

# Kraftstoffeinsparung durch optimale Fahrweise

Dr.-Ing. H. Brunner

## 1. Einleitung

In [1] wurde am Beispiel des Traktors ZT 300 gezeigt, wie durch geänderte Fahrweise Kraftstoffeinsparungen möglich sind. Dabei wurde zugrunde gelegt, daß es bei nur teilweiser Auslastung des Traktorenmotors möglich ist, diesen bei niedrigeren Drehzahlen und damit bei günstigeren spezifischen Kraftstoffverbrauchswerten zu betreiben. Durch das feingestufte Traktorengetriebe ist es möglich, den nächsthöheren Gang einzuschalten und damit den Verlust an Fahrgeschwindigkeit wieder auszugleichen.

Um die Anwendbarkeit dieser Methode zu überprüfen, waren zwei Fragen zu beantworten:

- Gibt es landwirtschaftliche Arbeiten, bei denen der Traktor ZT 300 nur teilweise ausgelastet ist, und welche sind es?
- Welche Kraftstoffeinsparungen sind möglich?

Um beide Fragen zu beantworten, wurden Messungen in einem Landwirtschaftsbetrieb durchgeführt, über die nachfolgend berichtet wird.

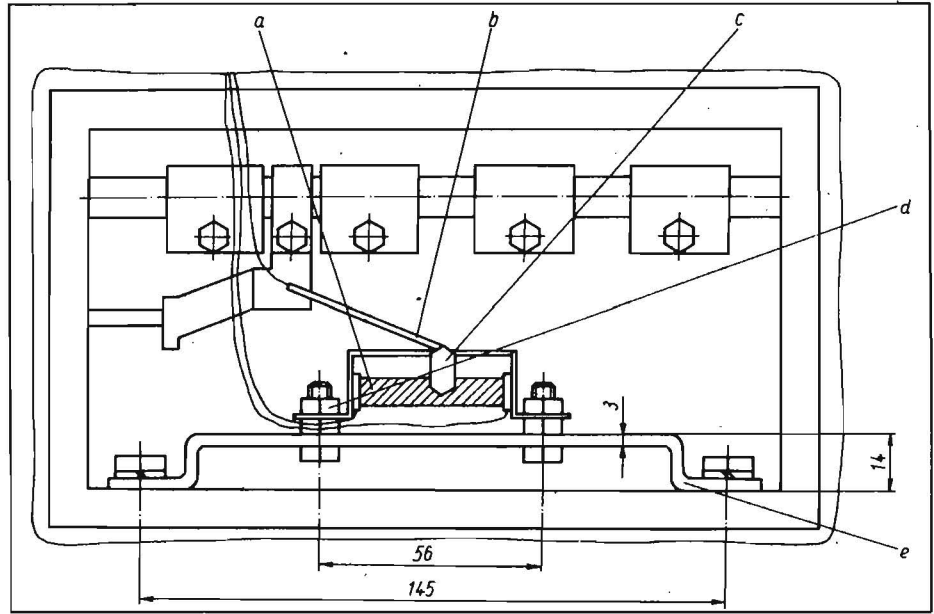


Bild 1. Schematische Darstellung des Einbaus des Gebers in die Einspritzpumpe; a Widerstand, b Strebe, c Schieber, d Plastverbindung, e Ständer

## 2. Versuchsaufbau

Als Maß für die drehmomentmäßige Auslastung des Dieselmotors wurde die Regelstangenstellung der Einspritzpumpe verwendet. Zu diesem Zweck wurde in die Einspritzpumpe ein Meßfühler eingebaut. Der Meßfühler war als Schiebewiderstand ausgebil-

det, dessen Schieber fest mit der Regelstange verbunden wurde. Der gemessene Spannungsabfall über dem Widerstand ist somit ein Maß für die momentane Stellung der Regelstange.

Der zweite Teil der elektrischen Meßeinrich-

tung, der Anzeigeteil, wurde in der Fahrerkabine des Traktors untergebracht. Es handelt sich um ein Drehspulinstrument, an dem die Auslastung des Motors in Prozent abgelesen werden konnte. Zur Einstellung des 0%-Punktes und des 100%-Punktes verfügte die

