

ter in loser Form, wobei die Lademulde aufgrund ihres größeren Rauminhalts und ihrer leichteren Bauweise besonders für stark zerkleinerte Stoffe geringer Dichte geeignet ist.

Das Schiebeschild wird in zwei Ausführungen angeboten. Mit Stahlschiene ist es für alle Schiebe- und Planierarbeiten leichter Art einsetzbar (Bild 2), während die Variante Stallschieber mit gummierter Schiebeleiste besonders zum Reinigen von Stallgängen und Hofanlagen zu verwenden ist.

Mit dem Stapelwerkzeug können Paletten, Kisten, Behälter und anderes Stapelgut umgesetzt werden.

Für besonders sperrige Teile sowie beim Verlegen von Betonplatten hat sich der Lasthaken gut bewährt.

Werden keine Ladarbeiten durchgeführt, so kann der Traktor bei angebautem Frontlader auch als Zugmittel eingesetzt werden.

## 5. Ökonomische Betrachtungen

Wesentliche Kriterien für den Entschluß von Interessenten zum Kauf sind die Gebrauchswerteigenschaften und die Wirtschaftlichkeit eines Erzeugnisses. Während über ersteres schon einiges gesagt ist, soll im folgenden die Ökonomie des Geräts kurz erläutert werden.

Gegenüber den bisher eingesetzten Ladertypen T 150/1, T 150/2 und T 180 liegen die Ladeleistungen des Frontladers T 182 um 60 bis 100 Prozent höher. In konkreten Werten ausgedrückt sind das durchschnittlich 8 bis 15 t Lademasse, die in einer Stunde vom Frontlader T 182 mehr geladen

werden können. Ein besonderer Vorteil ist die gleichzeitige Verwendung der Maschine als Lade- und Zugmittel.

War bei der Gerätekombination GT 124/T 150 bei Einhaltung bestimmter Bedingungen die zulässige Anhängelast auf maximal 3 t begrenzt, so können mit dem MTS-50/T 182 fast sämtliche Transporteinheiten in der Landwirtschaft selbständig beladen und auch fortbewegt werden. Die Transportkette vom Lade- zum Entladeort ist damit durch eine Maschine und eine Arbeitskraft gewährleistet.

Die größte Wirtschaftlichkeit erlangt der Frontlader beim Einsatz im Stall. Untersuchungen während der Erprobung/Prüfung haben ergeben, daß in einer 200-Rinder-Anlage sämtliche Entmistungs-, Fütterungs- und sonstigen Versorgungsarbeiten von nur einer Maschine durchgeführt werden können. Trotz der durch den MTS-50 bedingten höheren Maschinenkosten liegen die durchschnittlichen Verfahrenskosten unter den mit der Geräteträgerkombination erreichten Werten. Allein aus diesem Nutzen amortisieren sich die Aufwendungen für den Frontlader T 182 bei täglich 5stündigem Einsatz bereits nach einem halben Jahr.

## 6. Zusammenfassung

Die vielfältigen Lade- und Transportprobleme in der Landwirtschaft erfordern neben leistungsfähigen Mobilkränen und ortsveränderlichen Stetigförderern auch Traktorlader, die vor allem im Bereich der Hof- und Viehwirtschaft den täglichen Arbeitsablauf rationalisieren. Mit dem MTS-50 kombiniert, erfüllt der Frontlader T 182 diese Aufgaben mit größerer Effektivität als es mit der bisher eingesetzten vergleichbaren Technik möglich war.

A 8858

Dipl.-Ing. D. Bergmann\*  
Dr. agr. B. Szesny, KDT\*  
Dipl.-Ing. R. Wachsmann, KDT\*

## Untersuchungen zum Erntetransport von Zuckerrüben und Zuckerrübenblatt (Teil I)

Mit selbstfahrenden Rübenerntemaschinen werden wesentlich größere Ernteleistungen vollbracht als mit dem gezogenen Köpflader E 732 und dem Rodelader E 765, so daß auch mehr Erntegut in der Zeiteinheit abzufahren ist.

Bei mittleren Einsatzbedingungen und einem Ertrag von 400 dt/ha Zuckerrüben und einem Verhältnis Rüben : Rübenblatt = 1 : 1 kann eine Flächenleistung von 0,92 ha/h in  $T_{06}$  und ein Durchsatz von 55 t/h in  $T_{02}$  erreicht werden. Für den Durchsatz wird eine Toleranz von  $\pm 25$  Prozent angenommen und für schwierige Einsatzbedingungen in der weiteren Betrachtung berücksichtigt. Unter schwierigen Einsatzbedingungen werden nur niedrige Arbeitsgeschwindigkeiten erreicht /1/, so daß die Flächenleistung bis auf 0,68 ha/h in  $T_{06}$  und der Durchsatz auf 40 t/h in  $T_{02}$  zurückgeht.

