

# Einige energetische Fragen zum Einsatz von Traktoren

Obering. R. Blumenthal, KDT, VEB Traktorenwerk Schönebeck

Eine der wichtigsten Aufgaben für die Land- und Nahrungsgüterwirtschaft im Volkswirtschaftsplan 1981 der DDR ist, die Bevölkerung ständig, ausreichend sowie mit hohem Niveau mit Nahrungsmitteln und die Industrie mit Rohstoffen zu versorgen. Einige wesentliche Prämissen dieser Zielstellung sind [1]:

- die Erhöhung der Pflanzenproduktion
  - den Boden als Hauptproduktionsmittel noch intensiver zu nutzen
  - die für die Landwirtschaft vorgesehenen Maschinen und Ausrüstungen für Bodenbearbeitung, Pflege und Ernte effektiv einzusetzen, den vorhandenen Maschinenpark sorgsam zu pflegen und voll zu nutzen.
- Umgesetzt in meßbare Größen bedeutet dies:
- Steigern bzw. Erreichen der geplanten Erträge
  - Steigern der Produktivität
  - Minimieren der Maschinenkosten.

In diesem Zusammenhang werden in Gegenwart und naher Zukunft neben der bisherigen ständigen Steigerung der Maschinenkapazität und dem Leistungszuwachs von Landmaschinen und Traktoren den Parametern Gesamtwirkungsgrad, Energieverbrauch, Rohstoffverbrauch und Zuverlässigkeit größte Beachtung zu widmen sein, sie werden sogar bestimmende Meßwerte sein. Bevor in diesem Beitrag auf einige traktorenspezifische Probleme eingegangen wird, sollen doch wichtige, wenn auch altbekannte, allgemeingültige Voraussetzungen bewußt wiederholt und vorangestellt werden:

- Die Betriebseigenschaften einer Landmaschine sind abhängig von ihrer Konstruktion und ihren technischen Parametern.

- Um ökonomisch optimale Ergebnisse zu erzielen, sind der Verwendungszweck und ihr Einsatz mit den Eigenschaften des jeweiligen Typs abzustimmen.
- Energetisch günstige Ergebnisse sind durch eine hohe, stetige Motorauslastung der Landmaschine oder des Traktors anzustreben.
- Landwirtschaftsbetriebe und Landmaschinenhersteller sind als Kooperationspartner zur Lösung dieser Aufgabe zu gewinnen.
- Das Optimieren des Zusammenwirkens von Traktor und Landmaschine, der Einsatzorganisation, der Aggregation und die Publikation der besten Erfahrungen in den landwirtschaftlichen Betrieben können nennenswerte Ergebnisse in der Minimierung der Maschinenkosten bringen.

In die Gesamtenergiebilanz [2] der Landmaschinen und Traktoren gehen folgende Teilfunktionen und Teilleistungen ein (Bild 1):

$$P_e = P_R + P_S + P_K + P_B + P_{St} + P_Z + P_N \text{ in kW.}$$

Betrachtet werden nachfolgend einige energetische Verluste, die durch richtigen Einsatz der Maschinen beeinflussbar sind, also vorwiegend vom Nutzer.

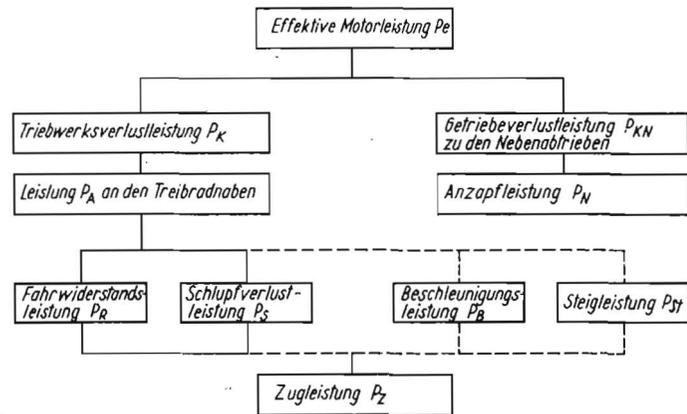
Im Zusammenhang mit der effektiven Motorleistung  $P_e$  interessieren in starkem Maß die Verluste durch die Ansaug- und Abgasanlage. Während letztere fast nur vom Hersteller in der Verlustgröße beeinflussbar ist, muß der Ansauganlage vom Betreiber größere Aufmerksamkeit geschenkt werden. Beim Traktor ZT 300/303 wird seit der Fahrgestell-Nr. 49930 ein Trockenluftfilter 500 FLT mit Zyklon 400 FLZ verwendet. Dieser gestattet einen hohen

