

# Hangtraktor ZT 305-A — Zug- und Antriebsmittel für die Maschinen- und Gerätesysteme zur Bewirtschaftung der Hangflächen in der DDR

Dr. K.-H. Stengler, KDT/Ing. H. Hofmann, Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim der AdL der DDR  
Obering. R. Blumenthal, KDT/Dipl.-Ing. D. Zschocke, Kombinat Fortschritt Landmaschinen, VEB Traktorenwerk Schönebeck  
Dipl.-Ing. E. Stieglitz, KDT, Zentrale Prüfstelle für Landtechnik Potsdam-Bornim

## 1. Aufgabenstellung

In der DDR liegen etwa 135 000 ha Hanggrünland in Bereichen mit einer Hangneigung bis zu 45 % und etwa 2,6 Mill. ha LN in Bereichen mit einer Hangneigung von 15 bis 25 %. Für die Flächen mit einer Hangneigung über 25 % werden spezielle, hangtaugliche Maschinen benötigt, auf Flächen im Hangneigungsbereich von 15 bis 25 % muß die Hangtauglichkeit bestimmter Baugruppen gewährleistet werden. Besonders das Leistungspotential der Flächen mit einer Hangneigung über 25 % wird bisher wegen fehlender hangtauglicher Mechanisierungsmittel zu gering genutzt.

Untersuchungen der Sozialistischen Arbeitsgemeinschaft „Hanggrasland“ der Bezirke Suhl und Karl-Marx-Stadt in den letzten Jahren ergaben, daß auf den Hanggraslandflächen bei Anwendung entsprechender Verfahren und Technologien die Erträge an Frischmasse um  $\geq 150$  dt/ha auf  $\geq 400$  dt/ha angehoben werden können. Gleichzeitig können der Energiegehalt des Gesamtfutters von 480 bis 520 EF<sub>1</sub>/kg TS auf 530 bis 580 EF<sub>1</sub>/kg TS erhöht und die Schmackhaftigkeit und damit die Energieaufnahme aus dem Grundfutter durch entsprechende Auswahl von Gräsern verbessert werden.

Ursprünglich sollte ein Teil dieser Aufgaben (Pflanzenschutz, Düngung) mit dem Hub-schrauber Ka-26 erfüllt werden. Es zeigte sich aber, daß dies nur teilweise und mit hohen Aufwendungen und Kosten erreicht werden kann. Von den Pflanzenproduktionsbetrieben der Südbezirke wurden deshalb Maschinensysteme gefordert, die mit bodengebundener Technik auf Flächen mit einer Hangneigung bis zu 45 % die Verfahren zur Graslanderneuerung, umbruchlosen Graslandansaat, Pflege der Futterflächen und Weiden, Düngung sowie Ernte realisieren.

Unter den Bedingungen der Pflanzenproduktionsbetriebe in Hanglagen muß die Flächenleistung der einzelnen Maschinen im Hangneigungsbereich von 30 bis 45 % bei einer zulässigen Arbeitsbreite von maximal 3 m mehr als 1 ha/h (T<sub>04</sub>) betragen. Die einzelnen Maschinen sollten von einem Zugmittel gezogen und betrieben werden können. Dieses Zugmittel soll sich auch für den normalen Betrieb in den LPG eignen. Neben der Forderung nach einer hohen Hangtauglichkeit (Hangneigung bis 45 %) des Zug- und Antriebsmittels ergeben sich deshalb vor allem hohe Forderungen an die Zugkraft bei niedrigem Schlupf. So müssen z. B. von diesem Zugmittel an der Einsatzgrenze bei einer Hangneigung von 45 % einerseits noch  $\geq 10$  kN Zugkraft abgegeben werden, andererseits darf der Schlupf bei den Arbeitsgängen Transport, Düngung und Pflege auf dem Grünland 10 bis 15 % nicht überschreiten.