Bild 2. Auslastung des Motors 4 VD 14,5/12-1 SRW beim Einsatz des ZT 300/303 mit Sämaschine A 202; Arbeit: Aussaat von Weizen bzw. Wintergerste; Einsatzzeit: September/Oktober 1982; Wetter: trocken, teilweise feucht; Boden: locker, trocken; Gesamtmeßzeit: 2422 min; Gesamtdurchschnitt der Auslastung: 56,2%; Fahrweise: III. Gruppe, 1. Gang, 1850 min<sup>-1</sup>; Geländebedingung: -s 1%, -m 2%, -l 21%, „0“ 50%, +l 22%, +m 3%, +s 1%

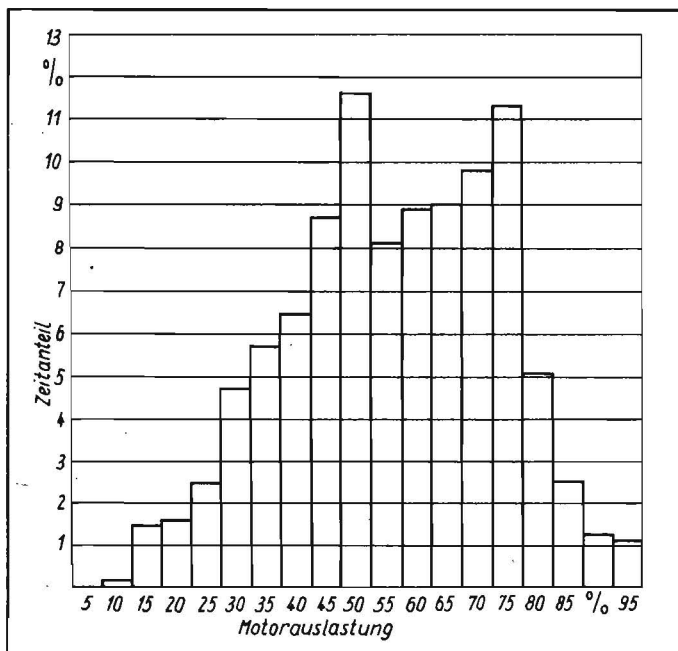
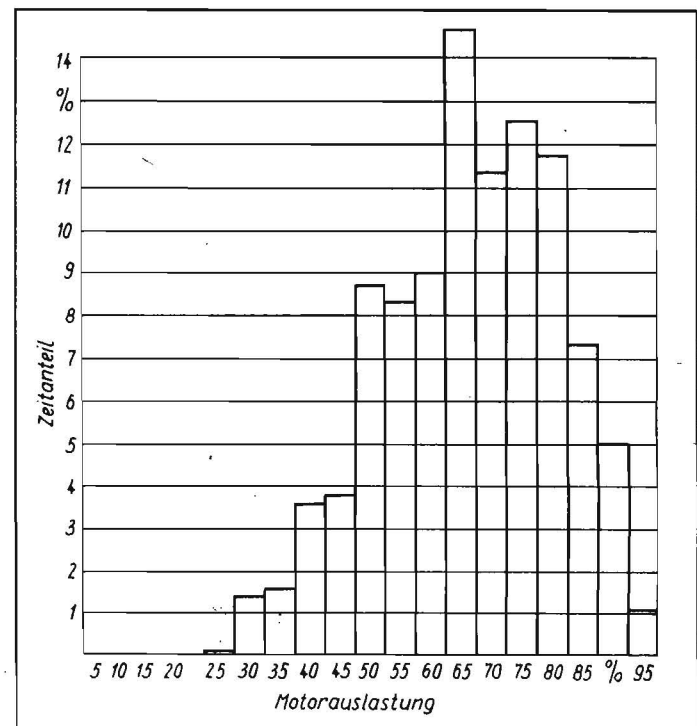


Bild 3. Auslastung des Motors 4 VD 14,5/12-1 SRW beim Einsatz des ZT 300/303 mit Aufsattelbeetpflug B 200; Arbeit: Pflügen; Einsatzzeit: September bis November 1982; Wetter: trocken; Boden: trocken; Oberfläche aufgelockert; Gesamtmeßzeit: 2873 min; Gesamtdurchschnitt der Auslastung: 66,4%; Fahrweise: I. Gruppe, 3. Gang, 1850 min<sup>-1</sup>; Geländebedingung: -m 3%, -l 18%, „0“ 53%, +l 20%, +m 6%



