

**Tabelle 1.** Gegenüberstellung der für die Beurteilung von Motorleistung und Eigenart charakteristischen Daten einiger Einachs- und Vierradschlepper. (Nach Prospektangaben)

Einachs- schlepper Typ:	Motor- leistung [PS]	Masse [kg]	Leistungs- masse [kg/PS]	Geschwindigkeit im Gang					Masse- ausnutzungskennzahl im Gang					
				I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V	
Bungartz H 3 N	4	105	26	3	—	—	—	—	—	78	—	—	—	—
Hako	4	160	40	4	7	—	—	—	—	160	280	—	—	—
Bungartz H 4	5	120	24	1,3	4	5	15	—	—	31	96	120	360	—
IFA 20	6	175	29	1,2	2,4	—	—	—	—	35	70	—	—	—
AM 53	8	285	36	3	5	11	18	—	—	108	180	390	640	—
Bucher KT 10 D	9	520	58	2,7	4,6	7,8	13,5	—	—	155	270	450	780	—
ES 19	9,5	410	43	1,5	3,5	5	12	—	—	65	151	216	518	—
Bungartz U 1 D	12	490	41	1,8	3,2	7,1	12,5	—	—	73	130	290	510	—
Vierrad- schlepper Typ: RS 09	18	1070	60	0,9	1,3	2,1	3,3	—	—	54	77	126	200	—
Fendt F 28 P	28	1570	56	3,5	5,5	8	11,5	20	—	195	310	450	640	1120
IFA Pionier	40	3300	83	3,8	5	6	9,5	17,5	—	314	410	495	785	1450

### Zusammenfassung

In der vorliegenden Abhandlung sind an Hand einiger Verwendungsmöglichkeiten des Einachsschleppers in der Forstwirtschaft und den dazu benötigten Zugkräften die fahrmechanischen Eigenschaften des

Einachsschleppers untersucht worden. Die Betrachtungen erstrecken sich nur auf den als Zugmittel verwendeten Einachsschlepper und auf die Radumfangsgeschwindigkeit 2,5 km/h. Bei der Verwendung des Einachsschleppers für andere Zwecke und andere Geschwindigkeiten kommt man selbstverständlich zu anderen Ergebnissen. Die hier für die Geschwindigkeit gemachte Voraussetzung resultiert aus den Forderungen der Praxis.

Ausgehend von den in der Praxis benötigten Zugkräften läßt sich für die Radumfangsgeschwindigkeit 2,5 km/h aus Bild 5 der Bereich der Motorleistung und die Leistungsmasse eines Einachsschleppers auch für veränderlichen Kraftschlußbeiwert ablesen. Wie die Untersuchungen gezeigt haben, reicht ein Einachsschlepper in der Leistungsklasse zwischen 3 und 5 PS für viele forstliche Zugarbeiten aus. Ein solcher kleiner Einachsschlepper brauchte für die Zugleistungen nur eine Geschwindigkeitsstufe zu besitzen und seine Leistungsmasse könnte auf diese Geschwindigkeit abgestimmt sein. Man könnte noch weiter gehen und diesen Schlepper sogar als Einradschlepper ausbilden, wodurch seine Wendigkeit und das Arbeiten zwischen den Pflanzenreihen noch mehr verbessert würde. Dieser leichte Einachs- bzw. Einradschlepper wäre zu den vorhandenen Schlepperklassen eine sinnvolle Ergänzung nach unten und könnte mit dazu beitragen, unseren Werktätigen in der Land- und Forstwirtschaft die Arbeit zu erleichtern.

### Literatur

- [1] SCHILLING, E.: Das Gewicht des Ackerschleppers. Landtechnische Forschung (1955) H. 4, S. 97.
- [2] JANTE, A.: Über Verbrennungsmotoren und Kraftfahrwesen. VEB Verlag Technik, Berlin 1956.
- [3] Einachsschlepper. Landtechnische Informationen (1955) H. 1, S. 13. A 3758

Dipl.-Ing. R. SOUCEK, Dresden\*)

## Messung der Fahrtriebs- und der Dreschtrummelleistung am Mähdrescher E 173

Für die Konstruktion und Weiterentwicklung der Landmaschinen ist die genaue Kenntnis der Belastungen, denen sie im praktischen Einsatz ausgesetzt sind, unerlässlich. An selbstfahrenden Mähdreschern treten am Fahrwerks- und Dreschtrummelantrieb starke Belastungsschwankungen auf, deren Kenntnis für die Gestaltung der Bauteile und den späteren Einsatz der Maschine wichtig ist. Am Institut für Landmaschinentechnik der TH Dresden wurden die Beanspruchungen dieser beiden Antriebe am Mähdrescher E 173 des VEB Mähdrescherwerk Weimar gemessen. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind anschließend dargelegt [1].

Messungen an Landmaschinen werden allgemein mit folgendem Ziel durchgeführt:

a) In der Hauptsache sollen Unterlagen für den Konstrukteur über die dynamische Beanspruchung der einzelnen Teile und Baugruppen gewonnen werden. Bei einer Vielzahl stark schwankender Größen, die die Beanspruchung beeinflussen, sind Meßergebnisse die Grundlage für eine richtige Dimensionierung der Teile. Man schützt sich einerseits vor einer Überdimensionierung und gelangt zu einem, dem Kraftfluß entsprechenden wirtschaftlichen Materialeinsatz. Andererseits müssen Unterdimensionierungen bereits bei der Erprobung erkannt werden, damit die Serienmaschinen nicht während der Kampagne infolge Dauerbruchs ausfallen.

b) Bei Großmaschinen soll außerdem eine Aussage über die Verteilung der Energie des zentralen Antriebsmotors getroffen werden. Beim Mähdrescher wird für das Fahren und Dreschen der größte Teil dieser Energie benötigt. Vorwiegend diese Energieverbraucher bestimmen die Stärke der Antriebsquelle bzw. lassen sich, vom Motor aus gesehen, die Einsatzgrenzen der Maschine festlegen.

