

29

Deutsche Demokratische Republik
Ministerium für Land-, Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft
ZENTRALE PRÜFSTELLE FÜR LANDTECHNIK POTSDAM-BORNIM

Prüfbericht - Nr. 40

Radtraktor ZT 325 für Hangeinsatz
Hersteller: VEB Traktoren- und Dieselmotorenwerk Schönebeck,
Betrieb des Kombinates Fortschritt Landmaschinen



Radtraktor ZT 325

Bearbeiter: Dipl.-Ing. E. Stieglitz
DK-Nr.: 631.372:629.114.2.001.4

Gr.-Nr.: 1 c

Potsdam-Bornim 1985

1. Beschreibung

Der für den Einsatz in Hanglagen hergestellte Traktor ZT 325 ist eine Modifikation des vom VEB Traktoren- und Dieselmotorenwerk Schönebeck hergestellten Grundtyps ZT 320 (Prüfbericht Nr. 36 der Zentralen Prüfstelle für Landtechnik Potsdam-Bornim). Gleichzeitig stellt er die modernisierte Form des vom gleichen Hersteller für den Einsatz in Hanglagen bereits hergestellten Traktors ZT 305 dar, dessen Daten und Begutachtungsergebnisse im vorliegenden Bericht erwähnt werden.

Der Traktor ZT 325 unterscheidet sich von der vierradgetriebenen Modifikation des Grundtyps ZT 323 durch:

- Ausrüstung der Hinterachse mit gleichgroßen Zwillingsrädern unter Verwendung von Zwischenstücken mit 500 mm Länge
- Anbau einer Überbreitenkennzeichnung mit Beleuchtung
- Sonderausrüstungen der elektrischen Anlage zur Überbreitenkennzeichnung
- veränderte Ölansaugung und höhere Öleinfüllmenge im Schmier-system des Antriebsmotors

Mit Ausnahme verstärkter Radnaben an der Hinterachse werden im Traktor die gleichen Hauptbaugruppen, wie Motor, Getriebe, Achsen, Lenkung, Bremsen und Aggregatierungselemente, verwendet wie im vierradgetriebenen Grundtyp ZT 323.

Für die Durchführung der Arbeiten seines spezifischen Aufgaben-gebietes wird der Traktor serienmäßig mit folgendem Ausrüstungs-umfang eingesetzt:

- Hubkupplung für Aufsattelanhänger
- druckloser Ölrücklauf für den Antrieb von Hydromotoren
- hydraulische Mengenregelung
- 3. Steuereinheit der Hydraulikanlage für freie Anschlüsse
- freier Außenanschluß für den Steuerkreislauf ($10 \text{ dm}^3/\text{min}$).

Dieser Ausrüstungsumfang betrifft auch den bisher hergestellten Traktor ZT 305, der darüber hinaus noch mit einigen vom Grundtyp abweichenden Baugruppen versehen war, die beim Nachfolgetyp ZT 325 bereits zur Grundausrüstung gehören, wie z. B. Reifen-ausrüstung und die gebremste, mit verstärkten Doppelgelenk-wellen angetriebene Vorderachse.

Durch den Anbau gleichgroßer Zwillingsräder verändert sich der Hangeinsatzgrenzwinkel der Traktoren von 17° (30 %) beim Grund-

typ auf 24° (45 %).

Hauptaufgabengebiet der Traktoren mit gleichgroßen Zwillingsrädern ist die Durchführung der Arbeiten zur Erneuerung und Pflege des Graslandes in den extremen Hanglagen mit Neigungen von 30 bis 45 %. Dafür wird ein für diese Aufgaben entwickeltes Maschinen- und Gerätesystem bereitgestellt, das auf Zug- und Leistungsfähigkeit der Traktoren ZT 305 und ZT 325 abgestimmt ist.

Technische Daten:

- Hauptabmessungen		ZT 305	ZT 325
Länge, mit vorderen Ballastmassen	mm	4850	4850
Breite, normal bei Spurweite von 1766 mm	mm	2230	2250
mit Zwillingsrädern	mm	3170	3270
Höhe, Kabinendach, Abgesrohr	mm	2685/2840	2860/2990
Radstand	mm	2790	2790
Spurweite			
Vorderachse	mm	1850	1860
Hinterachse			
innere Räder	mm	1770	1770
äußere Räder	mm	2690	2795
- Massen und Achslasten			
betriebsfertig, ohne Fahrer, im Rüstzustand für die Graslandbewirtschaftung in Hanglagen mit allen vorderen, ohne hintere Ballastmassen			
. ohne Zwillingsräder			
Gesamtmasse	kg	5790	6050
Anteil Vorderachse	kg(%)	2540(43,9)	2810(46,4)
Anteil Hinterachse	kg(%)	3250(56,1)	3240(53,6)
. mit Zwillingsrädern			
Gesamtmasse	kg	6300	6750
Anteil Vorderachse	kg(%)	2540(40,3)	2880(42,7)
Anteil Hinterachse	kg(%)	3760(59,7)	3870(57,3)
- Hauptbaugruppen Motor, Getriebe, Achsen, Lenkung, Aggregatierungelemente: siehe			
für ZT 305	Prüfbericht Nr. 24,	ZT 303	
für ZT 325	Prüfbericht Nr. 36,	ZT 323	

- Fahrgeschwindigkeitsabstufung, vorwärts
für Motordrehzahl $n = 1800 \text{ min}^{-1}$ und Triebbradradius von 760 mm

			ZT 305	ZT 325
Gruppe I	1. Gang	km/h	3,21	1,83
	2. Gang	"	5,01	3,21
	3. Gang	"	7,94	5,01
	4. Gang	"	-	7,94
Gruppe II	1. Gang	"	3,99	2,27
	2. Gang	"	6,23	3,99
	3. Gang	"	9,88	6,23
	4. Gang	"	-	9,88
Gruppe III	1. Gang	"	12,41	7,07
	2. Gang	"	19,36	12,41
	3. Gang	"	30,69	19,36
	4. Gang	"	-	30,69

- Reifenausrüstung

• Vorderachse		ungefederte Pendelachse, angetrieben, gebremst, gelenkt		
Reifendimension		16-20 MPT, 10PR, Profil A19		
Innendruck		kPa	150	
Tragfähigkeit Rad/Achse		kN(kp)	19,12(1950)	38,25(3900)
Ausnutzung durch stationäre Vorderachslast		%	65	72
• Hinterachse		ungefederte, starre Achse, angetrieben, gebremst		
Reifendimension		18.4-34, 14PR	18.4-34, 10PR oder 18.4R34, 10PR ^{x)}	
Profil		A7	A15	
Innendruck				
mit Einzelrädern		kPa	150	150
mit Zwillingrädern		kPa	150	120
Tragfähigkeit der Reifen				
mit Einzelrädern		20 km/h	kN	31,48
		30 km/h	kN	26,23
mit Zwillingrädern		20 km/h	kN	25,18
		30 km/h	kN	20,98
Ausnutzung durch stationäre Hinterachslast (Zwilling)		%	61	61
		%	44	52

x) perspektivisch vorgesehen

- Zusatzausrüstung der hydraulischen Anlage

Steuergerät	dreifache Wegeventilkombination 1 Wegeventil für Kraftheber 2 freie doppelwirkende Außenanschlüsse
für Hydromotorbetrieb	Mengenregelung druckarmer Ölrücklauf

- Zusatzausrüstung der elektrischen Anlage

2 St. Blink-, Brems-, Schluß- und Kennzeichen- leuchten hinten	an Oberbreitenkennzeichnung mit Anschluß über
2 St. Blink- und Begrenzungs- leuchten vorn	Sondersteckdose

2. Prüfergebnisse

2.1. Funktionsprüfung

- Baugruppen der Energieerzeugung und Übertragung

- Funktionsuntersuchungen am Motor wurden nicht durchgeführt. In den Traktoren wird der Motor 4VD14,5/12-1SRW verwendet, dessen Leistungs- und Verbrauchskennwerte der Prüfbericht Nr. 36 über die Prüfung des Traktors ZT 320/323 enthält.
- Die Geschwindigkeitsabstufung des Traktors ZT 305 mit Bereifung 16-20 MPT vorn und 18,4-34 AS hinten und die des Traktors ZT 325 mit der gleichen Bereifung ist auf Bild 1 dargestellt.
- Hydraulik und Kraftheber wurden nicht untersucht, Abmessungen und Hubkräfte sind die gleichen wie an den jeweiligen Grundtypen der Traktoren. Bei Anbau des Zusatzhubzylinders am ZT 325 für den Einsatz mit dem Aufsattelbeetpflug B 173 erhöht sich die Hubkraft.

