

Die hier beschriebenen Spezialmeßgeräte finden im Industrieinstitut für Landmaschinen der VR Polen Anwendung. Die dargestellten Beispiele wurden so ausgewählt, daß man daraus die Entwicklungsrichtung und die erreichten Erfolge erkennen kann.

In keiner Maschinengruppe sind Typen, konstruktive Lösungen, Antriebsarten, Arbeitsprinzipien usw. so stark differenziert wie in der Gruppe „Landmaschinen“. In einigen Fällen weisen die Landmaschinen eine gewisse Artähnlichkeit gegenüber Maschinen aus anderen Gebieten auf, in anderen Fällen bilden sie wiederum eine für sich abgeschlossene Gruppe. Unter den Landmaschinen kommen beinahe alle Prinzipien und Techniken vor. Aus diesem Grunde kann man nicht von einem allein für die Landmaschinen typischen Meßwesen sprechen. Für die überwiegende Anzahl von Messungen und Untersuchungen verwendet man die allgemein gebräuchlichen Meßgeräte. Anders sieht es aus, wenn auf Grund von Eigenarten der Maschine Spezialmeßgeräte erforderlich sind.

Das Zentrum, in dem Einzelfertigungen und kleine Serien von Spezialmeßgeräten für Landmaschinen ausgearbeitet und hergestellt werden, ist in Polen das Industrieinstitut für Landmaschinen in Poznan. Die hier in einer Sonderabteilung hergestellten Geräte sind sowohl für den Bedarf des Instituts als auch für andere Institutionen bestimmt, sofern sie sich mit Untersuchungen von Landmaschinen befassen.

Besondere Schwierigkeiten bereitet die Messung des Drehmoments. Die gebräuchlichen Momentmeßgeräte haben keine geeigneten Wellenenden, um sie unmittelbar zur Messung des Drehmoments, das die Landmaschine von der Zapfwelle des Traktors entnimmt, verwenden zu können.

Die ersten mechanischen Momentmesser basierten auf dem Prinzip der Auslösung des mittleren Zahnrades im System von drei Zahnradern. Bei minimaler Auslösung verursachte das Zahnrad das Durchbiegen eines Federelements, was wiederum auf einen Schreiber übertragen wurde, der den Momentverlauf registrierte.

Das erste Gerät dieser Art (Bild 1) ist der Momentograf MC-1 mit einem Meßbereich 0 bis 12 kpm bei 0 bis 1000 U/min

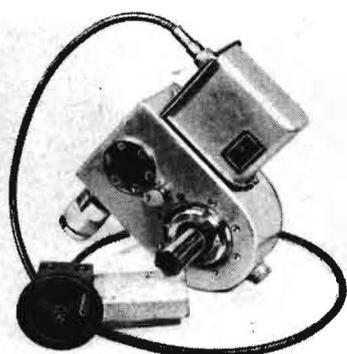


Bild 1. Momentograf MC-1 für Traktoren

und mittlerer Registrierungs Genauigkeit von $\pm 2,5\%$. Das Meßgerät wird unmittelbar auf die Zapfwelle aufgesetzt. Für den Antrieb des Registrierstreifens dienen zwei Treibriemenscheiben: eine Scheibe sitzt auf der biegsamen Welle des Streifenantriebs, die andere auf der Traktorenachse. Das letzte Gerät dieser Gruppe war der Momentograf MP-50 mit einem Meßbereich 0 bis 50 kpm. Der Registrierstreifenvor-

schub erfolgt bereits elektrisch; Drehzahlzähler und Fernsteuerung waren weitere Vorteile dieses Meßgerätes.

Die Notwendigkeit, mehrere Größen gleichzeitig zu messen, lenkte die Aufmerksamkeit auf elektrische Momentmesser, zumal diese mit der vorhandenen Apparatur komplettiert werden konnten. Die auf dieser Basis fortgesetzten Arbeiten führten zur Konstruktion von Induktions-Momentmessern vom Typ MI. Zur Erweiterung des Anwendungsbereiches dieses Gerätetyps wurde ein elektronisches Anzeigeinstrument entwickelt, das die Messung des konstanten und des variablen Moments wesentlich verbesserte. Dieses Instrument läßt sich außerdem für das Eichen und für die Anzeigerkontrolle des Meßgerätes verwenden.

