

Landtechnische Forschung

HERAUSGEBER: KURATORIUM FÜR TECHNIK IN DER LANDWIRTSCHAFT
FACHGEMEINSCHAFT LANDMASCHINEN IM VDMA
MAX EYTH-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER LANDTECHNIK

Heft 3/1957

MÜNCHEN

7. JAHRGANG

Dr.-Ing. C. Dolling, Hannover:

Untersuchungen über den Leistungsbedarf von Feldhäckslern¹⁾

Der 1944 erstmalig in Deutschland entwickelte Feldhäcksler [1] befindet sich seit vorigem Jahr in mehreren hundert Exemplaren verschiedener Bauart im Betrieb. Diese neue Sammelermaschine schickt sich trotz mancher entgegengehaltener Bedenken an, eine wichtige Stellung unter den Halmfruchterntemaschinen einzunehmen. Wie alle Sammelermaschinen hat der Feldhäcksler den Vorzug, mit einer Mindestzahl von Arbeitskräften auszukommen. Diese Eigenschaft wird bei weichem Acker mit einem hohen Einsatz von Schlepper-PS erkauft. Der Betrieb muß dann in ausreichendem Maße über Zugmittel in der Stärke von 2- bis 3-Furden-Schleppern verfügen. Der hohe Leistungsbedarf ist also nicht allein dem Feldhäcksler zuzuschreiben, sondern ein erheblicher Anteil wird zum Vortrieb des Maschinensatzes sowie des Wagens benötigt. Theoretische Berechnungen von G. Segler führten zu der Schlußfolgerung, daß der Anteil für den Antrieb des Feldhäckslers etwa ebenso hoch ist wie der für den Zug des angehängten Häckselwagens und für den Vortrieb des Schleppers [2]. Das bedeutet, daß bei einem Gesamtleistungsbedarf beispielsweise von 30 PS zum Fahren ohne Häcksler allein 15 PS notwendig wären.

Bei der Bedeutung, die eine Herabsetzung des Leistungsbedarfs für die Verbreitung des Feldhäckslers hat, erschien es notwendig, genaue Messungen im Feldbetrieb durchzuführen. Für die Untersuchungen stand ein elektronischer Meßwagen zur Verfügung. Die Auswertung der Meßergebnisse erfolgte unter Berücksichtigung der von G. Segler aufgestellten Gesetzmäßigkeiten für Arbeitsbreite, Arbeitsgeschwindigkeit und Bestandsvolumen bei Sammelermaschinen [3].

Versuchsdurchführung

Als Versuchsmaschinen standen zur Verfügung: der Feldhäcksler MH Nr. 2 von Massey-Harris, Trommelhäckslerbauart mit Schnecke und Wurfgebläse (Abb. 1), und der Feldhäcksler von Allis Chalmers mit einer Häcksel- und Wurtrommel einschließlich einer anzubauenden Maiserntevorrichtung (Abb. 2 und 3).

Beide Maschinen waren aus ERP-Mitteln für Forschungszwecke beschafft worden. Außer beim Mais wurden die Feldhäcksler mit Aufsammlervorrichtung eingesetzt und nahmen Schwaden von 4 bis 8 Fuß²⁾ Schnittbreite auf. Als Schlepper wurde der Hanomag R28 B verwendet, den die Herstellerfirma freundlicherweise bereitstellte. Die Erntewagen waren gummibereift. Ihr Eigengewicht ist bei den Versuchsergebnissen angegeben. Die elektronische Meßanlage zur Messung von Kräften und Drehmomenten in Landmaschinen während des Feldeinsatzes wurde unter Mitverwendung von im Handel befindlichen Instrumenten vom Verfasser aufgebaut und begleitete in einem Spezialfahrzeug den Feldhäcksler bei der Arbeit (Abb. 4) [4 bis 8]. Selbstkonstruierte Meßwertgeber an der Zapfwelle und an der Zugschiene des Schleppers gaben elektrische Impulse über Kabel an die Meß- und Registrierapparate. Eine Eichung der Anlage wurde vor Beginn von Versuchen mechanisch durch Aufbringen von statischen Zug- und Drehlasten vorgenommen und vor und nach jeder Messung elektrisch kontrolliert. Zur Erhöhung der Genauigkeit der Messungen und zur Ausschaltung von Zufälligkeiten wurden die einzelnen Messungen bis zu sechsmal wiederholt. Die Erntegüter bei den Versuchen in den Jahren 1952 und 1953 waren Weizen, Roggen, Luzerne und Mais. Zugleistungsmessungen wurden teilweise gleichzeitig mit Drehleistungsmessungen durchgeführt.

Leerlaufleistung — Nutzleistung

Bei der von der Schlepperzapfwelle an die Arbeitsmaschine abgebenen Leistung ist zu unterscheiden zwischen Leerlaufleistung und Nutzleistung. Erstere wird benötigt, um die Werkzeuge der Maschine ohne Verarbeitung von Erntegut zu bewegen; letztere stellt den Leistungsbedarf dar, der

¹⁾ Teilergebnisse von energiewirtschaftlichen Untersuchungen an Halmfruchtvollerntemaschinen, durchgeführt im Institut für Landmaschinen der Technischen Hochschule Braunschweig (Direktor: Prof. Dr.-Ing. G. Segler) mit Mitteln der Deutschen Forschungsgemeinschaft in den Jahren 1952 bis 1953.

²⁾ 1 Fuß = 0,305 m.

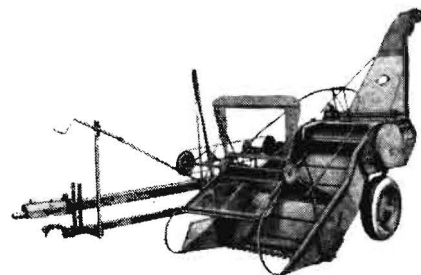
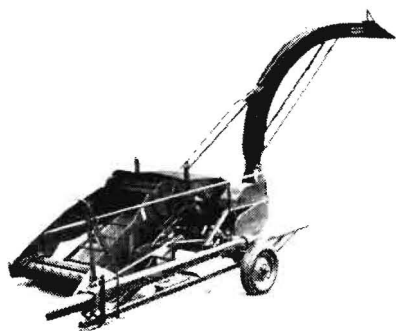


Abb. 1: Massey-Harris-Feldhäcksler MH Nr. 2 mit 4 Fuß Schnittbreite für Zapfwellenbetrieb. Einzug durch Doppelkette und Einzietrommel. Baujahr 1951 — Abb. 2: Aufnahmevorrichtung für Mais für Allis-Chalmers-Feldhäcksler — Abb. 3: Allis-Chalmers-Feldhäcksler mit 4 Fuß Schnittbreite für Zapfwellenbetrieb. Einzug durch Elevatortuch und Einzietrommel. Besondere Freilauf für diese Bauart. Baujahr 1950