Abscheidungswirkungsgrad von 99,9% und bietet Gewähr für sehr hohe Standzeiten der Motorenbauelemente. Mit wachsender Betriebszeit erhöht aber der Papierfiltereinsatz den Ansaugunterdruck [3]. Im Neuzustand des Filters liegt der Ansaugunterdruck bei etwa 1 600 Pa (siehe Bild 2). Im Vergleich hierzu liegt der Ansaugunterdruck des bisher verwendeten (auf Kundenwunsch auch noch gegenwärtig für Export) Ölbadluftfilters konstant bei etwa 3 500 bis 4 000 Pa. Der Ansaugunterdruck bedeutet mit etwa 1 000 Pa einen Leistungsverlust (oder auch Kraftstoffverlust) von rd. 1,1 kW. Aus dem Bild 2 ist erkennbar, daß der Trockenfilter im Neuzustand geringere Verluste, neben dem besseren Abscheidungswirkungsgrad, bringt. Der Anstieg des Ansaugunterdrucks ist nicht nur von der Einsatzzeit, wie dargestellt, sondern auch von der Intensität des Staubanfalls und der Luftfeuchtigkeit abhängig.

Als Wechselfristen sollten deshalb im Durchschnitt 300 bis 800 h angesetzt werden. Wesentlich ist außerdem, den Verschmutzungsgrad von der Funktion der Kontrolleuchten abhängig zu machen.

Ist der maximale Verschmutzungsgrad erreicht, zeigt dies die Kontrollampe durch ständiges Aufleuchten an (siehe Bedienanleitung). Prinzipiell ist die Folgerung zu treffen, daß der Wechsel des Papiereinsatzes nicht unbedingt zeitabhängig, sondern in Abhängigkeit vom Verschmutzungsgrad durchzuführen ist. Die Filterpatrone kann also länger genutzt werden, wenn diese nach der ersten Kontrolleuchten-Anzeige leicht ausgeklopft wird. Es ist also sehr wichtig, die Wartungsarbeiten präzise durchzuführen und die Wartungsfristen einzuhalten.

Bild 1  
Aufteilungsschema der Motorleistung in Nutz- und Verlustleistungen

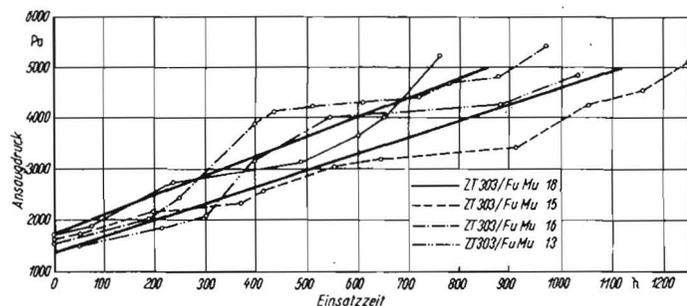


Fortsetzung von Seite 177

## Literatur

- [1] Kroll, H.; Richter, G.: Konstruktion und Einsatz der Einzelkornsämaschine A 697. agrartechnik 25 (1975) H. 1, S. 25—29.
- [2] Kühnberg, L.: Verrollungsfrei arbeitende Einzelkornsämaschine. Martin-Luther-Universität Halle—Wittenberg, Forschungsbericht 1979 (unveröffentlicht). A 3000

Bild 2  
Ansaugunterdruckerhöhung des Trockenluftfilters 500 FLT in Abhängigkeit von der Einsatzzeit des ZT 300 (Meßstelle hinter dem Filter)



