

Futterladewagen HTS 71.04 – ein neues Mechanisierungsmittel zur effektiven Grobfutterernte

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

Die Produktion von Qualitätsfutter mit geringstem Aufwand an lebendiger Arbeit, Material und Energie stellt hohe Anforderungen an die sozialistischen Pflanzenproduktionsbetriebe der DDR. Vom Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim (FZM) werden diese Betriebe durch neuentwickelte Mechanisierungsmittel, die den gegenwärtigen und künftigen Anforderungen genügen, unterstützt. Eines dieser Mechanisierungsmittel ist der vom FZM entwickelte und vom VEB Landtechnischer Anlagenbau (LTA) Mihla, Betrieb des VEB Kombinat Landtechnik (KLT) Erfurt, im Rationalisierungsmittelbau ab 1983 gefertigte Futterladewagen HTS 71.04, der den bereits in großen Stückzahlen eingesetzten Futterladewagen HTS 31.04 ersetzt oder ergänzt.

1. Beschreibung

Der Futterladewagen HTS 71.04 ist ein kopflastiger Anhänger (s. Titelbild, Bilder 1 und 2). Als Zugmittel ist der Traktor ZT 300/303 vorgesehen, der mit der Hubkupplung HK 45-1, drei Steuereinheiten und druckar-

mem Hydraulikölrücklauf ausgerüstet sein muß.

Der Wagen besteht in der Grundaufbau aus folgenden Hauptbaugruppen:

- Fahrwerk (Tandemachse) mit Druckluftbremsanlage
- Pritsche mit Schwergut Aufbau, Hecktür und Kratzerboden
- Vorderteil mit Schwadaufnehmer und Doppelförderschwinge einschließlich deren Antrieb
- Hydraulikanlage (Volumenstrom 50 l/min, Druck 15 MPa)
- Elektroanlage (Spannung 12 V).

Der Anbau der Zusatzausrüstungen Schneideeinrichtung und Leichtgutaufbau ist auch nachträglich möglich.

Die wichtigsten technischen Daten sind in Tafel 1 zusammengestellt. Ausgewählte technisch-technologische Parameter enthält Tafel 2.

2. Funktion

Zum Futterladewagen HTS 71.04 wurde eine Bedienanweisung erarbeitet. Funktion, Inbe-

Tafel 1. Technische Daten des Futterladewagens HTS 71.04

Masseangaben	
Leermasse ohne Leichtgutaufbau	5 300 kg
Leermasse mit Leichtgutaufbau	5 600 kg
zulässige Gesamtmasse	12 300 kg
zulässige Sattellast	15,5 kN
zulässige Lademassee ohne Leichtgutaufbau	7 000 kg

Fahrzeugabmessungen	
Gesamtlänge	11 000 mm
Gesamtbreite	2 480 mm
Gesamthöhe	3 970 mm
Höhe ohne Leichtgutaufbau	2 900 mm
Ladevolumen ohne Leichtgutaufbau	32 m ³
mit Leichtgutaufbau	50 m ³
Stützweite zwischen Zugöse und Fahrwerk	6 200 mm
Spurweite	2 050 mm

Fahrwerk

4 Achsstümpfe E 8/2	(eingeschweißt in zwei Achspendel)
4 Scheibenräder	13,00–20 GO
4 Reifen	16–20 ND 14 PR, Profil U 27
Reifeninnendruck, vorn	0,250 MPa
Reifeninnendruck, hinten	0,325 MPa
zulässige statische Radlasten vorn	25,75 kN
hinten	30,40 kN
Druckluftbremsanlage auf alle 4 Räder wirkend	
Feststellbremse auf die vorderen 2 Räder wirkend	

Schwadaufnehmer

maximale Arbeitsbreite	2 000 mm
zulässige Schwadhöhe	≤ 700 mm
zulässige Hangneigung	30 %
zulässige Geschwindigkeit	30 km/h

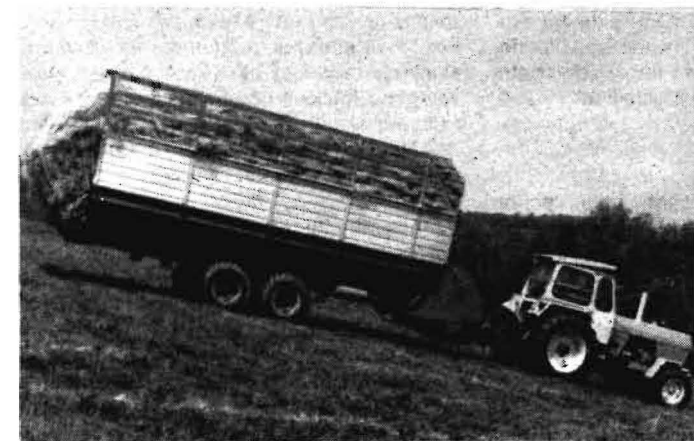
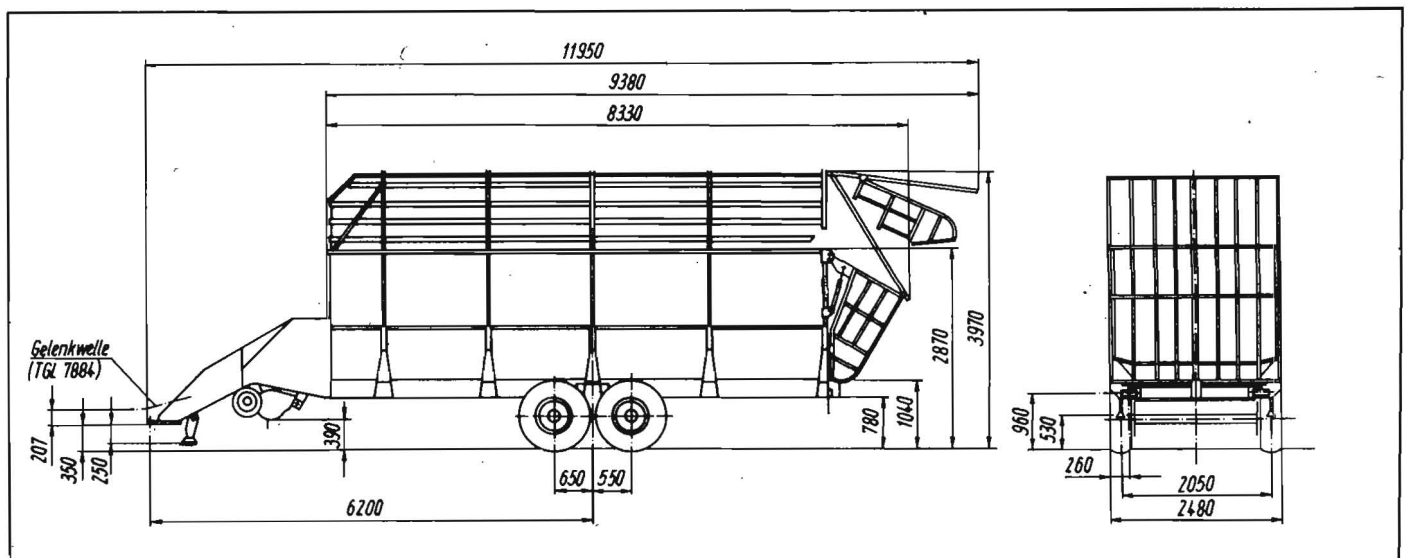