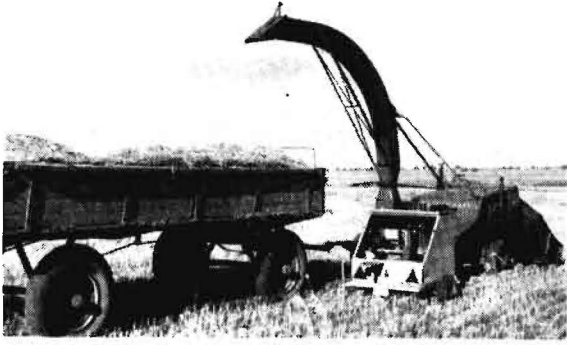


Abb. 4: Schlepper, Feldhäcksler, Erntewagen und Meßwagen gekoppelt für den Versuchsbetrieb auf dem Felde

sich ergibt, wenn der Maschine Häckselgut zugeführt wird. Die Leerlaufleistung ist nach einer gewissen Einlaufzeit praktisch konstant. Nur ist sie unterschiedlich für die verschiedenen Maschinen und hängt außerdem von der Einstellung der Trommel- und Gebläsedrehzahl ab. Auch der Anbau der Mäusernte- vorrichtung hat eine Veränderung des Leerlauf-Leistungsbedarfs zur Folge. Er betrug während der Versuche für den MH-Häcksler 5,5 PS, für den einfacher und leichter gebauten AC-Häcksler 3,3 PS und für den letzteren mit Mäuserntezubehör 4,0 PS.

Diese Unterschiede im Grundleistungsbedarf würden vergleichende Betrachtungen der spezifisch aufgewendeten Nutzleistung beeinträchtigen. Darum geschieht die Darstellung der letzteren getrennt für sich. Trägt man den mittleren Nutzleistungsbedarf eines Feldhäckslers über der stündlich abernteten Fläche für verschiedene Häckselgüter auf, so ergeben sich recht erhebliche Unterschiede. Für die bei den Versuchen

aus dem Schwad aufgenommenen Güter, Luzerne, Weizen, Roggen, verhalten sich die linear ansteigenden Leistungsanforderungen für die Verarbeitung bei gleicher Flächenleistung wie 1 : 2 : 3 (Abb. 5). Das überrascht zunächst. Betrachtet man jedoch die Nutzleistung in Abhängigkeit von dem stündlich zugeführten Erntegutvolumen, so zeigt sich, daß für die verschiedenen Schnittgüter der spezifische Leistungsaufwand nur unwesentliche Unterschiede aufweist, ja nahezu gleich ist (Abb. 6). Die Erklärung für die Unterschiede bei Bezug auf die stündliche Erntefläche ist einfach: Auf einem Quadratmeter Grundfläche befinden sich — bedingt durch unterschiedliche Halmhöhe, Halmstärke, Wuchs und Sperrigkeit — verschieden große Volumina der einzelnen Erntegüter³⁾.

Leider ist die mittlere Nutzleistung nur geeignet, Vergleiche zwischen der Bearbeitbarkeit verschiedener Halmarten zu ziehen. Sie kann schließlich noch ein Maß abgeben für den zu erwartenden Energieverbrauch; aber sie läßt nur schwer einen unmittelbaren Schluß auf die zu wählende Stärke der Antriebsquelle zu. Das ist bedingt durch das landwirtschaftliche Schnittgut selbst. Es besitzt nicht die Gleichmäßigkeit etwa eines im Fließverfahren zu verarbeitenden technischen Rohstoffs. Die Schwankungen in seiner Beschaffenheit und in seiner Zuführung zur Maschine sind unter Umständen erheblich. Mit der Beschaffenheit sind besonders Bestandsdichte, Halmfeuchte und Halmhöhe gemeint. An der Gleichmäßigkeit der Zuführung sind die Schwadform beim Aufsammelverfahren und die Ausbildung des Aufnahmeapparates beteiligt. Hier lägen also bei der Konstruktion noch Ansatzpunkte zur Verbesserung.

³⁾ Das Erntevolumen pro Quadratmeter Grundfläche wird mittels eines Meßkastens bestimmt, trägt die Dimension m^3/m^2 und wird im Zusammenhang mit dem von Prof. Dr.-Ing. G. Segler aufgestellten Volumengesetz für Sammelernemaschinen [3] reduzierte Höhe h_{red} genannt, weil die Dimension sich auf m vereinfachen läßt und es identisch ist mit der Schichthöhe gemähnten Gutes auf dem Felde.

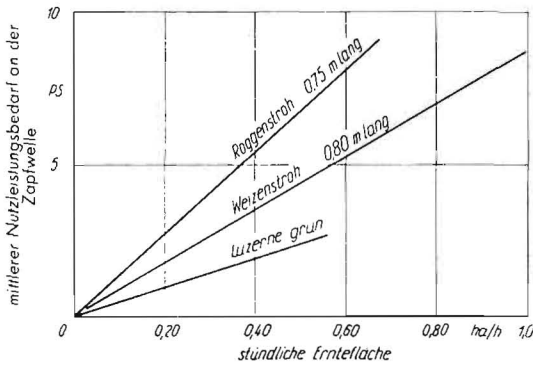


Abb. 5: Nutzleistungsbedarf des MH-Feldhäckslers in Abhängigkeit von der Bearbeitungsfläche

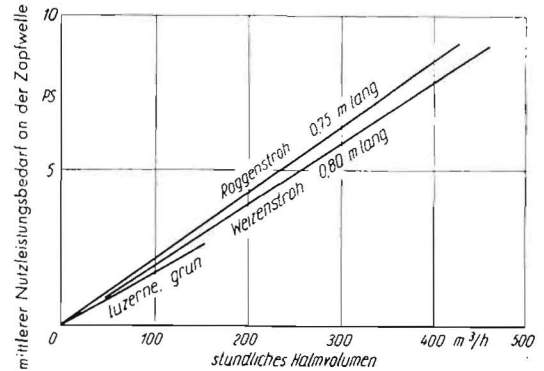


Abb. 6: Nutzleistungsbedarf des MH-Feldhäckslers in Abhängigkeit von Verarbeitungsvolumen