In Bild 2 ist der Momentmesser MI-100 mit dem Drehmomentanzeiger dargestellt. Der Grund-Meßbereich des Ge-

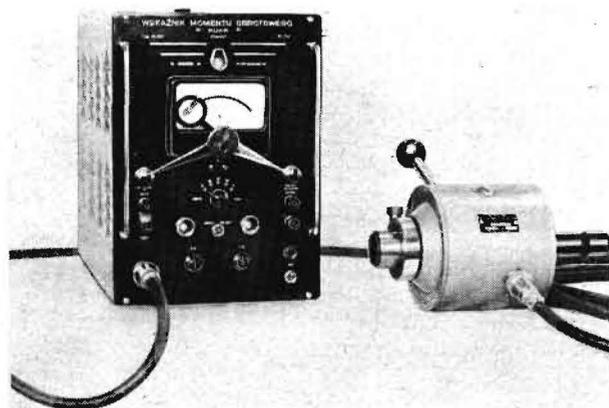


Bild 2. Induktions-Momentmesser MI-100 mit Anzeigegerät

rätes beträgt 0 bis 100 kpm bei 0 bis 8000 U/min. Die Meßungenauigkeit ist für den angegebenen Bereich beim Ablesen auf dem Anzeigegerät kleiner als $\pm 1\%$. Das Anzeigegerät ist für weitere drei zusätzliche Meßbereiche, 0 – 15 – 25 – 50 kpm, ausgelegt und eignet sich für den Anschluß einer Registriereinrichtung für den Momentverlauf und für die Zählung der Umdrehungen.

Ein besonderes Problem bildet das gleichzeitige Messen des Drehmoments und der Winkelbeschleunigung. Die mit Hilfe des Moment- und Beschleunigungsmessers MP-5 vorgenommenen Messungen haben die Bedeutung und die Rolle der Winkelbeschleunigung bei der Analyse des Momentverlaufs in den Vordergrund treten lassen.

Die oft nachteilige Auswirkung eines Drehmoments ist nicht nur auf den Energieverbrauch zur Ausführung einer bestimmten Arbeit und zur Überwindung von Widerständen zurückzuführen, sondern auch durch ein ungeeignetes kinematisches System der Maschine bedingt. Dadurch treten Winkelgeschwindigkeiten verschiedener Art auf, die bei Berücksichtigung einer bestimmten Trägheit von in Betrieb befindlichen Teilen zur Entstehung des unerwünschten Drehmoments führen. Eine eingehende Auswertung der Drehmomentmessungen am Antrieb eines Mähhäckslers führte zur Aufdeckung von Ursachen für das Auftreten zu hoher Momentwerte auf Grund störender Beschleunigungen. Durch Beseitigung dieser Ursachen konnte man den Leistungsverbrauch um etwa 15% verringern.

Bei der Untersuchung von Maschinen im Betrieb wird der Meßvorgang mit der zunehmenden Anzahl der zu messenden Größen komplizierter. Um die Meßvorgänge zu erleichtern und die Untersuchungen zu verkürzen, wurde ein fahrbarer Meßwagen WR-1 zur Untersuchung von Anhängemaschinen entwickelt und hergestellt. Mit Hilfe dieses Wagens können 4 bis 6 Größen gemessen werden, z. B. Zugkraft, Seitenkräfte an der Anhängerkupplung, Drehautomat, Wellendrehzahl, Fahrtgeschwindigkeit usw. Die Konstruktion des Wagens gestattet eine unabhängige Radstellung, man kann den Wagenaufbau heben und senken, eine starre Aufhängung des Wagens



Bild 3. Fahrbares Laboratorium LP-3

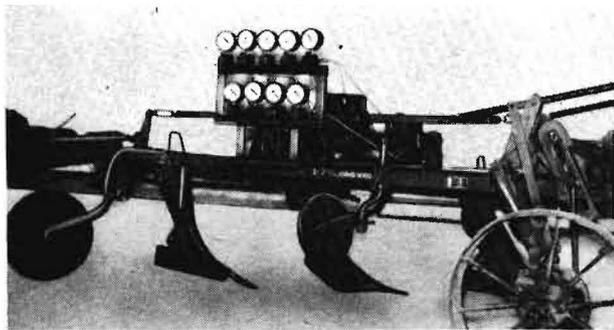


Bild 4. Anlage für Kraftmessungen am Pflugkörper

während der Messungen und eine abgefederte Aufhängung bei Straßenfahrten anbringen. Als Energiequellen dienen zwei Akkumulatoren.