Vom Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft (FZM) Schlieben/Bornim,

dem VEB Traktorenwerk Schönebeck und der Zentralen Prüfstelle für Landtechnik Potsdam-Bornim wurde auf der Grundlage dieser Aufgabenstellung in nur zweijähriger enger sozialistischer Gemeinschaftsarbeit der Hangtraktor ZT 305-A entwickelt. Die erste Maschine der Nullserie wurde dem Bezirk Suhl am Vorabend des X. Parteitages der SED im Jahr 1981 übergeben. Gegenwärtig erfolgt die Produktion und Auslieferung der Nullserie.

## 2. Beschreibung des Traktors ZT 305-A

Der Traktor ZT 305-A des VEB Traktorenwerk Schönebeck, Betrieb des Kombinats Fortschritt Landmaschinen, ist eine Modifikation des Traktors ZT 303-D. Dieser Traktor ist in großer Stückzahl in der DDR im Einsatz. Aufgrund seiner technischen Hauptdaten gehört er zur Nennzugkraftklasse 20 kN. In der z. Z. hergestellten Bauform ZT 303-D hat er eine Motorleistung von 73,5 kW (100 PS). Die Einsatzgrenze in Schichtlinie liegt bei einer Hangneigung von 30 %. Der Hangtraktor ZT 305-A (Bild 1) unterscheidet sich vom ZT 303-D in folgenden Punkten:

- Ausrüstung der Hinterräder mit der Bereifung 18.4-34 AS; für den Einsatz bei Hangneigungen über 25 bis 30 % zusätzliche Zwischenstücke (500 mm) und Zwillingräder 18.4-34 AS
- luftdruckgebremste Vorderachse
- Ausrüstung der Vorderachse mit der Bereifung 16-20 (Mehrzweck) mit Treibprofil A 19
- verstärkte Doppelgelenkwelle für den Antrieb der Vorderräder

— Veränderungen am Schmiersystem des Motors 4 VD 14,5/12-1 SRW.

Der für den Hangeinsatz vorgesehene Traktor ZT 305-A wird serienmäßig mit folgenden Zusatzbaugruppen ausgerüstet:

- Hubkupplung für Aufsattelanhänger und Geräte
- druckloser Ölrücklauf für den Antrieb von Hydromotoren
- hydraulische Mengenregelung
- Ausrüstung mit der 3. Steuereinheit der Hydraulikanlage sowie mit freiem Anschluß für den Steuerkreislauf (10 l/min).
- Frontballast.

Die Hauptbaugruppen sind Ausrüstungen der Serienproduktion des Traktors ZT 303-D. Die wichtigsten technischen Daten des ZT 305-A sind in Tafel 1 zusammengestellt.

## 3. Hangeinsatzgrenzen

### 3.1. Statischer und dynamischer Kippwinkel

Die Bestimmung der Hangeinsatzgrenzen erfolgte nach Standard TGL 24626/07 auf dem Prüfstand des FZM Schlieben/Bornim, Betriebsteil Eishausen, und bei Versuchen unter Praxisbedingungen. Die sich aus dem statischen Kippwinkel ergebenden Einsatzgrenzen sind in Tafel 2 verzeichnet.

Aus den Werten nach Standard TGL 24626/07 ergibt sich die praktische Einsatzgrenze bei einer Hangneigung von  $\leq 45$  %. Diese Einsatzgrenze wurde bei Fahrversuchen und im praktischen Einsatz in den LPG Schmalkalden und Kaltensundheim auf normal trockenen bis leicht feuchten, aber griffigen Fahrbahnen er-

Bild 1. Hangtraktor ZT 305-A, erstes Nullserienfahrzeug (1981)