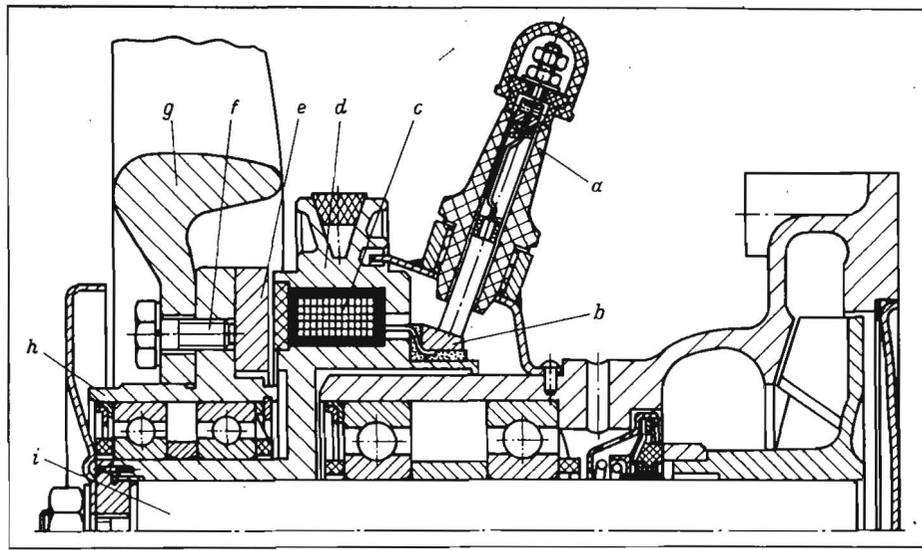


Bild 3. Lüfterantrieb mit selbsttätiger Abschaltkupplung; a Stromzuführung, b Schleifring, c Magnetspule, d Spulenträger, e Ankerplatte, f Mitnehmerbolzen, g Lüfterflügel, h Lüfternabe, i Pumpenwelle

Das Betreiben des Motors im thermisch günstigen Bereich ist eine weitere bedeutende Einflußgröße auf das Verschleißverhalten und den Energieverbrauch. Das Kühlsystem des Motors muß unbedingt sichern, daß die Kühlwassertemperatur bei Abgabe der Motordauerleistung II und bei einer Außentemperatur von etwa +35°C in den zulässigen Grenzen von 80 bis 95°C bleibt. Da die durchschnittliche Leistungsabnahme jedoch häufig bei 50 bis 70% und die jahresdurchschnittliche Temperatur auch niedriger liegen, wird das installierte Kühlsystem nur selten bis zur vollen Leistungsfähigkeit ausgelastet. Der Lüfter kann also auch längere Zeit stillstehen. Der dadurch mögliche Leistungsgewinn hat zur Anwendung

von drehzahleregelten oder abschaltbaren Lüftern geführt. Die Traktoren ZT 300/303 sind mit einem automatisch schaltbaren Lüfter durch eine elektromagnetische Kupplung vom Typ KEM 2,5 K vom VEB Elektromotorenwerk Dessau ausgestattet. Die Schaltung erfolgt temperaturbeeinflusst durch einen sogenannten Temperaturwächter, der — als Zweipunktregler aus dem Kühlwasserkreislauf beauftragt — durch einen Stromimpuls die elektromagnetische Schaltung der Kupplung auslöst (Bild 3). Die Laufzeitanteile des Lüfters sind direkt von der Motorauslastung und den Umgebungstemperaturen abhängig. Die Funktion der Lüfterschaltkupplung ist von hoher Bedeutung [4].