### Transportmittel für den Transport von Zuckerrüben und Zuckerrübenblatt

Aus der Menge der gegenwärtig im praktischen Einsatz befindlichen Anhänger und Zugmittel kann eine Vielzahl von Transportmittelkombinationen (Einheit von Anhänger und Zugmittel) zusammengestellt werden. Die Tafeln 1 und 2 enthalten die Transportmittelkombinationen, deren nähere Untersuchung für die Bedingungen der Rübenernte wertvoll erschien.

Tafel 1 bezieht sich auf den Transport der Rüben vom Feld bis zum ersten Umschlagplatz. Die einzelnen Varianten sind von 1 bis 13 für Rüben und Rübenblatt in gleicher Reihenfolge beziffert. Für Rübenblatt (Tafel 2) endet der Transport am Ablageplatz des Silos. Die zusätzlich mit den Kennbuchstaben R (Rübe) und B (Blatt) versehenen Varianten unterscheiden sich nur dadurch, daß die Transportmittel für das Rübenblatt generell mit Schwerhäckselaufbauten ausgerüstet sind.

Erfahrungsgemäß läßt sich der Beladungszustand eines zweiten Anhängers durch die Länge des Gesamtzugs bei Anwendung von Schwerhäckselaufbauten nicht mehr kontrollieren. Deshalb wurden für den Transport des Rübenblatts nur die Varianten mit einem Anhänger untersucht.

Die effektive Lademasse bei Zuckerrüben wurde aus Pritschenvolumen, Kegelvolumen und Raummasse ( $700 \text{ kg/m}^3$ ) abzüglich 10 Prozent für Schmutzbesatz ermittelt. Das Kegelvolumen ergab sich unter Berücksichtigung der Verkehrssicherheit aus 75 Prozent der Pritschengrundfläche und der Hälfte des mittleren Böschungswinkels. Der mittlere Böschungswinkel beträgt bei Rüben  $30^\circ$ .

Die Eigenmasse der Fahrzeuge für Rübenblatt (Tafel 3) erhöht sich aufgrund der erforderlichen Schwerhäckselaufbauten, demzufolge vermindert sich die zulässige Lademasse. Die hier ermittelte effektive Lademasse wurde aus Pritschenvolumen abzüglich 10 Prozent und der Raummasse ( $300 \text{ kg/m}^3$ ) errechnet.

\* VEB Weimar-Kombinat — Landmaschinen —  
Institut für Landmaschinentechnik Leipzig

Tafel 1. Transportmittelkombination für den Transport von Zuckerrüben

Transportmittelkombination	1 R	2 R	3 R	4 R <sup>1</sup>	5 R	6 R	7 R	8 R	9 R	10 R	11 R	12 R	13 R	
Zugmittel	MTS-50		ZT 300			ZT 303			W 50 LA/Z.					
Anhänger	Typ	HW 60.11	HW 60.11	HW 80.11	T 088	HW 60.11	HW 80.11	T 088	HW 60.11	T 088	HW 60.11	HW 80.11		
	Anzahl	1	2	1	2	1	1	2	1	2	1	1		
Einsatzkosten	M/h	16,10	19,00	23,60	20,80	26,80	23,15	19,90	24,60	21,80	27,90	24,15	21,80	22,50

Tafel 2. Transportmittelkombination für den Transport von Zuckerrübenblatt

Transportmittelkombination	1 B	2 B	4 B	6 B	7 B	9 B	11 B	12 B	13 B	
Zugmittel	MTS 50		ZT 300			ZT 303			W 50 LA/Z mit SHA 16	
Anhänger	Typ	HW 60.11	HW 60.11	HW 80.11	T 088 <sup>1</sup>	HW 60.11	HW 80.11	T 088 <sup>1</sup>	HW 60.11	HW 80.11
		m. SHA 6	m. SHA 6	m. SHA 8	m. F 997	m. SHA 6	m. SHA 8	m. F 997	m. SHA 6	m. SHA 8
	Anzahl	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Einsatzkosten	M/h	17,80	20,70	22,50	25,20	21,60	23,50	26,20	26,10	26,80