Tafel 1. Ausgewählte technische Daten des Traktors ZT 305-A

<b>Hauptabmessungen</b>		
Länge (mit vorderen Ballastmassen)	4 890 mm	
Breite normal	2 230 mm	
mit Zwillingsbereifung 18.4-34 AS	3 263 mm	
Höhe	6 700 mm	
Radstand	2 790 mm	
Spurweite Vorderachse	1 850 mm	
Spurweite Hinterachse normal	1 766 mm	
Zwillingsbereifung	2 796 mm	
<b>Massen und Achslasten</b>		
(einsatzfertig für den Einsatz bis zu einer Hangneigung von 45%, mit 10 vorderen Ballastmassen, ohne hintere Ballastmassen, ohne Fahrer)		
	normal	Zwillingsbereifung
Gesamtmasse	5 900 kg	6 520 kg
Vorderachsbelastung	2 680 kN (45,4%)	2 680 kN (41,4%)
Hinterachsbelastung	3 220 kN (54,6%)	3 840 kN (58,9%)
Schwerpunkthöhe über Fahrbahn	1,26 m	1,26 m
<b>Motor</b>		
Hersteller	VEB Motorenwerk Nordhausen	
Typ	4VD 14,5/12-1SRW	
Bauart	wassergekühlter Viertakt-Diesel mit Direkteinspritzung	
Nennleistung	73,5 kW (100 PS)	
Nenndrehzahl	1 800 U/min	
Einfüllmengen		
Schmiersystem	18 dm <sup>3</sup>	
Kühlanlage	30 dm <sup>3</sup>	
Kraftstoffbehälter	125 dm <sup>3</sup>	
Kupplungen		
Fahrkupplung und Zapfwellenkupplung		
<b>Getriebe</b>		
Bauform	mechanisches Stufengetriebe mit ständig im Eingriff stehenden Rädern	
Anzahl der Geschwindigkeitsstufen (Gänge)	3	
Anzahl der Schaltgruppen	5; davon 3 vorwärts, 2 rückwärts	
Unter-Last-Schaltbarkeit	durch 2. Stufe der Doppelkupplung und Freilauf; in allen Geschwindigkeitsstufen nutzbar	
Ausgleichtriebesperren		
hinten	Klauenkupplung; über Fußpedal mechanisch betätigt	
vorn	Klauenkupplung; über Handhebel pneumatisch betätigt	
Fahrgeschwindigkeiten	(s. Tafel 5)	
Die Vergrößerung der Höchstgeschwindigkeit auf rd. 34,5 km/h macht die Fahrerlaubnisklasse 5 erforderlich!		
<b>Fahrgestell</b>		
Vorderachse	ungefederte Pendelachse, gelenkt angetrieben und gebremst	
● Reifenausrüstung	16—20 Mehrzweck 10 PR; Profil A 19	
● Innendruck	150 kPa (1,5 kp/cm <sup>2</sup> )	
● Tragfähigkeit		
je Reifen	1 950 kg bei 150 kPa (1,5 kp/cm <sup>2</sup> )	
bei 30 km/h	1 850 mm; nicht verstellbar	
● Spurweite	starr, ungefedert, angetrieben, gebremst	
Hinterachse	18.4-34 AS 14 PR; Profil A 15	
Reifenausrüstung	150 kPa (1,5 kp/cm <sup>2</sup> )	
● Regelluftdruck	2 675 kg bei 150 kPa (1,5 kp/cm <sup>2</sup> )	
● Tragfähigkeit	2 250 kg bei 110 kPa (1,1 kp/cm <sup>2</sup> )	
je Reifen	(bei 35 km/h reduziert sich die Tragfähigkeit um 10%)	
bei 30 km/h		
Zwillingsbereifung	18.4-34 AS	
Dimension	110 kPa (1,1 kp/cm <sup>2</sup> )	
Innendruck		
<b>Aggregatungselemente</b>		
Zapfwelle	motorgebunden, fahrkupplungsunabhängig, 540 und 1000 U/min	
(Stummel für 1000 U/min gehört nicht zum Lieferumfang)		
des weiteren Hydraulikanlage; Dreipunktabausystem; Anhängerkupplung mit zulässiger Anhängemasse von 16 t bei Steigungen über 6%; Hubkupplung, Zugpendel, Anhängeschiene und Abschleppkupplung entsprechen den verbindlichen Standards der DDR		
Lenkung	Hydro-Schwenkantrieb	
Bremsen		
Betriebsbremse	hydraulische Trommelbremse; durch Fußpedal betätigt, pneumatisch verstärkt, für Hinter- und Vorderräder	
Feststellbremse	mechanische Handbremse; Handhebel pneumatisch auf Anhänger wirkend	
Anhängerbremse	Druckluftbremse (Einleitungssystem)	
Kabine	allseitig geschlossenes Fahrerhaus mit umsturzsicherem Grundrahmen; Heizung	
Fahrersitz	drehstabgefederter, hydraulisch gedämpfter Sessel mit Rückenlehne; Armstützen	
Elektrik	2 Akkumulatoren 12 V; 135 Ah 1 Lichtmaschine; Drehstrom 12 V; 500 W	