- Hangeinsatzgrenzen

Die Bestimmung der statischen Kippwinkel auf einer dafür geeigneten kippbaren Plattform und die aus den Meßwerten durchzuführende Berechnung der Hangeinsatzwinkel erfolgte nach TGL 24626/07 und unter Berücksichtigung der ab 7/1987 verbindlichen TGL 30120/02, die eine Übernahme des Standards RGW 3921-82 darstellt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 für den Traktor ZT 305 und in Tabelle 2 für den Traktor ZT 325 dargestellt.

Tabelle 1

Kippwinkel und Hangeinsatzgrenze des Traktors ZT 305
nach TGL 24626/07

Rüstzustand	statischer Kippwinkel °	dynamischer Kippwinkel (Hangeinsatzgrenze) Winkel °	Neigung (%)
einfach bereift 18,4-34AS,14PR hinten 16-20MPT,10PR vorn Reifendruck 150 kPa	35	19,2 17,5	35 31,5 1)
zwillingsbereifte Hinterachse 2 St. 18,4-34AS,14PR hinten 16-20MPT,10PR vorn Reifendruck 150 kPa	47	28 23,5	53 43 1)

1) nach TGL 30120/02, verbindlich ab 1987

Tabelle 2

Kippwinkel und Hangeinsatzgrenze des Traktors ZT 325
nach TGL 24626/07

Rüstzustand	statischer Kippwinkel °	dynamischer Kippwinkel (Hangeinsatzgrenze) Winkel °	Neigung (%)
einfach bereift 18,4-34AS,10PR hinten 16-20MPT,10PR vorn Reifendruck 150	37	20 18,5	37 33 1)
zwillingsbereifte Hinterachse 2 St. 18,4-34AS,10PR hinten Reifendruck 120 kPa 16-20MPT,10PR vorn Reifendruck 150 kPa	46	27 23	51 42 1)

1) nach TGL 30120/02, verbindlich ab 1987

Tabelle 3

Richtwerte für maximal zulässige Fahrgeschwindigkeiten
bei Arbeiten in Hanglagen nach TGL 30120/02

Hangeinsatzgrenze Winkel °	Neigung %	max. zulässige km/h	Geschwindigkeit m/s
> 6	> 10	18	5,00
> 10	> 18	12	3,33
> 14	> 25	7	1,94
> 17	> 30	5	1,39

In Übereinstimmung mit TGL 30120/02 und den Empfehlungen des Herstellers ist beim Einsatz in Hanglagen die in Tabelle 3 genannte maximal zulässige Fahrgeschwindigkeit einzuhalten. Hänge mit mehr als 17° (30 %) Neigung, die überwiegend als Wiesen und Weiden genutztes Grasland sind, sollen nur im trockenen und leicht feuchten Zustand bei griffiger Fahrbahnoberfläche und möglichst mit gesperrten Ausgleichsgetrieben der Achsen befahren werden.

Das Bild 2 zeigt die Veränderung der Masseverteilung auf Achsen bzw. Räder in Abhängigkeit von der zu befahrenden Hangneigung für den Rüstzustand mit Zwillingerrädern.

- An- und Abbau der Zwillingerräder

Die Befestigung der Zwillingerräder über Zwischenstücke, durch die die beiden Radscheiben auf die erforderliche Distanz gebracht werden, ist zeit- und arbeitsaufwendig. Es wurden folgende Aufwendungen für An- und Abbau der Zwillingerräder mit 2 Arbeitskräften ermittelt:

. Abbau der 6 Ballastmassen von den Hinterrädern	11 min
. Anbau der 2 Zwillingerräder	<u>84 min</u>
Summe	95 min
. Abbau der 2 Zwillingerräder	73 min
. Anbau der 6 Ballastmassen an die Hinterräder	<u>12 min</u>
Summe	85 min

Dieser unter optimalen Bedingungen ermittelte Aufwand ist zu hoch und verhindert häufig die operative Verwendung der Zwillingerräder zur Bearbeitung extremer Hanglagen bzw. zur bodenschonenden Saatbettbereitung und Aussaat.

- Zugfähigkeit

Auf Grasland im abgeweideten Zustand sind Zugkraftmessungen in der Ebene und in Hanglagen bis 24° Neigungswinkel in Schicht- und Steiglinie durchgeführt worden. Die Ergebnisse sind auf Bild 3 als Zugkraft-Schlupf-Kurven dargestellt. Die Messungen wurden mit dem Traktor ZT 305 durchgeführt, sind aber ohne Einschränkung auf den ZT 325 übertragbar. In die Messungen wurde ein serienmäßiger Traktor ZT 303 mit Bereifung 12,5-20MPT vorn und Zwillingerrädern 18,4-30AS,8PR hinten einbezogen.

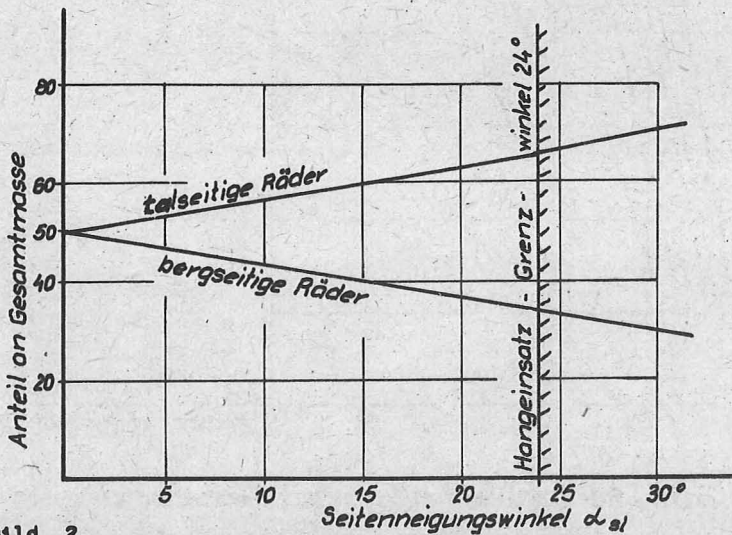
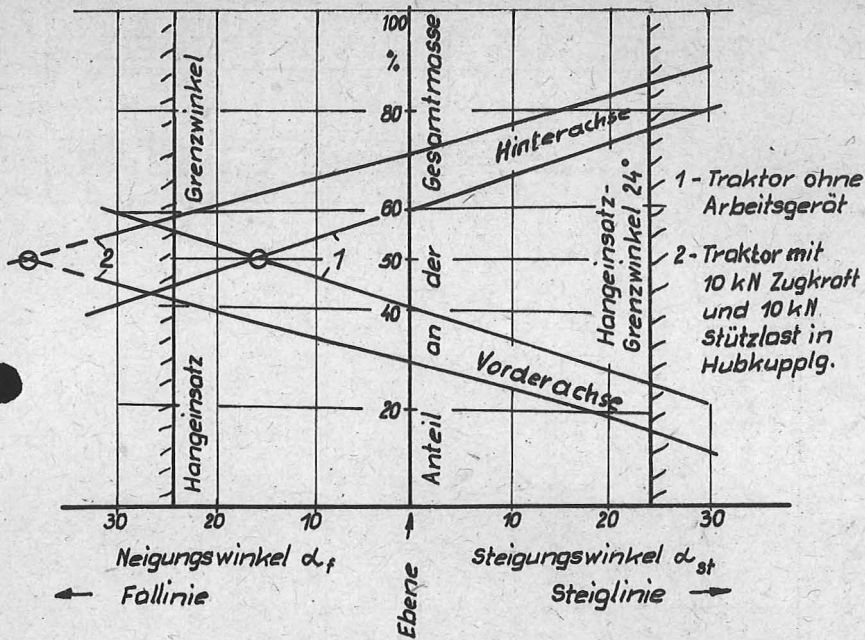