<sup>1</sup> mit hydraulischer Heckwandbetätigung

Tafel 3. Technische Daten von Zugmitteln und Anhängern

		$m_o$	$m_N$	$m_e$	$A_L$	$h_B$	$V_P$	$h_L$	$F_{KZ}$	$l_R$	$h_K$	$l_K$	$l_W$	Bereifung		
		t	t	t	m <sup>2</sup>	mm	m <sup>3</sup>	mm	Mp	mm	mm	mm	mm	vorn	hinten	
Zugmittel	MTS-50	3,6	—	—	—	—	—	—	—	2360	750	—	—	6,5—20	12—38 AS	
	ZT 300	6,03	—	—	—	—	—	—	1,7	2800	773	698	—	7,5—20	18,4/15-30 AS	
	ZT 303	6,45	—	—	—	—	—	—	1,7	2790	773	698	—	12,5—20	18,4/15-30 AS	
	Zuckerrüben	6,1	4,6	4,2	7,1	850	6,0	2310	—	—	—	—	—	—	—	
W 50 LA/Z	Zuckerrübenblatt	6,1	4,6	4,0	9,4	1450	16,0	2900	—	3200	1000 <sup>5</sup>	—	—	16	—20	
Anhänger	Zucker-rüben	HW 60.11	2,8	5,8 <sup>2</sup>	5,2	10,6	450+300 <sup>3</sup>	7,9	2075	—	2960	—	—	—	12,5—20	
		HW 80.11	3,7	8,3	7,5	12,2	450+450 <sup>3</sup>	11,0	2287	—	3570	—	—	—	16	—20
		T 088	3,3	9,3	7,0	10,7	900	9,6	2245	1,7	—	365	—	4500 <sup>6</sup>	—	—
	Zucker-rübenblatt	HW 60.11 mit SHA 6	3,2	5,4 <sup>2</sup>	5,0	10,6	750 <sup>4</sup> +1070	18,3	2645	—	2960	—	—	—	12,5—20	
		HW 80.11 mit SHA 8	4,3	7,5	6,6	12,2	900 <sup>4</sup> +1230	24,0	2724	—	3570	—	—	—	16	—20
	T 088 <sup>1</sup> mit F 997	4,0	8,8	7,0	10,7	900 <sup>4</sup> + 750	25,0	2995	1,7	—	365	—	4500 <sup>6</sup>	—	—	

<sup>1</sup> mit hydraulischer Heckwandbetätigung

<sup>2</sup> gilt für  $v \leq 30$  km/h

<sup>3</sup> einschließlich Aufsatz Bordwand

<sup>4</sup> einschließlich Schwerhückselaufbau

<sup>5</sup> voll beladen ( $m = 9,8$  t)

<sup>6</sup> zur Verringerung der Sattellast für ZT 300/ZT 303

Tafel 4. Fahrmechanische Grundwerte

Zugmittel	normale bis gute Einsatzbedingungen					schlechte bis schwierige Einsatzbedingungen				
	$\mu_{KV}$	$\mu_{KH}$	$f_{VZ}$	$f_{HZ}$	$f_W$	$\mu_{KV}$	$\mu_{KH}$	$f_{VZ}$	$f_{HZ}$	$f_W$
MTS-50	0	0,62...0,73	0,14	0,07	0,10	0	0,42...0,52	0,28	0,18	0,20
ZT 300	0	0,6...0,7	0,14	0,07	0,10	0	0,4...0,5	0,28	0,18	0,20
ZT 303	0,39...0,45	0,6...0,7	0,11	0,07	0,10	0,26...0,32	0,4...0,5	0,22	0,18	0,20
W 50		0,35...0,41	0,13	0,11	0,10		0,25...0,30	0,26	0,22	0,20

### Maximale Lademasse

Zur Ermittlung der maximalen Lademasse jeder Transportmittelkombination wurden fahrmechanische Untersuchungen durchgeführt, und zwar bei gleichförmiger Fahrt für

— normale bis gute Einsatzbedingungen

Das gilt für den Einsatz auf Rübenböden bei hohen Kraftschlußbeiwerten und geringen Rollwiderstandsbeiwerten.

— schlechte bis schwierige Einsatzbedingungen

Hierzu zählt der Einsatz auf Rübenböden bei geringen Kraftschlußbeiwerten und hohen Rollwiderstandsbeiwerten.