Tafel 2. Kippwinkel des Traktors ZT 305-A

Rüstzustand	statischer Kippwinkel	dynamischer Kippwinkel	%
1. einfache Bereifung 18.4-34 AS hinten 16-20 A 19 vorn m = 5 830 kg Reifendruck 150 kPa	35	17,5	31,5
2. Zwillingsbereifung 4 St. 18.4-34 AS hinten 2 St. 16-20 A 19 vorn m = 6 340 kg Reifendruck 150 kPa	47	23,5	43,5

Tafel 3. Maximale Zugkräfte bei  $v_f = 4$  km/h und Arbeit in Steiglinie ( $\approx 20\%$  Schlupf)

	Hangneigung in %			
	30	35	40	45
max. Zugkraft bei 90%				
Motorauslastung (kp)	18,5 (1 885)	15,9 (1 620)	13,4 (1 370)	11,2 (1 140)
bei 100%				
Motorauslastung (kp)	23,1 (2 350)	20,5 (2 085)	18,0 (1 835)	17,1 (1 740)

Tafel 4. Theoretische Achs- und Radlasten des Traktors bei Hangneigungen von 30 bis 45%

	Hangneigung in %					
	0	30	35	40	45	
<b>Steiglinie</b>						
Hinterachslast	kN	31,88	41,70	42,14	42,49	42,73
Anteil an Masse	%	56,1	73,4	74,2	74,8	75,3
<b>Falllinie</b>						
Vorderachslast	kN	24,92	30,24	30,84	31,37	31,82
Anteil an Masse	%	40,3	48,9	49,9	50,8	51,5
<b>Schichtlinie</b>						
Radlasten talwärts	kN	39,9	38,3	39,17	39,95	40,59
Anteil an Masse	%	50,0	62,0	63,4	64,6	65,7

reicht. Entsprechend dem Standard TGL 24626/07 sind grundsätzlich folgende Fahrgeschwindigkeiten einzuhalten:

- auf Flächen im Hangneigungsbereich von 25 bis 30% Fahrgeschwindigkeit  $\leq 7$  km/h
- auf Flächen im Hangneigungsbereich von 30 bis 45% Fahrgeschwindigkeit  $\leq 5$  km/h.

Bei günstigen, trockenen Einsatzbedingungen sind auch steilere Hanglagen befahrbar. Aus Gründen der Arbeitssicherheit ist das aber nicht zulässig. Auf nassen Fahrbahnen ist die Einsatzgrenze zu reduzieren. Die Hauptarbeitsrichtung ist die Arbeit in Schichtlinie. Unter schwierigen Bedingungen sind im Hangneigungsbereich von 30 bis 45% bei Arbeit in Steig- und Schichtlinie die Ausgleichgetriebe an beiden Achsen zu sperren. Die zusätzlich gebremste Vorderachse verleiht der Maschine eine hohe Sicherheit bei der Arbeit auf dem Hanggrasland.

### 3.2. Zugkraft, Schlupf, Abtrieb

Ein wesentliches Kriterium für den Einsatz mit dem genannten Maschinensystem ist neben der Hangtauglichkeit die Zugkraft.

Die vorhandene Motorleistung von 73,5 kW ermöglicht bei einer maximal zulässigen Fahrgeschwindigkeit von 5 km/h (tatsächliche schlupfbehaltene Arbeitsgeschwindigkeit 4 km/h bei rd. 20 % Radschlupf) die in Tafel 3 dargestellten maximalen Zugkräfte in Abhängigkeit von den in Tafel 4 verzeichneten theoretischen Achs- und Radlasten bei Hangneigungen von 30 bis 45 %.

