

# Die wirtschaftliche Schlepperarbeit

Von Ing. P. NAETHBOHM, Schwerin/Mecklenburg

DK 629.1-42.1.05

Um den Fünfjahrplan erfüllen zu können, müssen die vorhandenen Produktionsmittel maximal genutzt werden. Die maximale Nutzung der Schlepper auf den MAS und VEG muß angestrebt werden, um die Rentabilität in diesen Betrieben baldmöglichst zu erreichen. Durch den ständigen Wechsel der Arbeitsbedingungen, der Arbeitsgeräte und der Bodenverhältnisse treten oft große Schwierigkeiten auf. Dennoch muß versucht werden, alle diese Faktoren so zu wählen, daß die höchste Auslastung des Schleppers und gleichzeitig das gewünschte Arbeitsergebnis erreicht, wenn nicht übererfüllt wird. Dieses Ziel muß einmal durch den planvollen Einsatz der vorhandenen Schlepper und Arbeitsgeräte, zum anderen durch die konstruktive Neugestaltung dieser Geräte angestrebt werden. Erreichen wir dieses Ziel, so gestalten wir den Betrieb mit dem Schlepper rentabler und schaffen so die Voraussetzungen für eine weitere Steigerung der Arbeitsproduktivität.

Ausgehend von den Erfahrungen der wirtschaftlichen Schnellzerspannung ist versucht worden, diese auch auf die Schlepperarbeit zu übertragen. Bereits im Herbst des vergangenen Jahres durchgeführte Versuche haben den Beweis erbracht, daß die Methode der wirtschaftlichen Schnellzerspannung von der Drehbank mit den gleichen Erfolgen sinngemäß auf den Schlepper übertragen werden kann. Die Versuchsergebnisse lassen eine Steigerung der Flächenleistung bei gleichzeitiger Senkung des Kraftstoffverbrauchs erkennen. Darüber hinaus werden die Reparaturkosten geringer.

Mit den nachstehenden Ausführungen sollen Hinweise für die maximale Auslastung der vorhandenen Schlepper, für ihre künftige Gestaltung und ihre Anhängengeräte gegeben werden. Untersuchen wir die vom gummibereiteten IFA-Pionier (40 PS) aufgebracht und vom Pflug geforderten Kräfte und stellen diese zu einem Arbeitsdiagramm zusammen.

### Hauptdaten des Ackerschleppers gummibereiteter IFA-Pionier

Viertakt-Dieselmotor mit Vorkammer	
Zylinderzahl . . . . .	4
Zylinderbohrung mm . . . . .	105
Kolbenhub mm . . . . .	145
Gesamthubvolumen dm <sup>3</sup> . . . . .	5,022
Höchstleistung $N_{max}$ PS . . . . .	40
bei Höchstdrehzahl U/min . . . . .	1250
Getriebeübersetzung im 1. Gang . . . . .	75 : 1 = 3,8 km/h
Getriebeübersetzung im 2. Gang . . . . .	57 : 1 = 5,0 km/h
Getriebeübersetzung im 3. Gang . . . . .	47,5 : 1 = 6,0 km/h
Getriebeübersetzung im 4. Gang . . . . .	30 : 1 = 9,5 km/h
Getriebeübersetzung im 5. Gang . . . . .	16,3 : 1 = 17,5 km/h
Getriebeübersetzung im RW-Gang . . . . .	95 : 1 = 3,0 km/h
Bereifung hinten . . . . .	12,75—28
Eigengewicht des Schleppers kg . . . . .	3300

### Aufbau des Arbeitsdiagramms.

In dem Diagramm (Bild 1) ist die Umfangskraft an den Antriebsrädern ( $P_V$  in kg) in Abhängigkeit von der Umfangs-