Die Kraftstoffeinsparung bei ausgeschaltetem Lüfter beträgt 3% auf die Motornennleistung bezogen, also eine absolut interessante Größenordnung. Außerdem sind die Vorteile aus dem thermischen Betriebsverhalten des Motors hinzuzufügen. Vorstehend dargestellte Effekte in der Beeinflussung des Kraftstoffverbrauchs stehen in direktem Zusammenhang mit dem eigentlichen Kraftstoffverbraucher, dem Motor selbst, d. h., es wird für die zur Verfügung gestellte Leistung  $P_e$  weniger Kraftstoff benötigt. Einem anderen sehr wesentlichen Problemkreis, nämlich der möglichen Energieeinsparung beim Einsatz des Traktors, kommt ebenfalls Bedeutung zu. Der Gesamtwirkungsgrad der Traktoren beträgt heute unterschiedlich abhängig vom Erzeugnis, vom Rüstzustand und von der Funktionsfähigkeit der einzelnen Baugruppen sowie vom Pflegezustand  $\eta_t = 0,50$  bis 0,65. Der Traktor ist nun allein, von einigen Ausnahmen (z. B. Festfahren von Silage im Flachsilo) abgesehen, noch kein für die Landwirtschaft nutzbares Arbeitsmittel. Erst zusammen mit einem oder mehreren Geräten bzw. Landmaschinen, die wiederum zum Teil ohne den Traktor keinen praktischen Gebrauchswert haben (z. B. Front- oder Hecklader, Anbaumähbalken, Rotationshacke, Bodenfräse, Bodenbearbeitungsgeräte, Anhänger), kann er produktiv eingesetzt werden, also nutzbares Grundmittel sein. Wirtschaftliche Traktorarbeiten bei hoher Produktivität und günstigem Energieverbrauch können deshalb nur durch sinnvolle und leistungsabgestimmte Kombinationen zwischen Traktor und Landmaschine erreicht werden. Die Ausnutzung der vorgegebenen technischen Kapazität (Motorleistung, Arbeitsbreite, Geschwindigkeit, Gesamtwirkungsgrad, Verfügbarkeit) und eine kontinuierliche Ausnutzung der vorhandenen Schlagkraft (agrotechnisch günstigster Zeitpunkt, Bodendruck, Fahrwider-

Bild 4a. Zugkraftcharakteristik der Traktoren ZT 300/303 (auf mäßig feuchtem Sand-Stoppelfeld); Gesamtmasse 5490 kg, wirkende Masse auf die Vorderräder 2460 kg, Reifen 18,4/15-30 AS; 7,50-20 AS-Front  
 $P_z$  — ZT 303, — ZT 300,  
 B — ZT 303, — ZT 300,  
 s — ZT 303, — ZT 300

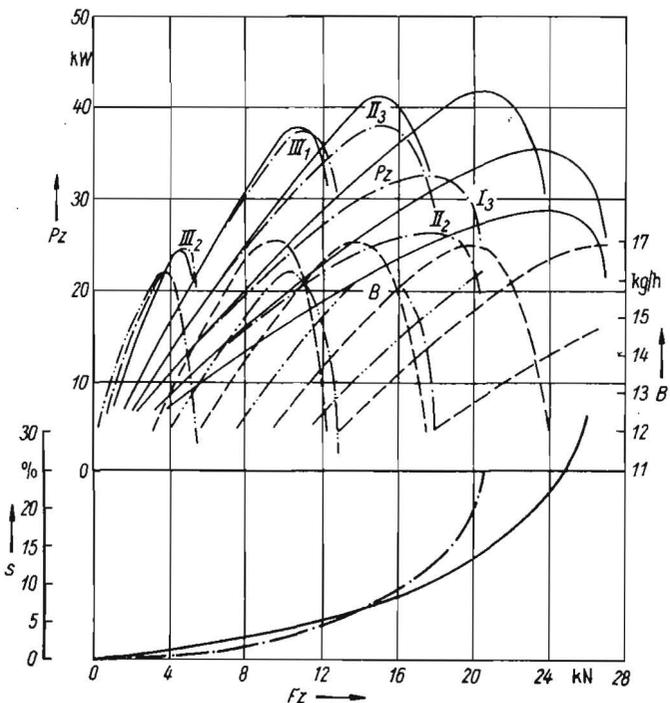
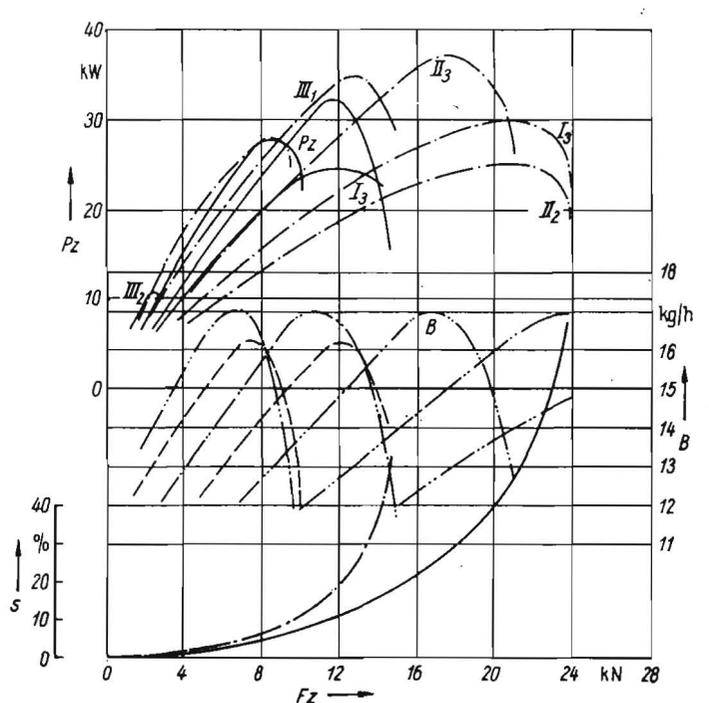