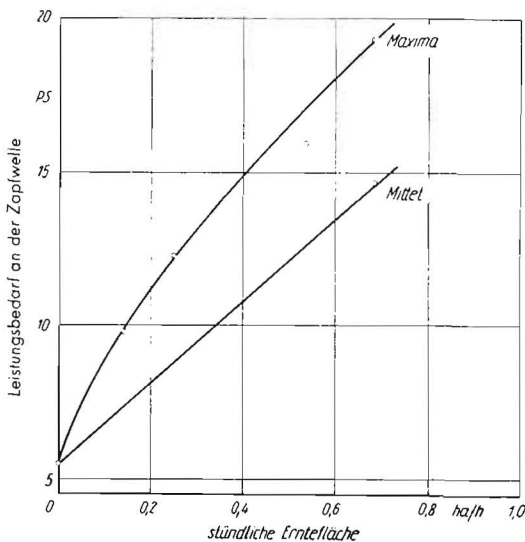


Abb. 7: Leistungsaufnahme des MH-Feldhäckslers bei Stroh. Halmhöhe 0,75 m, Häckselhöhe 30 mm

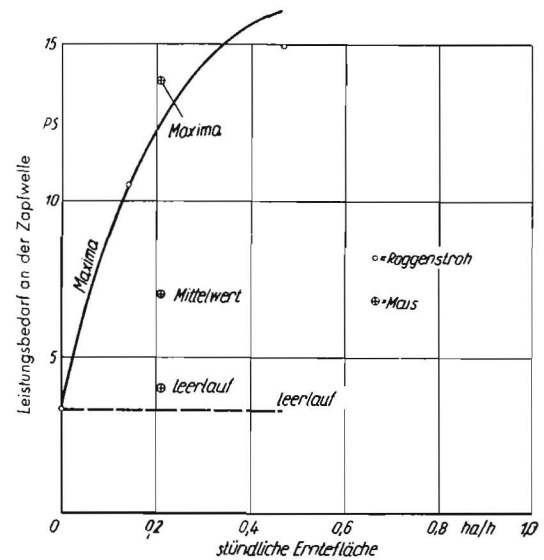


Abb. 8: Leistungsaufnahme des AC-Feldhäckslers bei Roggenstroh und Mais. Roggenhalmhöhe 0,75 m, Häckselhöhe 30 mm, Mäusertrag 580 dz/ha, Häckselhöhe 18 mm

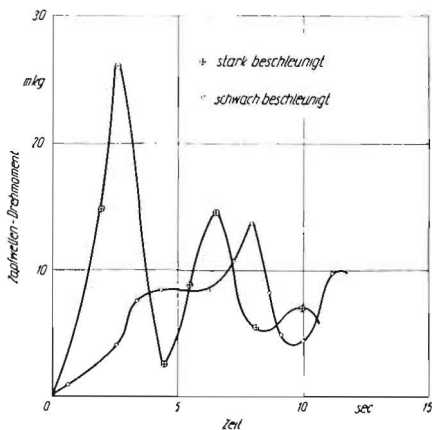


Abb. 9 (oben): Zapfwellendrehmomente beim Anlauf des MH-Feldhäckslers (ohne Einfluß der Kreuzgelenkstellungen) — Abb. 10 (rechts): Zapfwellendrehmomente beim Anlauf des AC-Feldhäckslers (ohne Einfluß der Kreuzgelenkstellungen)

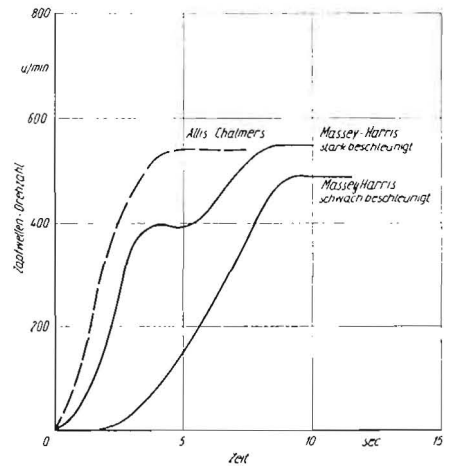
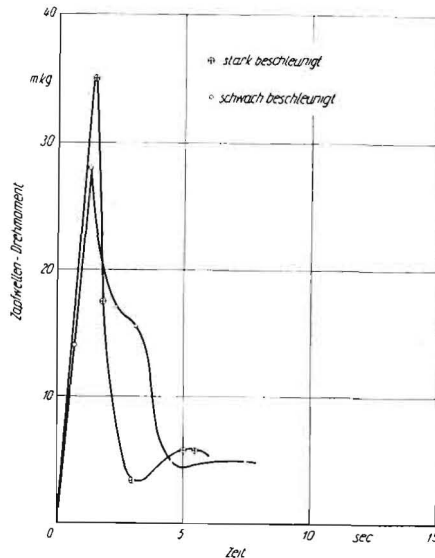


Abb. 11: Vergleich der Zapfwelldrehzahlen beim Anlauf von Feldhäckslern

Leistungsspitzen

Wie groß sind nun die Schwankungen im Leistungsbedarf? Da interessieren vor allem Leistungsspitzen, die sich über das Mittel hinaus erheben. In Abbildung 7 ist der wegen seiner Länge am schwersten häckselbare Roggen (s. Abb. 6) als Beispiel genommen.

Der MH-Häcksler verlangte bei der größten versuchten Durchsatzmenge 5 PS zusätzlich für die Überwindung ungleichförmiger Beanspruchungen durch das Stroh und erreichte damit eine Zapfwellenleistung von etwa 19 PS. Ein Ausgleich der Schwankungen gegenüber dem Motor durch das Schwungrad war nicht möglich, zumal dieses bei einer 4-Zylinder-Maschine verhältnismäßig klein ist. Gewisse Ersparnisse lassen sich durch größere Schwungräder erzielen, doch kommen durch die Gelenkwelle und vom Fahrtrieb her noch weitere Bedarfsspitzen hinzu [9].

Während des Einsatzes des leichten AC-Häckslers im gleichen Roggenstroh waren die Drehleistungen zwischen Leerlauf und Maximum so stark unregelmäßig, daß es nicht sinnvoll erschien, ein Mittel einzuzichnen. Trotz des niedrigen Leerlaufleistungsbedarfs im Vergleich zur ersten Maschine fordert dieser Häcksler praktisch die gleiche Zapfwellenleistung im Maximum für gleiche Flächenleistung (Abb. 8). Zum Vergleich sind Leerlauf, Mittel und Maximum aus etlichen Versuchen mit derselben Maschine im Grünmais eingezeichnet. Der Leerlauf liegt etwas höher durch die Anbauvorrichtung. Das Maximum übersteigt nicht wesentlich die Werte des Roggens, obgleich beim Mais die Stengel in Abständen einzeln erfaßt werden. Die Mäiserntevorversuche konnten wegen des später zu besprechenden hohen Zugleistungsbedarfs nur bei einer Fahrgeschwindigkeit und Flächenleistung durchgeführt werden.