### 1 Versuchsbedingungen

Die Versuche wurden mit folgenden Variationen der Einflußgrößen durchgeführt:

\*) Institut für Landmaschinentechnik der TH Dresden (Direktor: Prof. Dr.-Ing. W. GRÜNER).

#### 1.1 Fahrwerk

Die Fahrleistung wurde in Abhängigkeit von der Fahrgeschwindigkeit, der Steigung und dem Reifeninnendruck gemessen. Weiter sollte der Einfluß des Schnittdruckes und der auf den Spreuwagen entfallende Leistungsanteil ermittelt werden.

Allgemein sollen Versuche reproduzierbar sein. Bei Feldversuchen ist dies infolge der Vielzahl der wirkenden Einflüsse nur schwer möglich. Deshalb wurde die Fahrleistung als Funktion der Geschwindigkeit, der Steigung und des Reifeninnendruckes auf fester Fahrbahn gemessen, um zu vergleichbaren Ergebnissen zu kommen.

#### 1.2 Dreschtrummel

Der Dreschleistungsbedarf wurde bei den einzelnen Fruchtarten Gerste, Roggen, Weizen und Hafer in Abhängigkeit von der Verarbeitungsmenge bestimmt, die beim Mähdrescher der Fahrgeschwindigkeit proportional ist. Die Dreschkorbstellung blieb dabei für die einzelnen Getreidearten den Angaben in der Bedienungsanleitung gemäß konstant.

Ertrag, Korn-Stroh-Verhältnis, Unterwuchs, Unkrautbesatz und Feuchtigkeitsgehalt wurden ermittelt, da diese Faktoren einen verschiedenen starken Einfluß auf die Dreschleistung haben.

### 2 Meßeinrichtung

Da die Messungen unter Einsatzbedingungen durchzuführen waren, mußte eine Meßmethode ohne Leistungsvernichung angewendet werden. Nach der Beziehung

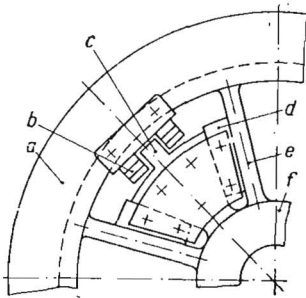
$$N = \frac{M_a \cdot n}{716,2} \quad [\text{PS}]$$

mußten das Drehmoment und die Drehzahl gemessen werden. Für die Darstellung und Auswertung der Meßergebnisse wurde die dazugehörige Fahrgeschwindigkeit bestimmt.

Da bei den durchgeführten Untersuchungen die dynamischen Beanspruchungen ermittelt werden sollten und aus den verschiedenen Einflüssen auf die Belastung, wie Motorstöße und Riemenschwingun-

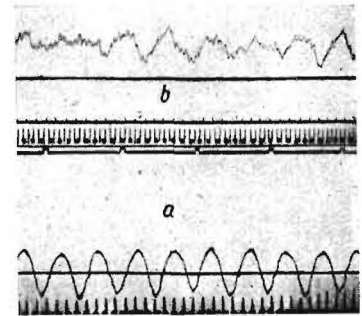
gen, hohe Frequenzen im Drehmomentenverlauf zu erwarten waren, wurde eine elektrische Meßeinrichtung mit induktivem Geber gewählt, die eine nahezu trägheitslose Registrierung der Meßwerte gestattet. Bild 1 zeigt eine schematische Darstellung des Meßgebers.

Die Motorleistung wird auf das Fahrwerksgetriebe bzw. auf die Dreschtrommel über Keilriemen übertragen. Die Meßgeber wurden in die Keilriemenscheibe auf der Motorkurbelwelle für den Fahrtrieb und in diejenige auf der Dreschtrommelwelle eingebaut. Beim Fahr-



**Bild 1**  
Prinzip der Anbringung des Meßgebers an der Keilriemenscheibe. a Kranz, b Spüle, c Zunge, d Anschlag, e Speiche, f Nabe

**Bild 2** (rechts).  
Oszillogramme aus Messungen am Fahrtrieb.  
a) bei Leerlaufdrehzahl  $n_L = 400 \text{ min}^{-1}$   
b) bei Nenndrehzahl  $n_n = 1500 \text{ min}^{-1}$  und Betriebsbelastung bei  $v_f = 4,7 \text{ km/h}$



antrieb werden deshalb die Übertragungsverluste des Keilriemenantriebes berücksichtigt, während sie beim Trommelantrieb unberücksichtigt bleiben.