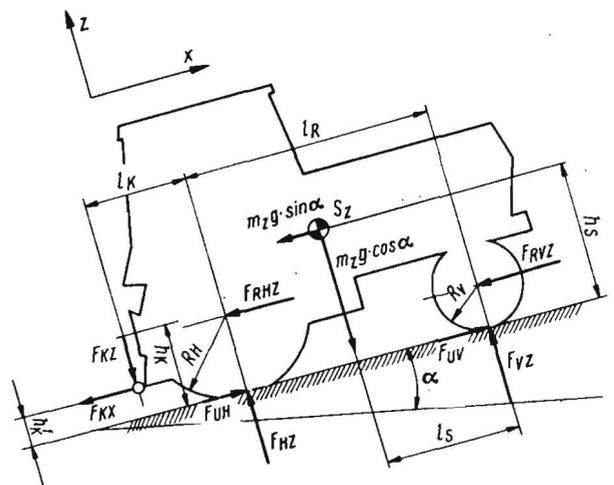


Bild 1. Kräfte am Zugmittel bei Verwendung einer Hubkupplung

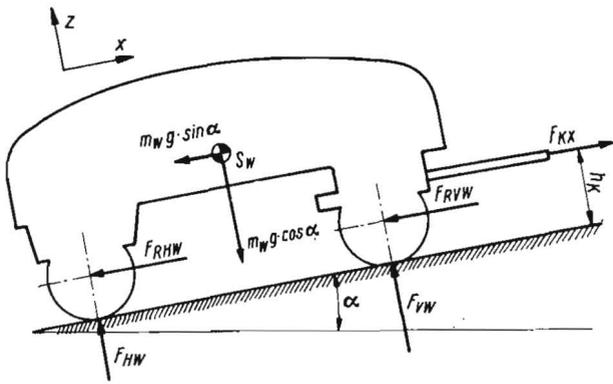


Bild 2. Kräfte am Zweiachsanhänger

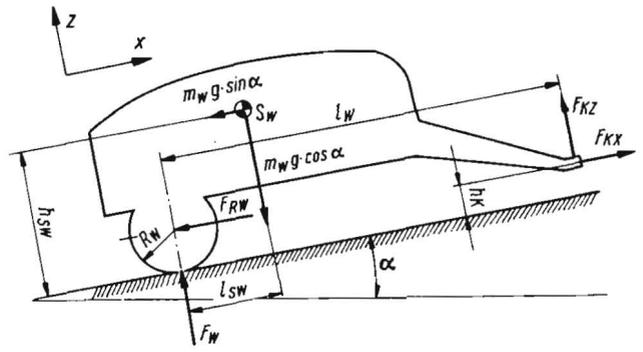


Bild 3. Kräfte am Einachsanhänger

Zugmittel allradgetrieben, versch. Triebdradreifen, Einachsanhänger	I	11R, 11B
$\frac{m_{WT}}{m_Z} = \frac{f_{VZ} + \tan \alpha - \mu_{KV} - A(\mu_{KH} - \mu_{KV} + f_{VZ} - f_{HZ})}{(\tan \alpha + f_W)B + C[L(\mu_{KH} - \mu_{KV} + f_{VZ} - f_{HZ}) - f_{VZ} + \mu_{KV} - E]}$		
Zugmittel hinterradgetrieben, Einachsanhänger	II	6R, 6B
$\frac{m_{WT}}{m_Z} = \frac{f_{VZ} + \tan \alpha - A(\mu_{KH} - f_{HZ} + f_{VZ})}{(\tan \alpha + f_W)B + C[L(\mu_{KH} + f_{VZ} - f_{HZ}) - f_{VZ} + f_W - E]}$		
Zugmittel allradgetrieben, versch. Triebdradreifen, Zweiachsanhänger	III	7R, 8R, 9R, 10R, 7B, 9B
$\frac{m_{WT}}{m_Z} = \frac{f_{VZ} + \tan \alpha - \mu_{KV} - A(\mu_{KH} + f_{VZ} - f_{HZ})}{(\tan \alpha + f_W)B}$		
Zugmittel allradgetrieben, gleiche Triebdradreifen, Zweiachsanhänger	IV	12R, 13R, 12B, 13B
$\frac{m_{WT}}{m_Z} = \frac{f_{VZ} + \tan \alpha - \mu_K - A(f_{VZ} - f_{HZ})}{(\tan \alpha + f_W)B}$		
Zugmittel hinterradgetrieben, Zweiachsanhänger	V	1R, 2R, 3R, 4R, 5R, 1B, 2B, 4B
$\frac{m_{WT}}{m_Z} = \frac{f_{VZ} + \tan \alpha - A(\mu_{KH} - f_{HZ} + f_{VZ})}{(\tan \alpha + f_W)B}$		
Zugmittel allradgetrieben, gleiche Triebdradreifen, ohne Anhänger	VI	13R, 13B
$m_Z = m_0 \text{ (voll beladen) für } \mu_{Kerf} \geq f_{VZ} + \tan \alpha - A(f_{VZ} - f_{HZ})$ $m_Z = \frac{(\mu_K - \tan \alpha)^2 \cdot 10^3}{17g \cdot \cos \alpha} \text{ für } \mu_{Kerf} < f_{VZ} + \tan \alpha - A(f_{VZ} - f_{HZ})$		
$A = \frac{R_V f_{VZ} + l_S + h_S \tan \alpha}{l_R - R_H f_{HZ} + R_V f_{VZ}}$	$E = \frac{f_W h_K (\mu_{KH} - \mu_{KV} + f_{VZ} - f_{HZ})}{l_R - R_H f_{HZ} + R_V f_{VZ}}$	$L = \frac{l_R + l_K + R_V f_{VZ}}{l_R - R_H f_{HZ} + R_V f_{VZ}}$
$C = \frac{\tan \alpha (h_{SW} - h_K) - l_{SW} - f_W (h_K - R_W)}{f_W (R_W - h_K) - l_W}$	$B = \frac{h_K (\mu_{KH} - \mu_{KV}) + f_{VZ} - f_{HZ}}{l_R - R_H f_{HZ} + R_V f_{VZ}} - 1$	