Bild 2

Veränderung der Massenverteilung des Traktors beim Einsatz am Hang, ZT 305 und ZT 325

Traktorentyp	Schichtlinie	Steiglinie
ZT 303 Zwilling 18.4 - 30	o	•
ZT 305 und ZT 325	Δ	▲

Hangneigung	Ebene	11°	17°	24°
Nr.	1	2	3	4

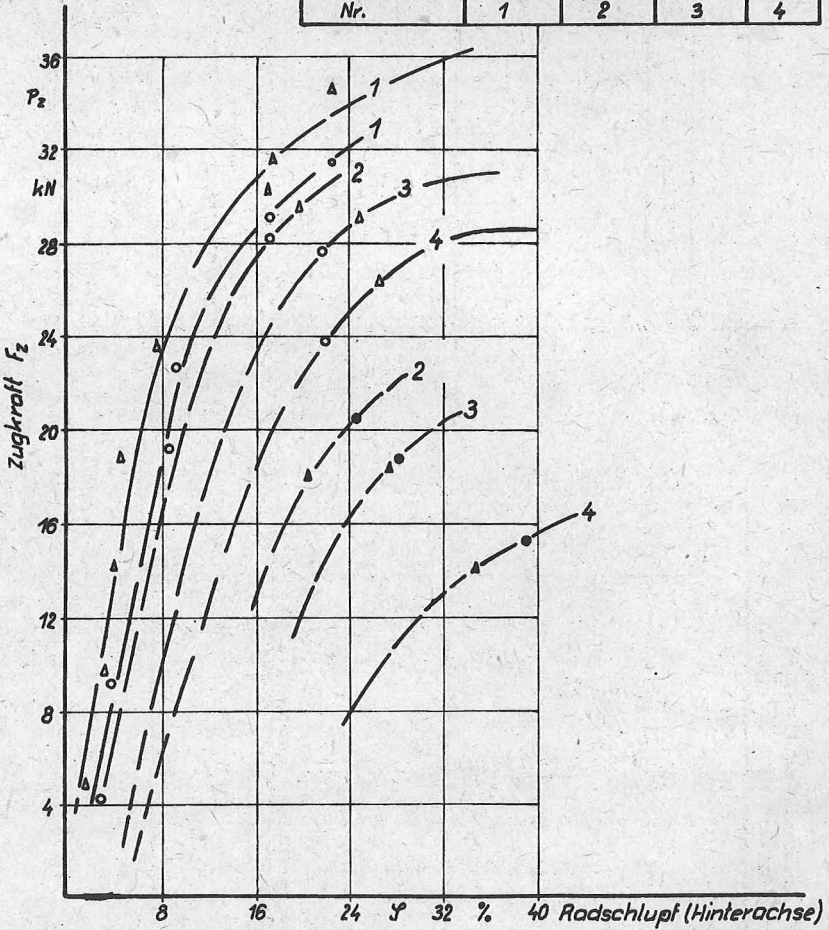


Bild 3

Zugkraft - Schlupfverhalten auf Grasland

Traktoren ZT 303, ZT 305 und ZT 325

mit Zwillingrädern

Das Bild 4 zeigt die Zugleistung und den spezifischen Kraftstoffverbrauch des Traktors ZT 325 im 3. Gang der I. Gruppe, $v = 5,01$ km/h, auf Grasland in der Ebene sowie bei 17° und 24° Hangneigungswinkel (30 % und 45 % Neigung) in der Schichtlinie. Außerdem ist auf Bild 5 die Abnahme von Zugkraft und Zugleistung sowie die Zunahme des spezifischen Kraftstoffverbrauches in Abhängigkeit von der Hangneigung für die Arbeit in Steiglinie dargestellt.

- Reifenuntersuchungen

Beim Einsatz zur Graslanderneuerung mit einer Scheibenegge (3,5 m Arbeitsbreite) bei 17° bis 19° Hangneigung (30 % bis 5 %) in Schichtlinie wurden Radschlupfmessungen an den Hinterrädern bei deren Ausrüstung mit 14PR-Diagonalreifen und 10PR-Radialreifen durchgeführt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 4 zusammengestellt.

Tabelle 4

Messungen des Radschlupfes am Hang bei unterschiedlicher Reifenausrüstung der Hinterachse des Traktors ZT 325A

Hinterradbereifung	Fahrbahn		
	I trocken	II feucht	
18,4-34, 14 PR Zwilling Pneumant (Diagonalreifen)			
Schlupf bergseitiger Räder	%	9,20	17,60
" talseitiger Räder	%	2,60	5,20
" Mittelwert	%	5,90	11,40
18,4R34, 10 PR Zwilling Pneumant (Radialreifen)			
Schlupf bergseitiger Räder	%	5,30	11,00
" talseitiger Räder	%	5,60	11,70
" Mittelwert	%	5,45	11,35
18,4R34, 10 PR Zwilling Vergleichserzeugnis (Radialreifen)			
Schlupf bergseitiges Rad	%	7,50	12,10
" talseitiges Rad	%	2,80	9,70
" Mittelwert	%	5,15	10,90
Hangneigung: 17° bis 19° (30 % bis 35 %)			
schlupflose Fahrgeschwindigkeit: 6,23 km/h			

Die Ergebnisse zeigen, daß der mittlere Schlupf bei nicht gesperrtem Differential unter den gegebenen Bedingungen nicht

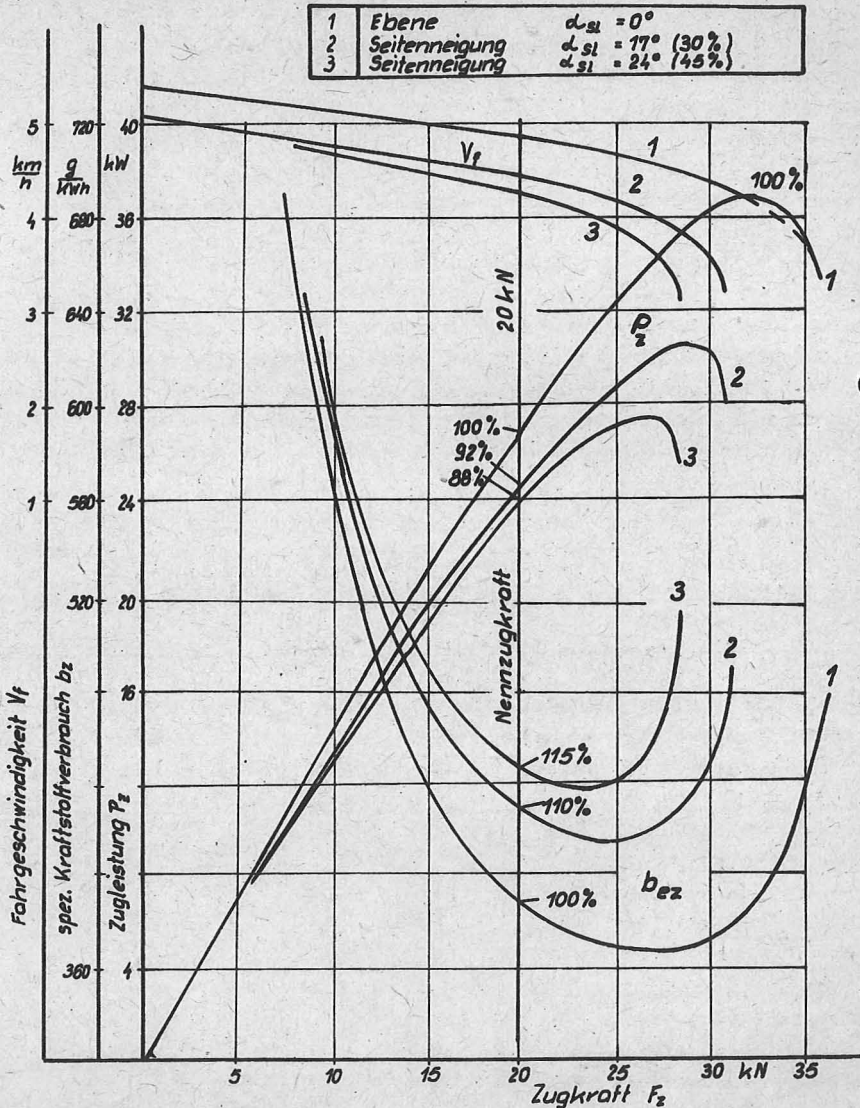


Bild 4
 Zugleistung und spezifischer Kraftstoffverbrauch
 auf Grasland im 3.Gang, Gruppe II (ZT305 2.Gg. Gr.I)
 Traktor ZT 325 und ZT 305

