 als Traktor-Anbaugeräte	≅ 5,5 m	nein
	H 10.1 mit Schneidwalze, 2 FG 35, 2 G III	1. Schicht ≅ 3 m mit Lader HH 250 oder SAG 600 2. und weitere Schichten ≅ 1 m	nein
Häckselheu	DoDS 7, H 10.1, DS 300, Rohrleitungen, Verteiler, Ausblasköpfe	1. Schicht ≅ 2 m 2. und weitere Schichten ≅ 1 m	ja
Ballenheu	Gebläseanlage G III komplett	1. Schicht ≅ 2 m 2. und weitere Schichten ≅ 1 m	nein

### 5. Zusammenfassung

Die Produktion von Qualitätsheu ist mit den im Beitrag aufgeführten Maschinen, Geräten und Anlagen in der DDR auf allen Produktionsstandorten möglich. Die Zielparameter werden bei Anwendung des wissenschaftlich-technischen Fortschritts erreicht.

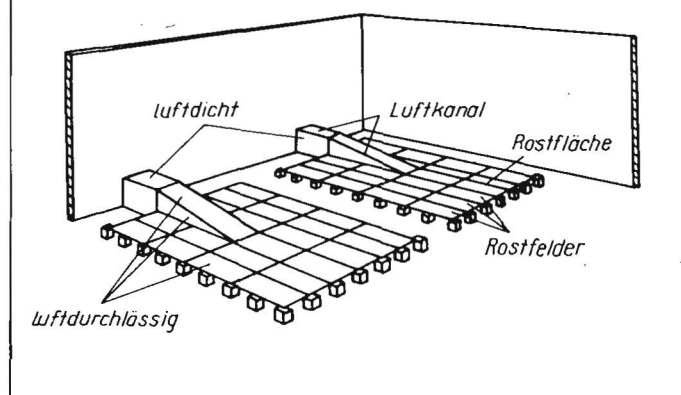
Neben der Errichtung von Bergeräumen kommt der Bereitstellung von Wendetechnik, mobilen Einlagerungs- und Entnahmegaräten sowie Unterflur-Rostkanalanlagen über den Rationalisierungsmittelbau die größte Bedeutung zu.

### Literatur

- [1] Stengler, K.-H.; Swieczkowski, K.; Heinemann, H.; Faßler, R.: Verfahren, Leistung und Aufwand der Häckselheuproduktion. agrartechnik 23 (1973) H. 4, S. 149—152.
- [2] Stengler, K.-H.; Swieczkowski, K.; Heinemann, H.; Faßler, R.: Die Häckselbelüftungsanlage System „Beierstadt“. agrartechnik 23 (1973) H. 4, S. 152—155.
- [3] Untersuchungen zur Belüftbarkeit von Hochdruckballen der K 453. Ing.-Büro für Hangmechanisierung Eishausen, 1972 (unveröffentlicht).
- [4] Fechner, M.; Bennewitz, H.; Schwarz, E.: Die Bedeutung der Breitablage beim Einsatz des Schwadmähers E 301. Feldwirtschaft 23 (1982) H. 2, S. 66—69.
- [5] Stengler, K.-H.; Swieczkowski, K.: Erfahrungen bei der Warmlufttrocknung von Häckselhalbheu im Unterflur-Rostkanalsystem. agrartechnik 30 (1980) H. 12, S. 540—542.
- [6] Swieczkowski, K.; Laube, G.; Dörner, H.: Dosieren von Ballen- und Langstroh in Pelletieranlagen. agrartechnik 28 (1978) H. 8, S. 342—344.
- [7] Stengler, K.-H.; Thimm, H.; Swieczkowski, K.: Zum Stand der Mechanisierung der Heuproduktion. Feldwirtschaft 21 (1980) H. 5, S. 204—212.

A 3420

Bild 7. Teilrostkanalsystem



## KATALOG

über die lieferbare und in Kürze erscheinende Literatur des VEB VERLAG TECHNIK kostenlos erhältlich durch jede Fachbuchhandlung oder direkt durch den Verlag, Abteilung Absatz – Werbung