### 3 Vorversuche

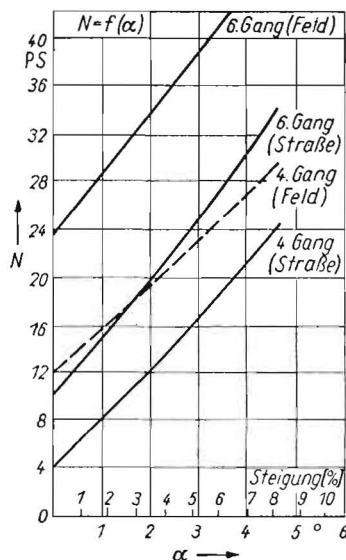
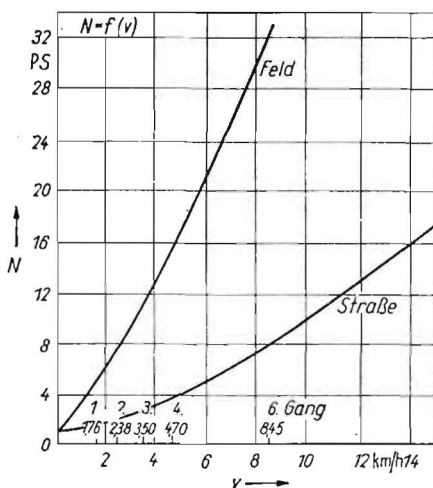
Sie dienen der Erprobung des Meßverfahrens, der richtigen Auslegung der Geräte und der Ermittlung schädlicher Einflüsse, die das Meßergebnis verfälschen oder die Auswertung erschweren. Vor allem ist hier der Zusammenhang zwischen Eigenfrequenz der Meßeinrichtung und den Erregerfrequenzen, die durch den Verbrennungsmotor sowie die Belastung der Arbeitsorgane hervorgerufen werden, zu klären.

Bei den Messungen erwies es sich nicht als zweckmäßig, die erforderlichen Meßgeräte in einem gesondert mitgeführten Meßwagen unterzubringen. In diesem Falle wird die Manövrierfähigkeit des Mähdreschers stark eingeengt und die Übertragungskabel geben Anlaß zu Störungen. Bei den vorliegenden Untersuchungen wurden deshalb zwei 12-Volt-Batterien als Stromquelle, Stromwandler, Stabilisator, Verstärker und ein Drei-Schleifen-Oszillograph direkt auf dem Mähdrescher mitgeführt, nachdem ihre Unempfindlichkeit gegenüber den auftretenden Erschütterungen nachgewiesen war.

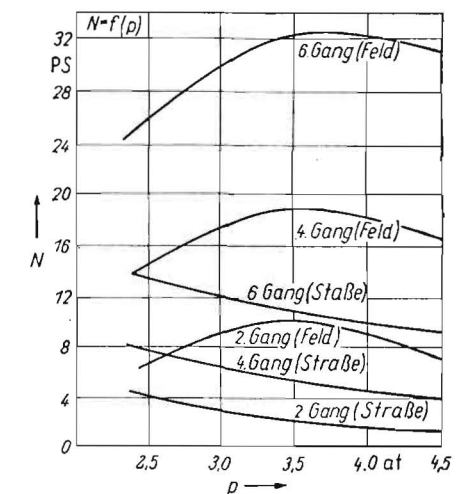
### 4 Auswertung der Meßergebnisse

Ist die Durchbiegung der Speichen der Riemenscheiben proportional der Belastung und die Verstärkung linear, so ist das wirkende Drehmoment proportional dem Ausschlag der Meßschleife auf dem Oszillogramm. Dies beweist auch das Eichdiagramm, das bei statischer Belastung der Meßscheiben vor und zwischen den Versuchen wiederholt aufgenommen wurde.

**Bild 3.** Fahrtriebsleistung als Funktion der Fahrgeschwindigkeit



**Bild 4.** Fahrtriebsleistung als Funktion der Steigung  
**Bild 5.** Fahrtriebsleistung als Funktion des Luftdruckes im Triebreifen



Die Meßpunkte der Diagramme (Bild 3 bis 14) sind Mittelwerte aus jeweils drei Einzelmessungen. Die auftretenden Belastungsspitzen werden gesondert ausgewertet.

Die auf den Oszillogrammen (Bild 2) ersichtlichen Schwankungen des Drehmoments werden bei Leerlaufdrehzahl durch die Zündfolge in den Zylindern *a* und bei Nenndrehzahl, mit der im Einsatz gefahren werden muß, hauptsächlich durch die Regler Tätigkeit hervorgerufen, wodurch Beschleunigung und Verzögerung des Motors stän-

dig wechseln, *b*. Dazu kommen Schwankungen der Belastung beim Fahrwerk infolge der unterschiedlichen Fahrbahnbeschaffenheit und bei der Dreschtrommel durch die ungleichmäßige Zufuhr des Dreschgutes.

#### 4.1 Fahrtrieb

Die Leerlaufleistung beträgt für den Fahrtrieb bei Nenndrehzahl  $\approx 1 \text{ PS}$  und dient zur Deckung der Getriebe- und Reibverluste am Keilriemen.

Bei den Versuchen wurde die gesamte Fahrtriebsleistung bestimmt, die sich aus Rollwiderstands-, Schlupfverlust-, Steig- und Getriebeverlustleistung zusammensetzt. Über die einzelnen Anteile lassen sich dabei keine Aussagen treffen, da der Schlupf und der Getriebewirkungsgrad nicht gemessen wurden. Man kann deshalb eine theoretische Berechnung zur Überprüfung der Versuchswerte nur für die Tendenz der Kurvenverläufe heranziehen. Ziel der Untersuchungen war es auch nur, den Anteil der Fahrleistung an der gesamten Motorleistung festzustellen.

Zu bemerken ist, daß alle Messungen mit leerem Kornbunker durchgeführt wurden. Dabei beträgt die Eigenmasse des Mähdreschers 4700 kg. Kommen durch die Bunkerfüllung maximal 1000 kg hinzu, so erhöht sich die Fahrtriebsleistung entsprechend mit dem Faktor 1,2, wenn nach der vereinfachten Beziehung für den Rollwiderstand  $W = f \cdot G$  der Rollwiderstandsbeiwert *f* konstant angenommen wird.