Bild 1
Futterladewagen HTS 71.04 mit Leichtgutaufbau, beladen mit 4,6 t Halbheu im hängigen Gelände

Bild 2
Hauptabmessungen des Futterladewagens HTS 71.04



Tafel 2. Ausgewählte technisch-technologische Parameter der ATF an einen großvolumigen Futterladewagen (Ladevolumen 50 m³, Lademasse 7 t)

Benennung	Parameter
Erntegut	Frischgut (außer Silomais), Welkgut, Halb- und Dürrehu, Stroh
Ladevolumen	Frischgut 32 m ³ , Halbheu, Heu, Stroh, Welkgut 50 m ³
zulässige Lademasse	7 t
zulässige Sattellast	≤ 15,5 kN (Zuordnung zum Traktor über Hubkupplung mit ≥ 15,5 kN Lastaufnahme)
Antrieb	Zugtraktor ab 70 kW mit einer Lastaufnahme von ≥ 15,5 kN an der Hubkupplung
Schneideeinrichtung	0 bis 10 Messer zur Zerkleinerung des Guts, passiv, ausschwenkbar; Schneidgutlängen ≥ 180 mm
Durchsatz (Feldbeladeleistung)	Frischgut 90 ¹⁾ ; 60 ²⁾ t/h Halbheu 40 ¹⁾ ; 24 ²⁾ t/h Dürrehu 24 ¹⁾ ; 20 ²⁾ t/h Stroh 23 ¹⁾ ; 19 ²⁾ t/h
Lademasse je Futterverteilwagen	Frischgut ≤ 7,0 t Welkgut ≈ 5,0 t Halbheu ≈ 4,0 t Dürrehu ≈ 3,0 t Stroh ≈ 2,5 t
Aufnahme-, Maschinen- und Übergabeverluste	≤ 2 % der Trockenmasse
Hangneigung	max. 30 %
Kampagnefestigkeit	≈ 800 h bzw. 1 Jahr
Verfügbarkeit	≈ 0,90

1) Nennleistung

2) technologische Leistung

triebnahme, Bedienung, Wartung, Pflege, Störungssuche und -beseitigung sowie Hinweise zur Einhaltung der Arbeitsschutzbestimmungen werden dort ausführlich beschrieben. Diese Bedienanweisung wird dem Kunden mit dem HTS 71.04 übergeben. Daher soll hier nur auf die Funktion der wichtigsten Baugruppen eingegangen werden. Das in Schwaden mit einer Breite bis zu 2 000 mm und einer maximalen Höhe von 700 mm liegende Grobfutter (z. B. Grünfütter, Halbheu, Heu, Stroh und Rübenblatt) wird mit einer geschobenen Aufnahmetrommel (vom Feldhäcksler E 281) schonend aufgenommen und einer Doppelförderschwinde zugeführt. Mit rd. 160 Einzelhub/min fördern die Schwingen das Erntegut durch den Förderkanal in den Laderaum.

Soll eine hohe Gutverdichtung erreicht werden (z. B. bei Stroh), wird der Wageninhalt von 50 m³ ohne Einsatz der Kratzerkette aufgeladen. Ist das Futter schonend zu behandeln (z. B. Frischfutter), wird das in den Laderaum geförderte Erntegut von den Kratzerkettenstegen weitertransportiert und eine unzulässige Verdichtung vermieden. Um die Fördereinrichtung bei der Verdichtung von Leichtgut u. ä. vor Überlastung und Zerstörung zu schützen, ist dem Kegelfradgetriebe eine Rutschkupplung vorgeschaltet.

Schneideeinrichtung

Wenn aus technologischen oder technischen Gründen das Grobfutter nicht lang eingelagert oder verfüttert werden kann, ist

es beim Futterladewagen HTS 71.04 möglich, wahlweise 5 oder 10 Messer in den Förderkanal einzuschwenken.

Die Doppelzinken der Förderschwingen werden als Gegenschneiden genutzt. Messer und Doppelzinken sind in Förderrichtung versetzt angeordnet, um Belastungsspitzen im Antrieb zu vermeiden. Die kleinste erzielbare theoretische Schneidgutlänge des Futterladewagens HTS 71.04 beträgt 180 mm. Sie reicht aus, um z. B. Grünfütter mit dem Futterverteilwagen L 432 oder über einen Annahmedosierer H 10.1 und Krippeneinzugsbänder im Stall zu verteilen.

Die Entladung des Futters erfolgt über den Kratzerboden nach hinten. Dazu wird die Hecktür vorher hydraulisch vom Fahrersitz aus geöffnet. Die Entriegelung beim Öffnen und die Verriegelung beim Schließen erfolgen selbständig. Die Hecktür ist so gestaltet, daß die Kolbenstangenköpfe der Arbeitszylinder in zwei verschiedenen Aufnahmebohrungen befestigt werden können. So kann beim Rüstzustand ohne Leichtgutaufbau ein geringerer Öffnungswinkel der Hecktür erreicht und damit eine geringere Fahrzeughöhe eingehalten werden. Das ist z. B. beim Entladen von geschnittenem Grüngut in Futterhäusern erforderlich.

Der Schwenkbereich der Hecktür stellt einen Gefahrenbereich dar. Die in der Bedienanweisung gegebenen Hinweise zum arbeitschutzgerechten Verhalten des Mechanisators bei der Bedienung der Hecktür sind konsequent einzuhalten.

Die Kratzerkette wird hydraulisch über einen Gerotormotor mit angeflanschem Schneckengetriebe angetrieben. Die Entladung erfolgt stufenlos in rd. 4 bis 5 min. Um kleinere Portionen entladen zu können, läßt sich der Kratzerboden über ein Umschaltventil kurzzeitig auf Rückwärtslauf schalten. Diese Einrichtung sichert das problemlose Schließen der Hecktür, wenn z. B. zum nächsten Stall gefahren werden muß.

3. Instandhaltungsgerechte Konstruktion

Bei der Entwicklung des Futterladewagens HTS 71.04 wurde besonderer Wert auf die instandhaltungsgerechte Konstruktion gelegt. So kann der vordere Rahmen einschließlich seiner integrierten Baugruppen (Beladeeinrichtungen, Antrieb usw.) durch den Einsatz von Schraubverbindungen vom Pritschenteil gelöst werden. Diese Maßnahme sichert einen problemlosen Austausch bei Reparaturen und bringt Vorteile bei der Fertigung des Wagens. Die Doppelförderschwingen werden nicht wie bei anderen Erzeugnissen über Ketten angetrieben, sondern das Drehmoment wird vom Kegelfradgetriebe auf die Antriebsritzel der Förderschwinde durch Gelenkwellen übertragen (Bild 3).