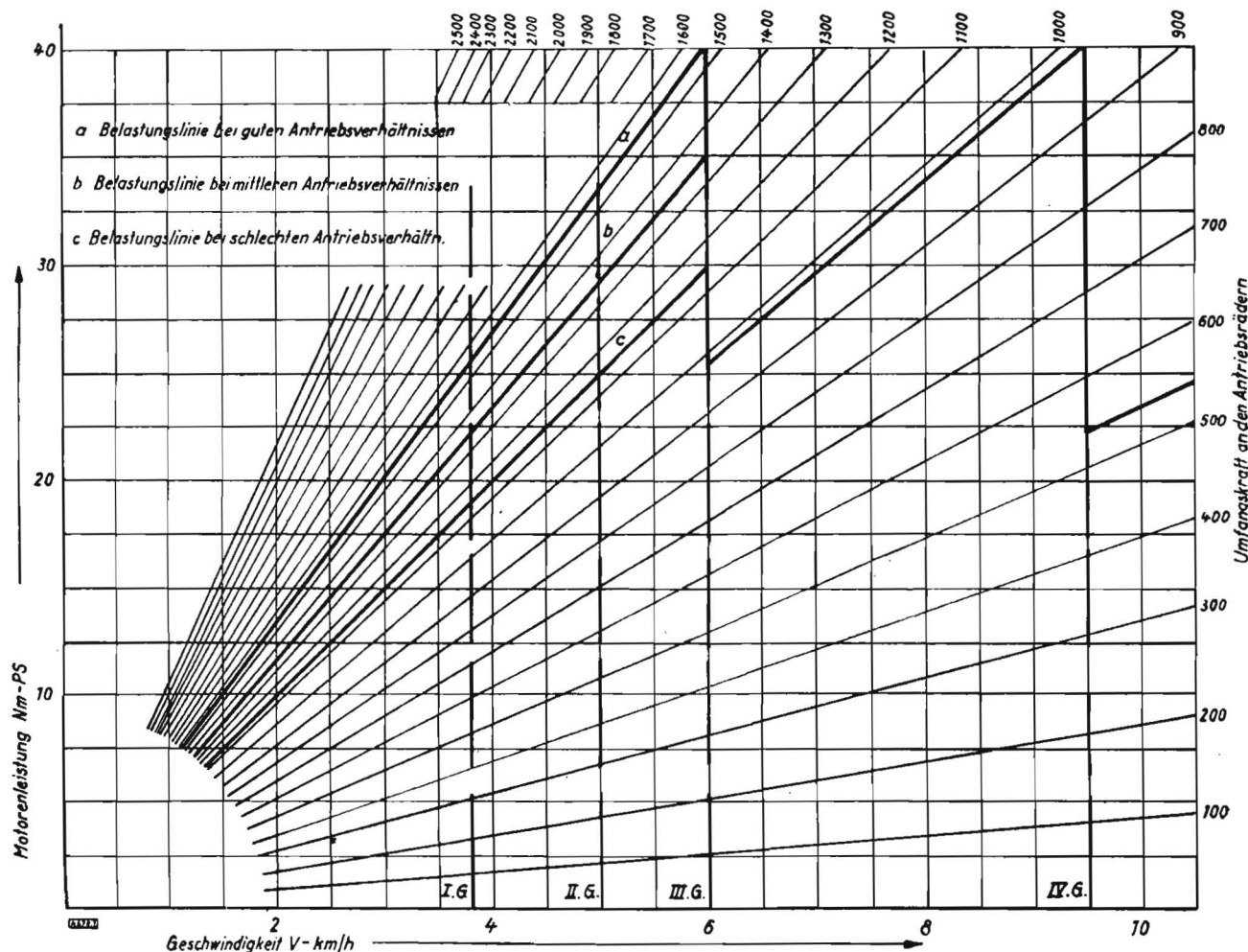


Bild 1 Umfangskraft in kg in Abhängigkeit von der Motorleistung und der Geschwindigkeit

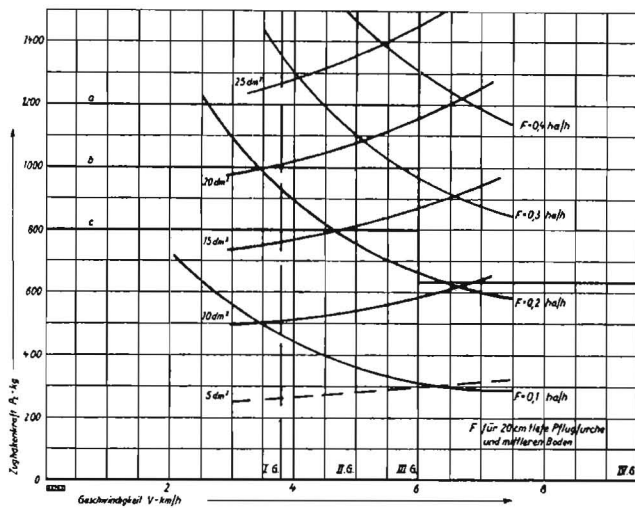


Bild 2 Furchenquerschnitt und Flächenleistung für mittleren Boden und etwa 20 cm Pflugtiefe in Abhängigkeit von der Zughakenkraft und der Geschwindigkeit

