

Frontantrieb für Standardtraktoren?

Mit dieser Fragestellung beschäftigen sich die Traktorenhersteller sowie einschlägige Forschungsinstitutionen schon vielfach. Sie ist deshalb so interessant und problematisch, weil technische Gesichtspunkte mit ökonomischen Erfordernissen in Einklang zu bringen sind.

Anhand durchgeführter Untersuchungen und Messungen an einem Versuchstraktor mit Allradantrieb, 91 PS Motorleistung und einer Gesamtmasse von etwa 5 000 kg werden einige Probleme diskutiert (weitere Einsatzdaten des Versuchstraktors siehe Tafel 1).

Die technischen Messungen zur Ermittlung des Zugkraft-Schlupfverhaltens erfolgten auf Prüfbahnen mit den Bodenarten „Sand“, „lehmiger Sand“ und auf einer ackerbaulich genutzten Fläche mit der Bodenkennzeichnung „sandiger Lehm“. Letztere Fahrbahn hatte als Vorfrucht Weizen und lag geschiebt vor. Die Ergebnisse dieser Messungen sind in Bild 1 zusammengestellt.

Als Kurzzeichen werden verwendet:

Z	Zugkraft
G	Gesamteigenmasse
G_v	Ruhe — Vorderachslast
G_h	Ruhe — Hinterachslast
G_{vb}	betriebliche Vorderachslast
G_{hb}	betriebliche Hinterachslast
κ_{T_v}	Transmissionsfaktor — Vorderachse
κ_{T_h}	Transmissionsfaktor — Hinterachse
W_v	Fahrwiderstand — Vorderachse
W_h	Fahrwiderstand — Hinterachse
α	Steigungswinkel
G_k	Gerätemassenanteil
φ	Schrägzugwinkel
h	Zugpunkthöhe
a	Radstand

Bei einer Zugpunkthöhe von 600 mm wird im energetisch günstigen Bereich (8 bis 12 Prozent Schlupf) bei eingeschaltetem Frontantrieb ein Zugkraftzuwachs von

Fahrbahn „S“ (Sand)	360 kp,
Fahrbahn „IS“ (lehmiger Sand)	500 kp und bei
Fahrbahn „sL“ (sandiger Lehm)	280 kp

erreicht. Die Z/G-Werte im Bereich der maximalen Zugkräfte bei etwa 45 Prozent Schlupf mit nicht eingeschaltetem Frontantrieb liegen auf der Fahrbahn „S“ bei 0,26, auf der Fahrbahn „IS“ bei 0,35 und auf der Fahrbahn „sL“ bei 0,39. Diese geringen Werte lassen erkennen, daß Nutzflächen mit Bedingungen für Frontantrieb befahren wurden.

Im energetischen Teil von Bild 1 (Koordinaten Zugkraft — Fahrgeschwindigkeit) ist zu erkennen, daß bei Berücksichtigung der sonstigen Verluste, die für den Frontantrieb unter günstigen Versuchsbedingungen ermittelten reinen Zugkraftverbesserungen weniger markant in Erscheinung treten. Berücksichtigt man besonders bei Benutzung des Frontantriebes einen Zuwachs der Getriebeverluste, so tritt ein noch größerer Abbau ein. Der Traktorwirkungsgrad verändert sich in der Darstellung jeweils (ohne — mit Frontantrieb) um etwa 5 Prozent.

Diese Ergebnisse belegen, wie auch aus der Literatur ersichtlich, daß mit technischen Zugkraftmessungen bzw. diesbezüglichen Vergleichen Sinn und Nutzen des zusätzlichen

Frontantriebes bei Standardtraktoren nicht abgewogen werden können. Allein durch Änderung des Zugangriffspunktes werden schon erhebliche Änderungen im Zugkraftzuwachs erreicht.