Die hochbelastete Doppelförderschwinde wurde in zwei Baugruppen (Förderschwinde links und rechts) mit einem hohen Wiederholteilegrad aufgegliedert (Bild 4). Ein Schwingenarm (Raffer) mit seinen zugehörigen in bzw. an einem Getriebegehäuse angeordneten Antriebs-, Lager- und Steuerelementen bildet eine derartige Baugruppe. Diese kann komplett bei oberer Stellung des Schwingenarms seitlich ein- bzw. ausgebaut werden und wird mit dem Rahmen durch je 5 Verschraubungen am Umfang des Getriebegehäuses verbunden.

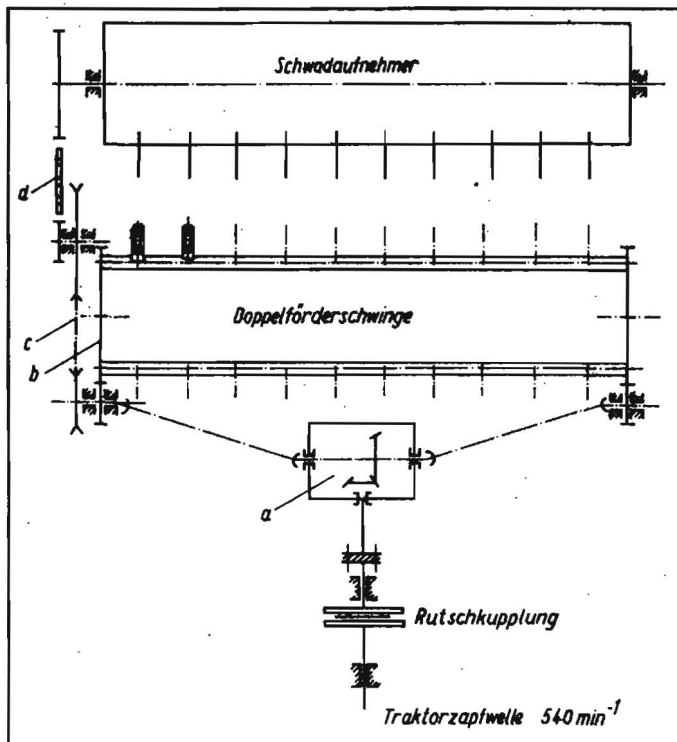


Bild 3
Hauptantrieb – kinematisches Schema;

a Kegelfradgetriebe

($z_1 = 12, z_2 = 24,$

$n_1 = 540 \text{ min}^{-1},$

$n_2 = 270 \text{ min}^{-1}$)

b Stirnradgetriebe

($z_1 = 23, z_2 = 77,$

$n_1 = 270 \text{ min}^{-1},$

$n_2 \approx 80 \text{ min}^{-1}$)

c Keilriemenantrieb

22 x 240 nach

Standard TGL 6554

($d_{w1} = 250 \text{ mm},$

$d_{w2} = 315 \text{ mm},$

$n_1 = 270 \text{ min}^{-1},$

$n_2 \approx 80 \text{ min}^{-1}$)

d Rollenkettenantrieb

12 B-1 x 72 nach

Standard TGL 1796

($z_1 = 15, z_2 = 41,$

$n_1 = 208 \text{ min}^{-1},$

$n_2 \approx 76 \text{ min}^{-1}$)

4. Ausgewählte Ergebnisse technischer, technologischer und ökonomischer Untersuchungen zum Futterladewagen HTS 71.04

4.1. Hangeinsatzgrenzen, Zugkraft- und Zugleistungsbedarf, Drehleistungsbedarf

4.1.1. Hangeinsatzgrenzen

Die statischen Kippwinkel des Futterladewagens HTS 71.04 wurden auf dem Prüfstand der Zentralen Prüfstelle für Landtechnik Potsdam-Bornim, Prüfgruppe Caaschwitz, nach Standard TGL 24626 gemessen. Daraus läßt sich für den Futterladewagen, der mit 7 t Schwergut beladen ist, ein dynamischer Kippwinkel von 26,5 % Hangneigung errechnen. Bei einem mit $\leq 3,5$ t Leichtgut beladenen HTS 71.04 ergibt sich ein dynamischer Kippwinkel von 32 % Hangneigung. Diese theoretischen Hangeinsatzgrenzen waren unter praktischen Bedingungen auf normalen, trockenen bis leicht feuchten, aber griffigen Fahrbahnen zu bestätigen. Dabei war entsprechend dem Standard zu beachten, daß auf Flächen mit einer Hangneigung im Bereich von 25 bis 30 % eine Fahrgeschwindigkeit ≤ 7 km/h einzuhalten ist.

4.1.2. Zugkraft- und Zugleistungsbedarf

Eine wesentliche Rolle beim Einsatz von Transporteinheiten am Hang spielen neben dem dynamischen Kippwinkel der Zugkraft (F_z) und Zugleistungsbedarf (P_z) sowie zusätzlich beim HTS 71.04 der Antriebsleistungsbedarf. Der gemessene Zugkraft- und errechnete Zugleistungsbedarf bei Fahrgeschwindigkeiten unter Straßen- und Feldbedingungen ist in Tafel 3 zusammengefaßt.

Der Zugkraftbedarf des leeren HTS 71.04 ist mit $F_z = 1,07$ kN auf der Straße bzw. 2,15 kN auf dem Grünland relativ niedrig, steigt aber mit zunehmender Lademasse auf 5,01 kN an. Dabei ist zu berücksichtigen, daß statt des unter optimalen Bedingungen auf Grünland gemessenen Rollwiderstandsbeiwerts von $\rho = 0,035$ bei den Berechnungen für ρ ein Wert von 0,04 eingesetzt wurde. Aus den Werten der Tafel 3 ist ersichtlich, daß die möglichen Fahr- bzw. Arbeitsgeschwindigkeiten mit zunehmender Hangneigung – selbst beim Einsatz des ZT 305-A – stark reduziert werden müssen.