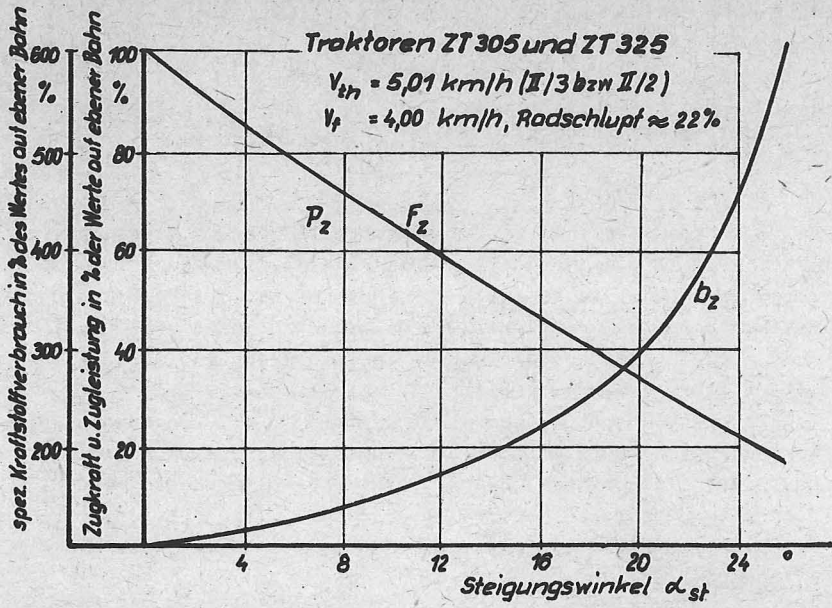


Bild 5
 Veränderung von Zugkraft, Zugleistg. und spez. Verbrauch in Abhängigk. vom Steigungswinkel

α - Hangneigungswinkel
 β - Winkel der Arbeitsrichtung zur Steiglinie

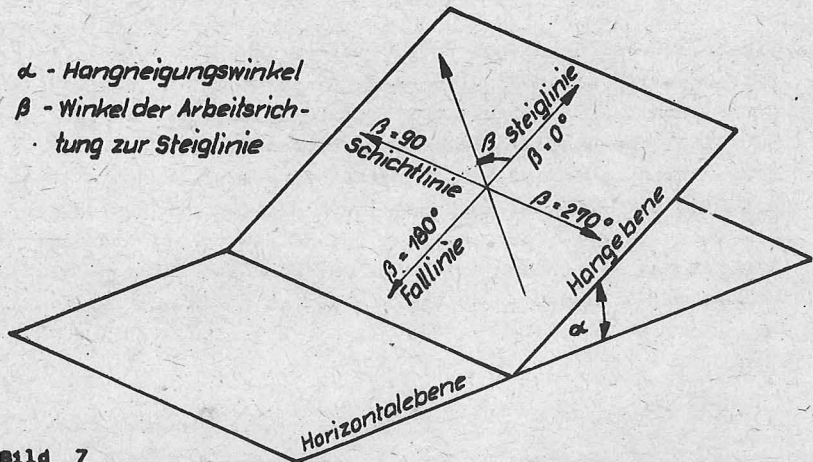


Bild 7
 Mögliche Arbeitsrichtungen von Traktoren in Hanglagen

durch den Reifen verändert wird. Bei den Diagonalreifen tritt aber eine große Schlupfdifferenz zwischen den berg- und talseitigen Rädern auf, bei den Radialreifen dagegen nicht. Dies bedeutet, daß der Radialreifen auch ohne Sperrung des Ausgleichgetriebes sicherer fährt und die Grasnarbe schont.

- zulässiger Radschlupf

Aus Erfahrungswerten, die durch Beobachtungen und Messungen während der Prüfungen der Traktoren bestätigt wurden, ist ein Triebradschlupf von mehr als 20 % nur bei Bodenbearbeitung und Saatbettbereitung zur Graslanderneuerung zulässig. Bei diesem Radschlupf treten Beschädigungen der Grasnarbe auf. Dies ist bei allen Arbeiten zur Graslandpflege einschließlich Pflanzenschutz, Düngung und Ernte nicht zulässig. Die Zusammenstellung der Aggregate hinsichtlich ihres Zugkraftbedarfes muß dies berücksichtigen, indem Zugkräfte über 15 kN vermieden werden, denn bei Hangneigungen über 17° treten in Steiglinie oder bei anteiliger Steiglinie erhebliche Radumfangkräfte durch den Steigungswiderstand der Aggregate auf.

- Bodenbelastung

Durch das Anbringen gleichgroßer Zwillingeräder ergibt sich bei Saatbettbereitung und Aussaat, nicht nur in extremen Hanglagen, sondern unter allen Bedingungen, die positive Nebenwirkung einer Verminderung der Bodenbelastung. Die beim Befahren eintretende Verdichtung des Bodens ist geringer, und die Voraussetzungen für ein optimales Pflanzenwachstum sind besser; die Bodenfruchtbarkeit wird nicht beeinträchtigt. Das Bild 6 verdeutlicht die Abhängigkeit des mittleren Druckes in der Aufstandsfläche für Einzel- und Zwillingeradausrüstung in Abhängigkeit von der Radlast. Dabei ist auch die für den Radtraktor ZT 325 zugelassene Verminderung des Reifeninnendruckes auf 120 kPa bei Ausrüstung mit Zwillingerädern berücksichtigt, ebenso die Verwendung von weichen Reifen mit PR-Ziffer 10 anstelle von 14 sowie die zukünftige Verwendung von 10PR-Radialreifen.