Vom Leistungsbedarf für den Leerlauf der beiden Feldhäcksler wurde gesagt, er sei angenähert konstant. Das trifft auch noch zu, wenn statt der Aufsammler-Vorrichtung das Mähmesser montiert ist. Zwar ergeben sich Drehbeschleunigungskräfte, die auf den Zapfwellentrieb zurückwirken, doch ist ihre Frequenz hoch genug, um durch die Drehmassen der Maschine und vom Schlepperschwungrad weitgehend eingeebnet zu werden [9, 10].

Bemerkenswert werden Drehbeschleunigungsleistungen an der Zapfwelle erst, wenn die Drehzahl etwa durch Überlastung sehr weit abgesunken war. Das zeigen maßstäbliche Darstellungen vom zeitlichen Verlauf der Zapfwellendrehmomente beim Anlauf der leeren Maschine aus dem Stillstand (Abb. 9 und 10). Die Drehmomente bei der Beschleunigung erreichten mehr als den siebenfachen Wert desjenigen bei Beharrung im Leerlauf.

Es ist deutlich zu erkennen, daß die leichter gebaute Maschine schneller die Enddrehzahl erreicht (Abb. 11). Andererseits darf nicht verkannt werden, daß nach dem Prinzip von Wirkung und Gegenwirkung die Stärke des Schleppermotors mitbestimmend für die Höhe der auftretenden Kräfte ist. Auch dann hat die Bedienung es noch in der Hand, Höhe und Verlauf

der Drehmomente zu beeinflussen, wie die ausgezogene untere Kurve in Abbildung 9 zeigt. Dort ist die Anlaufzeit gegen vorher verlängert, damit sind die Drehmomente verringert.

Die Betrachtung ist von Bedeutung für die Beanspruchung des Materials von Gelenkwelle, Zapfwelle und Getriebe, wobei die überlagerten schwellenden Kräfte, die unter anderem vom Mähmesser und von den Kreuzgelenken herrühren, außerdem berücksichtigt werden müssen. Abbildung 12 zeigt ein Oszillogramm des Zapfwellendrehmoments mit allen Oberschwingungen. Für die Bestimmung der erforderlichen Motorstärke sind die Anlaufverhältnisse nicht so interessant, dafür sind vor allem die im Feldbetrieb auftretenden Leistungsspitzen maßgebend.

Fahrleistung

Die maximalen Anforderungen an die Kraftquelle werden mitbestimmt durch die Zugkräfte, die der Schlepper neben der Antriebsleistung für den Feldhäcksler und gegebenenfalls für den Erntewagen aufzubringen hat (Abb. 13). Auf einem recht festen Luzerneacker wurden Zugkraftmessungen am Massey-Harris-Häcksler mit angehängtem gummibereiften Wagen durchgeführt. Variiert wurde die Fahrgeschwindigkeit von 1 bis 20 km/h. Es zeigte sich, daß die mittlere Zugkraft

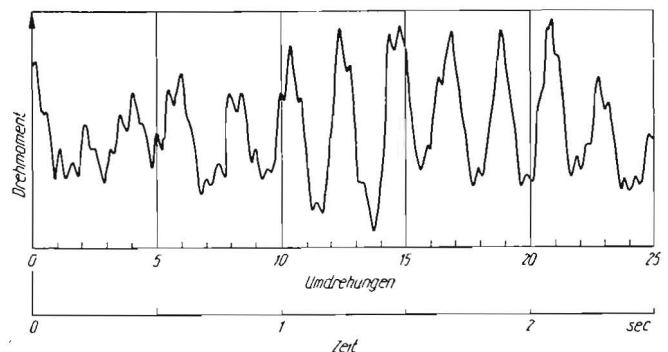


Abb. 12: Oszillogramm vom zeitlichen Verlauf des Zapfwellendrehmoments beim Antrieb eines Feldhäckslers während des Aufsammlens von Weizenstroh. Drehzahl $n = 540$ U/min. Die periodische Schwingung infolge der Winkelbeschleunigung in den Kreuzgelenken der Kraftübertragung pendelt um die auf- und absteigende Kurve des Nutzdrehmoments. Modulation der Frequenzbandbreite infolge der unterschiedlichen Dämpfung durch das Erntegut

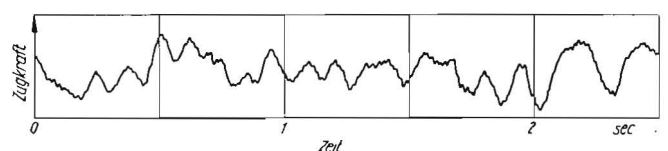


Abb. 13: Oszillogramm vom zeitlichen Verlauf der Zugkraft an der Ackerschiene eines Schleppers beim Ziehen eines Feldhäckslers auf Getreidestoppeln. Die sichtbaren höherfrequenten Oberschwingungen sind hervorgerufen durch Vibrationen des Schlepperfahrgerätes und entsprechen in ihrer Frequenz den Kolbenstößen des Motors

von 90 kg bis über 200 kg mit der Geschwindigkeit linear stieg (Abb. 14) [9 bis 13]. Während die Charakteristik dieser Kurve nicht ganz mit denen von Zugversuchen an anderen Maschinen und auf verschiedenen Böden übereinstimmt, verlaufen die maximalen Zugkräfte so, wie sie bei allen anderen Zugkraftmessungen mit angehängten gummibereiften Maschinen unter ähnlichen Verhältnissen typisch waren: Die obere Begrenzungslinie für Zugkraftspitzen ist ein langgestreckter Bogen, der in seinem Anfang und Ende gegen die Kurve der Mittelasten gerichtet ist und in seinem Mittelteil doppelt so hoch liegt wie die Mittelastkurve. Im Bereich kleiner Fahrgeschwindigkeit, etwa bei 3,5 km/h, hat die Maximumkurve entgegen ihrer Grundtendenz ein starkes Minimum, das bis an 55 % der nach dem Gesamtverlauf zu erwartenden Werte herunterreicht.

Diese interessante Tatsache ist für eine lohnende Leistungsersparnis leider nicht verwendbar, da bei der Geschwindigkeit um 3,5 km/h noch kein wesentlicher Leistungsaufwand für die Fahrt auf fester Narbe getrieben wird (Abb. 16) [9, 10]. Immerhin erreicht beim Ausfahren der Schlepper Geschwindigkeiten mit diesem Gespann die maximale Zugleistung über 22 PS⁴⁾.