geschwindigkeit ( $V_U$  in km/h) und der Motorleistung ( $N_m$  in PS) nach

$$P_U = \frac{270 \cdot \eta_G \cdot N_m}{V_U}$$

eingetragen. Der Gesamtwirkungsgrad des Getriebes  $\eta_G$  ist mit 0,86 angenommen und berücksichtigt worden. Die Fahrgeschwindigkeiten für den I., II., III. und IV. Gang sind besonders bezeichnet worden.

Für den gummibereiteten „Pionier“ seien die auf den Acker zu übertragenden Kräfte mit

$P = 1550$  kg bei guten Antriebsverhältnissen,

$P = 1350$  kg bei mittleren Antriebsverhältnissen,

$P = 1050$  kg bei schlechten Antriebsverhältnissen

angenommen, ohne daß der zulässige Radschlupf von 10–12° überschritten wird. Diese drei Kräfte sind als Belastungslinien des Schleppers eingetragen. Aus dem Verlauf der Belastungslinien kann man entnehmen, daß bis zu der Geschwindigkeit von  $V_U = 6$  km/h die Auslastung des Motors nicht gegeben ist. Eine größere Belastung kann nicht durchgeführt werden, da die Antriebsräder nicht mehr den Kraftschluß mit dem Boden herstellen. Die Antriebsräder können bei höherer Geschwindigkeit jedoch größere Kräfte übertragen, aber der Motor gibt nicht eine größere Umfangskraft an die Antriebsräder ab.

Die Belastungslinien legen für den untersuchten Schlepper die zu übertragenden Umfangskräfte ( $P_U$ ) für die verschiedenen Geschwindigkeiten fest. Diese Kräfte müssen den Fahrwiderstand des Schleppers ( $P_F$ ) und die angehängte Zughakenkraft ( $P_Z$ ) überwinden, vorausgesetzt, daß der Schlepper keine Steigung zu nehmen hat.