Bild 4b. Zugkraftcharakteristik der Traktoren ZT 300/303 (auf gepflügtem Sandboden); Gesamtmasse 5690 kg, wirkende Masse auf die Vorderräder 2030 kg, Reifen 18,4/15-30 AS; 7,50-20 AS-Front;  
 $P_z$  — ZT 303, — ZT 300,  
 B — ZT 303, — ZT 300,  
 s — ZT 303, — ZT 300



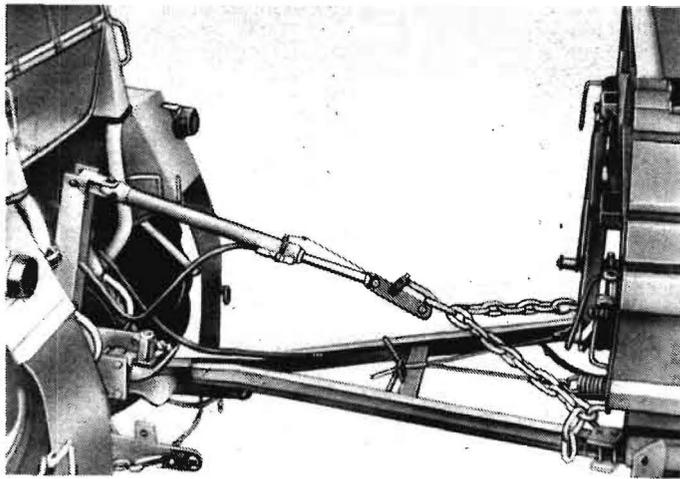


Bild 5  
Zugkraftverstärker für  
den ZT 300/303 am An-  
hänger wirkend

stand) in der planmäßig nutzbaren Einsatzzeit sichern eine hohe Grundfondseffektivität und ein optimales ökonomisches Ergebnis. Eine intensive Leistungsausnutzung der vorhandenen Traktoren und Landmaschinen ist ohne eine straffe Einsatzplanung und die damit verbundene zweckmäßigste Auswahl der Traktoren und zugeordneten Landmaschinen nicht möglich [5, 6].

Während einige Leistungsanteile aus dem angegebenen Gesamtleistungsschema (Bild 1) wenig beeinflussbar (Triebwerksverlustleistung  $P_K$ ) oder proportional der Produktivität bzw. der aufzubringenden Leistung (Zugleistung  $P_Z$ , Steigleistung  $P_{St}$ , Beschleunigungsleistung  $P_B$ ) sind, können andere Leistungsanteile (Fahrwiderstandsleistung  $P_R$ , Schlupfverlustleistung  $P_S$ ) durch den Betreiber stark beeinflusst werden.