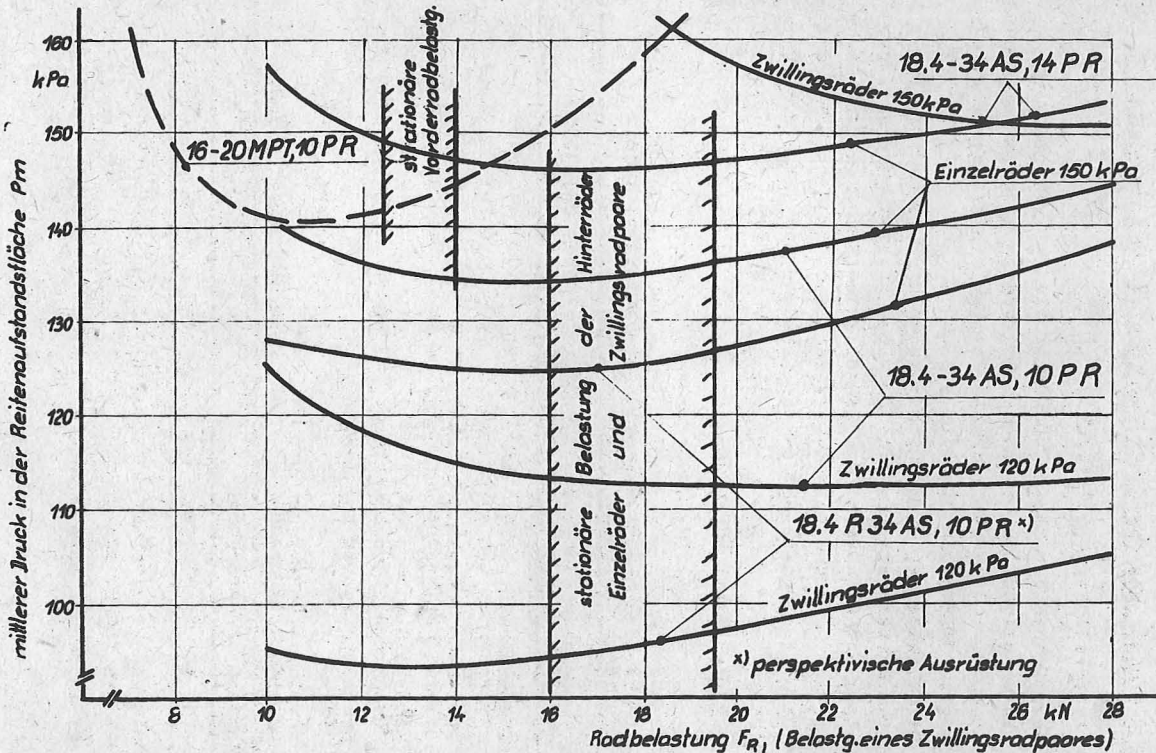


Bild 6
 Bodenbelastung durch die Traktoren ZT 305 und ZT 325

2.2. Prüfungen zum Gesundheits-, Arbeits- und Brandschutz

- Umsturzfestigkeit der Kabine

Der Grundrahmen der Kabine für den Traktor ZT 325 wurde den nach international verbindlichen Prüfregeln vorgeschriebenen Belastungsversuchen zum Nachweis der Umsturzfestigkeit unterzogen (ST RGW 4764-84 bzw. ISO 3463-81).

Die Reihenfolge der Belastungsversuche und Größe der aufgebrachtten Belastungen sind in Tabelle 5 zusammengestellt; die Tabelle 6 enthält die an den Rahmen beider Kabinen nach Beendigung aller Versuche festgestellten bleibenden Verformungen. Für die Umsturzfestigkeit beider Kabinengrundrahmen wurden "Gutachten" nach den internationalen Vorschriften erarbeitet und dem Hersteller übergeben.

Tabelle 5

Belastungsversuche zum Nachweis der Umsturzfestigkeit der Kabinengrundrahmen

Lfd. Nr.	Belastungsversuch Art, Richtung	Belastungsgröße		
		Einheit	ZT 305	ZT 325
1	Pendelschlag von hinten dynamischer Schlagversuch	kJ	4,79 ^{x)}	22,48
2	vertikale Belastung hinten statischer Versuch	kN	116,1	133,4
3	Pendelschlag von vorn dynamischer Schlagversuch	kJ	4,79	5,12
4	Pendelschlag von der linken Seite	kJ	19,87	22,46
5	vertikale Belastung vorn statischer Versuch	kN	116,1	133,4
Grundmasse der Traktoren		kg	5920	6800
Radstand der Traktoren		mm	2790	2790

x) Beim Nachweis der Umsturzfestigkeit des Kabinenrahmens für den Traktor ZT 305 wurde zur Berechnung der Schlagenergie für diesen Versuch noch die RS 3589-73 genutzt.

Tabelle 6

Verformungen an den Kabinengrundrahmen nach Beendigung aller Versuche, gemessen an der Rahmenoberkante

Richtung	Meßstelle	Deformation	
		ZT 305	ZT 325
in Fahrtrichtung nach vorn	rechte	± 0	55
	linke	± 0	15
senkrecht zur Fahrtrichtung nach rechts	vorn	250	210
	hinten	190	225
vertikale Verschiebung nach unten	vorn rechts	450	50
	vorn links	310	50
	hinten rechts	80	20
	hinten links	110	35
max. seitliche elastische Verformung		240	250

Beide Kabinen haben die Forderungen nach Umsturzfestigkeit erfüllt, d. h.

- es wurden nach den Versuchen keine Brüche und Risse an den tragenden Bauteilen des Rahmens und an seinen Befestigungselementen zum Traktorfahrgerüst festgestellt,
- es sind keine elastisch oder plastisch deformierten Teile in die Schutzzone um den Fahrer eingedrungen.

- Hangneigungsmesser

Für das Befahren extremer Hanglagen mit Neigungswinkeln von 17° bis 24° (30 % bis 45 % Neigung) ist es aus Gründen der Arbeitssicherheit geboten, das Fahrzeug mit einem Anzeigegerät für die tatsächliche Hangneigung auszurüsten, das den Fahrer optisch und akustisch beim Erreichen kritischer Einsatzbedingungen informiert. Beim tatsächlichen Einsatz kann nicht nur in idealer Schicht-, Steig- oder Falllinie gearbeitet werden, sondern es muß jede Arbeitsrichtung nach Bild 7 irgendwann einmal gefahren werden. Sie besteht im Normalfall aus einer Überlagerung von Schicht- und Steig- oder Schicht- und Falllinie. Es ist deshalb erforderlich, daß ein derartiges Anzeigegerät die tatsächliche Hangneigung anzeigt und nicht nur die Neigung des Aggregates seitlich oder in Fahrtrichtung. In Anbetracht der beim Umsturz eines Aggregates nicht auszuschließenden Verletzungsgefahr für den Mechanisator, der hohen materiel-

len Schäden und der danach entstehenden Ausfallzeiten ist die Ausrüstung mit Hangneigungsanzeige erforderlich.

- Brandschutz

Die Traktoren sind unter Berücksichtigung der gültigen Bestimmungen des Brandschutzes hergestellt. Die Bedienanweisungen enthalten ausreichende Hinweise für den Mechanisator um brandschutzgerechten Verhalten bei der Bedienung.

- In den Traktoren sind Batterie-Hauptschalter eingebaut.
- Die Abgaskollektoren befinden sich unter der Motorverkleidung, brennbare Güter können sich darauf nicht ablagern.
- Die Abgasanlagen haben Funkensicherheit nach TGL 24626/31. Der Wirkungsgrad der Funkenlöschung beträgt beim ZT 305 (Zyklondämpfer, ET-Nr. 72 079321 2/0) 93 % und beim ZT 325 (Zyklondämpfer, ET-Nr. 1105 307351) 99 %.

Die Traktoren können zur Bearbeitung und zum Transport leicht entflamm- und brennbarer landwirtschaftlicher Güter (Heu, Stroh usw.) eingesetzt werden.

- ergonomische Messungen

Zur Bewertung der Arbeitsbedingungen des Mechanisators sind Messungen durchgeführt worden, deren Ergebnisse in den nachfolgenden Tabellen 7 bis 10 zusammengestellt sind.

Tabelle 7

Schalldruck am Ohr des Mechanisators

Betriebszustand	Schalldruck Leq dB(AS)	
	ZT 305	ZT 325
Prüfbedingungen, Traktor fährt mit Motorbelastung $P > 0,8 P_{max}$ und Geschwindigkeit $V \sim 7,5$ km/h	96	85
max. zulässiger Schalldruck Leq	85	

Tabelle 8

Mechanische Ganzkörperschwingungen

Betriebszustand	Schwingungsbeschleunigung m/s^2		
Traktor ZT 305	\tilde{a}_{bx}	\tilde{a}_{by}	\tilde{a}_{bz}
auf Grasland mit Auslastung $P > 0,8 P_{e_{max}}$ Geschwindigkeit $V \sim 7,5$ km/h	0,55	0,47	0,71
Traktor ZT 325	\tilde{a}_{Bx}	\tilde{a}_{By}	\tilde{a}_{Bz}
auf Stoppel mit Auslastung $P > 0,8 P_{e_{max}}$ Geschwindigkeit $V \sim 7,5$ km/h	0,68	0,83	0,70
Grenzwerte für 8 Std.			
Expositionszeit	0,38	0,38	0,54

X - Richtung Rücken - Brust; Y - Richtung Schulter - Schulter;
Z - Richtung Kopf - Fuß

Die zulässigen Werte werden in allen Richtungen überschritten.