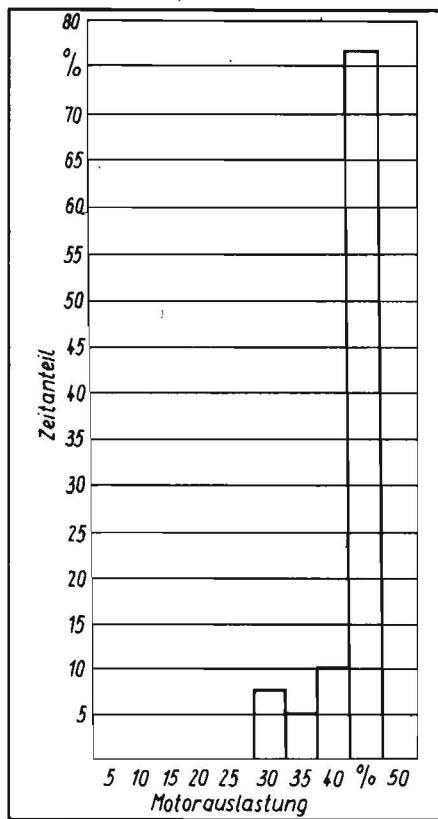


Bild 4. Auslastung des Motors 4 VD 14,5/12-1 SRW beim Einsatz des ZT 300/303 mit Cambridgewalzen; Arbeit: Walzen der Weizensaat  
Einsatzzeit: September 1982  
Wetter: trocken; Boden: locker, trocken  
Gesamtmeßzeit: 33,5 min  
Gesamtdurchschnitt der Auslastung: 42,8 %  
Fahrweise: III. Gruppe, 1. Gang, 1900 min<sup>-1</sup>  
Geländebedingung: „0“ 100 %

Bild 6. Auslastung des Motors 4 VD 14,5/12-1 SRW beim Einsatz des ZT 300/303 mit Anbaufeingrubber und Egge; Arbeit: Vorrichten für Aussaat  
Einsatzzeit: September/Okttober 1982  
Wetter: feucht, teilweise trocken  
Boden: gepflügt, Oberfläche feucht  
Gesamtmeßzeit: 1 699 min  
Gesamtdurchschnitt der Auslastung: 71,5 %  
Fahrweise: III. Gruppe, 1. Gang, 1900 min<sup>-1</sup>  
Geländebedingung: -m 1 %, -l 9 %, „0“ 72 %, +l 18 %

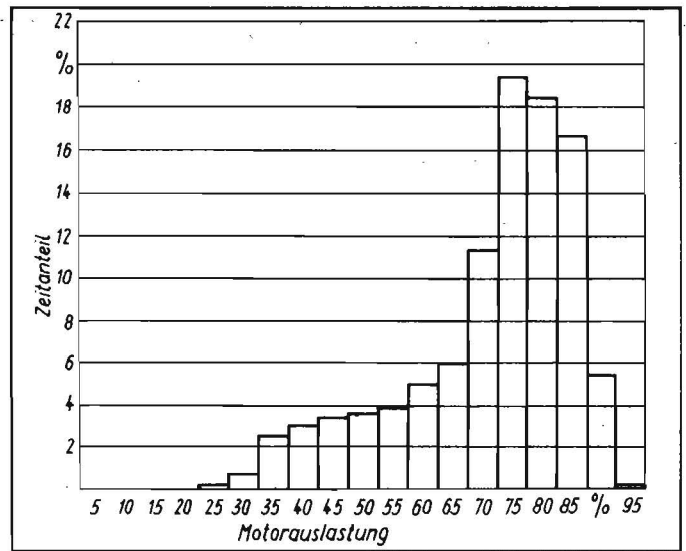
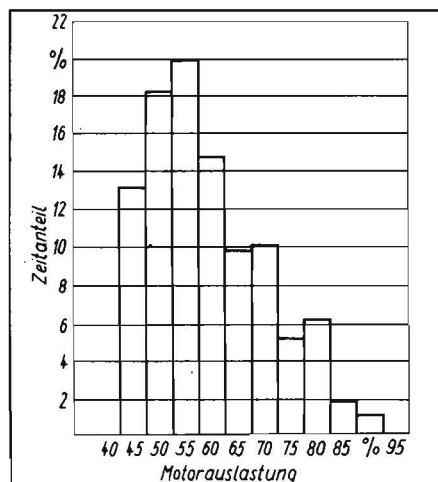


Bild 5. Auslastung des Motors 4 VD 14,5/12-1 SRW beim Einsatz des ZT 300/303 mit Scheibenegge 8355 und Zinkenegge; Arbeit: Vorbereiten für das Pflügen  
Einsatzzeit: Oktober 1982; Wetter: trocken  
Boden: teilweise locker; Gesamtmeßzeit: 312,2 min  
Gesamtdurchschnitt der Auslastung: 59,8 %  
Fahrweise: III. Gruppe, 1. Gang, 1900 min<sup>-1</sup>  
Geländebedingung: -l 28 %, „0“ 62 %, +l 10 %

Meßeinrichtung noch über zwei stufenlos verstellbare Widerstände. Die Stromversorgung erfolgte durch die 12-V-Anlage des Traktors.