Die Fahrtriebsleistung als Funktion der Geschwindigkeit zeigt den theoretisch zu erwartenden Verlauf (Bild 3). Bei der maximalen Mähgeschwindigkeit von 4,7 km/h beträgt sie auf ebener Fahrbahn 16 bis 18 PS, bei der für den Dreschvorgang maximal zulässigen Steigung von 10% etwa 30 bis 35 PS (Bild 4), so daß noch eine ge-

nügende Reserve für das Schneid- und Dreschwerk bleibt. Allgemein wird aber bei geringerer Geschwindigkeit gemäht.

Völlig den Erwartungen entspricht der Leistungsverlauf in Abhängigkeit vom Reifeninnendruck auf fester Fahrbahn (Bild 5). Hier erhöhen sich bei gesenktem Druck der Rollwiderstand und die Walkarbeit des Reifens.

Während man auf dem Feld die steigende Tendenz in entgegengesetzter Richtung erwartet, ergab sich bei 3,5 at ein Maximum der Fahrleistung. Die Gleichung von OMELJANOW [2] für den Rollwiderstand luftbereifter Räder läßt den ermittelten Verlauf zu.

$$P = c_1 \cdot Q \sqrt[3]{\frac{p}{q_0 D}} + c_2 \sqrt[3]{\frac{Q^4}{p \cdot D^2}}$$

Darin bedeuten:

- |            |                                    |                       |
|------------|------------------------------------|-----------------------|
| $c_1, c_2$ | experimentell bestimmte Konstanten |                       |
| $p$        | Luftdruck im Reifen                | [kp/cm <sup>2</sup> ] |
| $q_0$      | spezifische Boden Härte            | [kp/cm <sup>2</sup> ] |
| $D$        | Reifendurchmesser                  | [cm]                  |
| $Q$        | Radbelastung                       | [kp]                  |

Für  $\frac{dP}{dp} = 0$  ergibt sich bei

$$p = \sqrt[3]{\frac{c_2^3 \cdot Q \cdot q_0}{c_1^3 \cdot D}}$$

ein Maximum des Rollwiderstandes.

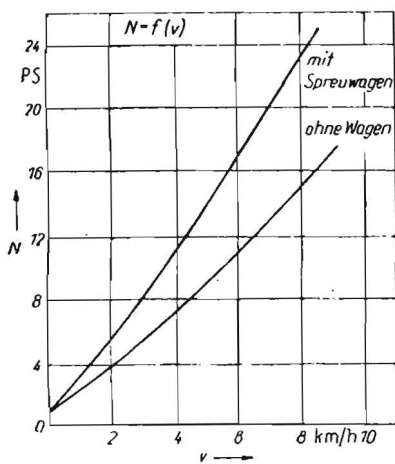


Bild 6. Leistungsbedarf für den Fahrtrieb mit und ohne Spreuwagen

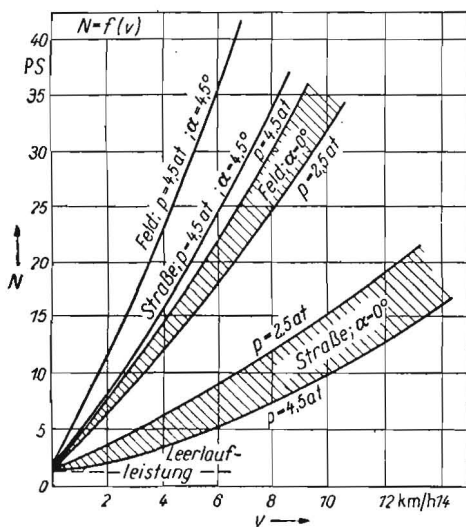


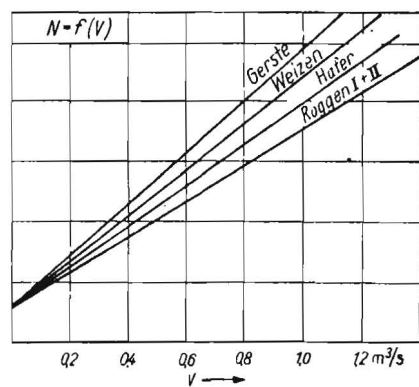
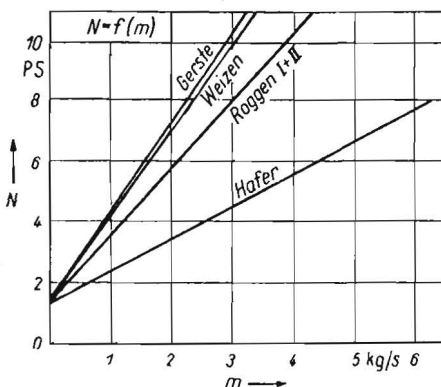
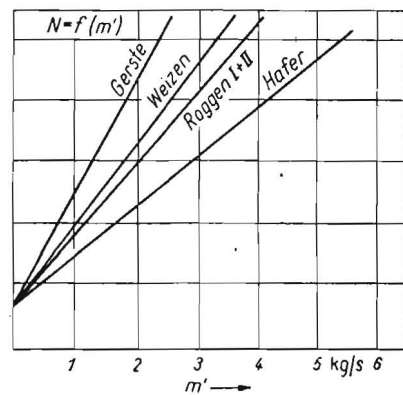
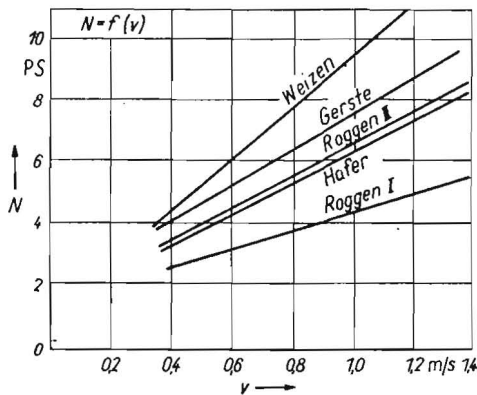
Bild 7. Fahrdiagramm des Mähreschers mit den einzelnen Einflußgrößen als Parameter