Die Messungen wurden auf ebenen Fahrbahnen durchgeführt. Am Hang kommt als erschwerende Bedingung bei Schichtlinienarbeit eine Seitenneigung des Traktors bis 24° hinzu, so daß sich Beschleunigungswerte der Y- und Z-Richtung überlagern, wenn der Mechanisator bestrebt ist, eine senkrechte Körperhaltung einzunehmen. Bei Arbeit in Steig- oder Falllinie überlagern sich die Beschleunigungswerte der X- und Z-Richtung und belasten den Mechanisator ebenfalls zusätzlich.

Versuche mit seitlich verstellbarem Sitz zur Anpassung an die Schichtlinienarbeit haben keine befriedigenden Ergebnisse gezeigt. Dabei muß außerdem bei jedem Wechsel der Arbeitsrichtung der Sitz umgestellt werden.

Für den Mechanisator angenehmere Ergebnisse bringt ein um eine vertikale Achse seitlich rechts und links bis 30° drehbarer Sitz. Von den Mechanisatoren wird diese Einstellmöglichkeit des Sitzes als zweckmäßig empfunden und den Bedingungen des Hangeinsatzes gerechter.

Die in Hangtraktoren verwendeten Sitze sind mit Beckengurt ausgerüstet. Dieser ist beim Einsatz auf geneigten Flächen grundsätzlich anzulegen.

Tabelle 9**Beleuchtung mit künstlichem Licht**

Sichtbereich	Beleuchtungsstärke		Gleichmäßigkeitsgrad	
	E_m	Richtwert	G_1	Richtwert
Traktor ZT 305				
Hauptarbeitsbereich vorn				
normale Leuchten	4 Lx	15 Lx	0,6	0,2
mit Zusatzleuchten	13 Lx	15 Lx	0,1	0,2
Traktor ZT 325				
Hauptarbeitsbereich				
nach vorn	18 Lx	15 Lx	0,2	0,2
nach hinten	16 Lx	15 Lx	0,4	0,2

Tabelle 10**Kraftaufwand für Bedienelemente**

Bedienelement	Bedienkraft in N		
	ZT 305	ZT 325	zulässiger Höchstwert
Pedale			
Fahrkupplung	453	110	150
Fahrbremse	288	170	150
Drehzahlverstellung fußbetätigt	40	61	60
Manuale			
Lenkrad	20	40	50
Gangschalthebel	60	70	60

Alle nicht erwähnten Bedienelemente haben einen Kraftaufwand, der wesentlich unter den zulässigen Höchstwerten liegt. Der Betätigungsaufwand für die Schaltung des Getriebes wird außerdem vom Verschleißzustand beeinflusst. Erschwerend wirkt sich bei der Getriebeschaltung hauptsächlich das komplizierte, schwer einzuprägende und kontrollierbare Schaltschema aus. Es muß im Rahmen der Weiterentwicklung vereinfacht werden, da besonders bei Arbeit in Hanglagen in kritischen Situationen ein schnelles Reagieren durch den Mechanisator aus Sicherheitsgründen unbedingt erforderlich ist.

2.3. Einsatzprüfung

- Einsatzstellen

Der Einsatz unter den konkreten Bedingungen des vorgesehenen Aufgabengebietes, die Erneuerung und Pflege des Graslandes in Hanglagen bei Neigungswinkel von 17° bis 24° (30 % bis 45 %), erfolgte mit dem Traktor ZT 305 durch das Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben-Bornim der ADL, Betriebsteil Hangmechanisierung Eishausen, Kreis Hildburghausen, Bezirk Suhl. Die Einsatzprüfung des Traktors ZT 325 wurde von der Prüfgruppe Lauterbach der Zentralen Prüfstelle für Landtechnik in Zusammenarbeit mit der LPG (P) Marienberg/Erzgebirge durchgeführt.

- Aufgabengebiet

Zum Aufgabengebiet der Radtraktoren für Hanglagen mit einer Nennzugkraft von 20 kN und 74 kW Motorleistung gehören folgende technologische Operationen:

- Umbruch mit Aufsatteldrehpflug oder pfluglos mit Scheibenggen
- Saatbettbereitung mit Scheibengeräten oder Grubbern und Eggen
- Neuansaat mit Drillmaschinen oder Nachsaat mit Scheibendillmaschinen
- Anwalzen des rekultivierten Graslandes
- Ausbringen von Mineraldünger, Kalk und Pflanzenschutzmitteln
- Schleppen und Walzen zur Weidepflege
- Futterernte mit Ladewagen

- Maschinen- und Gerätesystem

Für diese Aufgaben stehen vorrangig folgende Maschinen und Geräte zur Verfügung:

1. Aufsatteldrehpflug B 173
2. Scheibenegge U 236 P für pfluglosen Umbruch
3. Anbaurahmen für Eggen B 361, 5 m Arbeitsbreite, Saatbettbereitung
4. Drillmaschine A 201 und Scheibendillmaschine UGA 3

5. gebremste Wiesenwalze für Hangeinsatz B 481
6. Ringschleppes zur Weidpflege
7. Anbau-Düngerstreuer D 028/4 und D 028/5
8. Düngerstreuer RCW 3H
9. Hangespritze Kertitox 1000 (HSK 1000)
10. Futterladewagen HTS 31.04

- Einsatzergebnisse

Der mit den Traktoren ZT 305 und dem Prüftraktor ZT 325 erreichte Einsatzumfang und ihr Dieselkraftstoffverbrauch ist in Tabelle 11 zusammengestellt. Dabei ist zu berücksichtigen, daß die Traktoren nicht nur zur Erneuerung und Pflege des Graslandes in Hanglagen von 17° bis 24° Neigung eingesetzt worden sind. Diese Arbeiten werden hauptsächlich im Zeitraum von März bis Juni durchgeführt und nicht nur in extremen Hanglagen, sondern auch auf ebenen Flächen und solchen bis 17° Neigungswinkel.

Außerhalb des genannten Zeitraumes werden die Traktoren ohne Zwillingsräder wie die Grundtypen zu allen kampagnebedingten Arbeiten der Pflanzenproduktion eingesetzt. Unter diesen Voraussetzungen sind die Angaben der Tabelle 11 zu interpretieren. Der Anteil der Arbeit mit Zwillingsrädern beträgt nur ca. 20 % der gesamten Arbeitszeit.

- Ausnutzung der Motorleistung

Der durchschnittliche Kraftstoffverbrauch von 8,87 bzw. 9,20 dm^3/h entspricht einer mittleren Motorleistung von 34 % bis 37 % der Motornennleistung von 73,5 kW. Diese Auslastung ist geringer als beim Einsatz von universell verwendbaren Radtraktoren zu allen kampagnebedingten Arbeiten. Für den Einsatz in Hanglagen muß das Geräte- und Maschinensystem auf den bei der Arbeit in Steiglinie auftretenden Zugkraft- und Leistungsbedarf ausgelegt werden. Bei Arbeit in Schicht- oder Falllinie ergibt sich dann zwangsläufig eine geringere Ausnutzung der Motorleistung. Je häufiger der Traktor zu seinen spezifischen Aufgaben bei der Erneuerung und Pflege des Graslandes in Hanglagen von 17° bis 24° Neigung eingesetzt wird, um so geringer ist seine mittlere Motorbelastung.