Auf Roggenstoppel mit der leichteren Maschine und ohne Häckselwagen wurden die in Abbildung 16 dargestellten Zugkraftkurven ermittelt. Tendenz und Form der Kurven sind den erstbesprochenen ähnlich. Die Absolutwerte liegen wegen der veränderten Verhältnisse niedriger. Für Energiebilanzbetrachtungen wurde die mittlere Vortriebskraft auch für den Schlepper experimentell bestimmt und der Wert in das Zugkraftkurvenblatt eingetragen. Mittel- und Maximalwert für den Häcksel auf weichem Acker sollen weiter oben im Diagramm den Fahrgrundeinfluß auf die Zugkraft verdeutlichen. Der Einfluß der Wagenladung auf den Zugkraftbedarf wird hier später noch besprochen werden. Für den gelegentlich an den Häcksel angehängten Instrumentenwagen wurden ca. 10 kg Zugkraft auf der Stoppel benötigt. Abbildung 17 zeigt die Leistungen zu den besprochenen Zugkräften.

Leistungsbedarf und Motorstärke

Aus den Ausführungen über die auftretenden Leistungsspitzen an der Zapfwelle und an der Zugschiene ging bereits hervor, daß der mittlere Leistungsbedarf für das Antreiben und Ziehen der Landmaschinen kein Maß für die Wahl der Motorstärke des Schleppers sein kann [9]. Außer dem Eigenbedarf des Schleppers an Vortriebskraft und den Verlusten an den Reifen und im Getriebe ist der angehängte Erntewagen mit seiner veränderlichen Füllung ein unter Umständen beachtlicher Leistungsverbraucher, der die erforderlichen Leistungsreserven beziehungsweise die erreichbaren Flächenleistungen bestimmt.

Mit dem Allis Chalmers-Feldhäcksel wurde Grünmais einreihig gehäckselt und auf einen angehängten Wagen gefördert. Die Verteilung der vom Schleppermotor abgegebenen Leistung konnte auf Grund einiger Zugkraft-, Drehmoment- und Schlupfmessungen und an Hand von vorliegenden Getriebewirkungsgradkurven [14] bestimmt werden. Unter den vorliegenden Verhältnissen — 2,6 km/h Fahrgeschwindigkeit auf sandigem Lehm, krümelig feucht — war der verwendete 28-PS-Schlepper schon bei einer auf dem Wagen gesammelten Ernte von nur 5 dz voll ausgelastet. Die Erhöhung der mittleren und maximalen Zugleistung und der Verluste hätte für den Häckselbetrieb mit 30 dz gesammelten Erntegutes (etwa 1,8 m Ladeschichthöhe) 37 Schlepper-PS erfordert [15]. Dabei ist noch zu bedenken, daß der Reifenschlupf, der jetzt schon 17,5 % betrug, so hohe Werte annehmen würde, daß ein ordnungsgemäßer Häckselbetrieb mit diesem Radschlepper nicht möglich wäre.

Leistungsverteilung

Die Verzweigung der Motorleistung bei den gefahrenen Maishäckselsversuchen gibt Abbildung 18 wieder. Einer mittleren Nennleistung an Zapfwelle und Zugschiene von zusammen 11,6 PS steht ein tatsächlicher Aufwand von 28,0 PS ge-

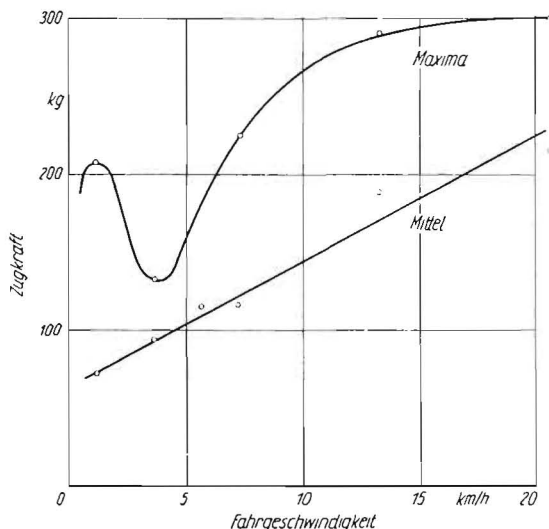


Abb. 14: Zugkraft für Feldhäcksel und Wagen
Gewichte: Häcksel 1210 kg; Wagen 750 kg
Boden: einjährige Luzerne gemäht, sandiger Lehm
Reifengröße: Häcksel 6.50-16 (wirksamer Halbmesser = 335 mm)
Wagen 210-20 AW (wirksamer Halbmesser = 450 mm)

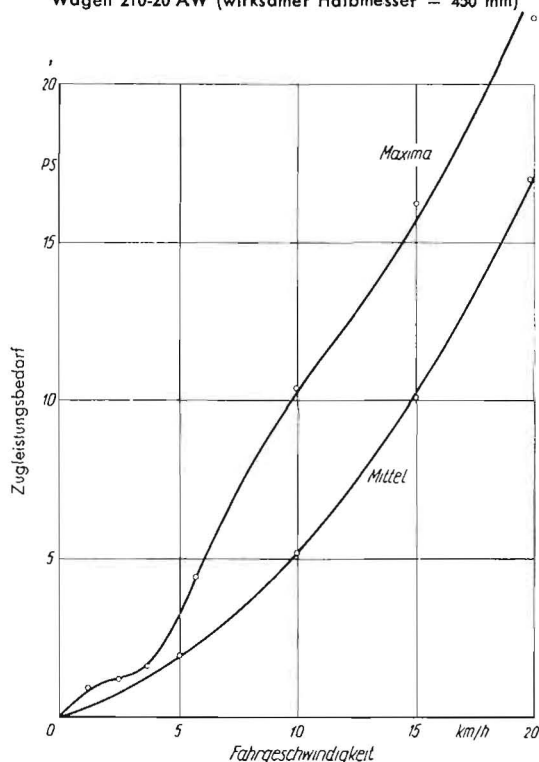


Abb. 15: Zugleistungsbedarf für Feldhäcksel und Wagen
Gewichte: Häcksel 1210 kg; Wagen 750 kg
Boden: einjährige Luzerne gemäht, sandiger Lehm
Reifengröße: Häcksel 6.50-16 (wirksamer Halbmesser = 335 mm)
Wagen 210-20 AW (wirksamer Halbmesser = 450 mm)

genüber. Die Hälfte davon, also 14,0 PS, wird über die Zapfwelle abgegeben; und zwar 4,0 PS, um den Häcksel leer anzutreiben, und 3,0 PS, um das Häckselgut zu bearbeiten. So groß wie dieser Grundleistungsbedarf an der Zapfwelle sind auch die Anforderungen an den Antrieb, die durch Unregelmäßigkeiten in der Beaufschlagung auftreten. Sie machen 7,0 PS aus.