Eingangs sollen zu diesem Komplex für die Traktoren ZT 300/303 Zugkraft, Zugleistung und Schlupfverhalten in Abhängigkeit von unterschiedlichen Bodenarten als Beispiel diskutiert werden. Die Bilder 4a und 4b machen am Beispiel gemessener Werte deutlich, welche Zugkräfte am besten genutzt werden sollten, bzw. ob zur Erreichung wirtschaftlicher Kraftstoffverbräuche der Einsatz des hinteradangetriebenen Traktors ZT 300 oder des allradangetriebenen Traktors ZT 303 zu wählen ist. Die mit günstigen Schlupfwerten abzusetzende Zugkraft ist darüber hinaus maßgebend für die Wahl des Aggregats, d. h. die Wahl der Pflugbreite, die Wahl der Pflugkörperanzahl, der Pflugtiefe oder auch der Kombinationsmöglichkeit, z. B. Schleppen und Eggen oder zum Pflug gleichzeitig eine Kombination mit Walzen [7]. Ebenso wichtig sind die Überlegungen zum Transporteinsatz. Grundsätzlich ist zu erkennen, daß im Prinzip für jede Fahrbahn, also für jede Bodenart, eine energetisch günstigste Zugkraft wirkt, die es gilt, im praktischen Einsatz möglichst zu erreichen. Dazu sollte sich jeder Landwirtschaftsbetrieb Klarheit verschaffen und Einsatz und Kombination auswählen. Die übertragbare Zugkraft, die, wie bereits dargelegt, wesentlich den Energieverbrauch mitbestimmt (Bild 4a

und 4b) ist weitestgehend abhängig vom elastischen Verbindungselement zwischen Boden und Fahrzeug, dem Reifen. Die Reifenkonstruktion, der Karkassenaufbau, der Reifenluftdruck, die Elastizität, die Tragfähigkeit, die Reifenbreite und das Reifenprofil wiederum bestimmen die Traktionsfähigkeit des Reifens. Für den Betreiber ist es deshalb von besonderer Bedeutung, alle Vorschriften, Hinweise und Empfehlungen des Reifen- und Traktorenherstellers zu beachten.

Unterzieht man die rationelle Nutzung der Triebtradreifen leistungsstarker Traktoren im praktischen Einsatz einer kritischen Betrachtung, so kann man feststellen, daß trotz vorhandener technischer Möglichkeiten, wie z. B. Reifenfülleinrichtungen, Ballastmassen, Spurstellung usw., diese Möglichkeiten nicht ausreichend bzw. nicht genügend produktionsfördernd genutzt werden. Von seiten der Praxis wird häufig die Auffassung vertreten, daß bei universell einsetzbaren Traktoren, wie z. B. dem ZT 300/303, sich eine jeweilige optimale Zuriistung des Fahrwerks nicht lohne, da die Einsatzbedingungen schnell wechseln und die erforderlichen Rüstaufwendungen zu groß seien. Demgegenüber ist jedoch die Tatsache zu verzeichnen, daß der Anteil der spezialisierten Arbeitsprozesse zunimmt und damit schnell wechselnde Arbeitsbedingungen immer mehr in den Hintergrund treten [8]. Die spezielle Herrichtung eines Triebrades bzw. eines Traktorfahrwerks für bestimmte Arbeitsprozesse erhält damit eine große Aktualität. Gerade die Traktoren ZT 300/303 bieten durch die Reifenfülleinrichtung beste Möglichkeiten, den hohen Nutzeffekt eines angepaßten Luftdrucks der Triebäder voll anzuwenden. Die Ballastmassen einschließlich Flüssigkeitsfüllung der Triebtradreifen bzw. die richtige Nutzungsanwendung dieser sehr wirksamen Mittel sollten ebenfalls in der Praxis breite Anwendung finden.