Der Meßwagen WP-2 wurde gegenüber dem WP-1 lediglich mit einem hydraulischen Dynamograf (Fabrikat Amsler), der für eine Reihe von Meßaufgaben eingerichtet ist, ausgestattet. Mit dem Gerät lassen sich die Zugkraft, das Drehmoment, die Umdrehungen und die gegebenen Zahlen registrieren.

Ein weiterer bedeutender Schritt vorwärts war der Bau des fahrbaren Meßlaboratoriums LP-3. Als Transporteinheit wurde ein „Unimog“ verwendet. Diese Untersuchungs- und Meßanlage sollte sowohl als Zugmaschine wie auch als begleitender Meßwagen dienen. Wie aus Bild 3 ersichtlich, wurde auf das Fahrgerüst des „Unimog“ ein Aufbau montiert, in dem ein Mehrkanal-Gerät von Kelvon & Hughes untergebracht ist. Das Fahrzeug ist mit einem Satz von Fühlern für die Messung von Zugkräften an der Anhängerkupplung und an der Ackerschleife, mit einem Momentmesser usw. ausgestattet worden. Weitere Einrichtungen, wie der zentrale drehbare Ausleger der Seitenausleger, Kabeltrommeln, Akkumulatoren, Gleich-

richter, Funksprechanlage usw. verbreitern wesentlich den Anwendungsbereich des fahrbaren Laboratoriums LP-3, erleichtern die Messungen und schaffen Bedingungen, die eine einwandfreie Durchführung der Untersuchungen sicherstellen. Der Einsatz des Laboratoriums LP-3 zur Untersuchung von landwirtschaftlichen Maschinen schafft eine Situation, bei der die untersuchte Maschine „unbemerkt untersucht wird“. Die Meßwagen, als mittelbares Glied zwischen dem Traktor und der Maschine verwendet, sind ein Element, das die normale Arbeit der Kombination Traktor—Landmaschine gewissermaßen stört, so daß man im Institut die Meßwagen für angenäherte Untersuchungen einsetzt, wenn es also nicht auf eine größere Meßgenauigkeit ankommt.

Für die Messung von Anbaugeräten dient im Institut das Anbausystem PZ-1. Hier werden hydraulische Fühler für Kraftmessungen in den einzelnen Zuggliedern sowie ein Anzeigergerät für Abweichungen des Systems aus der vertikalen Lage verwendet. Mit einer Kleinbildkamera werden alle angezeigten Werte aufgenommen und dann in entsprechend ausgearbeitete Formulare eingetragen. Die so gewonnenen Werte gestatten es, die minimalen, maximalen und mittleren Größen zu errechnen, die Erscheinungen statistisch zu bestimmen sowie die Qualität der Zusammenarbeit der Maschine mit dem Traktor zu analysieren.

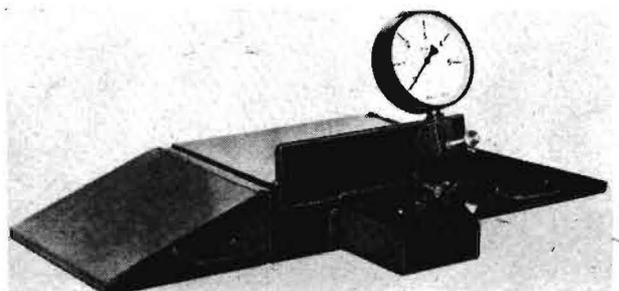
Eine weitere Einrichtung zur Untersuchung von Anbaugeräten ist der Meßrahmen NR-2. Der Rahmen wird am Traktor angebracht und dient zur Messung der Zugkraft des Anbaugerätes. Als Registriergerät wird der hydraulische Dynamograf von Amsler benutzt. Bei Zusatz eines Meßgliedes und Anwendung von Induktionsfühlern mit entsprechendem Registriergerät läßt sich der Meßbereich wesentlich erweitern. Es können dann die Zugkraft, die senkrechte Kraft, die Kraft in der oberen Verbindung sowie die mittlere Kraft in den unteren Zuggliedern gemessen werden, bei bekannter Masse des Anbaugerätes und indem das Gerät angehoben wird, ist es möglich, die Lage des Schwerpunkts in der durch die Hauptachse des Traktors führenden Ebene zu bestimmen.