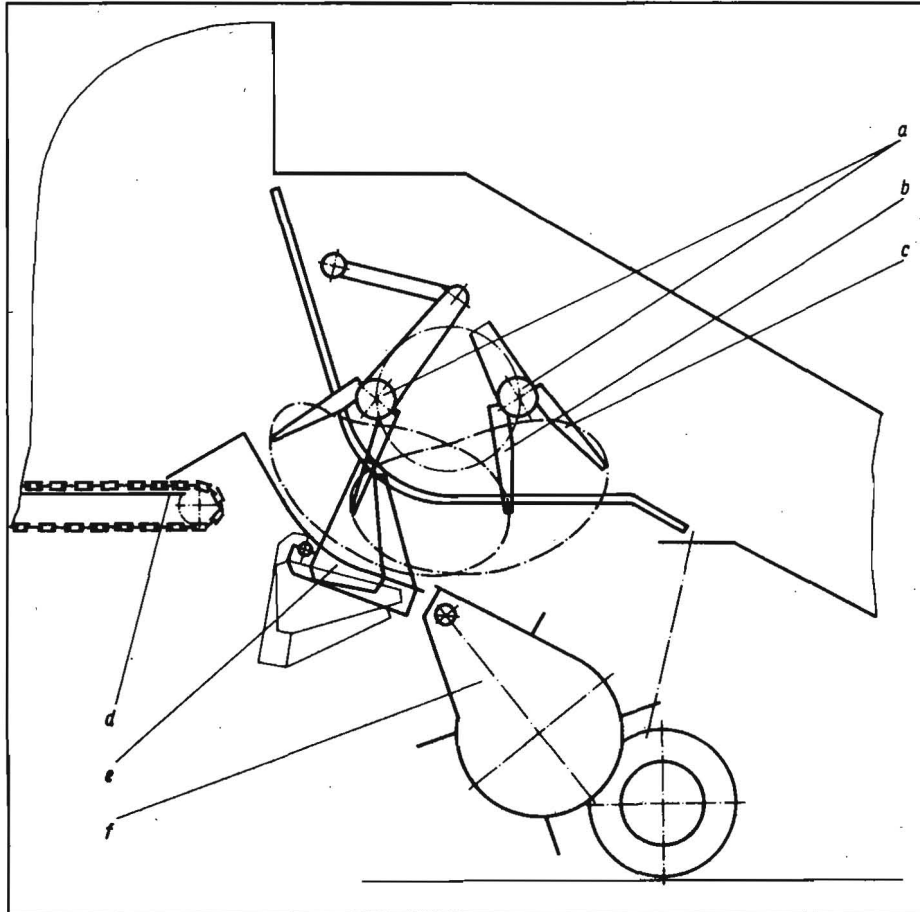


Bild 4. Schematische Darstellung der Förder- und Schneideeinrichtung des Futterladewagens HTS 71.04; a Doppelförderschwinge, b voreilende Zinken, c nachlaufende Zinken, d Kratzerboden, e Schneideeinrichtung, f Schwadaufnehmer

Die übertragbaren Antriebskräfte von 5,625 kN auf der Straße ($\mu_k = 0,7$) reichen bei einer Motorleistung von 74 kW des Traktors ZT 300 ab einer Hangneigung von 10 % nicht mehr aus, um Fahrgeschwindigkeiten über 12 km/h bei einer Lademasse von 7 t zu realisieren. Das gilt auch, wenn der ZT 300 mit 2 Anhängern HW 80 bei einer Hangneigung von 12 % eingesetzt werden soll.

4.1.3. Drehleistungsbedarf

Der Drehleistungsbedarf des HTS 71.04 ist

abhängig von der Gutart, dem Durchsatz, dem Befüllungsgrad und der Anzahl der eingesetzten Messer.

Der Leerlaufleistungsbedarf beträgt etwa 2,6 kW. Der höchste spezifische Drehleistungsbedarf wurde mit 0,98 kW/t organische Substanz (OS) bei Luzernehalbheu mit einem Trockensubstanzgehalt von 76,3 % beim Einsatz von 5 Messern, einer Stapelhöhe von 2,5 m im Wagen und einer Durchsatzleistung von > 25 t/h (T_1) gemessen.

Im Durchschnitt kann bei nachgenannten

Tafel 3. Zugkraft- und Zugleistungsbedarf des Futterladewagens HTS 71.04 in Abhängigkeit von der Hangneigung

Rüszustand	Fahrbahn	Rollwiderstandsbeiwert ρ	Masse kg	Fahrgeschwindigkeit m/s	Hangneigung							
					0 % F_z kN	P_z kW	10 % F_z kN	P_z kW	20 % F_z kN	P_z kW	30 % F_z kN	P_z kW
ZT 305 solo ohne Zwillings- bereifung	Straße	0,02	6 250	8,3	1,23	10,2	7,36	61,3	13,53	112,7	19,68	163,9
	Straße	0,02	6 250	3,3	1,23	4,1	7,36	24,3	13,53	44,6	19,68	64,9
	Wiese	0,04	6 250	3,3	2,45	6,2	8,58	28,3	14,75	48,6	20,90	69,0
	Wiese	0,04	6 250	1,4	2,45	3,4	8,58	12,0	14,75	20,6	20,90	29,7
ZT 305 und HTS 71.04 (leer)	Straße	0,02	11 700	8,3	2,30	19,1	13,80	114,5	25,30	210,7	36,80	305,4
	Straße	0,02	11 700	3,3	2,30	7,6	13,80	45,5	25,30	83,5	36,80	121,4
	Wiese	0,04	11 700	3,3	4,60	15,2	16,10	53,1	27,60	91,0	39,16	129,2
	Wiese	0,04	11 700	1,4	4,60	6,4	16,10	22,5	27,60	38,6	39,16	54,8
ZT 305 und HTS 71.04 (Zuladung 3,5 t)	Straße	0,02	15 200	8,3	2,98	24,7	17,86	148,4	32,78	273,1	47,68	395,7
	Straße	0,02	15 200	3,3	2,98	9,8	17,86	59,0	32,78	108,2	47,68	157,3
	Wiese	0,04	15 200	3,3	5,96	19,6	20,86	68,8	35,76	118,0	50,66	167,1
	Wiese	0,04	15 200	1,4	5,96	8,3	20,86	29,2	35,76	50,1	50,66	70,9
ZT 305 und HTS 71.04 (Zuladung 7 t)	Straße	0,02	18 700	8,3	3,74	31,0	22,44	186,3	41,14	342,7	59,84	496,7
	Straße	0,02	18 700	3,3	3,74	12,3	22,44	74,1	41,14	135,8	59,84	197,5
	Wiese	0,04	18 700	3,3	7,48	24,7	26,18	86,4	44,68	148,1	63,58	209,8
	Wiese	0,04	18 700	1,4	7,48	10,5	26,18	36,7	44,68	62,8	63,58	89,0

Gutarten (Einsatz von 5 oder 10 Messern) mit folgendem Drehleistungsbedarf gerechnet werden:

- Grünfutter 0,30 kW/t OS
- Welkgut 0,60 kW/t OS
- Halbheu und Heu 0,70 kW/t OS.