Bild 8. Dreschleistung als Funktion der Fahrgeschwindigkeit (Mitte oben)

Bild 9. Dreschleistung als Funktion der in der Zeiteinheit zugeführten Masse (Mitte unten)

Bild 10. desgl., nur sind alle Getreidearten auf 25% Feuchtigkeitsgehalt umgerechnet (r. oben)

Bild 11. Dreschleistung als Funktion des in der Zeiteinheit zugeführten Volumens (r. unten)



Dieses Maximum wird aber bei den Beispielen für sehr weiche Böden mit den üblichen Reifendrücken nicht erreicht.

Zu erklären ist der ermittelte Kurvenverlauf dadurch, daß das Stoppfeld eine Mittelstellung zwischen fester Fahrbahn und frisch gepflügtem Ackerboden einnimmt. Bei von 4,5 at auf 3,5 at gesenktem Luftdruck tritt nur eine geringe Abplattung der Reifen ein, jedoch erhöht sich die Walkarbeit im Reifen. Von 3,5 bis 2,5 at plattet sich der Reifen stark ab, wodurch der Rollwiderstand auf dem Feld geringer wird. Nähere Untersuchungen müßten sich hier anschließen.

Die Versuche ergaben weiter, daß der angehängte vollbeladene Spreuwagen, der nur 20% der Masse des Mähreschers aufweist, die Fahrleistung durch die im Verhältnis zu den Triebrädern (11.25-24) kleinen Reifen (5,50-16) um  $\approx 45\%$  erhöht (Bild 6). Deshalb und wegen der erschwerten Lenkfähigkeit hat sich auch diese Methode der Spreubergung nicht durchgesetzt.

Der Schnittdruck hat zweifellos einen Einfluß auf die Fahrleistung. Er ist jedoch bei den niedrigen Fahrgeschwindigkeiten so gering, daß er innerhalb des Streubereichs der Messung liegt und deshalb nicht nachgewiesen werden konnte. Bild 7 zeigt noch einmal insgesamt die Bedeutung der einzelnen Einflußgrößen.

#### 4.2 Dreschleistungsbedarf

Der Dreschleistungsbedarf der Trommel ist in starkem Maße von den Versuchsbedingungen abhängig, die deshalb bei jedem Versuch genau angegeben wurden.

Den größten Einfluß hat die Bestandsdichte, deren Bestimmung auf verschiedene Weise möglich ist. Im Versuch erfolgte sie nach einem Verfahren von SEGLER, bei dem die reduzierte Halmhöhe des Bewuchses von 1 m<sup>2</sup> Fläche ermittelt wird. Dies ist die Höhe des Strohpolsters bezogen auf 1 m<sup>2</sup> Grundfläche.

Das Korn-Stroh-Verhältnis hat nur einen geringen Einfluß auf die Leistung, wurde jedoch für den jeweiligen Versuch bestimmt. Eine Untersaat sollte beim Mähdrusch nicht gemäht werden, da sie den Leistungsbedarf wesentlich erhöht und der hohe Feuchtigkeitsgehalt teilweise auf Körner und Stroh übergeht.

Gemessen wurde bei den vier möglichen Beschickungsstufen in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit in den ersten vier Gängen. Nachteilig wirkten sich bei den Versuchen das Fehlen geeigneter Halmteile und die ungünstige Haspelanlenkung auf die Gleichmäßigkeit der Zufuhr des Getreides an die Dreschtrommel aus. Vor allem bei Lagergetreide kommt es durch Stauungen an den vorhandenen, den gleichmäßigen Abfluß des Getreides hindernden Organen, zu keinem kontinuierlichen Abfluß des gemähten Getreides. Aus dieser portionsweisen Zufuhr des Dreschgutes erklären sich auch die

erheblichen Belastungsschwankungen im Trommelantrieb. Bei neueren Konstruktionen sind diese Faktoren bereits berücksichtigt.

Die gewonnenen Leistungswerte und die daraus gebildeten Mittelwerte ergeben über der Fahrgeschwindigkeit lineare Kurvenverläufe, da die Beschickung der Fahrgeschwindigkeit proportional ist (Bild 8).

Ein Vergleich zwischen den einzelnen Getreidearten ist dabei kaum möglich, da die Bestandsdichte stark schwankt. Zum Beispiel war bei Roggen I die Bestandsdichte wesentlich geringer als bei Roggen II. Die Verarbeitungsmenge ergibt sich aus dem Hektarertrag, dem Korn-Stroh-Verhältnis und der Fahrgeschwindigkeit.

Ein Vergleich wird möglich, wenn die Leistung über der zugeführten Masse aufgetragen wird (Bild 9). Gerste und Weizen haben bei gleicher Verarbeitungsmenge einen höheren Leistungsbedarf als Roggen und vor allem Hafer. Die verschiedenen hohen Feuchtigkeitsgehalte der einzelnen Fruchtarten verfälschen hierbei das Ergebnis, da sich mit der Feuchtigkeit die in der Zeiteinheit zugeführte Masse ändert. Ein genauerer Vergleich ist deshalb erst dann möglich, wenn alle Getreidearten auf einen einheitlichen Feuchtigkeitsgehalt umgerechnet werden (Bild 10). Damit ist die in der Zeiteinheit zugeführte Masse einheitlich charakterisiert und die auftretenden Unterschiede im Dreschleistungsbedarf ergeben sich aus den spezifischen Eigenschaften der einzelnen Getreidearten. Diese Umrechnung ist statthaft, da von DOLLING [3] festgestellt wurde, daß beim normalen Mähdrescherbetrieb, extreme Bedingungen ausgenommen, sich der Dreschleistungsbedarf in Abhängigkeit von der Strohfeuchte nicht ändert.