Bild 1 zeigt schematisch den Einbau des Gebers in die Einspritzpumpe.

### 3. Versuchsdurchführung

#### 3.1. Messung der Motorauslastung

Die Versuche wurden mit einem Traktor ZT 303 der LPG(P) Grumbach-Kaufbach, Bezirk Dresden (Mittelgebirgsvorland), im Herbst 1982 durchgeführt. Die Messungen wurden so realisiert, daß eine zweite Person ständig im Traktor mitfuhr, um Möglichkeiten des Fahrens mit reduzierter Drehzahl festzustellen, mit dem Mechanisator zu besprechen und auszuprobieren. Diese Person las auch das Auslastungsmeßgerät ab und ermittelte mit einem Trio-Stop die Zeitanteile. Die jeweilige Motordrehzahl war am Tachometer des Traktors abzulesen.

Die Kalibrierung der Meßeinrichtung erfolgte folgendermaßen:

#### 0-%-Motorauslastung

Als 0-%-Motorauslastung wurde der Leerlaufpunkt auf der Abregelkennlinie definiert. Bei stehendem Traktor wurde der Motor durch Betätigen des Fahrpedals in diesen Betriebspunkt gebracht und dann am entsprechenden Widerstand der Zeiger des Anzeigegegeräts auf „0“ eingestellt.

#### 100-%-Motorauslastung

Dieser Punkt (Punkt der maximalen Leistung) wurde durch Beschleunigungsversuche am Berg ermittelt. Der Maximalausschlag des Geräts während der Beschleunigung wurde durch den entsprechenden verstellbaren Widerstand auf die 100%-Anzeige des Geräts eingestellt.

Diese Einstellungen wurden vor jedem Einsatz kontrolliert und ggf. korrigiert.

#### 3.2. Messung des Kraftstoffverbrauchs

Die durch das Fahren mit reduzierter Motordrehzahl erreichbaren Kraftstoffeinsparun-

gen sind zwar aus dem Motorkennlinienfeld erchenbar [1], sollen hier aber durch praktische Messungen nochmals erhärtet werden. Die Messungen wurden auf sehr einfache, für die Mechanisatoren aber sehr anschauliche Weise durchgeführt. Zwei am Feldrand vollgetankte Traktoren wurden eine bestimmte Zeit unter gleichen Bedingungen eingesetzt, wobei ein Traktor nach der herkömmlichen Fahrweise, der andere mit reduzierter Motordrehzahl betrieben wurde. Nach Ablauf der festgelegten Zeit wurden beide Traktoren wieder vollgetankt und der Unterschied im Kraftstoffverbrauch bestimmt.

### 4. Meßeergebnisse

Die Bilder 2 bis 8 zeigen einige Beispiele der durchgeführten Versuche. Aufgetragen ist jeweils der Zeitanteil in Abhängigkeit von der Motorauslastung für eine bestimmte Arbeit. Des weiteren sind die jeweiligen Bedingungen und Parameter, bei denen die Messungen durchgeführt wurden, auf den Bildern angegeben.

Für die Charakterisierung der Geländebedingungen wurden drei Gruppen (Steigung, Ebene, Gefälle) eingeteilt. Angaben mit negativem Vorzeichen sind Gefälle, solche mit positivem Vorzeichen sind Steigungen. Ebene Strecken sind mit „0“ gekennzeichnet.

Steigungen und Gefälle sind nochmals in je drei Gruppen unterteilt:

- leicht l 2 ... 5 %
- mittel m 2 ... 8 %
- schwer s > 8 %.

#### Drillen (Bild 2)

Die gemessene durchschnittliche Auslastung beträgt 56 %. Die Auslastungsschwankungen resultieren aus den Geländebedingungen und aus dem Bodenzustand. Das Fahren mit reduzierter Motordrehzahl ist also teilweise möglich und wurde so auch praktiziert.