Bild 4. Bestimmungsgleichungen zur Ermittlung der theoretisch möglichen Anhängergesamtmassen und Zugmittelgesamtmassen

### Verzeichnis der verwendeten Formelzeichen

Formelzeichen	Dimension	Bezeichnung
A	—	Konstante
A <sub>L</sub>	m <sup>2</sup>	Ladefläche
A <sub>T</sub>	A km/min	Transportaufwand
B	—	Konstante
C	—	Konstante
D	1/h	Durchsatz
E	—	Konstante
f <sub>VZ</sub>	—	Rollwiderstandsbeiwert der Vorderräder des Zugmittels
f <sub>HZ</sub>	—	Rollwiderstandsbeiwert der Hinterräder des Zugmittels
f <sub>W</sub>	—	Rollwiderstandsbeiwert des Anhängers
F <sub>VZ</sub>	kp	Vorderachslast des Zugmittels
F <sub>HZ</sub>	kp	Hinterachslast des Zugmittels
F <sub>W</sub>	kp	Achslast des Einachsanhängers
F <sub>VW</sub>	kp	Vorderachslast des Anhängers

Formelzeichen	Dimension	Bezeichnung
F <sub>HW</sub>	kp	Hinterachslast des Anhängers
F <sub>RVZ</sub>	kp	Rollwiderstand der Vorderachse des Zugmittels
F <sub>RHZ</sub>	kp	Rollwiderstand der Hinterachse des Zugmittels
F <sub>RVW</sub>	kp	Rollwiderstand der Vorderachse des Anhängers
F <sub>RHW</sub>	kp	Rollwiderstand der Hinterachse des Anhängers
F <sub>RW</sub>	kp	Rollwiderstand des Einachsanhängers
F <sub>T</sub>	kp	Triebachslast
F <sub>KX</sub>	kp	horizontale Zugkraft am Zugmittel
F <sub>KZ</sub>	kp	Sattellast
F <sub>U</sub>	kp	Umfangskraft an der Triebachse
F <sub>UV</sub>	kp	Umfangskraft an der Vorderachse
F <sub>UH</sub>	kp	Umfangskraft an der Hinterachse
g	m/s <sup>2</sup>	Erdbeschleunigung
h <sub>B</sub>	mm	Bordwandhöhe
h <sub>K</sub>	mm	Höhe des Kupplungspunktes über der Fahrbahn
h <sub>L</sub>	mm	Beladehöhe über der Fahrbahn
h <sub>S</sub>	mm	Höhe des Schwerpunktes des Zugmittels über der Fahrbahn
h <sub>SW</sub>	mm	Höhe des Schwerpunktes des Anhängers über der Fahrbahn
K <sub>FK</sub>	M/h · Stück	Kosten der Fahrzeugkombination
K <sub>H</sub>	M/h	Kosten für Anhänger
K <sub>L</sub>	M/h	Kosten für lebendige Arbeit
K <sub>SHA</sub>	M/h	Kosten für Schwerhäckelaufbau
K <sub>T</sub>	M, t	Transportkosten
K <sub>Z</sub>	M/h	Kosten für Zugmittel
k <sub>T</sub>	%	Auslastungsfaktor
l <sub>W</sub>	mm	Abstand zwischen Kupplungspunkt u. Radachse des Einachsanhängers
l <sub>K</sub>	mm	Abstand zwischen Kupplungspunkt u. Hinterachse des Zugmittels
l <sub>R</sub>	mm	Radstand des Zugmittels
l <sub>S</sub>	mm	Abstand des Schwerpunktes des Zugmittels von der Vorderachse
l <sub>SW</sub>	mm	Abstand des Schwerpunktes des Einachsanhängers von der Radachse
l	—	Konstante
m <sub>W</sub>	t	Anhängergesamtmasse
m <sub>WT</sub>	t	theoretisch mögl. Anhängergesamtmasse
m <sub>Z</sub>	t	Zugmittelgesamtmasse
m <sub>0</sub>	t	Leermasse
m <sub>e</sub>	t	effektive Lademasse
m <sub>N</sub>	t	Nutzmasse
n <sub>E</sub>	Stück	Erntemaschinenanzahl
n <sub>F</sub>	Stück	Fahrzeuganzahl
R <sub>V</sub>	mm	Vorderradhalbmesser des Zugmittels
R <sub>H</sub>	mm	Hinterradhalbmesser des Zugmittels
R <sub>W</sub>	mm	Radhalbmesser des Anhängers
s	km	Entfernung
T <sub>B</sub>	min	Beladezeit
T <sub>b</sub>	min	bedarfsbestimmende Zeit
T <sub>E</sub>	min	Entladezeit
T <sub>F</sub>	min	Fahrzeit
T <sub>HV</sub>	min	Hilfs- und Verlustzeit
v	km/h	Fahrgeschwindigkeit
V <sub>P</sub>	m <sup>3</sup>	Pritschenvolumen
W <sub>E</sub>	ha/h	Flächenleistung einer Erntemaschine
α	Grad	Steigungswinkel
μ <sub>K</sub>	—	Kraftschlußbeiwert
μ <sub>KV</sub>	—	Kraftschlußbeiwert der Vorderräder
μ <sub>KH</sub>	—	Kraftschlußbeiwert der Hinterräder