Eine weitere Möglichkeit, den Einfluß des Feuchtigkeitsgehaltes auszuschalten, ist die Bezugnahme auf das sekundlich zugeführte Volumen (Bild 11). Daß hier die Leistung für Hafer höher als für Roggen liegt, hat seine Ursache in der Unzulänglichkeit der Messung der Bestandsdichte, da die einzelnen Getreidearten ungleichmäßig dicht liegen.

Ein Vergleich dieser Ergebnisse mit dem nach der Formel von GORJAT'SCHKIN [4] theoretisch bestimmten Leistungsbedarf der Dreschtrommel ist nur bedingt möglich, da der Zerreibungskoeffizient  $f$  maßgeblich von der Ausführung der Drescheinrichtung abhängig ist und deshalb in einem Bereich von 0,2 bis 0,85 schwankt. Der Koeffizient  $f$  wurde aus nachstehender Gleichung für die vorliegende Drescheinrichtung zu  $f \approx 0,3$  für Roggen und  $f \approx 0,5$  für Gerste und Weizen berechnet.

Dreschleistung

$$N = \frac{M_t \cdot \omega \cdot B_t + \frac{\beta \cdot m' \cdot A_m}{q} + \frac{m' \cdot v^2}{9,81(1-f)}}{75} \quad [\text{PS}]$$

Es sind:

- $M_t$  [kpm/m] Leerlaufdrehmoment durch Lagerreibung und Luftwiderstand je m Trommellänge
- $\omega$  [ $\text{s}^{-1}$ ] Winkelgeschwindigkeit der Dreschtrommel
- $B_t$  [m] Trommelbreite
- $\beta$  Korn-Stroh-Verhältnis
- $m'$  [kg/s] sekundlich zugeführtes Dreschgut

$A_m$ [kpm]	zum Ausdreschen des Kornes aus der Ähre erforderliche mittlere Arbeit $A_m = 1,62 \dots 2,01$ kpm/1000 Körner (Roggen) $2,10 \dots 3,42$ kpm/1000 Körner (Weizen)
$q$ [kg]	1000-Korn-Masse 0,028 $\dots$ 0,044 kg (Weizen) 0,038 $\dots$ 0,058 kg (Roggen)
$v$ [m/s]	Umfangsgeschwindigkeit der Trommel

Die drei Summanden im Zähler der Gleichung berücksichtigen der Reihe nach die Leerlaufleistung, die Leistung für die Trennung des Kornes von der Ähre und die Leistung für die Verformung und den Transport des Gutes.

### 5 Auswertung der Belastungsgrenzen

Bei den Messungen wurde neben den Mittelwerten auch die Häufigkeit der auftretenden Belastungen ausgewertet.

Stark schwankende Meßwerte lassen sich durch statistische Verfahren, z. B. die Aufstellung von Häufigkeitskurven, auswerten. Für die Auslegung eines Bauteils muß der Verlauf der Beanspruchung berücksichtigt werden. Legt man der Berechnung Mittelwerte aus Messungen zugrunde, so ist die richtige Festlegung des Sicherheitsfaktors nicht gewährleistet, da man die Zahl und Größe der Spitzenwerte nicht berücksichtigt. Wird nur mit der Größe der Spitzenbelastungen gerechnet, so tritt die Gefahr der Überdimensionierung auf, weil dabei die Häufigkeit unberücksichtigt bleibt.

Bei den vorliegenden Meßergebnissen ist der häufigste Wert annähernd gleich dem Mittelwert, den der Konstrukteur bei der Berechnung der Verschleißfestigkeit zugrunde legen kann. Der häufigste Spitzenwert soll für die Dauerfestigkeit und der Maximal- oder Störwert für die Bruchfestigkeit ausschlaggebend sein (Bild 12, 13, 14) [5].

Beim Fahrtrieb gibt es zwei Belastungsfälle: Während des Transports auf dem Feld wird im 6. Gang<sup>1)</sup> gefahren, wobei infolge der hohen Belastung kaum noch Schwankungen auftreten und der Mittelwert den Maximalwerten entspricht. Der Antrieb muß deshalb für die gesamte Motorleistung ausgelegt sein. Beim Mähen liegt die größte Fahrgeschwindigkeit bei 4,7 km/h, wenn die Bestandsdichte nicht abnormal gering ist. Dann verhalten sich die häufigste Größe der Belastung zum häufigsten Spitzenwert zum Maximalwert wie 1 : 1,8 : 2,1. Hierbei liegt der Maximalwert noch unter dem Mittelwert bei Transport (Bild 12).

Bei der Dreschtrommel treten unregelmäßige Spitzen der Belastung hauptsächlich durch die ungleichmäßige Zufuhr des Getreides auf (Bild 13 und 14). Das führte bei Trommelwicklern und genügender Keilriemenspannung zur Abbremsung des Motors. Die Bruchfestigkeit der Trommelwelle muß somit dem – mit der abfallenden Motordrehzahl sich ändernden – Antriebsmoment und der Trägheit der verzögerten Massen gewachsen sein. Die größte Beanspruchung entspricht dabei ungefähr dem Antriebsmoment, das bei Nennzahl und voller Motorleistung auftritt. Es zeigt sich, daß mit zunehmender Verarbeitungsmenge die Schwankungen des Kurvenverlaufs auf dem Oszillogramm geringer werden und die Belastungsgrenzen zwar bei höheren Leistungen, aber in einem engeren Bereich liegen.