$$P_U = P_F + P_Z$$

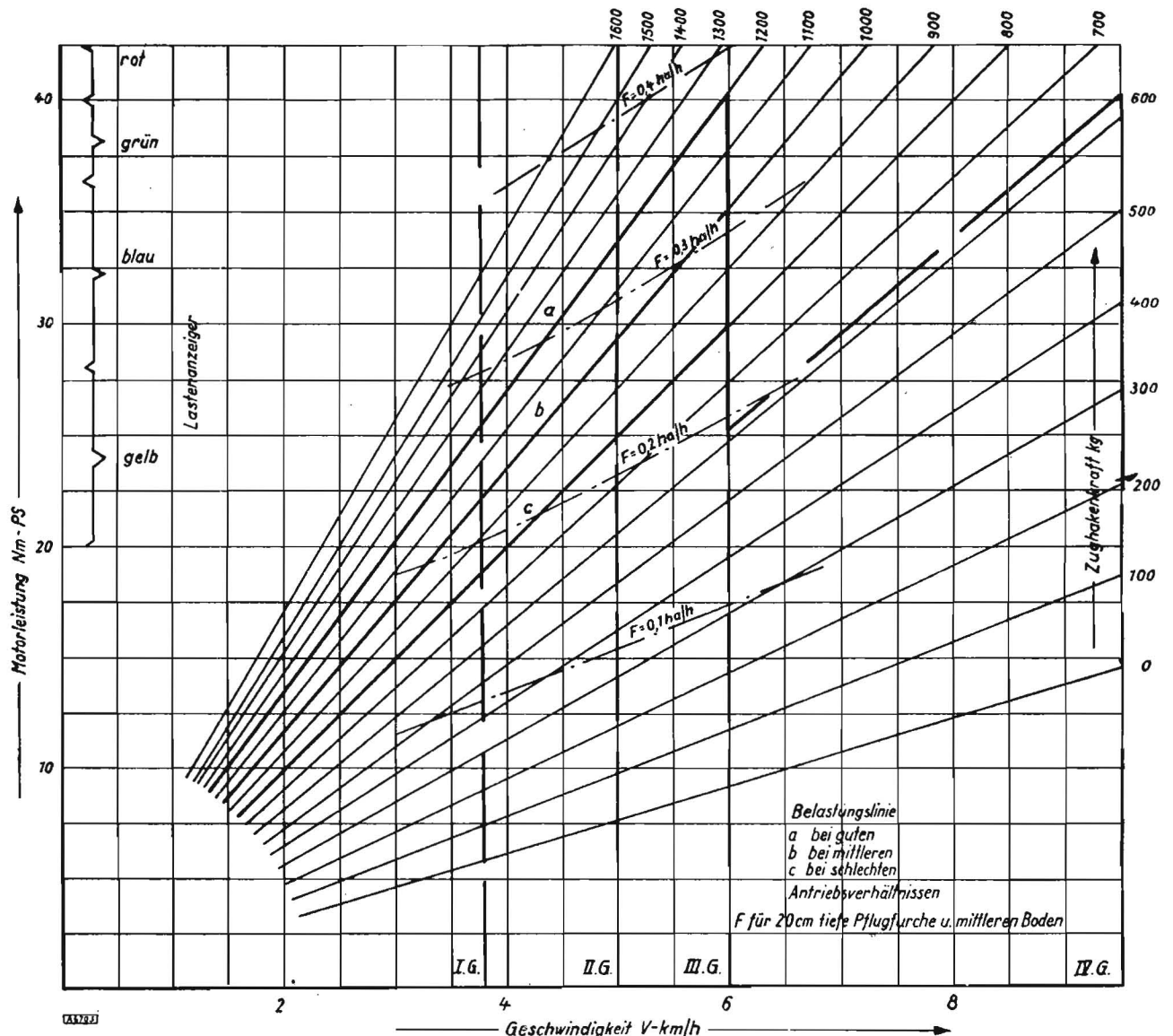


Bild 3 Arbeitsdiagramm des „IFA-Pioniers“, 40 PS

Den Fahrwiderstand auf dem Acker kann man in unserem Fall mit

$$P_F = 350 \text{ kg}$$

annehmen. Somit ergibt sich die Zughakenkraft

$$P_Z = P_U - P_F \\ = P_U - 350.$$

Sie wurde im Diagramm (Bild 2) über die Geschwindigkeitslinien aufgetragen.

Diese Zughakenkraft steht dem Pflug zur Verfügung. Wie sich der Einfluß der Geschwindigkeit auf die Pflugzugkraft bemerkbar macht, ist in mehreren Forschungsarbeiten erörtert worden:

„Der weitaus größte Teil an diesen Versuchen entfällt auf sowjetische Versuche unter *Gorjalschkin*. Dieser gibt in seinem Werk ‚Die Theorie des Pfluges‘ eine Übersicht über eine Reihe von Versuchen, die mit verschiedenen Körpern bei gleicher und bei verschiedener Arbeitsgeschwindigkeit angestellt werden. Für die Pflugkraft  $P$  stellt er folgende Gleichung auf:

$$P = f \cdot G + k \cdot a \cdot b + e \cdot a \cdot b \cdot v^2.$$

Das erste Glied der Gleichung stellt den Fahrwiderstand dar.  $G$  ist das Gewicht des Pfluges in kg,  $f$  der Reibungskoeffizient.

Das zweite Glied stellt den Pflugwiderstand für geringe Geschwindigkeiten (etwa bis 1 m/s) dar,  $k$  ist der Widerstandskoeffizient des Bodens in kg/dm<sup>2</sup>,  $a$  und  $b$  die Breite und Tiefe des Pflugstreifens in dm.

