

Bei Steigerung der Geschwindigkeit auf 16 km/h wuchsen die Verluste hinter dem Schwadmäher stark an. GORŠKOV kommt zu dem Ergebnis, daß die Geschwindigkeit des Schwadmähers ZB-4,6 auf 9,5 km/h gesteigert werden kann, ohne daß sich seine Arbeit unzulässig verschlechtert. Wirtschaftlichkeitsprüfungen der Sibirischen Maschinenprüfstation ergaben, daß sich beim Übergang auf höhere Geschwindigkeiten die Produktivität der Schwadmäher je Stunde reiner Arbeit um 25% erhöht und der Kraftstoffverbrauch um 10 bis 12% sinkt. Es erwies sich jedoch, daß die Schwadmäher eine für hohe Geschwindigkeiten ungenügende Festigkeit haben.

Im Melitopoler Institut für Mechanisierung der Landwirtschaft wurde der Schwadmäher ZRS-4,9 beim Mähen von Winterweizen mit einem Ertrag von 26,3 dt/ha und einer mittleren Wuchshöhe von 59,4 cm geprüft. Aus den Ergebnissen folgt, daß die Gesamtverluste an Korn hinter dem Mäher, unter dem Schwad und hinter dem Schwadaufnehmer mäßig waren und bei 10,83 km/h und arbeitender Haspel 0,93% und ohne Haspel 0,83% betragen. Bei allen Versuchen waren die Verluste an abgeschrittenen Ähren hinter dem Mäher gering, während Verluste aus den Ähren praktisch nicht vorkamen. Die dreijährigen Beobachtungen der Schwadmäharbeit mit erhöhten Geschwindigkeiten in der südlichen Steppenzone durch die wissenschaftlichen Mitarbeiter des Melitopoler Instituts lassen folgende Schlußfolgerungen zu: Das Messerwerk arbeitet auch bei höherer Halmaufzufuhr und niedrigeren Verhältnissen zwischen mittlerer Messergeschwindigkeit und Fabrigeschwindigkeit (bis 0,31) gut. Das läßt sich dadurch erklären, daß bei hohen Fahrgeschwindigkeiten die Abtrennung der Pflaizen mit mittleren Messergeschwindigkeiten von 1,6, 1,8, und 2,2 m/s nicht nur direkt an der Schneidkante des Messers, sondern unter Zusammenpressung von vielen Halmen durch Messer und Finger auch in einigem Abstand von ihr erfolgt. Die optimale mittlere Messergeschwindigkeit beträgt 1,8 m/s.

Übermäßiges Vergrößern der mittleren Messergeschwindigkeit durch Erhöhung der Kurbelwelledrehzahl ist nicht zu empfehlen, weil es die Betriebsdauer der bewegten Teile senkt und manchmal infolge des starken Anwachsens der Trägheitskräfte zu Brüchen von Teilen führt. Die verhältnismäßig geringen Gesamtverluste an Korn, von denen man auch auf die Arbeit der Haspel schließen darf, zeigen, daß sich die Haspel bis zu Geschwindigkeiten von 11 km/h verwenden läßt.

\*

Aus den in der Sowjetunion durchgeführten Arbeiten mit Schnelltraktoren ergeben sich folgende Schlußfolgerungen:

1. Eine Hauptbedingung für das erfolgreiche Arbeiten mit hohen Geschwindigkeiten ist gute Vorbereitung (Ebnung) der Felder und guter Zustand der zu erntenden Kulturen (kein Lagergetreide, keine stark gebeugten Pflanzen).
2. Hohe Geschwindigkeiten (etwa 15 km/h) verlangen eine wesentliche Verbesserung der Arbeitsbedingungen des Traktoristen. Diese Forderungen beziehen sich hauptsächlich auf den Traktor, weil die Lenkung der Anhänger-Mähmaschinen recht einfach ist und bei Erhöhung der Geschwindigkeit nur einen geringen Mehraufwand an Aufmerksamkeit von seiten des Traktoristen verlangt.
3. Die für die Arbeit mit erhöhten Geschwindigkeiten vorgesehenen Mähmaschinen müssen mit einem hohen Sicherheitsgrad konstruiert werden. Die Erfahrungen zeigen, daß bei hohen Geschwindigkeiten an normalen Mähmaschinen häufig Brüche vorkommen und die Maschinen schnell verschleifen.
4. In Steppengebieten der Sowjetunion mit Erträgen bis 20 dt/ha ist für die Getreideernte die Verwendung von breiten, aus mehreren Mähwerken zusammengesetzten Mähmaschinen bei Geschwindigkeiten bis 9 km/h und Ablage von einem oder zwei Schwaden zu empfehlen.

AU 5415

## Tagung „Meßgeräte und Messungen an Landmaschinen“ in Prag

Dipl.-Ing.  
G. GEMEINHARDT\*  
Dipl.-Ing.  
U. LÜPFERT, KDT\*\*

Auf einer Tagung am 25. und 26. April 1963 im Forschungsinstitut für Landmaschinen (VUZS) in Chodov bei Prag befaßten sich etwa 100 Wissenschaftler, darunter Gäste aus den Volksrepubliken Bulgarien, Polen und Ungarn, der UdSSR und der DDR, mit Problemen der Messungen an Landmaschinen, den erforderlichen Meßgeräten und in geringem Umfang auch mit der Verarbeitung der Meßergebnisse. Die Tagungssprachen waren tschechisch, russisch und deutsch. Den ausländischen Teilnehmern standen Hörgeräte (drahtlos) zur Verfügung.

Aus allen Referaten geht hervor, daß der Dehnungsmeßstreifen in zunehmendem Maße zur Lösung der verschiedensten Meßprobleme an Landmaschinen angewendet wird. Lediglich aus dem Industrieinstitut für Landmaschinen (PIMR) Poznan wurde über Meßwandler auf induktivem Prinzip berichtet, die dort anstelle von Dehnungsmeßstreifen verwendet werden.

\*

Im Hauptreferat von Ing. SOUCEK, Kandidat der technischen Wissenschaften, über Messungen von Betriebsbeanspruchungen im VUZS, wurde der Dehnungsmeßstreifen besonders im Hinblick auf die erreichbare Empfindlichkeit hervorgehoben. In der Mehrzahl der Fälle ist diese so groß, daß eine Schwächung des Prüfteiles unterbleiben kann. Dadurch ergibt sich gleichzeitig der Vorteil, daß die Steifigkeit und damit die Schwingungseigenschaften des Systems unverändert bleiben, wodurch die Kräfte und Drehmomente unverzerrt gemessen werden können.

\*

In dem Beitrag „Meßgeräte auf dem Prinzip der elektrischen Dehnungsmeßstreifen im VUZS“ von Ing. PROCHAZKA wurden weitere Vorteile des Dehnungsmeßstreifens im Vergleich zu mechanischen und hydraulischen Verfahren im Zusammenhang mit den Forderungen, die man bei Meßgeräten

ten im Landmaschinenbau erheben muß, herausgestellt. Es geht um folgende Forderungen:

1. vollkommene Funktion des Gerätes im gesamten Arbeitsbereich;
2. keine Beeinflussung der zu messenden Größe;
3. lineare Abhängigkeit zwischen Meßgröße und Meßwert im gesamten Bereich;
4. hohe Genauigkeit und Empfindlichkeit bei großem Meßbereich.

All diese Forderungen können durch die Anwendung des Dehnungsmeßstreifens am besten erfüllt werden.

Für die Anwendung in Meßgeräten werden im VUZS speziell dafür bestimmte Typen von Dehnungsmeßstreifen von Huggenberger (Schweiz) oder Hottinger (Westdeutschland) verwendet.