Deshalb erfolgten Einsatzuntersuchungen auf einem ebenen Feldschlag, der als Vorfrucht Futtergemenge (Leguminosen) trug und geschiebt abgelagert vorlag. Zur Einsatzhilanz gemessen wurde sowohl in der Meßstrecke (200 m) als auch in Form von Zeitstudien. Der Zugkraftbedarf der Anbaugeräte wurde mit Hilfe der Differenzmessung festgestellt. Die Versuchsanlage erfolgte nach speziellen Gesichtspunkten unterschiedlicher Einsatzqualität. Es wurden insgesamt 4 Aggregatierungs- bzw. Einsatzqualitätsvarianten jeweils mit und ohne Frontantrieb untersucht:

- I. Traktor mit Pflug B 187 (Anhängerpflug), optimal angehängt
- II. Traktor mit Pflug B 126 (Anbaupflug), ohne ALE¹
- III. Traktor mit Pflug B 126 (Anbaupflug), mit ALE¹
- IV. Traktor mit Pflug B 126 (Anbaupflug), mit ALE¹

Der Traktor wurde bei den Varianten I bis III mit $Z = 2\,300$ bis $2\,500$ kp und bei der IV. Variante mit $Z = 1\,800$ kp eingesetzt. Da bei der IV. Variante die zugehörige Höchstgeschwindigkeit des eingeschalteten Frontantriebes (versuchstechnisches Provisorium) überschritten wurde, mußte dieser Versuch durch Extrapolation auf der Grundlage der Unterschiede zwischen eingeschaltetem und nicht eingeschaltetem Frontantrieb der vorangegangenen Varianten ersetzt werden. Um den dabei evtl. auftretenden Fehler zu erfassen, wurde der mögliche Bereich in 2 Rechengängen dargestellt. Somit liegen insgesamt 9 Untersuchungsergebnisse vor, die in Tafel 1 zusammengestellt sind.

Ausgehend von der allgemeinen und vereinfachten Zugkraftgleichgewichtsbedingung für Allradantrieb:

$$Z = G_{vb} \cdot \kappa_{T_v} + G_{hb} \cdot \kappa_{T_h} - W_v - W_h - G \cdot \sin \alpha \quad (1)$$

kann die unterschiedliche Aggregatierungsgüte nach (1) wie folgt weiter gekennzeichnet werden:

$$Z = \left(G_v - Z \cos \varphi \frac{h}{a} \right) \kappa_{T_v} + \left(G_h + Z \cos \varphi \frac{h}{a} + Z \sin \varphi \right) \kappa_{T_h} - W_v - W_h - G \sin \alpha \quad (2)$$

wobei jedoch für die Variante II gegenüber der Variante I ein größerer Betrag $Z \sin \varphi$ wirksam werden kann.

Für die III. und VI. Variante gilt nach (2):

$$Z = \left(G_v - Z \cos \varphi \frac{h}{a} \right) \kappa_{T_v} + \left(G_h + Z \cos \varphi \frac{h}{a} + Z \sin \varphi + G_k \right) \kappa_{T_h} - W_v - W_h - G \sin \alpha \quad (3)$$

Mit diesen Definitionen ist der „richtige“ bzw. „unrichtige“ Einsatz eines Standardtraktors im Rahmen der beabsichtigten praktischen Einsatzversuche ausreichend gekennzeichnet. In der Praxis wird man kaum in der Lage sein, die Zeitanteile über einen größeren Zeitraum zu erfassen, in dem ein „richtiger“ oder „unrichtiger“ Einsatz des Standardtraktors erfolgt ist, um somit weiterhin auf die Notwendigkeit eines zusätzlichen Frontantriebes schließen zu können. Ein