Das dritte Glied ist der Mehraufwand an Kraft infolge Zunahme des spez. Bodenwiderstandes mit der Geschwindigkeit.  $e$  ist irgendein Koeffizient,  $v$  die Arbeitsgeschwindigkeit in m/s. Die Dimension für  $e$  muß, um in dem Glied die Dimension kg zu erhalten, kg · s<sup>2</sup>/100 dm<sup>4</sup> sein.“ [1]

Zu ähnlichen Versuchsergebnissen kommen auch *Bernstein*, *F. Schirmer*, *Martiny* und *Pollitz*. Letzterer ermittelt die aufzuwendende Zugkraft am Pflugkörper (gültig für  $V \cong 3,6$  bis 7 km/h)

$$P = k \cdot a \cdot b (1 + 0,1 \cdot v^2).$$

Hierin bedeutet:

$a \cdot b$  = Furchenquerschnitt (dm<sup>2</sup>)

$k$  = Bodenkonstante (kg/dm<sup>2</sup>)

0,1 = Koeffizient (s<sup>2</sup>/100 dm<sup>2</sup>)

$v$  = Antriebsgeschwindigkeit (m/s).

Zu dieser Kraft am Pflugkörper kommt noch der Fahrwiderstand des Pfluges hinzu, dessen prozentualer Anteil nach *Pollitz* bei den von uns untersuchten Geschwindigkeiten nahezu konstant ist. Er beträgt etwa 30% der Kraft am Pflugkörper. Fassen wir beide Kräfte zur Zughakenkraft zusammen, so erweitert sich die oben angegebene Formel zu

$$P_Z = P + 0,3 P \\ = 1,3 \cdot k \cdot a \cdot b (1 + 0,1 \cdot v^2).$$

Für die Bodenkonstante  $k = 35$  kg/dm<sup>2</sup> (das entspricht einem leichten bis mittleren Boden) sind in dem Diagramm (Bild 2) die vom Pflug geforderten Zughakenkräfte für verschiedene Furchenquerschnitte eingetragen. Die Kräfte steigen bei gleichem Furchenquerschnitt in den höheren Geschwindigkeitsbereichen stark an. Die Flächenleistung ( $F$ ) wurde aus dem Furchenquerschnitt ( $a \cdot b$ ) und der Geschwindigkeit ( $V$ ) für eine 2,0 dm tiefe Pflugfurchen ( $a$ ) ermittelt.

$$F = \frac{(a \cdot b)}{10 \cdot a} \cdot s \\ = \frac{3}{1000} (a \cdot b) \cdot V.$$

In dieser Formel ist der stündlich zurückgelegte Furchenweg ( $s$ ) = 60% der Fahrgeschwindigkeit ( $V$ ) gesetzt. Die Ergebnisse sind im Diagramm (Bild 2) eingetragen.