Die im VUZS entwickelten Drehmomentmeßgeräte arbeiten auf dem Prinzip der Dehnungsmeßstreifen. Die Übertragung der Meßwerte von der Welle erfolgt über Schleifringe. Die Geräte sind mit einer Drehzahlmarkiereinrichtung versehen. Es wurden zwei Typen gebaut, und zwar einmal zur Messung des Drehmoments an Traktorzapfwellen, zum anderen zur Messung des Drehmoments an Landmaschinenwellen mit Riemenscheiben-, Ketten- oder Zahnradantrieb. Diese Geräte werden z. Z. im Institut für Landmaschinen- und Traktorenbau Leipzig nachgebaut.

Für die Messung von Kräften wird das Kreisringelement bevorzugt. Bei großer Steifigkeit und hoher Empfindlichkeit — zwei Forderungen, die sich im allgemeinen widersprechen — können die Dehnungsmeßstreifen sehr gut gegen mechanische Einflüsse geschützt im Inneren des Ringes angeordnet werden. Auf der Grundlage dieses Kreisringelements wurde eine Reihe von Zugkraft-Meßgeräten für verschiedene Meßbereiche entworfen und angefertigt.

Das Kreisringelement wird auch in einer Anordnung angewendet, die zur Messung der Kräfte zwischen Traktor und Dreipunkt-Anbaugerät dient. Dabei werden die drei Lenkerkräfte und die Kräfte in den beiden Hubstangen des Trak-

\* Institut für Landmaschinen- und Traktorenbau Leipzig (Direktor: Obering. H. KRAUSF)

\*\* VEB Fortschritt Neustadt, Erprobungsstelle Auritz

tors gemessen. Die drei Lenkerkräfte können einzeln oder als Summe registriert werden, die etwa der Gesamt-Zugkraft des Anbaugerätes entspricht.

Über einen Rahmen mit Meßbolzen, der dem gleichen Zweck dient, berichtete Dipl.-Ing. GEMEINHARDT vom ILT, Leipzig. Bei diesem Meßrahmen greifen die Lenker an präparierten Bolzen an. Diese tragen zwei Dehnungsmeßstreifenpaare, die die Bestimmung der vertikalen und horizontalen Komponente der Kräfte in jedem Lenker erlauben. In einer entsprechenden Additionsschaltung der Dehnungsmeßstreifenpaare aller Meßbolzen kann sofort die Zugkraft und die Vertikalbelastung des Traktors durch das Anbaugerät zur Anzeige gebracht werden.

Weiterhin wurde aus dem ILT über eine Meßeinrichtung zur Messung der Lenkmomente von Fahrzeugen berichtet.

Die erste Ausführung besteht aus einem Hohlzylinder, der auf die Lenksäule montiert wird und auf den ein normales Lenkrad aufgesetzt werden kann. Die Torsionsspannung im Hohlzylinder ist ein Maß für die Lenkkräft.

Die zweite Ausführung benutzt eine Meßspeiche, deren Biegespannung mittels Dehnungsmeßstreifen gemessen wird. Sie besteht aus einem präparierten Lenkrad, das leicht auf jede Lenksäule aufgesetzt werden kann. Dabei läßt sich gleichzeitig der Einschlagwinkel des Lenkrades registrieren.

Zur Durchführung von derartigen tensometrischen Messungen unter Feldbedingungen sind gut ausgerüstete Meßwagen erforderlich. Es bestand während der Tagung die Möglichkeit, zwei Meßwagen des VUZS zu besichtigen. Auf einem LKW Tatra 805 mit Kofferaufbau, Allradantrieb und Benzinmotor wurden Einrichtungen für 10 Meßstellen montiert. Die Speisung der Geräte erfolgt wahlweise durch ein Benzinaggregat (1 kW), Akkumulatoren mit Umformer oder Netzspannung.