¹ ALE Achslast erhöhende Effekte, durch Regelhydraulik erzielt

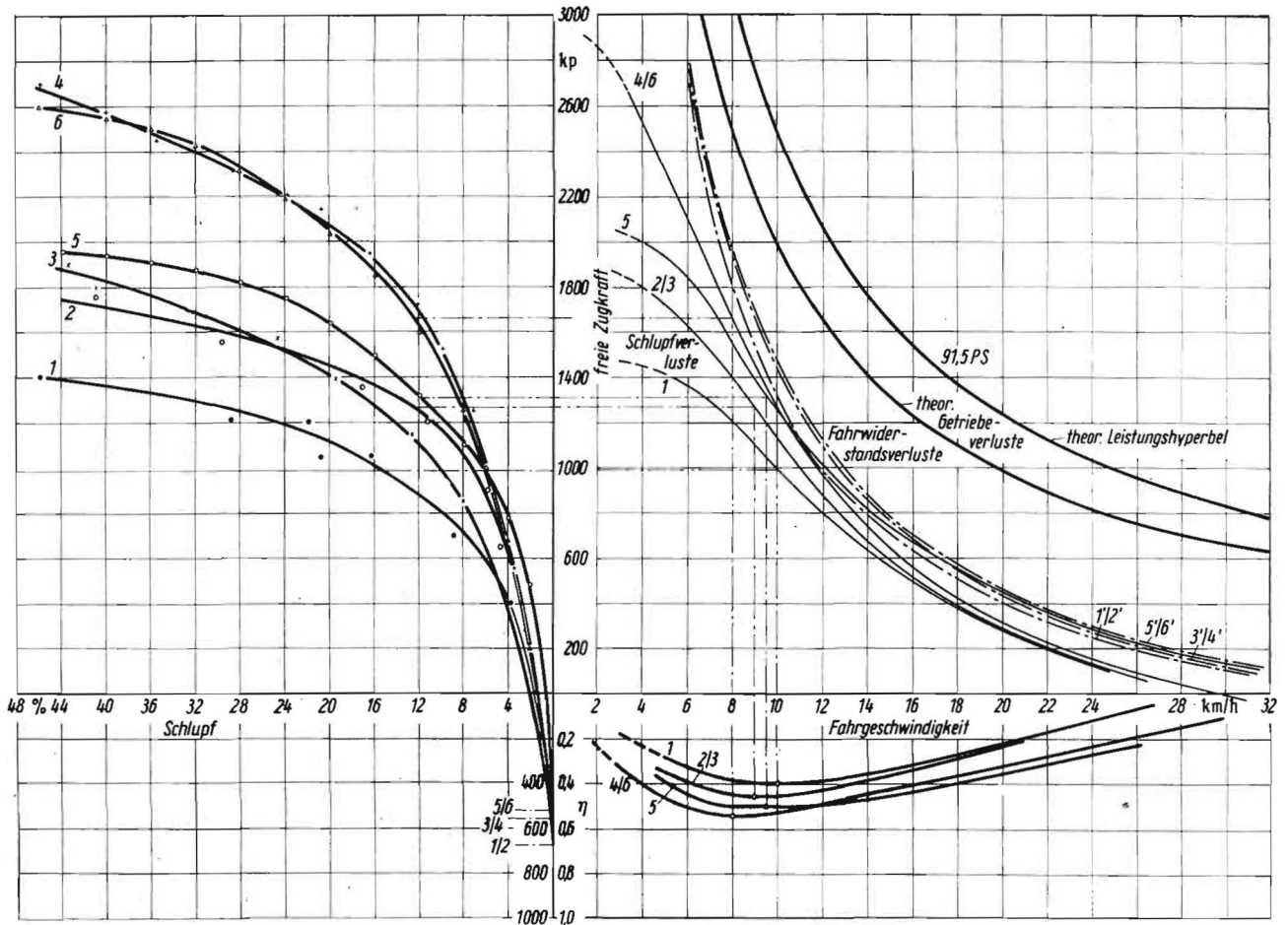


Bild 1. Freie Zugkraft und Wirkungsgrad über Fahrgeschwindigkeit und Schlupf bei einem Versuchstraktor ohne und mit Frontantrieb; Zugpunkthöhe 600 mm, Bereifung vorn 12-18 AS (0,8 kp/cm²), Bereifung hinten 15-30 AS (0,8 kp/cm²), Radstand 2 800 mm, G = 5 326 kg, G_v = 1 956 kp, G_h = 3 370 kp; a theoretische Leistungshyperbel, b theoretische Getriebeverl. 91,5 PS, c Fahrwiderstandsverluste; Einsatzbedingungen:

	Frontachse	Bodenart	Feuchtigkeit
1 ●	ohne	Sandboden (S)	2
2 ○	mit	Sandboden (S)	3
3 ×	ohne	lehmiger Sand (IS)	5
4 +	mit	lehmiger Sand (IS)	5
5 □	ohne	sandiger Lehm (sL)	13,5
		2 AL 60	
6 △	mit	sandiger Lehm (sL)	13,5
		2 AL 60	

geeigneter Gerätesatz für alle Arbeiten, eine richtige Aggregation dieser Geräte und eine stets gut abstützbare Fahrbahn zum Erreichen hoher Achslastverlagerungen (ΔG -Effekte) wären die Voraussetzung eines ökonomischen Einsatzes des Standardtraktors besonders mit großer Motorleistung. Wo findet man in der Praxis diese Bedingungen gleichzeitig und gleichermaßen vor?

Als Ergebnis der praktischen Vergleichseinsätze (Variante I bis IV bzw. 1 bis 9) ist u. a. festzustellen, daß die Kraftstoffverbräuche bezogen auf die Zeiteinheit im Bereich der mehr zugkraftauslastenden Varianten (1 bis 6) keine bemerkenswerten Unterschiede aufweisen. Für die leistungsausnutzenden Varianten (7 bis 9) liegen diesbezüglich etwas günstigere Werte vor. Eindeutig sind die Ergebnisse beim Kraftstoffverbrauch bezogen auf die Flächenleistung. Flächenleistung und Kraftstoffverbrauch sind zur Ergänzung der Tafel 1 in den Bildern 2 und 3 gesondert dargestellt.

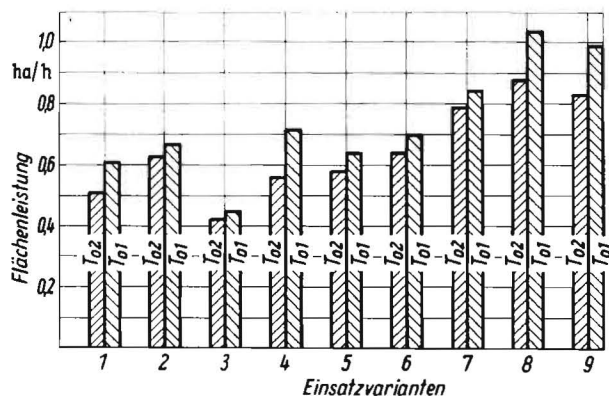
Herauszustellen ist nach diesen Ergebnissen noch der Umstand, daß ein optimal angehängtes Anhängergerät gegenüber einem Anbaugerät, das ohne ALE-Effekte (hydraulische Antischlupfeinrichtung oder Regelhydraulik) eingesetzt wird, günstigere Einsatzwerte aufweist (Einsatzvariante 1 gegenüber 3 bzw. 2 gegenüber 4 im Bild 2). Bei diesen Einsatzvarianten ungünstiger Einsatzqualität sind auch die positiven Auswirkungen des Frontantriebes wesentlich markanter. Die Aufrechnung der Einsatzkosten und der mögli-

chen Einsparungen, ausgehend von den in Tafel 1 zusammengestellten Einsatzwerten, runden das Bild weiterhin ab. Diese Kostenrechnung wurde mit Normativwerten vorgenommen. Das Ergebnis zeigt Bild 4. Es ist zunächst festzustellen, daß, wie erwartet, die Aggregations- und die Einsatzgüte die Einsatzkosten maßgeblich beeinflussen. Bei der Kostenberechnung wurde eine 25- bis 30prozentige Erhöhung des Anschaffungspreises des Traktors mit Frontantrieb gegenüber der Standardausführung angesetzt. Entsprechend der bei Variante 8 und 9 (Tafel 1) dargestellten Rechnung ergibt sich bei Einsatzvariante IV ein Streubereich. Dieser Streubereich kann etwa mit den im praktischen Einsatz vorkommenden starken Schwankungen der einzelnen Einsatzbedingungen identifiziert werden. Es kann somit — wie Bild 3 zeigt — bei Variante IV (energetisch richtiger Einsatz) und Verwendung des Frontantriebes sowohl zu kleinen Einsparungen als auch zu zusätzlichen Kosten kommen. Des weiteren zeigt der untere Teil von Bild 4, daß allein die Einsatzorganisation in bezug auf zweckmäßigen Einsatz eines Standardtraktors mit zusätzlichem Frontantrieb maßgeblich die Kostensituation beeinflussen kann.