Ein ähnliches Prinzip des Fotografierens der Ausschläge der Anzeigergeräte von hydraulischen Fühlern wird bei Kraftmessung am Pflugkörper (Bild 4) angewendet. Wir haben dabei die räumliche Konstruktion zusammen mit dem Pflugkörper auf hydraulischen Fühlern zur Messung der Druckkräfte aufgesetzt. Auf diese Weise konnten die Kräfte mit den Vorzeichen + und - längs dreier Achsen des rechtwinkligen Koordinatensystems und drei Momente gemessen werden. Der Vorteil dieses Fotografierens beruht auf der Gewinnung fertiger, in Zahlen ausgedrückter Ergebnisse, und zwar schnell und ohne großen Aufwand.

Der hydraulische Fühler — als relativ einfaches Meßelement — bildet auch das Kernstück der hydraulischen Waage WH-2 (Bild 5) gelöst.

Die extrem niedrige Bauart und die beidseitig angeordneten Auffahrtrampen gestatten es, die Räder des Fahrzeugs mühelos auf die Waage zu bringen. Mit vier solchen Waagen kann man schnell und leicht die Masse der Maschine, den Druck auf das jeweilige Rad sowie dementsprechend die Schwer-

Bild 5. Hydraulische Waage WH-2 für Radruckmessungen



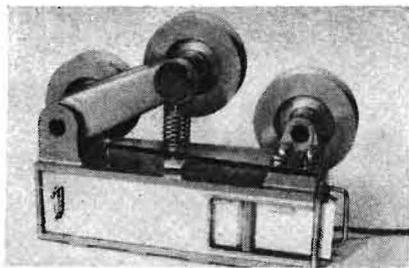


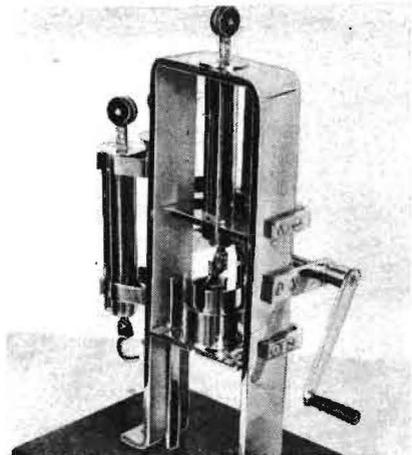
Bild 6
Kraftmesser AB-20 zur Kraftbestimmung in Antriebsketten

Bild 7
Anlage PO-1 für Messungen der Pflugtiefe

Bild 9
Meßgerät PL-1 für die Bodenhaftbarkeit



7



9

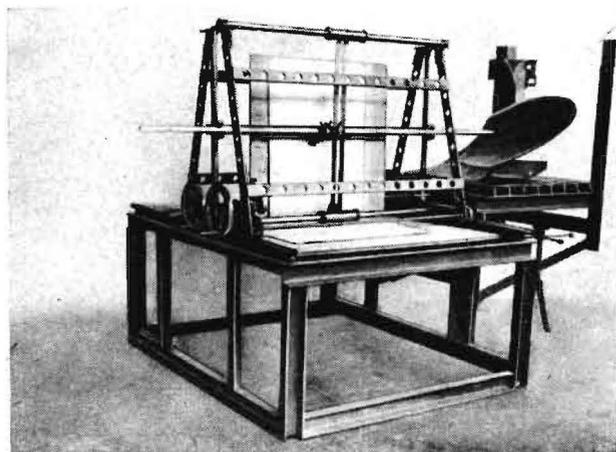
punktlage ermitteln. Darüber hinaus kann man die Ladung der Hänger, Dungstreuer usw. unter Einsatzbedingungen feststellen. Bei der Bestimmung der Gesamtmasse nach der Methode der Druckbestimmung der einzelnen Achsen sind nur zwei dieser Waagen erforderlich.

Zur Bestimmung von Kräften, die in verschiedenen Antriebsketten auftreten, dient der Kraftmesser AB-20 (Bild 6). Die Kette wird dabei zwischen drei Rollen hindurchgeführt. Die mittlere Rolle ist an einem federnden Hebelarm angebracht. Je nach Kraftwirkung der Kette neigt sich die Rolle und wirkt auf die Feder, die diese Kräfte über eine Hebelübersetzung auf ein Schreibgerät überträgt. Das Registriergerät ist im Gehäuse des Kraftmessers untergebracht. Der Meßbereich dieser Geräte beträgt 0 bis 200 kp. Die Anzeigegenauigkeit hängt in großem Maße von Zustand und Qualität der Kette ab.