Beim Betrieb mit reduzierter Motordrehzahl (III. Gruppe, 2. Gang,  $n_{Motor} = 1200 \text{ min}^{-1}$ ) errechnet sich aus dem Kennlinienfeld eine

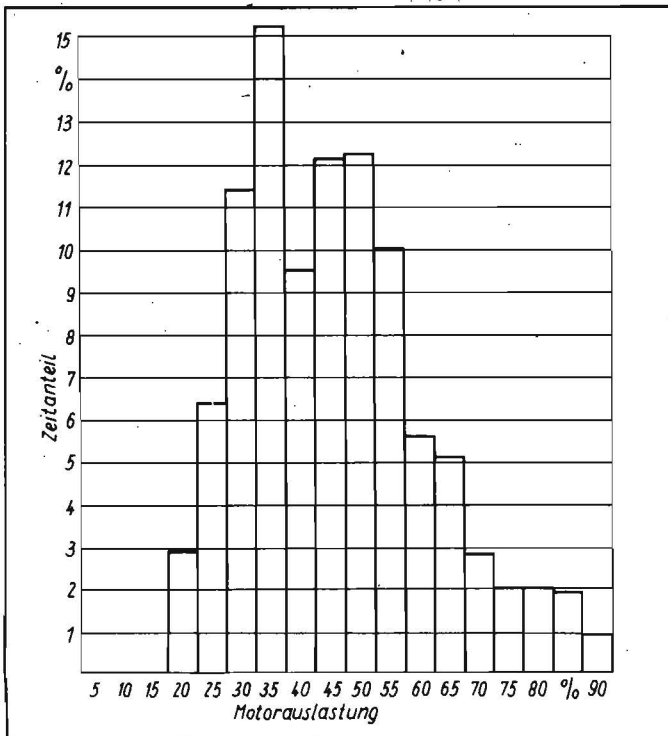


Bild 7. Auslastung des Motors 4 VD 14,5/12-1 SRW beim Einsatz des ZT 300/303 mit Dungstreuer T 088;  
Arbeit: Dungstreuen  
Einsatzzeit: Oktober/November 1982  
Wetter: trocken; Boden: fest, trocken;  
Gesamtmeßzeit: 204 min  
Gesamtdurchschnitt der Auslastung: 45,9 %  
Fahrweise: III. Gruppe, 1. Gang, 1 900 min<sup>-1</sup>  
Geländebedingung: -m 1%, -l 21%, „0“ 56%, +l 21%, +m 1%

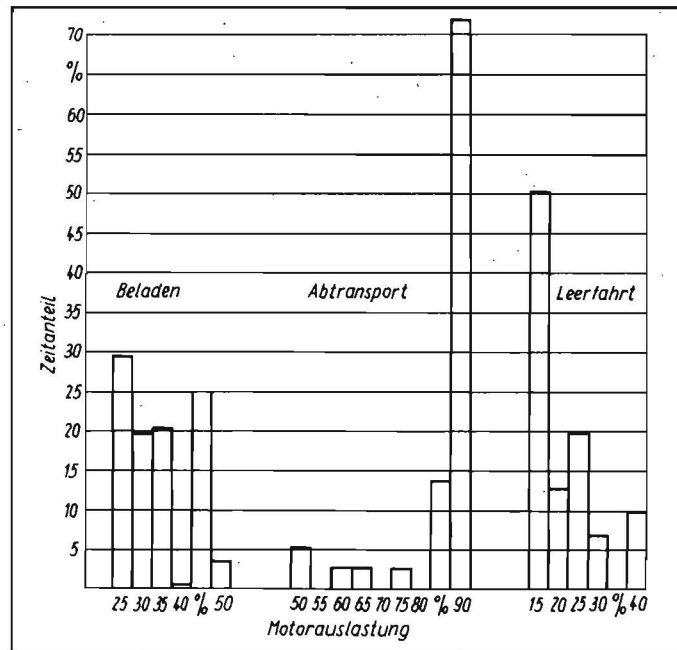


Bild 8. Auslastung des Motors 4 VD 14,5/12-1 SRW beim Einsatz des ZT 300/303 mit Anhänger HW 80;  
Arbeit: Transport von Zuckerrüben  
Einsatzzeit: Oktober 1982; Wetter: trocken;  
Boden: locker, teilweise festgefahren, Asphalt, trocken;  
Gesamtdurchschnitt der Auslastung: 34,3 %  
(Beladen), 85,1 % (Abtransport), 21,2 % (Leerfahrt)  
Fahrweise: III. Gruppe, 1. Gang, 1 100 min<sup>-1</sup> (Beladen), III. Gruppe, 3. Gang, 1 900 min<sup>-1</sup> (Abtransport), III. Gruppe, 3. Gang, 1 900 min<sup>-1</sup> (Leerfahrt)  
Geländebedingung: -l 30%, „0“ 40%, +l 30% (Beladen), „0“ 28%, +l 72% (Abtransport); -l 51%, „0“ 49% (Leerfahrt)

Kraftstoffeinsparung von 20 %, gemessen wurden im Feldversuch 14 %.