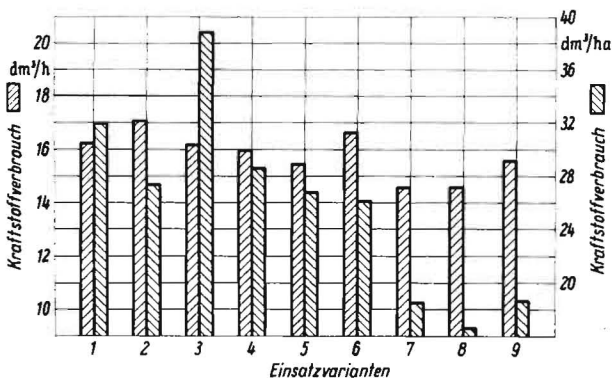
Wie man sieht, nimmt der Zeitanteil der vom Traktor je Jahr zu leistenden Arbeit, z. B. Pflügen, einen größeren Einfluß auf evtl. Einsparungen als die Einsparungsunterschiede innerhalb der Einsatzqualitätsvarianten. Da die Einsatzorganisation überwiegend im subjektiven Bereich liegt,

Tafel 1. Einsatzdaten und -varianten des Standardtractors ohne und mit Frontantrieb — bei Einsatz auf ebenem bis leicht geneigtem Feld der Bodenklasse SL...sL 3 D 40...50, geschält, Vorfrucht Futtergemenge — Leguminosen, Feuchtigkeit 10...12%, $G = 5326 \text{ kg}$, $G_v = 1956 \text{ kp}$, $G_h = 3370 \text{ kp}$; T_{02} reine Einsatzzeit mit einsatzbezogenen Verlustzeiten, T_{01} verlustlose Arbeitszeit

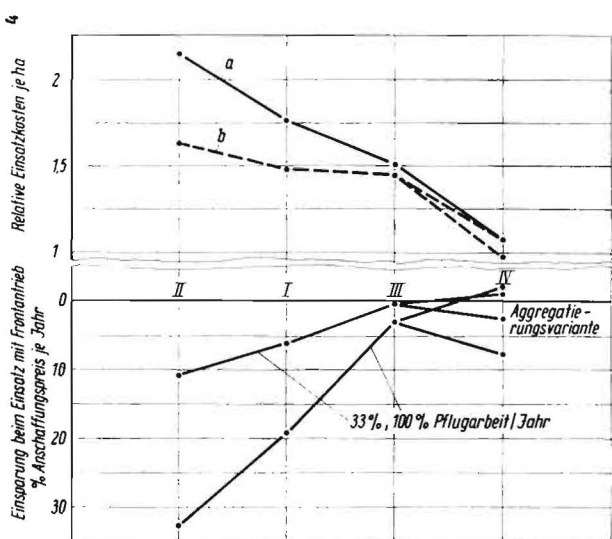
Aggregationsvariante (Einsatzqualität)	I Anbaupflug B 187; Zugpunkthöhe am Traktor: 900 mm, am Gerät: 580 mm		II Anbaupflug B 126; am Traktor höchste Lenkerstellung: ohne hydr. ALE		III Anbaupflug B 126; am Traktor höchste Lenkerstellung: mit hydr. ALE		IV Anbaupflug B 126; am Traktor höchste Lenkerstellung mit hydr. ALE wie Variante III, jedoch Traktor leistungsausnutzend ein- gesetzt			
	1 Frontantrieb ohne	2 mit	3 Frontantrieb ohne	4 mit	5 Frontantrieb ohne	6 mit	7 Frontantrieb ohne	8 mit (rechn.)	9 mit (rechn.)	
Arbeitsbreite (Mittelwert)	m	1,60	1,60	1,55	1,55	1,50	1,50	1,55	1,55	1,55
Arbeitsbreite (Mittelwert)	m	0,35	0,35	0,40	0,40	0,40	0,40	0,35	0,35	0,35
Zugkraftbedarf (Mittelwert)	kp	2475	2475	2545	2545	2315	2315	1840	1840	1840
Schlupf (Mittelwert)	%	30,1	24,7	36,0	18,4	22,1	19,1	9,3	6,0	7,3
Arbeitsgeschwindigkeit (gemittelt)	km/h	3,82	4,17	3,44	4,75	4,26	4,69	6,08	6,68	6,40
Flächenleistung (T_{02}/T_{01})	ha/h	0,51/0,61	0,63/0,67	0,42/0,45	0,56/0,62	0,58/0,64	0,64/0,70	0,79/0,94	0,88/1,04	0,83/0,99
Kraftstoffverbrauch (T_{02})	dm ³ /h	16,3	17,1	16,3	16,0	15,5	16,7	14,6	14,6	15,6
Kraftstoffverbrauch	dm ³ /ha	32,0	27,4	38,9	28,6	26,8	26,2	18,5	16,6	18,8
Gerätemasse	kg	1000	1000	650	650	650	650	650	650	650