Die zweite Hälfte der Motorleistung wird mit Ausnahme der 1,7 PS Getriebeverluste für das Fahren benötigt. Der Vortrieb des Schleppers erfordert 3,6 PS, auf den Häcksel entfallen 2,6 PS und auf den leeren Wagen 1,2 PS. Nachdem die Fahrleistungsspitzen mit zusammen 2,4 PS und der Treibradschlupf mit 1,7 PS berücksichtigt wird, bleiben nur 0,8 PS für den Transport von 5 dz gesammelter Ernte übrig.

Von den insgesamt 9,4 PS geforderter Reserve für Leistungsspitzen kann bei dem verwendeten 4-Zylinder-4-Takt-Dieselmotor praktisch nichts vom Motorschwungrad geliefert werden, sondern sie muß als Dauerleistung verfügbar sein [9].

⁴⁾ An der Zugschiene gemessen. Für die Triebräder ergeben sich etwas kleinere Werte wegen der Massenkräfte des Schleppers [9].

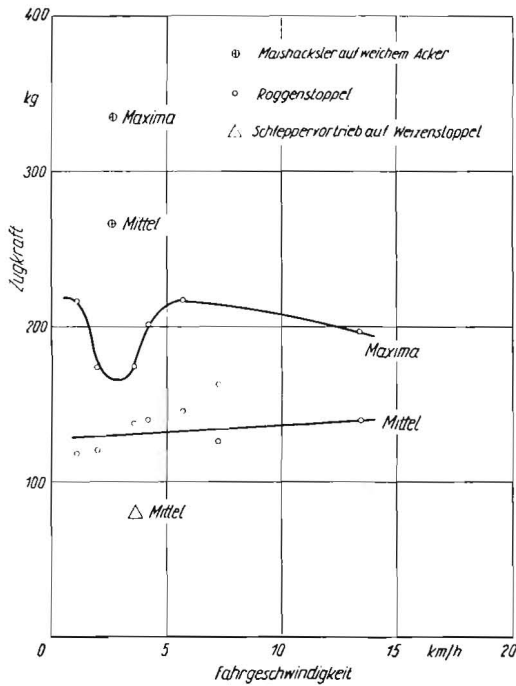


Abb. 16: Zugkraft für einen Feldhäcksler
Eigengewicht: 1025 kg
Boden: Roggenstoppel, sandiger Lehm
Reifengröße: Häcksler 6.50-16 (wirksamer Halbmesser = 335 mm)
Wagen 210-20 AW (wirksamer Halbmesser = 450 mm)

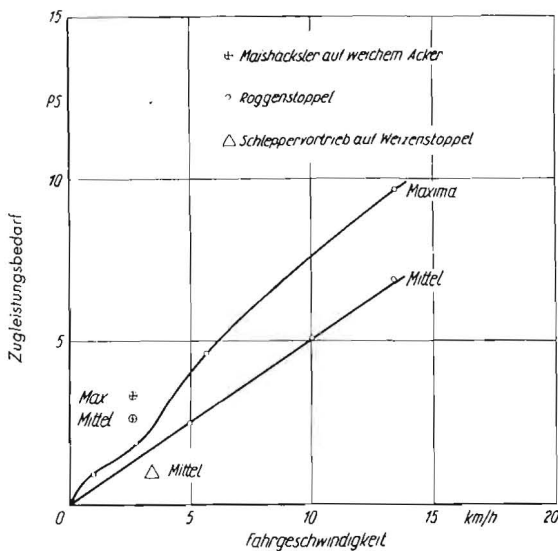


Abb. 17: Zugleistungsbedarf für einen Feldhäcksler
Eigengewicht: 1025 kg
Boden: Roggenstoppel, sandiger Lehm
Reifengröße: Häcksler 6.50-16 (wirksamer Halbmesser = 335 mm)
Wagen 210-20 AW (wirksamer Halbmesser = 450 mm)

Folgerungen

Die Messungen zeigen, daß bei verschiedenen Erntegütern die erreichbaren Flächenleistungen Unterschiede aufweisen. Andererseits stellt sich heraus, daß der mittlere Leistungsaufwand je Volumeneinheit Gut nahezu gleich ist. (Auch der Mais macht — jedenfalls je Schnitt — keine Ausnahme, denn er wurde nur 18 mm lang gehäckselt gegenüber 30 mm bei anderen Gütern.) Also weniger die Eigenart des Halmgutes als vielmehr sein Volumenbestand auf dem Quadratmeter Boden ist ausschlaggebend für den Drehleistungsaufwand zur Erreichung einer bestimmten stündlich abgeernteten Fläche.

Schwankungen im Leistungsbedarf können verursacht werden durch Drehbeschleunigungen an schlecht verlegten Gelenkwellen, durch schwingend belastete Arbeitsaggregate, wie das Mähwerk, durch Beschleunigungen nach starkem Drehzahlabfall und ganz besonders durch die nicht in jedem Falle vermeidbare ungleichmäßige Zuführung des zu verarbeitenden

den Häckselgutes. Zusammen mit den Leistungsbedarfsspitzen vom Fahrtrieb reichen die Schwankungen bis etwa 10 PS über das Mittel.

Die Zugkraft für den Häcksler, sowohl mit als auch ohne angehängten Wagen, ist nicht nur vom Boden, sondern unter Umständen auch in starkem Maße von der Fahrgeschwindigkeit abhängig. Sie steigt linear mit ihr an. Die Spitzen erreichen das Doppelte der Mittelwerte und haben ein ausgeprägtes Minimum bei etwa 3,5 km/h Fahrgeschwindigkeit. Beim Maishäckseln ist der Leistungsaufwand für das Fahren gleich hoch oder höher als für den Zapfwellenantrieb. Einfluß hat die Größe der Ladung im Häckselwagen.

Leistungsreserven des Motors gegenüber dem mittleren Leistungsbedarf des ganzen Häckslergespannes sind nach den Messungen erforderlich. Ihre Größe ist nunmehr genau bekannt. Ansatzpunkte für ihre Verringerung sind eine Vergleichmäßigung der Häckselgutzuführung und die Vermeidung zu hoher Fahrgeschwindigkeiten.