Bild 7 zeigt ein Meßgerät für die kontinuierliche Messung der Pflugtiefe, es wird an den Rahmen des Pfluges montiert. In Wirklichkeit wird nicht die volle Pflugtiefe, sondern lediglich der Unterschied zwischen der angenommenen und der tatsächlich erreichten Tiefe des Pflügens gemessen. Dadurch kann die ganze Bandbreite des Registriergerätes ausgenutzt werden. Der Bandvorschub erfolgt über eine biegsame Welle von einem Rad, das in einem Rahmen eingesetzt ist.

Eine interessante Lösung zeigt der Profilograf Typ Pf-2 (Bild 8) zur Darstellung von Krümmungen verschiedener Arbeitsorgane und anderer Landmaschinenelemente. Ein Kopierstift führt im Verhältnis zu einem unbeweglichen Gegenstand räumliche, dreidimensionale Bewegungen aus.

Bild 8. Profilograf Pf-2



Im Bild sind zwei Zeichenbretter mit Zeichenpapier zu sehen, auf denen die Schreibstifte die entsprechenden Kurven zeichnen.

Es ist einleuchtend, daß man die Kurven in einer Ebene zeichnen kann, da in der zweiten Ebene gleichzeitig Gerade gezeichnet werden.

Eine besondere Gruppe bilden die Geräte für die Messung physikalischer Größen des Bodens bzw. der Pflanzen und ihrer Bestandteile. Von uns wurde das Gerät Pz-1 zum Messen und Beobachten der Pressung von Bodenkrumen, Knollen, Rüben u. a. entwickelt. Untersuchungen dieser Art liefern verschiedene Daten, die für die Konstruktion neuer Landmaschinen sehr wichtig sind. Durch Anwendung von drei austauschbaren Federn und Skalen sind drei Meßbereiche erreichbar, und zwar 0 — 25 — 50 — 100 kp.

Bild 9 zeigt ein Gerät zur Untersuchung der Bodenhaftbarkeit. Der Zylinder dieses PL-1 genannten Gerätes wird mit dem vorher auf seine physikalisch-mechanische Eigenschaften und seine Feuchtigkeit untersuchten Boden gefüllt und mit einem Kolben entsprechend angepreßt. Der Zylinder mit Kolben wird dann auf einer mit Hilfe der Kurbel nach oben und unten verschiebbaren Konsole aufgesetzt und der Kolben an einen Dynamometer angehängt. Bei der Abwärtsbewegung der Konsole reißt der Kolben im bestimmten Moment ab. Die auf dem Dynamometer angezeigte Kraft sowie die Fläche des Kolbens ergeben die Haftbarkeit des untersuchten Bodens.

Verschiedene andere Geräte werden noch entwickelt bzw. erprobt. Interessant ist u. a. ein neues Kraftstoffmeßgerät, das nach dem Prinzip der Zuführung von genau bestimmten Kraftstoffdosen arbeitet. Die Dosen werden nach Zeit und Menge registriert. Ein weiteres, bereits im Versuchsstadium befindliches Gerät ist für Messungen des Schlupfs der Traktorräder bestimmt. Im Endstadium der Entwicklung befindet sich schließlich noch eine Anlage für Messungen des Drehmoments der Traktor- und Geräträder; danach sollen die Abhängigkeit zwischen der Zugkraft, dem maximalen Moment an der Zapfwelle und der Fahrgeschwindigkeit beim Betrieb von Landmaschinen bestimmt werden.

AU 5573

Wieder lieferbar!

Dr.-Ing. Ch. EICHLER, Ing. O. RUDOLPH u. a.:

Grundlagen der Instandhaltung von Landmaschinen und Traktoren

264 Seiten, 95 Bilder, 24 Tafeln, Halbleinen 14,80 DM.

und

Dr.-Ing. Ch. EICHLER:

Grundlagen der Spezialisierung von Instandsetzungsbetrieben

(Heft 2 der Landtechnischen Schriftenreihe)

90 Seiten, 40 Bilder, 22 Tafeln, Kart. 5,80 DM

VEB VERLAG TECHNIK BERLIN C 2

AZ 5606