Daraus ergibt sich ein absoluter Drehleistungsbedarf von 2,6 bis 20 kW. Der gemessene Drehleistungsbedarf beim Einsatz von 5 oder 10 Messern erhöhte sich gegenüber der Null-Messer-Variante um 0,10 bis 0,20 kW/t OS. Dabei liegt der Drehleistungsbedarf der 10-Messer-Variante nur geringfügig über dem der 5-Messer-Variante.

Für die entsprechend den ATF zu erreichenden technologischen Durchsätze in T_1 ist bei eingesetzten 5 oder 10 Messern mit folgendem Drehleistungsbedarf zu rechnen:

- Grünfutter ≥ 63 t/h ≈ 19 kW
- Welkgut ≥ 30 t/h ≈ 18 kW
- Halbheu/Heu ≥ 20 t/h ≈ 14 kW
- Stroh ≥ 19 t/h ≈ 13 kW.

Zusammenfassend ergeben sich daraus folgende Richtwerte für den Hangeinsatz des Futterladewagens HTS 71.04 in Verbindung mit den nachgenannten Traktoren:

- ZT 300 bis zu 19 % Hangneigung
- ZT 303 bis zu 25 % Hangneigung
- ZT 305-A bis zu 30 % Hangneigung.

Ab einer Hangneigung von 19 % sind die zulässigen Lademassen auf 3,5 t zu reduzieren, ab einer Hangneigung von 25 % ist mit dem leeren Ladewagen an der Hangoberseite mit dem Laden zu beginnen und hangab zu wenden. Ist eine Lademasse von 2,5 t erreicht, muß der Ladevorgang im Bereich der Hangneigung von 25 bis 30 % beendet werden. Im Bereich der Hangneigung von 20 bis 25 % kann dann bis zu einer Lademasse von 3,5 t weitergeladen oder die fehlende Lademasse auf ebenen Flächen ergänzt werden. Diese Beschränkungen gelten für Grünfutter, Welkgut und bedingt Halbheu. Mit Heu und Stroh kann der Ladewagen bis zu einer Hangneigung von 25 % voll ausgelastet werden.

Im jeweiligen Verfahren ist in Abhängigkeit vom zur Verfügung stehenden Traktor ab einer Hangneigung von 20 bis 30 % der Futterladewagen HTS 31.04 einzusetzen. Dieser kann in Verbindung mit dem Traktor ZT 305-A bis zu einer Hangneigung von 45 % eingesetzt werden.

Insgesamt ist zu beachten, daß der Einsatz auf Hangflächen ab einer Hangneigung von 20 % nur bei trockener bis leicht feuchter, aber griffiger Fahrbahn erfolgen darf. Grundsätzlich ist mit der leeren Transporteinheit an der Hangoberseite mit dem Laden zu beginnen und hangab zu wenden. Die Arbeit in

Tafel 4
Erreichte mittlere Lademassen für den Futterladewagen HTS 71.04 im Zeitraum von August 1982 bis Juni 1983

Gutart	Trocken- substanzgehalt %	Anzahl gewogener Wagen	Lademasse		\bar{x} t
			t	t	
Futterroggen	16 ... 25	14	6,8 ... 8,0	7,2	
Rotklee	17 ... 18	9	7,2 ... 7,5	7,3	
Grünhafer	20	5	7,0 ... 7,1	7,0	
Feldfutter	20,5	4	7,3 ... 7,4	7,3	
Gras (Wiese)	25	18	6,7 ... 8,45	7,6	
Grünfutter	16 ... 25	48	6,7 ... 8,45	7,4	
Welkgut (Gras)	25 ... 30	19	5,9 ... 6,9	6,4	
Halbheu	60 ... 77	10	3,7 ... 5,3	4,7	
Heu	80 ... 84	54	2,9 ... 3,9	3,5	
Stroh ¹⁾	82 ... 87	44	2,6 ... 2,8	2,7	
Stroh ²⁾	82 ... 93	12	2,3 ... 4,1	2,9	

- 1) Angaben der Zentralen Prüfstelle für Landtechnik Potsdam-Bornim
2) Angaben des Forschungszentrums für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim

Tafel 5
Normative für die Feldbeladefähigkeit des Futterladewagens HTS 71.04

Gutart	Trockensub- stanzgehalt %	Ertrag dt/ha	Schwad- masse kg/m	Fahrge- schwindigkeit km/h	technologischer Durchsatz im T_1 t/h
Welkgut	35 ... 40	100	4,0	$\geq 7,5$	$\geq 30,0$
Halbheu	60 ... 70	60	3,5	$\geq 7,0$	$\geq 24,5$
Heu	82 ... 86	40	2,5	$\geq 8,0$	$\geq 20,0$
Stroh	18	35	2,0	$\geq 8,0$	$\geq 16,0$

Schichtlinie ist zu bevorzugen. Die Fahrgeschwindigkeit bei einer Hangneigung über 25 % ist auf ≤ 7 km/h und über 30 % auf ≤ 5 km/h zu beschränken.

4.2. Technologische Ergebnisse

4.2.1. Lademassen, Verluste, Durchsatz

Die mit den Prüfmustern des Futterladewagens HTS 71.04 erreichten Lademassen sind in Tafel 4 zusammengefasst. Sie liegen um das Doppelte bis annähernd Dreifache über denen des HTS 31.04. Bei Grünfutter besteht die Gefahr der Überladung. Deshalb sind Probewägungen erforderlich. Die Aufnahme- und Übergabeverluste wurden mit 0,15 bis 1 % gemessen. Sie lagen im Durchschnitt unter 0,5 %. Damit werden geringere Verluste als bei anderen Erntemaschinen erreicht. Die Durchsatzleistungen des HTS 71.04 sind mit denen anderer moderner Erntemaschinen identisch oder höher. Unter den in den ATF genannten Bedingungen wurden auf ebenen Flächen die in Tafel 5 aufgeführten Normative erreicht und überboten.

4.2.2. Schneidgutlänge

In den Förderkanal können 5 oder 10 Messer eingeschwenkt werden. Daraus ergeben sich theoretische Schnittlängen von 360 mm (5 Messer) und 180 mm (10 Messer). Die tatsächlich erreichten Schneidgutlängen sind in Tafel 6 angegeben. Die ausgezählten und ausgewogenen Anteile der einzelnen Klassen sind auf 100 g Trockenmasse bezogen. Daraus ist abzuleiten, daß durch die eingesetzten Messer der Anteil der Fraktionen im Bereich bis 250 mm auf ≥ 50 % ansteigt und der Anteil der Längen > 400 mm um 50 bis 70 % reduziert wird. Das Schneidgut hat gegenüber ungeschnittenem Gut den Vorteil, daß es nach dem Entladen besser verteilt und gefördert werden kann. In den Erprobungsbetrieben zeigte sich, daß bei Halbheu, Heu und Stroh bereits 5 Messer ausreichen, um den mobilen Umschlag komplikationslos durchzuführen. Beim Einsatz von 10 Messern kann das Heu bereits zu kurz werden. Stroh entspricht beim Einsatz von 10 Messern in der Verarbeitbarkeit langem Häckselgut. Mit 5 bzw. 10 Messern geschnittenes Heu führte bei der Einlagerung mit