<sup>1)</sup> Die Gangbezeichnung wurde den acht möglichen Geschwindigkeitsstufen entsprechend gewählt. 1., 3., 5. und 7. Gang ergeben sich mit und 2., 4., 6. und 8. Gang ohne Untersetzungsgetriebe.

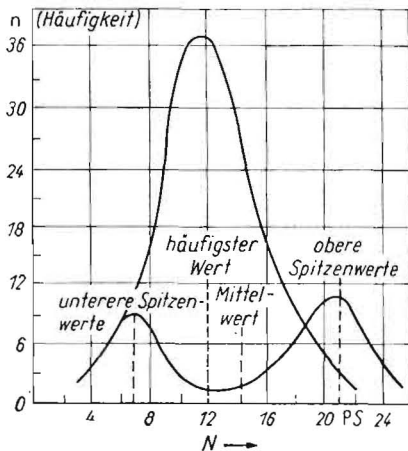


Bild 12. Häufigkeitsverteilung der Fahrwerksbeanspruchung bei einer Mähgeschwindigkeit von 4,7 km/h, Steigung 0

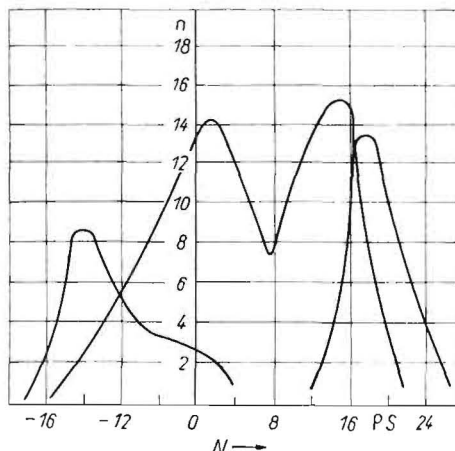


Bild 13. Verteilung der Dreschtrommelbeanspruchung bei  $v_f = 2,4$  km/h

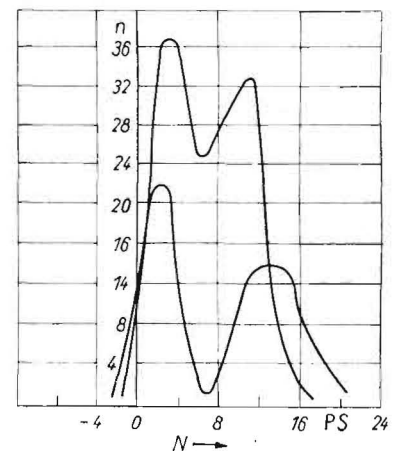


Bild 14. Verteilung der Dreschtrommelbeanspruchung bei  $v_f = 4,7$  km/h

## Zusammenfassung

Das Meßverfahren mit induktivem Geber und Schleifenoszillograph eignet sich gut zur Drehmomentenmessung am Mährescher unter Einsatzbedingungen. Es arbeitet auch bei starker Verschmutzung des Meßgebers einwandfrei, doch muß dieser vor direktem Feuchtigkeitzutritt geschützt sein. Durch dieses Verfahren ergibt sich eine gute Anordnung des Meßgebers in den Kraftübertragungsteilen und eine bequeme Übertragung der Meßwerte auf das Registriergerät.

Nachteilig bei der Registrierung des Drehmomentenverlaufs auf Oszillographenpapier ist die sehr kurze Meßzeit. Um auswertbare Oszillogramme zu erhalten, muß einerseits ein entsprechender Papieranschub gewählt werden, andererseits muß der Papierverbrauch in tragbaren Grenzen bleiben. Die Meßzeiten betragen 3 bis 5 s. Dem entspricht je nach Fahrgeschwindigkeit eine Meßstrecke von 3 bis 7 m. Um statistisch gesicherte Mittelwerte oder absolute Spitzenwerte zu erfassen, müssen die Messungen über längere Zeiten erfolgen.

Als Ergebnis der Messungen kann festgestellt werden, daß der Antriebsmotor des Mähreschers E 173 mit 54 PS Dauerleistung für

alle Verhältnisse ausreicht, bei denen auch die Sieborgane noch zufriedenstellend arbeiten. Nur in der Ebene ist eine Leistungsreserve vorhanden, die für Zusatzeinrichtungen, Spreuwagen oder sonstige Anhänger genutzt werden kann.

Die statistischen Auswertungen der Meßergebnisse geben interessante Aufschlüsse über die dynamischen Beanspruchungen des Fahrwerks und des Dreschtrommelantriebs.

## Literatur

- [1] JENKE/SELL: Messung der Dreschleistung des Mähreschers E 173. SCHMIDT/SOUCEK: Messung der Fahrtraktionsleistung des Mähreschers E 173. Große Belege am Institut für Landmaschinentechnik der TH Dresden (unveröffentlicht).
- [2] KRUTIKOW: Theorie, Berechnung und Konstruktion der Landmaschinen. VEB Verlag Technik, Berlin 1955.
- [3] DOLLING: Der Leistungsbedarf von Mähreschern. Dissertation, TH Braunschweig 1954.
- [4] Autorenkollektiv: Kompendium der sowjetischen Landmaschinentechnik. VEB Verlag Technik, Berlin 1954.
- [5] KLOTH/STROPPEL: Kräfte, Beanspruchungen und Sicherheiten in den Landmaschinen. VDI Bd. 80, Nr. 4, 25. Jan. 1936. A 3988