Ein zweiter Meßwagen enthält eine Anlage für 24 Meßstellen. Als Registriereinrichtung wird ein 50-Schleifen-Oszillograph der Consolidated-Electrodynamics-Corporation (USA) 5-115 P 50 verwendet.

Von Ing. WOLKOW, WISCIOM, Moskau, wurde über einen Meßwagen für 16 Meßstellen berichtet. Die Stromversorgung bei Feldeinsatz erfolgt von Akkumulatoren. Für einzelne Meßgeräte wird die benötigte Wechselspannung durch Umformer erzeugt. Die Akkumulatoren können durch einen besonderen Generator geladen werden, der vom Motor des Fahrzeuges aus angetrieben wird.

Neben diesen elektrischen Meßmethoden werden für energetische Messungen häufig hydraulische Meßgeräte eingesetzt. Über die Eignung solcher Geräte für dynamische Messungen wurde von Dipl.-Ing. LÜPFERT, VEB „Fortschritt“ Neustadt, über Untersuchungen am Institut für Landmaschinentechnik der TU Dresden berichtet. Die ersten Ergebnisse dieser Arbeiten besagen, daß ein untersuchter hydraulischer Drehmomentmesser in Verbindung mit elastischen Schlauchleitungen zwischen Geber und Registriergerät nur bis zu Frequenzen von 5 Hz brauchbar ist.

Zur Frage der Auswertung der Meßergebnisse wurde von ihm ausgeführt, daß die Beanspruchungen in Landmaschinen dauernden Schwankungen in einem weiten Bereich unterliegen und deshalb eine statistische Auswertung der Meßschiebe erforderlich ist. Aus diesem Grunde soll das Versuchsobjekt durch die Meßeinrichtung möglichst wenig Änderungen erfahren und das Meßgerät eine hohe Eigenfrequenz besitzen.

Es wurden verschiedene Methoden für die statistische Auswertung beschrieben und auf die Möglichkeit der Mechanisierung dieser zeitaufwendigen Auswertarbeit eingegangen.

Unter Anwendung der Hypothese von MINER ist es möglich, eine begrenzte Anzahl von Spannungslastwechsel innerhalb des Zeitfestigkeitsbereiches zuzulassen, ohne daß Bruchgefahr für das Bauteil während der angenommenen Lebensdauer besteht. Durch mehrere vereinfachende Annahmen konnte festgelegt werden, daß man etwa 600 000 Lastwechsel im Zeitfestigkeitsbereich von Baustählen zulassen kann.

Daraus ergibt sich eine zweckmäßige Methode für die Zeitfestigkeitsberechnungen, die keinen hohen rechnerischen

Aufwand erfordert und den augenblicklichen Bedürfnissen sowie dem Stand der Wissenschaft im Landmaschinenaubau entspricht. Eine wirtschaftlichere Ausnutzung der Werkstoffe und eine Verringerung der Maschinenmassen sind die Ziele dieser Betrachtungen.

Eine Reihe interessanter Meßergebnisse, die in VUZS Prag gewonnen wurden, trug Ing. SOUCEK im Hauptreferat vor. Es erfolgten Spannungsuntersuchungen an der vereinfachten Pflugreihe. Dazu hat man Dehnungsmeßstreifen am Grindel des ersten Pflugkörpers aufgeklebt, die eine Messung in sechs Komponenten ermöglichten. Die auftretenden Kräfte unterliegen großen Schwankungen. Die Kraftspitzen beim Aufahren auf ein festes Hindernis sind abhängig von der Schleppermasse, der Pflugmasse, der Steifigkeit der Konstruktion, der Fahrgeschwindigkeit und dem Bodenwiderstand. Die Kraftspitzen liegen um das 2,5 bis 3fache über dem Mittelwert. Der Angriffspunkt der Resultierenden liegt  $\frac{1}{3}$  der Eingriffsbreite von der Furchenwand entfernt. Die Meßergebnisse wurden statistisch ausgewertet und auf einfach-logarithmischem Papier dargestellt, wobei die Amplitude der Meßhöhe in 6 bis 10 gleiche Klassen geteilt wird.