Tabelle 11

Einsatzumfang und Kraftstoffverbrauch der Prüftraktoren

Arbeitsart/Gerät	Dauer h	DK-Verbr. dm ³	Menge ha(km)	Anteil zeitl. %
<u>Traktoren ZT 305; LPG(P) Kaltensundheim und Schmalkalden</u>				
gesamt (beide Traktoren)	1334	11832	-	100
Transport, Anhänger HW 80.11 und Ladewagen	188	1602	-	14,1
Pflügen, Aufsattelbeetpflug B 200	143	1585	63	10,7
Bodenbearbeitung, Scheiben- egge U 236	457	4591	1114	34,2
Saatbettbereitung, Eggen mit Tragrahmen, 5 m	32	278	171	2,4
Düngung, RCW 3H und D 028/4	18	146	57	1,3
Aussaat, Drillmaschine A 201 und Scheibendrille 20SeXBJ-150 (Prüfmuster)	89	562	238	6,7
Walzen, Wiesenwalze Flöha B 481	20	165	46	1,5
Pflanzenschutz, Spritze Kertitox 1000	40	303	173	3,0
Kartoffellegen, 6SaBP-75	86	705	169	6,5
Silage einlagern, Verteilhaken	261	1895	-	19,6
Anteil mit Zwillingerädern	306			22,9

Traktor ZT 325; LPG(P) Lauterbach/Erzgebirge

gesamt	918	8440		100
Transport, Anhänger HW 80.11 und Ladewagen	141	1010	1576 km	15,3
Pflügen, Aufsattelbeetpflug B 200/201	281	2800	213	30,6
Pflügen, Aufsatteldrehpflug B 173	169	1530	94	18,5
Bodenbearbeitung, Scheibenegge U 236 u. a.	127	1050	193	13,8
Saatbettbereitung, Grubber B 231	42	460	83	4,6
Saatbettbereitung mit Schleppen	135	1490	299	14,7
Aussaat, Drillmaschine S 061	11	80	10	1,2
Pflanzenschutz, Spritze Kertitox 1000	12	20	10	1,3
Anteil mit Zwillingerädern	191			20,8

- Schäden und Mängel

Die Tabelle 12 enthält die Zusammenstellung der während des Einsatzes an den Traktoren aufgetretenen Schäden und Mängel in ihrer zeitlichen Reihenfolge. Es sind nur diejenigen Schäden und Mängel berücksichtigt, deren Auftreten mit dem Einsatz in Hanglagen direkt im Zusammenhang stehen. Die Mehrzahl der aufgetretenen Schäden entspricht dem Schadensbild der serienmäßig hergestellten Grundtypen. Ein Teil der Schäden ist auf den Einsatz mit dem Aufsatteldrehpflug B 173 zurückzuführen, auf dessen Masse das Anbausystem nicht ausgelegt ist. Der Kraftheber des Traktors ZT 325 wurde deshalb mit einem zusätzlichen Hubzylinder ausgerüstet.

Tabelle 12

Im Zusammenhang mit dem Hangeinsatz aufgetretene Schäden und Mängel:

1. Traktor ZT 305; LPG(P) Schmalkalden		
- Endvorgelege rechts undicht	aufgetreten nach	53 Std.
- Endvorgelege links undicht	" "	565 "
2. Traktor ZT 305; LPG(P) Kaltensundheim		
- Doppelgelenkwelle vorn links schadhaft	"	186 "
- Doppelgelenkwelle vorn links schadhaft	"	269 " (83)"
3. Traktor ZT 325; LPG(P) Lauterbach/Erzgebirge		
- Radbremszylinder hinten rechts schadhaft	"	7 "
- unterer Lenker gebrochen	"	352 "
- linker Hubarm des Anbausystems gebrochen	"	545 "
- Bremsbacken und Bänder der Triebräder erneuert		787 "

- Korrosionsschutz und Aufwand für Pflege und Wartung

Die für den Hangeinsatz vorgesehenen Modifikationen erfahren die gleiche Farbgebung und erfordern den gleichen Pflege- und Wartungsaufwand wie die Grundtypen. Die Kennwerte sind den Prüfberichten Nr. 24 für den Traktor ZT 303 und Nr. 36 für den Traktor ZT 323 zu entnehmen.

3. Auswertung

Mit den serienmäßigen vierradgetriebenen Radtraktoren ZT 303 und ZT 323 wird auf Grund ihrer Schwerpunktlage nur ein Hangeinsatzgrenzwinkel von 17° (30 %) erreicht. Das in Hanglagen über 17° bis 24° Neigungswinkel liegende, überwiegend als Weide genutzte Grasland kann mit diesen Traktoren weder gepflegt, gedüngt, noch instandgehalten oder erneuert werden. Die mit echten, d. h. gleichgroßen Zwillingerädern, ausgerüsteten, vierradgetriebenen und -gebremsten sowie mit anderen Spezialausrüstungen versehenen Traktoren ZT 305 bzw. ZT 325 bilden die energetische Basis für das vorgesehene Mechanisierungssystem zur Erneuerung und Pflege des Graulandes in Hanglagen.

Im Ergebnis der Prüfung ist festzustellen, daß sie diese Aufgabe erfüllen. Ohne Zwillingeräder sind sie als Universaltraktoren zu allen im Verlauf der Vegetationsperiode auftretenden Arbeiten sowie zum Transport und zum Winterdienst einsetzbar, wodurch eine hohe, jährliche Nutzungsdauer gewährleistet wird.

Im Ergebnis der durchgeführten Messungen und des Einsatzes der Traktoren in Landwirtschaftsbetrieben ergeben sich folgende Feststellungen:

- Die Motorleistung von 73,5 kW ist für die Mehrzahl der vorgesehenen Aufgaben ausreichend, auch für den pfluglosen Umbruch mit Scheibeneggen. Für die Arbeiten in Hanglagen sind nach TGL 30120/02 ohnedies Geschwindigkeitsbegrenzungen auf 7 km/h (über 24° , Neigung $\hat{=}$ 25 %) bzw. 5 km/h (über 17° , Neigung $\hat{=}$ 30 %) aus Sicherheitsgründen vorgeschrieben. Der hohe Anstieg des Drehmomentes von ~ 15 % beim verbesserten Motor des ZT 325 ermöglicht das Überwinden plötzlich auftretender höherer Arbeits- oder Steigungswiderstände ohne Schaltvorgänge, die am Hang zu kritischen Situationen führen können.
- Die Zugfähigkeit des Traktors ist für das vorgesehene Geräte- und Maschinensystem ausreichend, so daß bei einem Radschlupf von < 20 % gearbeitet werden kann, ohne die Graenarbe bei Pflegearbeiten zu beschädigen. Theoretisch sind in Steiglinie unter Nutzung der maximalen Motorleistung bei 45 % Neigung noch Zugkräfte bis 17 kN möglich, durch den dabei auftretenden hohen Radschlupf von ca. 40 % wird aber die Graenarbe in der Spur des Traktors zerstört. Bei Hangnei-

gungen über 30 % ist die Steiglinie als Arbeitsrichtung zu meiden.

- Das Schaltgetriebe des Traktors erfüllt die Anforderungen des Einsatzes in Hanglagen nur bedingt. Bei Neigungswinkel von 14° bis 17° (Neigung 25 % bis 30 %) und maximal zulässiger Geschwindigkeit von 7 km/h stehen nur 4 bzw. 6 Gangstufen zur Verfügung. Bei Neigungswinkeln über 17° sind es nur noch 3 bzw. 5 Gangstufen, da nur noch Geschwindigkeiten bis maximal 5 km/h genutzt werden dürfen. Das komplizierte und schwer einzuprägende und nur mangelhaft kontrollierbare Schaltschema des Getriebes ist zu verändern.

- Die Aggregatierungselemente der Traktoren erfüllen die Anforderungen. Bei Neigungswinkeln über 17° werden in zunehmendem Maße Aufsattelgeräte für die Hubkupplung verwendet. Infolge ihres geringen Abstandes von der Hinterachse wird die Achslastverteilung und damit die Lenkfähigkeit nur gering beeinflusst.

Für den Einsatz mit dem Aufsattelbeetpflug B 173A ist der Anbau eines zusätzlichen Hubzylinders an den Kraftheber des Anbausystems erforderlich.