Sodann haben wir

1. den Fahrwiderstand,
2. die Zughakenkraft,
3. die Flächenleistung

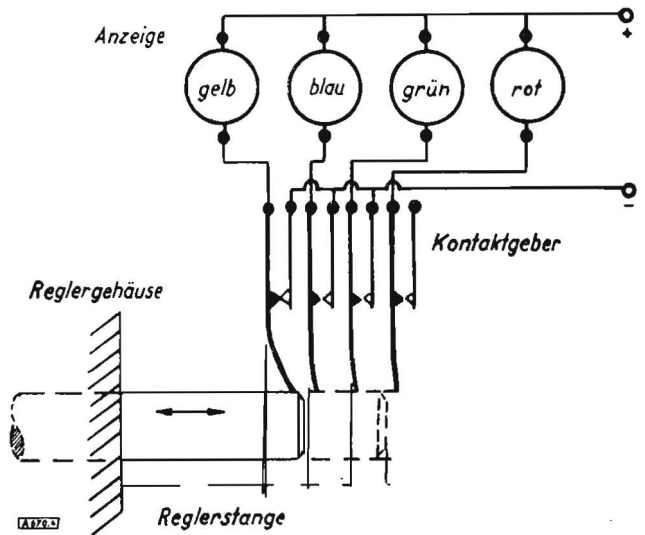


Bild 4 Lastenanzeiger für Traktoren

des Diagramms 2 in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit ( $V$ ) und der Motorleistung ( $N_m$ ) in dem Arbeitsdiagramm (Bild 3) für den gummibereiften IFA-Pionier zusammengefaßt. Dazu sind die Belastungslinien eingetragen. Wir sehen aus diesem Arbeitsdiagramm, daß die größte Flächenleistung beim Pflügen bei der Geschwindigkeit  $V = 6$  km/h bei gleichzeitiger maximaler Auslastung der Antriebsräder und des Schleppermotors erreicht wird. Der Traktorist muß nun versuchen, seine Arbeit so zu gestalten, daß sie diesem Zustand möglichst nahe kommt. Gelingt es ihm nicht, durch entsprechende Arbeitsgeräteeinstellung die für diesen Punkt geforderte Belastung und Geschwindigkeit annähernd zu erreichen, so kann er durch die Änderung der Antriebsverhältnisse (Gewichtsbe- oder -entlastung und dgl.) eine Verlagerung der Belastungslinie herbeiführen, so daß der Arbeitspunkt möglichst nahe an der Belastungslinie liegt und gleichzeitig eine große Motorauslastung gegeben ist.

Der Traktorist hat also die Möglichkeit, die maximale Auslastung systematisch zu erreichen. Das setzt aber voraus, daß er bei jeder beliebigen Arbeitsart, Arbeitsbreite und -tiefe und bei den verschiedenen Bodenverhältnissen die Belastung des Schleppers feststellen kann. In dem Lastenanzeiger für Schlepper hoffen wir, ein Gerät gefunden zu haben, das dem Traktoristen die nötigen Angaben anzeigt.

#### Lastenanzeiger für Schlepper

Der Lastenanzeiger für Schlepper besteht in den ersten Versuchsausführungen aus dem Kontaktgeber und dem Anzeigergerät am Instrumentenbrett (Bild 4). Der Kontaktgeber ist an der Brennstoffpumpe montiert, ohne daß eine konstruktive Änderung an derselben vorgenommen worden ist. Die durch einen Stab verlängerte Zahnstange, die von dem Regler angetrieben wird, schließt um so mehr Kontakte, je mehr Kraftstoff in die Zylinder des Motors eingespritzt wird. Die Kontakte sind mit den in der Anzeige eingebauten Lampen geschaltet und lassen diese entsprechend aufleuchten. Die Anzahl der Kontakte und deren Abstände  $a$ ,  $b$ ,  $c$  und  $x$  bestimmen den zu beobachtenden Belastungsbereich und deren Abstufung. Vorgesehen sind die Auslastungsintervalle

bis zu 50 %	Motorauslastung keine Anzeige
50 bis 70 %	gelbe Kontrolllampe leuchtet auf
70 bis 90 %	blaue „ „ „
90 bis 100 %	grüne „ „ „
über 100 %	rote „ „ „

Der Lastenanzeiger für Schlepper zeigt also, streng genommen, die in die Zylinder eingespritzte Brennstoffmenge an. Diese steigt annähernd proportional mit der Leistung des Motors an, zumindest in dem von uns beobachteten Auslastungsbereich.

Die Anzeige des Lastenanzeigers schließt alle den Schlepper belastenden Kräfte ein. Die Einflüsse des gegebenen Boden-

widerstandes, der besonderen Schwerzügigkeit des Arbeitsgeräts und dgl. sind in ihr enthalten. Die persönliche Beurteilung der wichtigsten leistungsbeeinflussenden Faktoren fällt durch diese Anzeige fort. Das ist ein wesentlicher Vorteil für die Beurteilung der Schlepperarbeit. Der Traktorist hat lediglich die Übertragungsverhältnisse zu beurteilen. Der Radschlupf, der Abdruck des Reifenprofils sowie der Zustand und die Feuchtigkeit der Erdoberfläche geben hierfür genügend Anhaltspunkte.

Der Lastenanzeiger (Kontaktgeber und Anzeige) läßt sich in Preßstoffgehäusen unterbringen. Der Einbau kann auch nachträglich am Schlepper durchgeführt werden. Er muß dann allerdings von eingewiesenen Fachkräften vorgenommen werden, da die Einstellung des Kontaktgebers auf die angegebenen Auslastungsbereiche einige Erfahrungen erfordert. Die Pumpenstützpunkte der MAS können diese Arbeit ohne weiteres ausführen, zumal sie über die nötigen Prüfgeräte verfügen.