#### Pflügen (Bild 3)

Die durchschnittliche Auslastung beträgt rd. 66 %. Die Auslastungsschwankungen resultieren vorwiegend aus den Bodenbedingungen. Ein Motorbetrieb mit reduzierter Drehzahl (II. Gruppe, 3. Gang,  $n_{\text{Motor}} = 1\,500 \text{ min}^{-1}$ ) ist teilweise möglich. Die theoretische Kraftstoffeinsparung beträgt 15 %, gemessen wurden 14 %.

#### Walzen (Bild 4)

Die durchschnittliche Auslastung beträgt rd. 43 %. Das Fahren mit reduzierter Drehzahl (III. Gruppe, 2. Gang,  $n_{\text{Motor}} = 1\,200 \text{ min}^{-1}$ ) ist durchgängig möglich. Die theoretische Kraftstoffeinsparung beträgt 18 %, gemessen wurden 8 %.

#### Scheiben (Bild 5)

Die durchschnittliche Auslastung auf einem Kartoffelacker beträgt rd. 60 %. Das Fahren mit reduzierter Drehzahl (III. Gruppe, 2. Gang,  $n_{\text{Motor}} = 1\,200 \text{ min}^{-1}$ ) ist teilweise möglich. Die theoretische Kraftstoffeinsparung beträgt dabei 15 %. Praktische Verbrauchsmessungen wurden hier nicht durchgeführt.

#### Vorrichten (Bild 6)

Die durchschnittliche Auslastung beträgt  $\approx 72 \%$ , ist also sehr hoch. Ein Fahren mit reduzierter Motordrehzahl ist hier nicht möglich.

#### Dungstreuen (Bild 7)

Die durchschnittliche Auslastung beträgt rd. 46 %, ist also gering. Fahren mit schnellerem Gang und reduzierter Motordrehzahl ist hier aber nicht möglich, da die Fahrgeschwindigkeit dann gleich bleibt, die Geschwindigkeit der Kratzerkette des Streuers aber sinkt. (Die Kratzerkette wird hydraulisch angetrieben und ist somit von der Motordrehzahl abhängig.) Eine Kraftstoffeinsparung ist bei diesem Anwendungsfall nur möglich, wenn im gleichen Gang (III. Gruppe, 1. Gang) die Motordrehzahl und damit die Fahrgeschwindigkeit gesenkt wird. Für diesen Fall (III. Gruppe, 1. Gang,  $n_{\text{Motor}} = 1\,300 \text{ min}^{-1}$ ) beträgt die theoretische Kraftstoffeinsparung 9 %. Praktische Verbrauchsmessungen wurden nicht durchgeführt.

#### Transport (Bild 8)

Das Bild zeigt die Verhältnisse beim Transport von Zuckerrüben. Beim Beladen wird das Fahren mit reduzierter Drehzahl bereits angewendet. Der Traktor ist beim Abtransport

mit 85 % bereits sehr hoch ausgelastet, nur bei der Leerfahrt ist eine sehr geringe Auslastung von nur 21 % festzustellen, d. h. eine Drehzahlreduzierung und damit eine Kraftstoffeinsparung wären bei der Leerfahrt möglich, was aber eine Verringerung der Fahrgeschwindigkeit und damit ein Absinken der Arbeitsproduktivität bedeutet.

#### 5. Schlußbetrachtung

In einer LPG(P) des Mittelgebirgsvorlandes wurden Versuche zur Motorauslastung des Traktors ZT 300/303 bei verschiedenen Herbstarbeiten durchgeführt.

Es konnte festgestellt werden, daß es eine Reihe von Arbeiten gibt, bei denen der Motor nicht voll ausgelastet ist. Ein Motorbetrieb mit reduzierter Drehzahl ist teilweise (je nach Gelände) bzw. durchgängig möglich. Die bei Anwendung dieser Methode erreichbaren Kraftstoffeinsparungen betragen rd. 10 %. Bei ebenem Gelände ist diese Methode sicher noch erfolgreicher anwendbar.

#### Literatur

- [1] Hofmann, K.: Eine Möglichkeit der Kraftstoffeinsparung beim Einsatz des Traktors ZT 300. agrartechnik, Berlin 32 (1982) 10, S. 450-452.

A 3934