## Mähreschereinsatz in den VEG

Im Gesetz über den Siebenjahrplan ist festgelegt, daß in der Landwirtschaft der VEG bis zum Jahre 1963 die hauptsächlichsten Arbeiten voll mechanisiert werden. Das geschieht einerseits über neue Investitionen und andererseits durch möglichst hohe Auslastung der Maschinen und Geräte. Die maximale Auslastung der vorhandenen Kapazität verbessert den ökonomischen Nutzeffekt des Maschineneinsatzes und führt zur Senkung der Selbstkosten. Dies soll beim Einsatz des Mähreschers in einigen VEG des Bezirkes Magdeburg untersucht werden. Der Einsatz des Mähreschers hat sich in den meisten VEG des Bezirkes Magdeburg durchgesetzt. Die einzelnen Betriebe erzielten jedoch recht unterschiedliche Kampagneleistungen.

Tabelle 1. Durchschnitt von 25 VEG des Bezirkes Magdeburg in der Kampagneleistung der Mährescher der Jahre 1956 bis 1959

Jahr	Kampagneleistung [ha]	VEG mit den	
		höchsten	geringsten Kampagneleistungen
1956	152	254	75
1957	149	236	80
1958	144	220	55
1959	199	307	123
Durchschnitt	161	254	83

Die Leistungen der Mährescher sind in den einzelnen Betrieben starken Schwankungen unterworfen, die auf verschiedene Ursachen zurückzuführen sind. Neben dem Anbauverhältnis, dem Witterungsverlauf und den verschiedenen Einsatzmöglichkeiten (Mäh-, Schwad-, Hockendrusch) sind es noch vorhandene Vorurteile einiger leitender Mitarbeiter, die zu geringen Kampagneleistungen der Mährescher führten. Eine weitere Ursache ist die z. T. ungenügende Qualifikation der Mährescherbesetzungen, so daß Neubesetzungen vorgenommen werden mußten.

Zu den Möglichkeiten, in der Erntekampagne eine möglichst hohe Leistung zu erzielen, zählt vor allen Dingen der Schwad- und Hockendrusch. Durch die Anwendung dieses Ernteverfahrens ist es möglich, beim Einsatz der Mährescher eine Vorverlegung des sonst üblichen Einsatztermins (Totreife) in der Getreideernte und eine Mechanisierung der stark handarbeitsaufwendigen Öl- und Hülsenfruchternte sowie der Samengewinnung von Futter-, Heil- und Gewürzpflanzen zu erreichen.

Auch in den VEG des Bezirkes Magdeburg ist man bestrebt, den mit höheren Kosten verbundenen Hockendrusch zugunsten des Schwad- und Hockendruschs einzuschränken. Tabelle 2 mit den Mährescherleistungen von acht VEG gibt darüber Auskunft (in ha).

Tabelle 2

Jahr	Mähdrusch	Hockendrusch	Schwad- drusch
1956	139	7	—
1957	136	22	—
1958	127	17	25
1959	171	10,3	63,3

Für eine hohe Ausnutzung der möglichen Kampagneleistung ist neben dem Ziel, möglichst viele Erntearbeiten zu mechanisieren und die schwere Handarbeit zu erleichtern, die kostenmäßige Seite für den Agrarökonom von Bedeutung.

Deshalb wurden die Einsatzkosten von acht VEG untersucht und ihr Verhalten zur Kampagneleistung analysiert. Die durchschnittlichen Einsatzkosten (Instandsetzung, Treib- und Schmierstoffe und Löhne für die Besetzung) von acht VEG betragen:

	DM
1957	9725
1958	9350
1959	10390
Mittel	9822

Von diesen Kosten (siehe auch Bild 1) entfallen etwa 60% auf Instandsetzung, 15% auf Treib- und Schmierstoffe und 25% auf Löhne. Abschreibungen und sonstige indirekte Kosten wurden nicht kalkuliert.

Vergleicht man die Beziehungen zwischen Mährescherleistung und den Kostenarten (Instandsetzung, Treib- und Schmierstoffe, Löhne) so ist festzustellen, daß sich die Treibstoff- und Lohnkosten proportional, die Instandsetzungskosten jedoch degressiv zur Leistung verhalten.

Tabelle 3 zeigt sehr deutlich, daß im VEG Drewitz, Kreis Loburg, bei einer Kampagneleistung von 252,3 ha die Instandsetzungskosten nur 14,2 DM/ha betragen, im VEG Isenschnippe, Kreis Gardelegen, bei einer Kampagneleistung von 114 ha jedoch bis auf 72,— DM ansteigen.

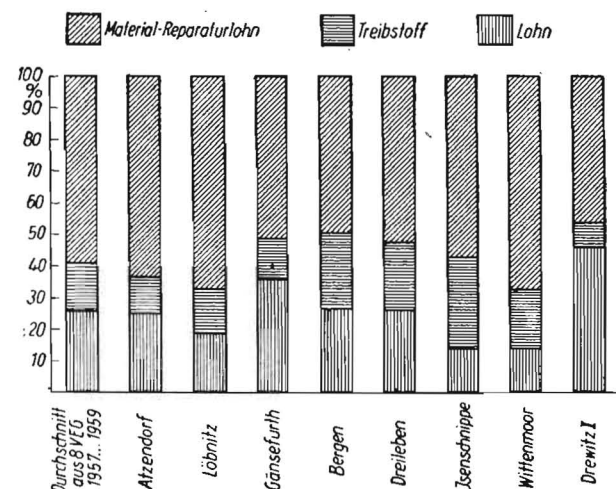


Bild 1