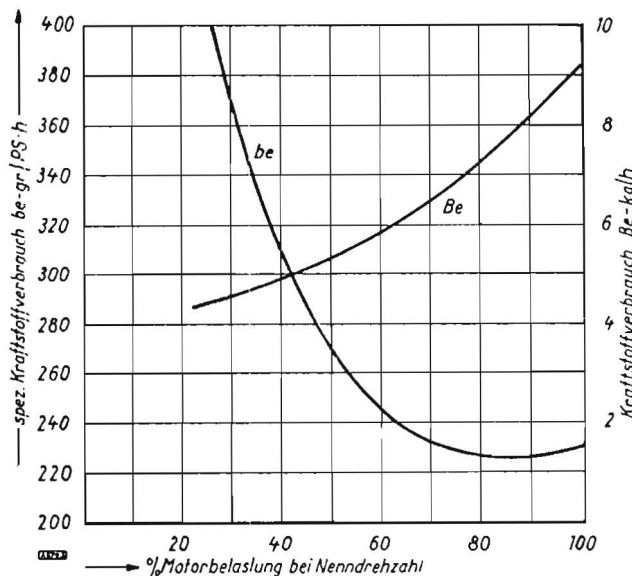


Bild 5 Kraftstoffverbrauch in Abhängigkeit von der Motorauslastung

Wird unser Schlepper durch eine bestimmte Zughakenkraft belastet, so wird z. B. der Lastenanzeiger im II. Gang eine 75% ige und im III. Gang eine 90% ige Motorauslastung anzeigen. Es ist dabei völlig gleichgültig, wie diese Kraft entstanden ist. Sie kann hervorgerufen werden durch einen Dreischarpflug im mittleren Boden, durch einen Zweischarpflug im schweren, verqueckten Boden, durch eine Scheibenegge oder gar durch eine beliebige Gerätekopplung. Die Anzeige gibt also die Schlepperbelastung in Abhängigkeit von der Motorauslastung und der Geschwindigkeit an. Dieselbe Abhängigkeit haben wir in dem Arbeitsdiagramm (Bild 3) hergestellt. Der Traktorist kann von der Anzeige des Lastenanzeigers an Hand des Arbeitsdiagramms auf die Größe der Zughakenkraft, auf die Flächenleistung und auf die Lage seines Arbeitspunktes zur Auslastungslinie schließen. Damit ist die praktische Anwendung des Arbeitsdiagramms durch den Traktoristen gegeben.

Wir haben bisher die Auslastung des Schleppers untersucht. Zu der wirtschaftlichen Schlepperarbeit gehört aber auch ein geringer Brennstoffverbrauch. Der spezifische Brennstoffverbrauch steigt bekanntlich bei Dieselmotoren mit der geringen Auslastung an, ähnlich wie es Bild 5 zeigt, d. h., daß bei größter Auslastung des Motors der spezifische Brennstoffverbrauch am geringsten ist. Da bei der größeren Motorleistung auch die größere Flächenleistung erreicht wird (Arbeitsdiagramm Bild 3), so ergibt sich damit gleichzeitig auch der geringste Kraftstoffverbrauch für die bearbeitete Flächeneinheit.

#### Ausblick

Das Arbeitsdiagramm und der Lastenanzeiger können für den wirtschaftlichen Einsatz des Schleppers herangezogen

werden. Der Traktorist kann einmal auf eine einfache Weise die angehängte Zugkraft ermitteln und daraus Schlüsse für die Auslastung des Schleppers ableiten. Die landwirtschaftlichen Feldarbeiten, insbesondere die Pflugarbeiten, können somit systematisch zur Erlangung einer gesicherten Rentabilität beeinflusst werden. Die Aufgabe des Traktoristen wird sein, die Antriebsverhältnisse, die Anhängelast und die Geschwindigkeit mit den Arbeitsanforderungen und den gegebenen Arbeitsbedingungen zweckmäßig abzustimmen. Traktoristen und Aktivisten werden durch ihre tägliche Arbeit mit diesen Hilfsmitteln eine Systematik herausfinden, die zu einer neuen Arbeitsmethode zusammengefaßt werden muß.