Ausgedehnte Messungen wurden an Häckslern durchgeführt (näheres s. „Energieverhältnisse des Messerrades einer Häckselmaschine“ im Sammelwerk II des Forschungsinstituts für Landmaschinen, Chodov bei Prag).

Ferner nahm man zahlreiche Messungen an Schneidwerken vor. Der Knüpfvorgang bei einem Mähbinder wurde filmtechnisch untersucht (Zeitlupe). Die Stoßfaktoren an einer Schlegelwelle wurden mit Dehnungsmeßstreifen ermittelt und ergaben Größen von 3 bis 4,5.

An einer zweireihigen Kartoffel-Vollernemaschine wurden im Leerlauf Stoßfaktoren von 2,0 und unter Last von 1,6 bis 1,9 gemessen. In allen Maschinen traten sehr hohe Drehmomentspitzen beim Verstopfen und beim Kuppeln auf, die die Höhe von 100 kpm in der Gelenkwelle teilweise überschritten. Im Interesse einer leichteren Bauweise ist es daher wichtig, eine wirtschaftliche und einwandfrei wirksame Drehmomentkupplung zu entwickeln.

An einigen Maschinen wurden die Beanspruchungen an Fahrgestellen mit Hilfe von Dehnungsmeßstreifen gemessen (Mähhäcksler, Mähbinder, Pflüge und drehbare Dreschmaschinen).

Die Stoßfaktoren an Fahrwerksrahmen hängen von der Federsteifigkeit und von der Fahrgeschwindigkeit ab, jedoch ließen sich bisher keine festen Gesetze erkennen. Es wurde z. B. festgestellt, daß der Stoßfaktor bis zu einer Fahrgeschwindigkeit von 15 km/h anstieg und bei höheren Geschwindigkeiten wieder kleiner wurde.

Das Hauptreferat, das die außerordentlich zielstrebige Arbeit der meßtechnischen Abteilung des VUZS widerspiegelte, endete mit einigen äußerst wichtigen Vorschlägen für den Landmaschinenbau der CSSR, die auch für den Landmaschinenbau der DDR zutreffen. Das Konstruktionsbüro eines Betriebes sollte so groß sein, daß es möglich ist, die Teile auf Festigkeit zu berechnen, wobei komplizierte Berechnungen von einem Berechnungs-Ingenieur zu lösen sind. Für eine Festigkeitsberechnung sind Beanspruchungsmessungen nötig, die, sofern sie einer Zufallsverteilung unterliegen, statistisch ausgewertet werden sollten. Auf Grund des gemessenen Belastungsspektrums sollte man komplizierte Bauteile auf Haltbarkeit untersuchen. Eine ausreichende und stetige personelle Besetzung der Konstruktions- und meßtechnischen Abteilungen ist für eine erfolgsversprechende Entwicklungsarbeit erforderlich, um bei der späteren Serienproduktion Änderungen zu vermeiden. Auf meßtechnischem Gebiet will das VUZS in nächster Zeit die gleichzeitige Messung vieler Meßgrößen in Angriff nehmen und eine Mechanisierung der Auswertarbeiten durchsetzen.

Wesentlich erscheint uns ein Diskussionsbeitrag zum Hauptreferat von einem Vertreter des Landmaschinenwerkes in Pelhrimov. Seit 1960 werden keine Maschinen produziert, die nicht energetisch und deren kritischste Bauelemente nicht festigkeitsgemäß durchgemessen wurden. Auf diese Weise konnten die Bauteile leicht und haltbar dimensioniert werden. Es wird eine schnellere Auswertung der Meßergebnisse empfohlen, damit die Festigkeitsrechnung und evtl. notwendige Änderungen der Bauteile rechtzeitig erfolgen können. A 5372