Bild 5  
Maximale Lademassen der Transportmittelkombinationen beim Feldtransport von Zuckerrüben unter verschiedenen Einsatzbedingungen:  
1 ohne Anhänger,  
2 mit Anhänger,  
Lademassee  
W 50 = 4,2 t

Zugmittel	Transportmittelkombination	Anhänger		Steigung %	normale bis gute Einsatzbedingungen											Auslastungsfaktor kf %	schlechte bis schwierige Einsatzbedingungen										Auslastungsfaktor kf %	
		Anzahl	Typ		maximale Lademassee												maximale Lademassee											
					4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		15	1	2	3	4	5	6	7	8	9		10
MTS-50	1R	1	HW60.11	0	5,2												100	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	33
				7	5,2														100									
ZT 300	2R	1	HW60.11	0	5,2											100	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	65-61,5	
				7	5,2													100	<0,1									
	3R	2	HW60.11	0										10,4		100	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	4	
				7												6,75-10,1		65-97										
	4R	1	HW80.11	0						7,5						100	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	31	
				7							7,5						100											
5R	2	HW80.11	0											15,0	100	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0		
			7												4,95-8,3		33-55											0
6R	1	T 088	0						7,0						100	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	33-100		
			7							7,0						100												13
ZT 303	7R	1	HW60.11	0	5,2										100	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	50-100		
				7	5,2												100											
	8R	2	HW60.11	0										10,4	100	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	46		
				7												9,7-10,4		93-100										
	9R	1	HW80.11	0						7,5					100	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	23-64		
				7							7,5					100												
10R	2	HW80.11	0											15,0	100	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	6		
			7												7,9-11,7		53-78											0
11R	1	T 088	0						7,0					100	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	74-100			
			7							7,0					100													8-44
W50LA/Z SK 5N0	12R	1	HW60.11	0									9,4 <sup>2)</sup>	100	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	44,5-51			
				7											9,4 <sup>2)</sup>	100												-
	13R	1	HW80.11	0									11,7 <sup>2)</sup>	100	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	36			
				7									10,2-11,7 <sup>2)</sup>	80-100												-		

Ebene } Lademassen  
 Hang }

Ebene } möglicher Schwankungsbereich der Lademassen für den angegebenen  $\mu_k$ -Bereich  
 Hang }

Zugmittel	Transportmittelkombination	Anhänger		Steigung %	normale bis gute Einsatzbedingungen											Auslastungsfaktor kf %	schlechte bis schwierige Einsatzbedingungen										Auslastungsfaktor kf %
		Anzahl	Typ		maximale Lademassee												maximale Lademassee										
					4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		15	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
MTS-50	1B	1	HW60.11 m.SHA 6	0	5,0											100	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	<26
				7	5,0												100										
ZT 300	2B	1	HW60.11 m.SHA 6	0	5,0										100	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	<56	
				7	5,0											100											
	4B	1	HW80.11 m.SHA 8	0						6,6					100	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	<26	
				7							6,6					100											
6B	1	T 088 m.F.997	0						7,0					100	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	24-100		
			7							7,0					100												
ZT 303	7B	1	HW60.11 m.SHA 6	0	5,0										100	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	44-100	
				7	5,0											100											
	9B	1	HW80.11 m.SHA 8	0						6,6					100	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	16,6-63,6	
				7							6,6					100											
11B	1	T 088 m.F.997	0						7,0					100	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	64,4-100		
			7							7,0					100												
W50LA/Z SK 5N0 mit SHA 16	12B	1	HW60.11 m.SHA 6	0									9,0 <sup>1)</sup>	100	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	37,7-39		
				7											9,0 <sup>1)</sup>	100											
	13B	1	HW80.11 m.SHA 8	0									10,6 <sup>1)</sup>	100	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	37,7		
				7									9,2-10,6 <sup>1)</sup>	100-87												0	