Die in Tafel 3 errechneten Zugkräfte reichen aus, um auch an der Einsatzgrenze die erforderlichen Zugkräfte für das Maschinensystem zur Hanggraslanderneuerung, vor allem aber für die Bodenbearbeitung und Mineraldüngung, aufzubringen.

Um diese Werte zu untermauern, wurden auf abgeweideten Hanggrünlandflächen Zugkraft-Schlupf-Messungen in Steig- und Schichtlinie durchgeführt. In diese Messungen wurde der Serientraktor ZT 303-C einbezogen. Die Ergebnisse sind im Bild 2 dargestellt. Sie bestätigen die Erwartungen und zeigen, daß der Hangtraktor ZT 305-A bei geringerem Radschlupf eine höhere Zugkraft bringt.

Die Zugfähigkeit des ZT 305-A in Schichtlinie ist gut. Die zu betreibenden Arbeitsgeräte können in Schichtlinie bei vertretbarem Radschlupf von 10 bis 25 % mit gesperrten Ausgleichgetrieben an beiden Achsen auch bei einer Hangneigung von 45 % betrieben werden. In der Steiglinie sind bei einer Hangneigung von 45 % und voller Nutzung der Motorleistung noch maximale Zugkräfte von 17 kN (1 740 kp) erreichbar. Die Werte waren unter Praxisbedingungen bei rd. 15 kN mit einem Radschlupf von ungefähr 40 % verbunden, der nur bei der Bodenbearbeitung zulässig ist. Für Spritzen und Streuen reichen dagegen rd. 10 kN bei einem Schlupf unter 20 % aus. Nach Möglichkeit ist der Einsatz deshalb in Schichtlinie durchzuführen. Werden Dünger, Saatgut oder Herbizide ausgebracht, sollte grundsätzlich mit den beladenen Maschinen an der Hangunterseite begonnen und nur hangauf gewendet werden. Bei der Ernte sollte umgekehrt verfahren werden. An dieser Stelle muß auf den geringen Bodendruck des Traktors ZT 305-A von nur 110 bis 150 kPa (1,1 bis 1,5 kp/cm<sup>2</sup>) beim Einsatz der Zwillingsbereifung hingewiesen werden. Die beim Einsatz in Falllinie durch die Gewichtsverlagerung zurückgehende Bremsleistung der Hinterachse (Tafel 4) wird durch die gebremste Vorderachse übernommen.

Der Abtrieb der Hinterachse gegenüber der Vorderachse ist auch bei einer Hangneigung von 45 % in Schichtlinie so gering, daß er sich auf die Arbeit bzw. die Arbeitsqualität nicht auswirkt. Die Ergebnisse der Analyse des Traktorgetriebes sind in Tafel 5 dargestellt. Sie zeigt, daß das Schaltgetriebe prinzipiell die Anforderungen des Aufgabengebiets erfüllt.

Unter dem Gesichtspunkt, daß für das Hauptarbeitsgebiet in Hanglagen mit einer Hangneigung zwischen 30 und 45 % die Höchstgeschwindigkeit auf maximal 5 km/h begrenzt werden muß und deshalb nur 2 Geschwindigkeitsstufen zur Wahl stehen — die Unterlast-

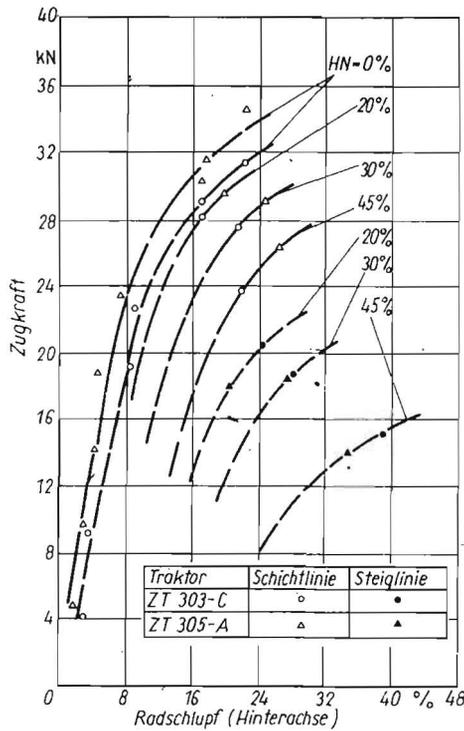


Bild 2 Zugkraft-Schlupf-Verhalten der Radtraktoren ZT 303-C und ZT 305-A auf Grasland (Zwillingsbereifung der Hinterachse); HN Hangneigung