Andererseits können wichtige Schlußfolgerungen für die konstruktive Gestaltung neuer Schleppertypen gezogen werden. Nach dem von uns entwickelten Arbeitsdiagramm für den gummbereiften Pionier mußte z. B. die Getriebeabstufung zwischen dem III. und IV. Gang um mindestens einen Gang erweitert werden, da im III. Gang bei schlechten Antriebsverhältnissen höchstens eine Auslastung des Schleppers von 75% erreicht werden kann. Die Zughakenkraft beträgt etwa 800 kg. Ein Umschalten auf den IV. Gang ist bei dieser Belastung nicht möglich. Würde ein Gang bei  $V = 7,5$  km/h eingelegt werden, so könnte man den Schlepper bei derselben Belastung zu 92% auslasten und gleichzeitig die Pflugeleistung von 0,35 ha/h auf 0,40 ha/h steigen lassen. Der Kraftstoffverbrauch je Flächeneinheit würde ebenfalls geringer werden.

Der Geschwindigkeitsbereich unterhalb des III. Ganges ist indes zu eng abgestuft. Hier könnte ein Gang eingespart werden, da das Arbeiten im I. und II. Gang keinen wirtschaftlichen Nutzen gegenüber dem III. Gang herbeiführt, wenn man nicht den Schlepper mit zusätzlichen Gewichten belastet. Durch die Gewichtsbelastung würden die Belastungslinien im Arbeitsdiagramm weiter nach links verlegt werden. Vielleicht könnte man durch die systematische Gewichtsbelastung einer Zugmaschine diese zu einer Universalmaschine machen, die bei Pflegearbeiten und Transporten genau so wirtschaftlich eingesetzt werden könnte wie bei den Erntearbeiten und schweren Pflugarbeiten. Das setzt jedoch voraus, daß die Schlepperindustrie von ihren bisherigen Konstruktionsgrundsätzen Abstand nehmen muß.

A 670

#### Literatur

- [1] Pollitz, Bruno: Untersuchungen über den Einfluß der Arbeitsgeschwindigkeit auf den Zugkraftbedarf bei Bodenbearbeitungsgeräten, insbesondere beim Pflug.

DK 631.354

Moissejew, N.

#### Die Kartoffelernte-Kombi

In der Sowjetunion wurde von einer Gruppe sowjetischer Konstrukteure unter Leitung des Ingenieurs Tschikunow die zweireihige Kartoffelernte-Kombi KOK-2 entwickelt, die eine wesentliche Einsparung von Arbeitskräften ermöglicht.

In zehnstündiger Arbeitszeit rodet die Kartoffelernte-Kombi, die u. a. mit Scharen, Hauptelevator, pneumatischen Ballons, Stabrosteelevator, Transportbändern, Krautabfuhrer, Sortierband und Sammler ausgestattet ist, 3,5 ha Kartoffeln, befreit sie von Erde und Kraut und füllt sie in Körbe. Das Aggregat wird von der Zapfwelle des Traktors angetrieben und ist für leichten Sand und leichte Böden vorgesehen, und zwar für die Arbeit auf solchen Feldern, auf denen das Legen der Kartoffeln mit Pflanzlochmaschinen erfolgt. Schwere Böden und solche, die stark mit Unkraut durchsetzt sind, aber auch sehr steinige Böden eignen sich nicht zur Ernte mit der Kombi.

An der Kombi gibt es sieben Antriebsketten, auf den Wellen der Maschine sind vier Ausrückvorrichtungen mit Federn und Sperrklinken angebracht. Bei Überlastung der Maschine rücken diese Vorrichtungen automatisch mit einem Geräusch aus, was gleichzeitig als Signal zum Anhalten der Kombi dient, um die Störung durch geeignete Maßnahmen zu beseitigen. Zur Bedienung des Aggregats sind fünf bis sieben Mann erforderlich.

Im Bereich unserer Deutschen Demokratischen Republik wird es nicht immer möglich sein, die Kartoffelernte-Kombi, wie sie N. Moissejew beschreibt, zu verwenden. Sein Beitrag gibt aber wertvolle Anregungen für unsere Landwirtschaftstechnik.

AK 596