Ebene } Lademassen  
 Hang }

Ebene } möglicher Schwankungsbereich der Lademassen für den angegebenen  $\mu_k$ -Bereich  
 Hang }

Bild 6  
Maximale Lademassen der Transportmittelkombinationen beim Feldtransport von Zuckerrübenblatt unter verschiedenen Einsatzbedingungen;  
1 Lademassee  
W 50 = 4,0 t,  
2 ohne Anhänger,  
3 mit verringerter  
Lademassee

Zur quantitativen Charakterisierung dieser Einsatzbedingungen dienen die fahrmechanischen Grenzwerte in Tafel 4. Sie sind Ergebnisse von Messungen bzw. Berechnungen nach Angaben der Literatur.

Von Hofmann /2/ wurden Kraftschlußbeiwerte entnommen, die mit dem Reifen 18.4/15:30 AS gemessen wurden. Kraftschlußbeiwerte von Reifen anderer Abmessungen sind nach Angaben von Bock /3/ berechnet worden. Für Untersuchungen am LKW W 50 wurden außerdem Meßergebnisse von Zaunmüller /4/ berücksichtigt. Die Angabe der Kraftschlußbeiwerte in Form von Bereichen läßt eine Aussage über die Abhängigkeit der maximalen Lademassen bei geringer Änderung der Einsatzbedingungen zu.

Die Rollwiderstandsbeiwerte wurden in Abhängigkeit von Radlast, Reifendurchmesser und Reifenbreite nach der Formel von Bernstein errechnet. Dabei wird der Einfluß der Fahrbahn durch den  $K$ -Wert berücksichtigt /5/. Diese Methode gewährleistet, daß alle Transportmittelkombinationen unter gleichen Voraussetzungen fahrmechanisch untersucht werden können, da für alle der gleiche  $K$ -Wert zugrunde gelegt wird. Dynamische Radlaständerungen wurden bei der Berechnung des Rollwiderstandsbeiwerts nicht berücksichtigt.

Die Untersuchungen wurden für den Einsatz der Transportmittelkombinationen in der Ebene und am Hang (max. Steigung 7 Prozent) /6/ durchgeführt.

In den Bildern 1, 2 und 3 sind Zugmittel und Anhänger mit den äußeren Kräften dargestellt.

Die Gleichgewichtsbeziehungen an Zugmittel und Anhänger liefern die in Bild 4 zusammengestellten Bestimmungsgleichungen für die theoretisch mögliche Gesamtmasse der Anhänger in Abhängigkeit von der Gesamtmasse der Zugmittel.

Subtrahiert man von der theoretisch möglichen Gesamtmasse des Anhängers seine Eigenmasse, dann erhält man dessen theoretisch mögliche Lademasse. Sie wird mit der effektiven Lademasse verglichen. Ist die theoretisch mögliche Lademasse größer als die effektive Lademasse, dann ist die effektive Lademasse gleichzeitig die maximale Lademasse. Ist sie jedoch geringer als die effektive Lademasse, dann wird die theoretisch mögliche Lademasse maximale Lademasse.

Mit den Zahlenwerten der Tafel 3 und den fahrmechanischen Grundwerten der Tafel 4 erhält man die maximalen Lademassen der Fahrzeugkombinationen (Bilder 5 und 6).

Weil die Einsatzbedingungen z. T. als Bereiche angegeben wurden (s. Tafel 4), erhält man bei verschiedenen Transportmittelkombinationen ebenfalls Bereiche für die maximale Lademasse. Die Grenzen repräsentieren extreme Bedingungen der Rübenerte.