Im Zusammenhang mit der Fahrgeschwindigkeit steht die Arbeitsbreite der Maschine. Beide bestimmen die Flächenleistung beim Mähhäckseln. Vergrößerte man beispielsweise die Breite von 1,50 m auf 2,00 m, so kann beim Getreide- oder Luzernehäckseln statt mit dem zweiten (5,7 km/h) mit dem ersten Schleppgang (3,7 km/h) gefahren werden, und es werden je nach Größe der Wagenladung 4 bis 5 PS an Zugleistung gespart, was unter Umständen gerade den Betrieb mit einem kleineren Schlepper [15] — 22 statt 27 PS — gestattet, ohne die Flächenleistung herabzusetzen. Dieser Umfang einer Verbreiterung der Häckselgutaufnahme ist ohne Veränderung des Längsflußprinzips konstruktiv noch vertretbar. Im übrigen muß daran gedacht werden, daß der Häcksler vielfach im Aufsammel-Verfahren eingesetzt wird, bei dem die Arbeitsbreite durch die Ablegebreite einer vorhergehenden Maschine — etwa die Schüttlerbreite eines Mähdreschers — diktiert wird. Stammt der Schwad von einer viel größeren Schnittbreite (z. B. 8 Fuß), so ist ohnehin eine größere Flächenleistung mit dem Häcksler gegeben; liegen die Schwaden hingegen etwa entsprechend der Schnittbreite der ersten Maschine dicht nebeneinander, so käme nur eine Verbreiterung des Aufnahmeapparates des Häckslers auf die doppelte Schwadenbreite in Frage. Das gäbe Abmessungen (2,4 bis 3,0 m), die das Querflußprinzip erfordern würden.

Beim Maishäckseln bestimmt neben der Fahrgeschwindigkeit der Reihenabstand der Pflanzen die Flächenleistung. Ohne eine Verringerung der letzteren ist an eine Senkung des Leistungsbedarfs nicht zu denken. Von einer bestimmten Wagenfüllung an mußte der bei den Versuchen verwendete 28-PS-Schlepper bereits mit verminderter Geschwindigkeit fahren. Denkt man etwa daran, die bisher erreichte Geschwindigkeit zu halbieren und dafür zweireihig zu häckseln — wie der amerikanische „New-Idea“-Häcksler —, so ergibt sich den-

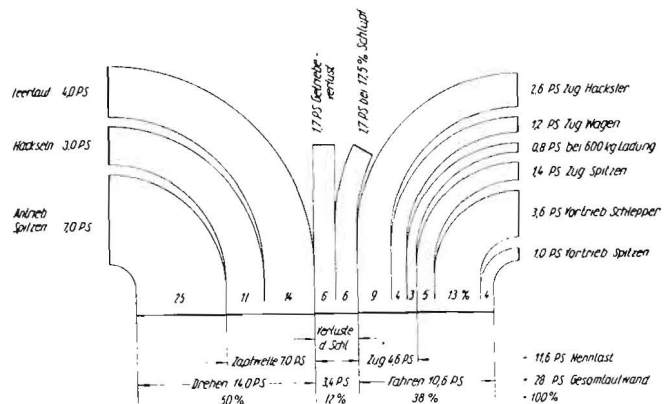


Abb. 18: Leistungsverteilung beim Mais-Feldhäckseln. Maschine: Allis-Chalmers, einreihig, Wurftrömmelhäcksler, Häcksellänge 18 mm, Eigengewicht 1025 kg, Schlepper: Hanomag R 28 B, Eigengewicht 1800 kg, Wagen: gummiereift, Eigengewicht 750 kg, Boden: sand. Lehm, krümelig, feucht, Mais: Ertrag 380 dz/ha, grün, Leistung: Erntefläche 0,21 ha/h, Volumen 74,0 m³/h, Fahrgeschwindigkeit 2,6 km/h

Biogas

Gewinnung und Verwertung von Methan aus Klärschlamm und Mist

Band 3 der Schriftenreihe „Münchner Beiträge zur Abwasser-, Fischerei- und Flußbiologie“ mit 12 Beiträgen, 117 Abbildungen und 25 Tabellen, Verlag R. Oldenbourg, München, Preis DM 50.—.

Die Schrift schildert den heutigen Stand unseres Wissens und unserer Erfahrungen über die Methangewinnung aus Klärschlamm und aus Mist. Das Buch ist für alle die von Interesse, die wasserwirtschaftliche und besonders abwasserwirtschaftliche Fragen zu behandeln haben. Aber auch für den Landwirt, der sich von der neuen Energiequelle Biogas etwas verspricht, sowie für die Konstrukteure von Biogasanlagen für die Landwirtschaft ist das Buch von großem Wert. Auch sie sind an dem ersten Teil des Buches interessiert, weil die Probleme der Methanerzeugung aus Klärschlamm und Mist in vielem ähnlich sind. Auch der Konstrukteur landwirtschaftlicher Biogasanlagen kann aus den Ausführungen über die Methangewinnung aus Klärschlamm vieles lernen. Er wird mit Neid feststellen, daß die Methangewinnung aus Klärschlamm nicht die großen Schwierigkeiten kennt, die die Schwimmdecke und ihre Auflockerung den landwirtschaftlichen Biogasanlagen machen.

Der der Erzeugung von Biogas aus Stallmist gewidmete Teil des Buches besteht aus 6 Beiträgen von Mitgliedern der „Arbeitsgemeinschaft Biogas“, die im Auftrag des BML und des KTL mit ERP-Mitteln 3 Jahre lang Versuche durchgeführt haben. So wird der heutige Stand der Biogasgewinnung aus landwirtschaftlichen organischen Stoffen dargelegt, es wird über Laboratoriumsversuche über die Gasgewinnung aus landwirtschaftlichen Stoffen berichtet. Das „System München“ als Biogasanlage, die ohne Schwimmdecke arbeitet, wird beschrieben und die wirtschaftlichen und energetischen Grundlagen der landwirtschaftlichen Biogaserzeugung werden ausführlich behandelt. Da der Gärückstand in der Landwirtschaft als Humus- und Düngergrundlage wichtig ist, sind die Eigenschaften und Wirkungen der bei der biologischen Gasgewinnung aus Stallmist anfallenden organischen Dünger wissenschaftlich untersucht und bestimmt.

So gibt das Buch eine Fülle von Kenntnissen und Anregungen allen denen, die an der Entwicklung von Biogasanlagen für die Landwirtschaft arbeiten und denen, die an der Ausnutzung der neuen Energiequelle Biogas für die Landwirtschaft Interesse haben. St.

noch ein Leistungsbedarfszuwachs; denn etwa 5 PS eingesparter Fahrleistung stünden mindestens 10 PS zusätzliche Drehleistung gegenüber — trotz Gleichbleibens der gesamten verarbeiteten Maismenge pro Zeit —, weil die Maisstengel einzeln und nicht wie ein gleichmäßig fließender Stoff zugeführt werden und weil somit die Leistungsreserve für die gleichzeitige Verarbeitung zweier Maisstengel vorhanden sein muß. Selbst bei einem 37-PS-Schlepper würden Fahrleistungsersparnis und Drehleistungszuwachs einander gerade erst aufheben, ohne einen Vorteil zu bringen, und somit den konstruktiven Aufwand nicht rechtfertigen. Lohnend würde das zweireihige Maishäckseln erst bei Verwendung eines 50-PS-Kettenschleppers durch die Verdoppelung der Flächenleistung bei normaler Fahrgeschwindigkeit.