Tafel 6. Einfluß der Anzahl der eingesetzten Messer im Förderkanal des Futterladewagens HTS 71.04 auf die Halmlänge des Ernteguts

Gutart	Trocken- substanzgehalt %	Anzahl der Messer	Anteil der Schneidgutlängen (in mm) bezogen auf 100 g Trockenmasse					ges. %	\bar{x} mm
			0 ... 40 %	40 ... 100 %	100 ... 250 %	250 ... 400 %	> 400 %		
Grüngut	26,4	0	0,4	1,4	5,9	7,4	84,9	100	459,9
Grüngut	26,7	5	2,7	3,5	12,5	26,2	35,1	100	385,5
Grüngut	26,1	10	0,9	4,5	34,1	38,4	22,1	100	298,3
Welkgut	36,1	0	0,4	1,4	5,9	7,4	84,9	100	459,9
Welkgut	39,8	5	1,8	6,3	13,8	16,8	57,3	100	370,0
Welkgut	42,5	10	2,5	6,6	42,1	22,6	26,2	100	283,2
Halbheu	64,3	0	1,4	3,6	10,1	11,2	73,6	100 (99,9)	424,9
Halbheu	72,9	5	0,8	2,3	15,1	19,6	62,1	100 (99,9)	402,4
Halbheu	68,2	10	2,7	4,0	42,5	30,6	20,3	100	278,7
Heu	83	0	7,2	9,6	25,3	16,3	41,6	100	313,4
Heu	79,7	5	5,4	10,9	30,1	21,3	32,2	100	291,6
Heu	81,3	10	9,0	11,4	48,3	19,7	11,4	100	215,3

Tafel 7. Leistung, Aufwand und Kosten (Preisbasis 1983) beim Einsatz des Futterladewagens HTS 71.04 am Traktor ZT 300 in Abhängigkeit von Transportentfernung, Gutart und Lademasse für Frischfutter, Welkgut und Halbheu, bezogen auf die Stückzeit T_{04}

Transportentfernung km	Frischfutter					Welkgut					Halbheu				
	ha/h	t/h	AKh/t	M/ha	M/dt	ha/h	t/h	AKh/t	M/ha	M/dt	ha/h	t/h	AKh/t	M/ha	M/dt
1	0,78	17,2	0,06	54,18	0,25	1,04	10,4	0,10	38,43	0,38	1,45	8,70	0,11	27,60	0,46
2	0,61	13,4	0,08	69,30	0,32	0,82	8,2	0,12	48,80	0,49	1,19	7,14	0,14	33,60	0,56
3	0,50	11,0	0,09	84,00	0,38	0,71	7,1	0,14	56,00	0,56	0,99	5,94	0,17	40,40	0,67
4	0,46	10,1	0,10	91,14	0,41	0,65	6,5	0,15	61,60	0,62	0,92	5,52	0,18	43,60	0,73
5	0,41	9,0	0,11	101,64	0,46	0,59	5,9	0,17	68,00	0,68	0,83	4,98	0,20	48,00	0,80
8	0,31	6,8	0,14	133,98	0,61	0,46	4,6	0,21	87,60	0,88	0,84	3,84	0,26	62,00	1,03
10	0,27	5,9	0,17	154,56	0,70	0,40	4,0	0,25	100,40	1,04	0,56	3,36	0,30	70,80	1,18
12	0,24	5,3	0,19	175,56	0,80	0,35	3,5	0,29	113,20	1,13	0,50	3,00	0,33	80,00	1,33
15	0,21	4,7	0,21	196,56	0,89	0,32	3,2	0,31	125,90	1,26	0,45	2,70	0,37	88,40	1,47

dem Gebläse G III zu einer Erhöhung der Durchsatzleistung von 4 bis 5 t/h auf 8 bis 10 t/h (T_{04}).

Mit 10 Messern geschnittenes Frischfutter konnte sowohl mit dem Futterverteilwagen L 431 als auch über Annahmedosierer H 10.1 und Krippeneinzugsbänder verteilt werden. Für die Silierung reicht die Anzahl der z. Z. vorhandenen Messer noch nicht aus. Im Rahmen der Weiterentwicklung soll das Einsatzspektrum des HTS 71.04 auf Silagebereitung erweitert werden.

4.2.3. Leistung, Aufwand und Kosten

Die Untersuchungsergebnisse unter Normativbedingungen sind in den Tafeln 7 und 8 zusammengefaßt. Wie bereits beim HTS 31.04 zeigt sich, daß Leistungen, Aufwendungen und Kosten stark transportabhängig sind. Im Bereich der Transportentfernungen von 5 bis 8 km geht die Leistung im Vergleich zu 1 km auf etwa die Hälfte zurück, Aufwendungen und Kosten werden verdoppelt. Bei 15 km werden bei allen Gutarten weniger als 30 % der Leistung erreicht (Bilder 5 und 6). Für Transporte über 8 km sollte deshalb auch der Futterladewagen

Tafel 8. Leistung, Aufwand und Kosten beim Einsatz des Futterladewagens HTS 71.04 am Traktor ZT 300 in Abhängigkeit von Transportentfernung, Gutart und Lademasse für Heu und Stroh (T_{05})

Transportentfernung km	Heu					Stroh				
	ha/h	t/h	AKh/t	M/ha	M/dt	ha/h	t/h	AKh/t	M/ha	M/dt
1	1,59	6,36	0,16	25,20	0,63	1,56	5,46	0,18	32,58	0,93
2	1,28	5,12	0,20	31,20	0,78	1,27	4,45	0,22	40,12	1,15
3	1,09	4,36	0,23	36,80	0,92	1,06	3,71	0,27	47,74	1,36
4	1,01	3,96	0,25	39,60	0,99	0,99	3,47	0,29	51,30	1,47
5	0,92	3,68	0,27	43,60	1,09	0,89	3,12	0,32	56,89	1,63
8	0,71	2,84	0,35	56,00	1,40	0,68	2,38	0,42	75,17	2,15
10	0,63	2,52	0,40	64,00	1,60	0,61	2,14	0,47	83,80	2,39
12	0,56	2,24	0,45	71,60	1,79	0,54	1,89	0,53	93,95	2,68
15	0,50	2,00	0,50	80,00	2,00	0,49	1,72	0,58	104,62	2,99

HTS 71.04 nur in Ausnahmefällen eingesetzt werden.