- Die Sicherheitskabinen beider Traktoren haben ausreichende Festigkeit gegen Umsturz. Dabei ist berücksichtigt, daß gegenüber den serienmäßigen Traktoren die Kabinen der Hangtraktoren mit verstärktem Grundrahmen ausgerüstet sind, da sie eine höhere Grundmasse haben.
- Beim Traktor ZT 305 werden die zulässigen Lärmwerte und eine Reihe weiterer ergonomischer Normative nicht eingehalten.
- Die zulässigen Schwingungsbeschleunigungen werden in beiden Traktoren überschritten. Da die Messungen nach TGL bei Geschwindigkeiten von $\approx 7,5$ km/h durchzuführen sind, ist davon auszugehen, daß bei Hangarbeit mit maximalen Geschwindigkeiten unter 7 bzw. unter 5 km/h die auf den Fahrer wirkenden Beschleunigungen geringer sind. Messungen bei verminderten Arbeitsgeschwindigkeiten erfolgten nicht.
- Die vorgestellte Verdrehbarkeit des Sitzes um eine vertikale Achse bis 30° nach beiden Seiten hat sich beim Einsatz in Hanglagen bewährt. Vorteilhaft ist dies besonders dann, wenn heckseitig arbeitende Geräte zu beobachten sind. Durch Verstellen der Rückenlehne zur jeweiligen Talseite hin kann der

Mechanisator eine verhältnismäßig bequeme Körperhaltung einnehmen. Dieser Sitz wird für die Verwendung im Traktor ZT 325 und zur Nachrüstung für den Traktor ZT 305 empfohlen. Alle Sitze sind mit Beckengurt auszurüsten.

- Insgesamt ist die Arbeit in Hanglagen bei Neigungswinkeln über 17° in beiden Traktoren auf Grund der hohen physischen und auch psychischen Beanspruchung als Belastung anzusehen. Es wird eine verkürzte Schichtdauer von 6 Stunden mit einer Pause nach spätestens 3 Stunden Arbeitszeit dringend empfohlen. Für Frauen und Jugendliche ist der Einsatz auf den Traktoren bei Hangneigungswinkeln über 17° nicht zulässig.
- Der An- und Abbau der Zwillingsräder über Zwischenstücke erfordert einen zu hohen Zeitaufwand. Es sind Schnellbefestigungen zu entwickeln, die von anderen Herstellern bereits angeboten werden. Der Zeitaufwand für den An- und Abbau der Zwillingsräder darf nicht höher sein als 10 min/Rad bei einer Arbeitskraft.
- Die gleiche Forderung ist für die Befestigung von Ballastmassen zu erheben, da sie vor dem Befestigen der Zwillingsräder zu entfernen und nach deren Demontage wieder zu befestigen sind.
- Die mit dem angebotenen Maschinen- und Gerätesystem erreichbare Produktivität ist unter den Bedingungen der extremen Hanglagen infolge begrenzter Maximalgeschwindigkeit und der Notwendigkeit zu vorsichtiger risikofreier Arbeitsweise geringer als bei Durchführung gleicher Arbeiten in ebenen Lagen. Entsprechend höher sind die Aufwendungen an flüssigen Energieträgern. Die agrotechnischen Anforderungen werden erfüllt. Die Einbußen an Schlagkraft sind geländebedingt.
- Die Ursachen der aufgetretenen Schäden und Mängel sind, soweit diese dem allgemeinen Schadensbild des Einsatzes der serienmäßigen Grundtypen entsprechen, durch zielgerichtete Qualitätsverbesserungen zu beseitigen. Die an den Radnaben der Traktoren ZT 305 aufgetretenen Schäden erfordern eine Kontrolle der Konstruktion, um ihr Auftreten in Zukunft auszuschließen. Dies betrifft auch die Doppelgelenkwellen und Bremsen.
- Die Traktoren sind mit einem wirkungsvollen Hangneigungsmeßgerät auszurüsten, das den Fahrer auf das Erreichen kri-

- tischer Situationen optisch und akustisch aufmerksam macht.
- Die Hangeinsatzgrenze beträgt nach dem ST RGW 3921-82 (TGL 30120/02) für die Traktoren ZT 305 und ZT 325 auf Grundlage des gemessenen statischen Kippwinkels $23,5^{\circ}$ (43 %) bzw. 23° (42 %). Die agrotechnische Forderung nach einer Hangeinsatzgrenze von 24° (45 %) wird damit nicht voll erfüllt.
 - Für die Verwendung der Zwillingsräder zur Minderung der Bodenbelastung beim Einsatz in der Pflanzenproduktion in ebenen Lagen und Hanglagen bis 17° (30 %) ist eine weitere Senkung des Reifeninnendruckes auf oder unter 100 kPa zweckmäßig und anzustreben.
 - Zur Schonung der Grasnarbe sind die Hinterräder mit weichen Reifen auszurüsten. Es sind Diagonal- oder Radialreifen mit Lagenkennziffern 10PR zu verwenden. Die Einsatzbetriebe der vorhandenen ZT305-Traktoren sind bei der Neubereifung ihrer Traktoren dahingehend zu beraten.
 - Wegen der geringen Zugkraft und Zugleistung und der geringen Vorderachsbelastung und des hohen spezifischen Kraftstoffverbrauches ist die Arbeit in Steiglinie zu meiden und vorwiegend in Schichtlinie zu arbeiten.

4. Beurteilung

Der Traktor ZT 305 wurde einer Begutachtung unterzogen, in deren Ergebnis die beschleunigte Zuführung einer ausreichenden Anzahl von Traktoren dieses Typs in der vorgestellten Ausführungsform (Hangvariante) zur Mechanisierung der Erneuerung und Pflege des Graslandes in Hanglagen empfohlen worden ist.

Für den Traktor ZT 325 ist folgende Beurteilung angenommen worden:

Der Hangtraktor ZT 325 als Modifikation des Basistraktors ZT 320 ist Teil des Maschinensystems für die Mechanisierung des Graslandes in Hanglagen bis 24° (45 %) Neigung.

Sein Aufgabengebiet ist die Erneuerung und Pflege des Dauergraslandes mit zugeordneten Arbeitsgeräten. Außerhalb dieser kampagnegebundenen Arbeiten ist er nach Entfernung der Zusatzbaugruppen als vierradgetriebener Traktor zu allen Arbeiten in der Ebene und in Hanglagen bis 17° (30 %) einsetzbar, einschließlich Transportarbeiten.

Der Traktor erfüllt die ihm zugeordneten Arbeiten mit hoher Produktivität. Die Arbeitsbedingungen für den Mechanisator sind befriedigend, Verbesserungen bezüglich Einstellbarkeit des Sitzes und der Neigungsanzeige sind erforderlich.

Die derzeitige serienmäßige Bereifung (mit 14PR) und die vorgeschriebenen Druckeinstellungen (von 150 kPa in allen Rädern) bieten noch keine optimalen Bedingungen für den Einsatz auf Grasland bei hohen Neigungen.

Der Traktor ZT 325 ist für den Einsatz bei der Mechanisierung des Graslandes in Hanglagen der Landwirtschaft der DDR "geeignet".

Potsdam-Bornim, den 28.5.1985

Zentrale Prüfstelle für Landtechnik

gez. Kuschel

gez. Stieglitz

Dieser Bericht wurde bestätigt:

Berlin, den 14. Juli 1986

gez. Simon

Ministerium für Land-, Forst-
und Nahrungsgüterwirtschaft

Bei Weiterverwendung der Prüfungsergebnisse ist die Quellenangabe erforderlich

**Herausgeber: Zentrale Prüfstelle für Landtechnik
beim Ministerium für Land-, Forst- und Nahrungs-
güterwirtschaft (RIS 1121)**

Druckgenehmigungsnummer: FG 039-21-86 2.0 IV 1 18 660 2288

Printed in the German Democratic Republic

Druckerei: Salzland-Druckerei Staffurt