Für das Maishäckseln ist also zu schließen, daß man mit einem mittelschweren Schlepper nur bei niedriger Fahrgeschwindigkeit — gegebenenfalls Kriechgang — auskommt. Die Möglichkeit für das Getreide- und Luzernehäckseln wurden genannt. Ein geringes Maschinengewicht ist natürlich in jedem Falle günstig hinsichtlich des Zugkraftbedarfs.

Schrifttum:

- [1] Segler, G.: Der Feldhäcksler — eine neue Vollerntemaschine. Mitt. f. d. Landw. 59 (1944) S. 1160/62.
- [2] Segler, G.: Die Konstruktion des Feldhäckslers. Landtechnische Forschung 4 (1954) H. 1 S. 1/9.
- [3] Segler, G.: Grundsätze der Gestaltung von Sammelerntemaschinen. Z. VDI 95 (1953) H. 5 S. 113.
- [4] Archiv für technisches Messen. München.
- [5] Fink, K.: Grundlagen und Anwendungen des Dehnungsmeßstreifens. Dusseldorf 1952.
- [6] Glaubitz, H.: Beanspruchungsmessungen an Kraftfahrzeugen, insbesondere mit elektrischen Meßmitteln. Automobiltechnische Zeitschrift 56 (1954) H. 7/8.
- [7] Harton, B. M.: Gleitkontakte zur Übertragung kleiner Meßwerte. The Review of Scientific Instrument 20 (1949) H. 12.
- [8] Emschermann, H. H.: Dehnungsmeßverfahren in der Festigkeitsforschung. Konstruktion 4 (1952) H. 7.
- [9] Dalling, C.: Der Kraftbedarf von Mähdrechern. Diss. Braunschweig 1955.
- [10] Dolling, C.: Einflüsse auf den Kraftbedarf beim Mähen. (Unveröffentlichter Bericht 1954.)
- [11] Meyer, H. u. J. Lengsfeld: Untersuchungen der Fahrwiderstände von neuen Laufwerken für Ackerwagen. Tidl. 14 (1933) H. 9, 10 u. 11.
- [12] Vaelter, M.: Untersuchungen über den Fahrwiderstand landwirtschaftlicher Fahrzeuge. Diss. Berlin 1928.
- [13] Ackerwagen mit Gummibereifung, KTL-Heft V. Wolfratshausen 1948.
- [14] Bock: Das Große Problem: Schlepperzugkraft und Schlupf. Schlepper, Gerät und Zubehör 2 (1951) H. 11.
- [15] Kloepfel, R.: Bericht über Einsatzerfahrungen mit dem HEAG-Feldhäcksler, Bauart Hoco. Kiel 1953.

Résumé:

Dr.-Ing. C. Dolling: „Untersuchungen über den Leistungsbedarf von Feldhäckslern.“

Für die weitere Verbreitung des Feldhäckslers ist eine Herabsetzung seines Leistungsbedarfs von Bedeutung. Mit Hilfe eines elektronischen Meßwagens wurden Leistungsmessungen an einem Feldhäcksler im praktischen Feldbetrieb durchgeführt. Dabei kam es vor allem darauf an, die Leistungsspitzen zu erfassen, da der mittlere Leistungsbedarf keinen unmittelbaren Schluß auf die zu wählende Stärke der Antriebsquelle hat. Hier haben die Messungen interessante Ergebnisse gebracht, die schließlich zu einer Leistungsbilanz führen. Aus ihr geht hervor, daß für Vortrieb und Zug von Schlepper, Häcksler und Wagen ebenso hohe Leistung erforderlich ist wie für den Antrieb des Feldhäckslers unter Berücksichtigung der Antriebsspitzen.

Dr. Ing. C. Dolling: „Investigations on Power Requirements of Chaff Cutting Combines.“

A reduction in power requirements is an important pre-requisite for an increase in the use of chaff cutting combines. Measurements of power requirements of such a combine were made under field conditions by the aid of an electronic measuring vehicle. Great importance was laid on the correct determination of peak-load power requirements, since average power requirements could not be relied upon for the purpose of selecting driving motors. A perusal of the results obtained enabled a power balance sheet to be drawn up. An examination of this balance sheet showed that the power required to propel the tractor, combine and measuring vehicle over the ground was of the same magnitude as that required for the actual operation of the combine under conditions of peak-load.

Dr.-Ing. C. Dolling: «Essais entrepris en vue de la détermination de la puissance absorbée par les hache-pailles travaillant dans les champs.»

Un abaissement des besoins en énergie est la condition primordiale pour une application plus élargie des hache-pailles dans les champs. Afin de déterminer la puissance absorbée par les hache-pailles, on a effectué des mesures pendant leur fonctionnement dans les champs, à l'aide d'un appareil de mesure électronique. Lors de ces mesures, il était essentiel de déterminer la puissance absorbée pendant les pointes de résistance étant donné que les besoins moyens en puissance ne permettent pas de tirer des conclusions sur la puissance nécessaire de la source d'énergie. Les mesures ont apporté des résultats intéressants qui ont permis d'établir un bilan de puissance. Il en résulte que la puissance exigée par la marche du tracteur et la traction du hache-paille et du véhicule de transport est égal à celle nécessaire à la commande du hache-paille mobile tout en tenant compte des pointes de résistance.

Ing. Dr. C. Dolling:

«Investigaciones sobre el consumo de fuerza de cosechadoras — ensiladoras con picaforrajes.»

Una de las cuestiones importantes para la mayor aceptación de cosechadoras — ensiladoras, combinadas con picaforrajes es la de la reducción del consumo de fuerza. Con ayuda de una instalación electrónica de medición transportable se hicieron mediciones en una cosechadora — ensiladora en servicio práctico en el campo. Lo que interesaba en primer lugar, fué el registro de la potencia pico, ya que el consumo medio no permite conclusiones en cuanto a la potencia necesaria del motor. En este extremo las mediciones dieron resultados interesantes que permitieron establecer un balance de fuerza. Resulta del mismo que la propulsión y la tracción de un tractor con picaforrajes y con carro requiere una potencia tan elevada, como la de una cosechadora — ensiladora con picaforrajes, teniendo en cuenta las potencias pico.