Für die territoriale Frischfuttermittellieferung ist der HTS 71.04 durch die Lademasse von 7 t gut geeignet. Zur Futterverteilung im Stall muß das Futter allerdings auf Futterverteilwagen umgeladen werden. Hohe Schichtleistungen können bei Halbheu, Heu und Stroh erzielt werden. Sie liegen z. B. für Transportentfernungen von 4 km bei Heu über 7 ha

und für 10 km noch über 4 ha (Tafel 9). Unterstellt man z. B., daß Heu territorial produziert wird und auf einem Standort 1 000 RGV mit etwa 3 dt Heu/RGV versorgt werden müssen, dann sind an 7 Erntetagen täglich etwa 43 t Heu von rd. 10,5 ha zu bergen. Das entspricht etwa 63 t Halbheu. Nach Tafel 9 kann – bei einer Transportentfernung von 5 km – diese Leistung von 2 Arbeitskräften mit 2 HTS 71.04 erbracht werden. Diese

Bild 5. Leistung des Futterladewagens HTS 71.04 in Abhängigkeit von der Gutart und von der Transportentfernung; a Grünfutter, b Welkgut, c Halbheu, d Heu, e Stroh

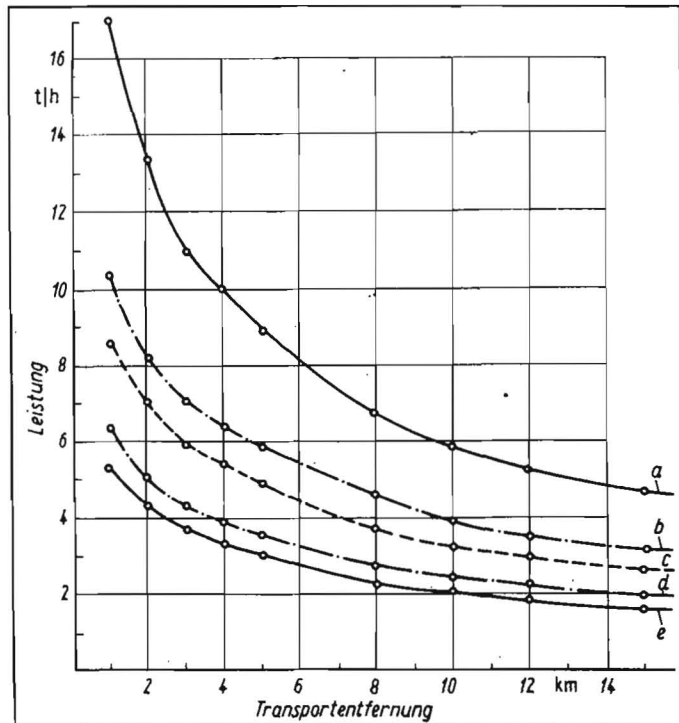
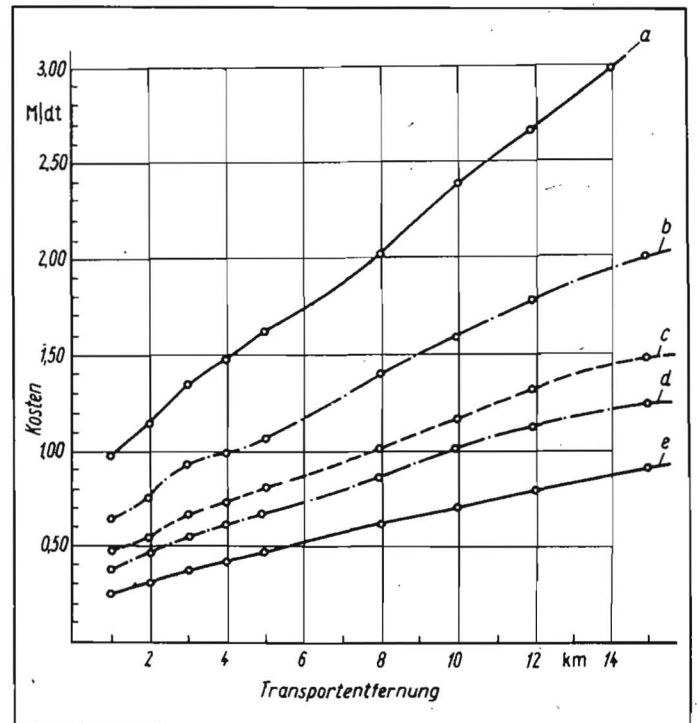


Bild 6. Kosten je dt transportiertes Erntegut in Abhängigkeit von der Transportentfernung beim Einsatz des Futterladewagens HTS 71.04; a Stroh, b Heu, c Halbheu, d Welkgut, e Grünfutter



Werte stimmen gut mit denen im Jahr 1983 in der Praxis erreichten Durchschnittsleistungen überein. So konnten z. B. am 9. und am 16. Juni 1983 von einer Arbeitskraft mit einem Traktor ZT 303 und einem Futterladewagen HTS 71.04 227 dt Halbheu in 6 h (≈ 6 ha) bzw. 244 dt in 7 h ($\approx 6,1$ ha) mit durchschnittlichen Lademassen von 39,7 dt (36 bis 43 dt) bzw. 35,9 dt (34 bis 38 dt) geerntet werden.

Im Vergleich zum kleinen Ladewagen HTS 31.04 werden die Aufwendungen um 50 bis 60 % reduziert. Der DK-Verbrauch in l/t Erntegut wird beim Einsatz des HTS 71.04 gegenüber dem HTS 31.04 um mehr als 50 % gesenkt.

Auch gegenüber dem Feldhäcksler bzw. der Hochdruckpresse K 453 werden beim Einsatz des HTS 71.04 die Aufwendungen und Kosten um mindestens 30 % reduziert. Dazu kommen erheblich geringere Energieaufwendungen. So werden z. B. unter vergleichbaren Bedingungen für die Ernte und den Transport von Frischfutter mit dem Feldhäcksler 1,55 l DK/t und mit dem HTS 71.04 etwa 0,99 l/t verbraucht, d. h., der Bedarf wird um 36 % reduziert. Bei der Ernte von

Tafel 9. Schichtleistung T_{07} der Kombination Traktor ZT 300 und Futterladewagen HTS 71.04 in Abhängigkeit von Gutart und Transportentfernung

Transport- entfernung km	Frischfutter		Welkgut		Halbheu		Heu		Stroh	
	ha	t	ha	t	ha	t	ha	t	ha	t
1	6,00	132,4	8,00	80,0	11,17	48,0	12,24	48,96	12,00	42,0
2	4,70	103,2	6,31	63,1	9,16	39,4	9,86	39,44	9,78	34,2
3	3,85	84,7	5,47	54,7	7,62	32,7	8,39	33,56	8,16	28,6
4	3,54	77,8	5,00	50,0	7,08	30,4	7,78	31,12	7,62	26,7
5	3,16	69,3	4,54	45,4	6,39	27,5	7,08	28,32	6,85	24,0
8	2,39	52,4	3,54	35,4	4,93	21,2	5,47	21,88	5,24	18,3
10	2,08	45,4	3,08	30,8	4,31	18,5	4,85	19,40	4,70	16,5
12	1,85	40,8	2,70	27,0	3,85	16,6	4,31	17,24	4,16	14,6
15	1,62	36,2	2,46	24,6	3,47	14,9	3,85	15,40	3,77	13,2

Leichtgut treten aufgrund der hohen Lademassen des HTS 71.04 noch höhere Einsparungen auf. Im Vergleich zur Hochdruckpresse werden 42,4 % und zum Feldhäcksler 64 % DK eingespart.