2



3



wird klar, daß die Forderungen nach einem zusätzlichen Frontantrieb im wesentlichen nur im Hinblick auf standortbedingte Fahrbahnverhältnisse ihre Berechtigung haben.

Die Bedingungen des Hangeinsatzes sind bei obigen Untersuchungen nicht berücksichtigt worden, da hier andere zusätzliche Einflußfaktoren bzw. Argumente für die Anwendung des zusätzlichen Frontantriebes vorliegen. Die Verbesserung der Fahrstabilität insbesondere bei Schichtlinienarbeit steht z. B. hier außer Zweifel. Der Standardtraktor (mit zusätzlichem Frontantrieb) erfährt hierdurch eine weitere Verbreitung seines Anwendungsgebietes.

Zusammenfassung

Ein Standardtraktor mit großer Motorleistung und ausgerüstet mit zusätzlichem Frontantrieb (Prototyp) wurde einsatztechnisch in der Ebene untersucht. Die vorliegenden Ergebnisse sind repräsentativ für etwa 70 Prozent der landwirtschaftlichen Nutzfläche der DDR.

Die vorliegenden Untersuchungsergebnisse lassen sich in dem Grundsatz zusammenfassen:

In dem Maße, wie leistungsstarke Standardtractoren unzweckmäßig eingesetzt werden oder werden müssen, gewinnt der zusätzliche Frontantrieb an Bedeutung.

Da alle Voraussetzungen eines richtigen Einsatzes eines Standardtractors in der landwirtschaftlichen Praxis kaum in vollem Umfang anzutreffen sind und häufig auch ein Einsatzzwang (z. B. schwere, schlecht abgetrocknete Böden — agrotechnisch zwingende Termine u. ä. m.) besteht, erscheint es zweckmäßig, einen Frontantrieb zum leistungsstarken Standardtraktor im Angebot zu halten. Hierdurch wird auch die ohnehin große Vielseitigkeit dieses Traktortyps (Traktorbauform) noch erweitert.

A 8385

Bild 2. Flächenleistung des Standardtractors ohne und mit Frontantrieb; T_{01} verlustlose Arbeitszeit, T_{02} reine Einsatzzeit mit einsatzbezogenen Verlustzeiten, Erläuterung der Einsatzvarianten s. Tafel 1

Bild 3. Kraftstoffverbrauch des Standardtractors ohne und mit Frontantrieb; Erläuterung der Einsatzvarianten s. Tafel 1

Bild 4. Einsatzkosten für den Standardtraktor ohne und mit Frontantrieb beim Pflügen (ohne Gerätekosten), Aggregations- und Einsatzvarianten s. Tafel 1, a ohne Frontantrieb (Variante 1, 3, 5 und 7), b mit Frontantrieb (Variante 2, 4, 6, 8 und 9)