Tafel 5. Geschwindigkeitsabstufung des Traktors ZT 305-A (bei Nenndrehzahl n = 1 800 U/min)

Gruppe	Gang	Gesamt-Übersetzung		Fahrgeschwindigkeit in km/h	
		normal	mit Unterlaststufe	normal	mit Unterlaststufe
<b>vorwärts</b>					
I	1	160,73	203,48	3,21	2,535
	2	103,00	130,40	5,00	3,955
	3	65,93	82,33	7,93	6,260
II	1	129,13	163,49	4,00	3,154
	2	82,75	104,77	6,24	4,922
	3	52,25	66,14	9,87	7,797
III	1	41,546	52,604	12,42	9,804
	2	26,627	33,710	19,36	15,299
	3	16,811	21,283	30,70	24,231
<b>rückwärts</b>					
I	1	155,36	196,60	3,32	2,623
	2	99,56	125,99	5,17	4,099
	3	62,86	79,54	8,21	6,484
II	1	124,82	157,96	4,13	3,265
	2	79,99	101,22	6,45	5,095
	3	50,50	63,91	10,21	8,070

stufe ist wegen des Freilaufs nicht nutzbar — sollte bei einer Weiterentwicklung die Schaffung zusätzlicher Geschwindigkeitsstufen durch ein Kriechganggetriebe berücksichtigt werden. Ebenso sollte im Rahmen der Weiterentwicklung zielstrebig an einer Sitzverstellung für Hangbedingungen gearbeitet werden.

### 4. Erste Einsatzergebnisse

Während der Entwicklung wurden in verschiedenen LPG Pflanzenproduktion der Südbezirke, vor allem im Bezirk Suhla, zwei Forschungsmuster des Hangtraktors ZT 305-A zur

Graslanderneuerung auf Hangflächen mit einer Hangneigung bis 45 % eingesetzt.

In 728 Betriebsstunden wurden z. B. mit einer Maschine 1 647 ha (Schnitt-ha) angesät, geerntet, geeggt, mit Mineraldünger gedüngt und z. T. Futter mit dem Ladewagen HTS 31.04 abgefahren. Der durchschnittliche DK-Verbrauch betrug 8,74 l/h. Mit 9,96 l/h war der Verbrauch beim Umbruch des Grünlands am höchsten und mit 7,12 l/h beim Drillen am niedrigsten. Mit der zweiten Maschine wurden ähnliche Ergebnisse erzielt. Der durchschnittliche DK-Verbrauch von 8,9 l/h entspricht einer mittleren Motorauslastung von rd. 40 %. Während der gesamten Einsatzzeit traten keine Schäden und Mängel an den Traktoren auf, die auf den Einfluß der Hangneigung zurückzuführen waren.

Die erzielten Flächenleistungen mit den einzelnen Maschinen entsprachen mit  $\geq 1$  bis 5 ha/h ( $T_{04}$ ) der Aufgabenstellung.

### 5. Zusammenfassung

Der Hangtraktor ZT 305-A ist mit dem vorgesehenen Geräte- und Maschinensystem für die Mechanisierung der Arbeiten zur Erneuerung und Pflege des Hanggraslands bis zu einer Hangneigung von 45 % einsetzbar. Das Gut-

achten der Zentralen Prüfstelle für Landtechnik Potsdam-Bornim liegt vor.

Die beschleunigte Zuführung einer ausreichenden Anzahl von Traktoren ZT 305-A wurde vom Ministerium für Land-, Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft der DDR für den Fünfjahrplanzeitraum bis 1985 veranlaßt.

A 3280