So wurden unter konkreten vergleichbaren Bedingungen in der LPG Beinerstadt, Bezirk Suhl, für Häckselstroh 4,16 l DK/t und für Ladewagenstroh 1,84 l DK/t ermittelt.

5. Zusammenfassung

Im Beitrag werden der technische Aufbau und die Funktion des Futterladewagens HTS 71.04 beschrieben und Hinweise auf die möglichen Leistungen, Aufwendungen und Kosten gegeben. Besonders hervorgehoben wird der geringere Energiebedarf im Vergleich zu anderen Ernteverfahren.

A 4003

Die Produktion von Maiskorn-Spindel-Silage

Ing. P. Laufeld/Dr.-Ing. B. Oberbarnscheidt/Dipl.-Ing. E. Wenske, KDT
Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim der AdL der DDR

1. Einleitung

Der Anbau von Körnermais zur Herstellung lagerfähigen Getreides hat sich in der DDR trotz mehrfacher Versuche nicht durchgesetzt [1].

Die erfolgreiche Züchtung frühreifer Sorten und die Einführung neuer Verfahren haben dem Mais aber in der letzten Zeit Anwendungsmöglichkeiten erschlossen, die ihm bisher aus Gründen der Anbau- und Ertragsunsicherheiten nicht zugänglich waren. Diese Entwicklung wurde durch die Gewinnung eines Teils der Maisspindeln als Erntegut unterstützt. Maiskorn-Spindel-Gemische (aus der internationalen Literatur als Corn-Cob-Mix oder kurz CCM bekannt) sind für eine Reihe von Getreidearten zur Alternative geworden [2]. Erste Untersuchungen beweisen, daß auch unter den klimatischen Verhältnissen bestimmter Gebiete in der DDR der Mais in Form von Maiskorn-Spindel-Gemisch Bedeutung erlangen kann [3].

Beim Anbau frühreifer Maissorten (bis FAO-Zahl 230) in Hauptfruchtstellung wird die Druschreife mit einem Feuchtegehalt von 30 bis 40 % (im Korn) erreicht, und der Einsatz von Mähdreschern mit Pflückvorsätzen ist möglich. Als untere Grenze für den Einsatz von Mähdreschern wird allgemein ein Trockensubstanzgehalt von 55 % angenommen, während die obere Grenze von 70 % für den sicheren Ablauf des Siliervorgangs nicht überschritten werden sollte. In diesem Bereich kann das Maiskorn-Spindel-Gemisch ohne Zusätze von Hilfsmitteln in Horizontal- oder Hochsilos unter gutem Luftabschluß sicher siliert werden. Durch das Miternten von bis zu 80 % der Maisspindeln werden der Futterertrag gesteigert sowie der Rohfasergehalt des Futters auf einen für die

Schweinemast günstigen Wert von rd. 7 % erhöht.

Das Verfahren der Produktion von Maiskorn-Spindel-Gemisch ist z. Z. noch in der Entwicklung. In ersten Versuchen wurde es in den Jahren 1981 und 1982 mit den zur Verfügung stehenden technischen Möglichkeiten an einigen Standorten in der DDR angewendet [3].

Im folgenden werden Ausrüstungen für das Verfahren beschrieben, die den derzeitigen technischen Stand darstellen.

2. Ernte

International werden zur Ernte von Maiskorn-Spindel-Gemischen umgerüstete Mähdrescher, Spezial-Maismähdrescher und Pflückschroter eingesetzt. Am stärksten durchgesetzt haben sich dabei die Mähdrescher, zu denen die Hersteller Umrüstsätze anbieten, die dann mit relativ geringen Mehraufwendungen an Investitionen und Arbeitszeit sowohl in der Getreide- als auch in der Maisernte verwendet werden können. Unter den Bedingungen der DDR würden die Mähdrescher E 512 und E 516 angewendet werden können, die mit den Maispflückvorsätzen FKA-421 (4reihig) bzw. FKA 602-M (6reihig) aus der Ungarischen VR komplettiert werden. Zur Vorbereitung auf die Ernte von Maiskorn-Spindel-Gemisch sind über die Umrüstung zur Körnermaisernte hinaus noch Umrüstungen an Dreschtrommel, Dreschkorb, Schüttler, Reinigung und Korn-tank erforderlich.

Vom VEB Kombinat Fortschritt Landmaschinen ist für das beschriebene Verfahren der Mähdrescher E 516 vorgesehen, für den ein Umrüstsatz erarbeitet wird.

Mit dem umgerüsteten Mähdrescher E 516 kann eine Leistung von rd. 1 ha/h in T_{05} bei einem minimalen Trockensubstanzgehalt von 55 % im Maiskorn-Spindel-Gemisch erreicht werden. Rund 70 % der gewachsenen Spindeln werden mitgeerntet, und der Anteil der Lieschen, der aufgrund der nachfolgenden Aufbereitung möglichst gering sein soll, wird unter 1 % gehalten (Bild 1).

Der Transport zum Aufbereitungsplatz erfolgt mit bekannten Transporteinheiten, an die von seiten des Ernteguts keine speziellen Anforderungen gestellt werden.

3. Zerkleinerung

Das silierte Maiskorn-Spindel-Gemisch kann nur in zerkleinerter Form an die Schweine verfüttert werden. Zur Zerkleinerung des erntefeuchten Maiskorn-Spindel-Gemisches werden international leistungsfähige Hammermühlen mit einer Antriebsleistung bis rd. 150 kW eingesetzt. Aus dem Angebot des DDR-Landmaschinenbaus steht hierfür die Hammermühle GM 405 mit 2 unterschiedlichen Rotoren (60 Schläger, 120 Schläger) des VEB Mühlenbau Dresden zur Verfügung. Ein 45-kW-Motor treibt die Mühle an. Vorzugsweise sollte die Bauform GM 405 A 02 mit mechanischer Gutabführung verwendet werden (Bild 2). Bei einer pneumatischen Gutabführung besteht die Gefahr des Verstopfens in den Rohren, im Zyklon oder im Filter. Bereits vorhandene Mühlen können in den meisten Fällen für eine mechanische Gutabführung umgebaut werden. Der erreichbare Zerkleinerungsgrad hängt vom Sieblochdurchmesser und von der Schlägeranzahl ab (Bild 3). Der Zerkleinerungsgrad zur Verfütterung wird durch die Anforderungen der Tierernährung bestimmt,