Ein gleiches wichtiges Bauelement zur Verbesserung der Zugfähigkeit ist der „Zugkraftverstärker“. Er ist eine Zusatzvorrichtung, die vor allem am ZT 300 für Feldtransporte, für das Düngerstreuen und für die Bearbeitung leichter

bis mittlerer Böden beachtlichen Nutzen bringt.

Die Erhöhung der Traktorhinterachslast beträgt beim Einsatz mit Anhängern (Bild 5) und Düngerstreuern 9 bis 11 kN und mit Aufsattel- und Anhängerpflügen sowie Scheibeneggen 4 bis 5 kN. Diese Hinterachslasterhöhung resultiert jeweils etwa zur Hälfte aus den Entlastungsanteilen der Traktorvorderachse und des Gerätes [9, 10]. Für Anhängerpflüge und Scheibeneggen muß der Betriebsdruck des Zugkraftverstärkers am verstellbaren Druckbegrenzungsventil des Regelhydraulikkreises je nach Bodenart und Zustand so gewählt werden, daß das Gerät noch sicher in den Boden eingreift und die Lenkfähigkeit des Traktors erhalten bleibt. An Aufsattelpflügen arbeitet er parallelgeschaltet und gleichlaufend mit der Regelhydraulik bei voll geschlossenem Druckbegrenzungsventil. Beim Einsatz am ZT 300 zum Pflügen leichter bis mittlerer Böden bewirkt er Erhöhungen der Flächenleistung von 1 bis 41/ha bzw. 4 bis 15%.

Am ZT 303 ist nur mit der Hälfte dieser Nutzwerte zu rechnen, da die Umverlagerung der Achslasten dieses Traktors keinen zugleistungsfördernden Effekt mit sich bringt. Auf schweren Böden, die Pflugwiderstände über  $600 \text{ N/dm}^2$  aufweisen, ist der Zugkraftverstärker für das Pflügen nicht mehr sinnvoll, da sein Betriebsdruck mit Rücksicht auf die Lenkfähigkeit des Traktors und den Einzug der Schare in den Boden so niedrig gehalten werden muß, daß keine nennenswerte Wirkung erreichbar ist.

Einige energetische Einsatzfragen, abgeleitet aus vorliegenden Erprobungsergebnissen des ZT 300/303, sollen Veranlassung sein, für die Praxis spezifisch für den einzelnen landwirtschaftlichen Betrieb Analysen durchzuführen und energiesparende Möglichkeiten beim Einsatz von Traktoren zu beachten.

## Literatur

- [1] Schürer, G.: Zum Volkswirtschaftsplan 1981. Neues Deutschland vom 13./14. Dezember 1980.
- [2] Blumenthal, R.: Technisches Handbuch Traktoren, Berlin: VEB Verlag Technik 1978.
- [3] Versuchsbericht 16/77 — Prüfstandsuntersuchungen am leistungsgesteigerten Motor — VEB Traktorenwerk Schönebeck (unveröffentlicht).
- [4] Versuchsbericht 01/71 — Wirtschaftlichkeit der Lüfterschaltkupplung — VEB Traktorenwerk Schönebeck (unveröffentlicht).
- [5] Mätzold, G.; Ludley, H.: Zu Fragen der Kontinuität technologischer Prozesse. agrartechnik 25 (1975) H. 12, S. 575—577.
- [6] Wissing, P.; Kunze, A.: Planung und Organisation der Bodenbearbeitung. agrartechnik 25 (1975) H. 1, S. 6—8.
- [7] Kunze, A.: Zu viele Gänge schaden auch dem Boden. Neue Deutsche Bauernzeitung 13/1980.
- [8] Unveröffentlichte Untersuchungsergebnisse des VEB Traktorenwerk Schönebeck.
- [9] Versuchsbericht 05/72 — Zugkraftverstärker zum ZT 300 des VEB Traktorenwerk Schönebeck.
- [10] Blumenthal, R.: Neuerungen an den Zugtraktoren ZT 300/303 für die Bodenbearbeitung.

A 2985