Eine Besonderheit ist bei den Zugmitteln mit Einachsanhängern zu beachten. Durch die Sattellast des Einachsanhängers wird die Adhäsionsmasse des Zugmittels verändert. Bei der Untersuchung wurden zwei Einsatzfälle berücksichtigt:

— Mit zunehmender maximaler Anhängermasse nehmen Sattellast und Adhäsionsmasse des Zugmittels zu. So könnten bei guten Kraftschlußbedingungen erhebliche Lademassen transportiert werden. Die maximale Lademasse ist aber dann erreicht, wenn sich der Einachsanhänger mit der für das Zugmittel zulässigen Sattellast am Zugmittel abstützt. Zur Berechnung dieser maximalen Lademasse wird die zulässige Sattellast des Zugmittels eingesetzt. Dieser Einsatzfall tritt bei normalen bis guten

Einsatzbedingungen auf, wenn wegen des genügend großen Kraftschlußbeiwerts hohe Zugkräfte vom Zugmittel aufgebracht werden können.

— Die zulässige Sattellast wird wegen zu geringer maximaler Lademasse nicht erreicht. Zur Ermittlung dieser maximalen Lademasse ist daher die Abhängigkeit zwischen Sattellast und Beladungszustand des Einachsanhängers zu berücksichtigen. Ein solcher Einsatzfall tritt dann ein, wenn wegen des geringen Kraftschlußbeiwerts nur geringe Anhängermassen transportiert werden können.

Bei den allradgetriebenen Zugmitteln wurde vorausgesetzt, daß die Triebachsen durch ein starres Triebwerk verbunden sind. Das ist beim Traktor ZT 303 der Fall, da der Vorderachsantrieb bei Überschreiten von 6 Prozent Schlupf über einen Klemmrollenfreilauf zugeschaltet wird /7/. Für den LKW W 50 haben demnach die angegebenen Beziehungen nur bei gesperrtem Längsdifferential (Differential im Verteilergetriebe) Gültigkeit. Unterschiede in den Triebraddurchmessern, hervorgerufen durch unterschiedlichen Verschleiß oder verschiedene Luftdrücke, wurden nicht berücksichtigt. Beim Solobetrieb des allradgetriebenen Zugmittels wurden folgende Einsatzfälle beachtet:

— Das Zugmittel ist voll beladen. Für den dazu erforderlichen Kraftschlußbeiwert gilt die in Bild 4 unter VI angegebene Beziehung. Dieser Kraftschlußbeiwert muß kleiner oder gleich dem lt. Einsatzbedingung vorhandenen Kraftschlußbeiwert sein, wenn eine gleichförmige Bewegung möglich sein soll.

— Der vorhandene Kraftschlußbeiwert ist kleiner als der im Bild 4 unter VI geforderte. Eine gleichförmige Bewegung des voll beladenen Fahrzeugs ist daher nicht möglich. Bei Verringerung der Lademasse nehmen die Rollwiderstandsbeiwerte ab, da der Rollwiderstandsbeiwert auch eine Funktion der Radlast ist /5/. Infolgedessen kann bei einem bestimmten Ladezustand Beziehung VI wieder erfüllt werden. Im Bild 4 ist diese verringerte Lademasse als zugeschnittene Größengleichung unter VII angegeben.

In den Bildern 5 und 6 ist ein Auslastungsfaktor angegeben. Als Auslastungsfaktor wurde der Quotient aus maximaler Lademasse und effektiver Lademasse definiert. Er gibt demnach den Beladungszustand des Transportmittels an.

#### Literatur

- /1/ —: Umfangskräfte an der Triebachse beim Rodelader unter den Bedingungen der DDR. ILT Leipzig, 2. Dez. 1970 Ro/Bö, unveröffentlicht
- /2/ Hofmann, K.: Fahrmechanischer Vergleich verschiedener Traktorkonstruktionen. Habilitation an der TU Dresden vom 16. Juli 1969
- /3/ Bock, G.: Feldversuche über die Zugfähigkeit von Ackerschlepperreifen. Grundlagen der Landtechnik (1952) H. 3 (10. Konstrukteurheft)
- /4/ Zaunmüller, G.: Untersuchung der freien Zugkräfte des LKW W 50 mit Laufwerksvarianten auf landwirtschaftlichen Fahrbahnen. Bericht des VEB Traktorenwerk Schönebeck, Abt. Forschung vom 18. Nov. 1966
- /5/ Söhne, W.: Wechselbeziehungen zwischen Fahrzeuglaufwerk und Boden beim Fahren auf unbefestigter Fahrbahn. Grundlagen der Landtechnik (1961) H. 13, S. 21
- /6/ —: Studienentwurf „Selbstfahrende Landmaschinen“. Institut für Landmaschinentechnik vom 30. Juni 1968 VVS-LR 1/24-137/68
- /7/ —: Erprobung ZT 303. Versuchsbericht 26/70 des VEB Traktorenwerk Schönebeck A 8874/I

(Fortsetzung folgt)