

Landtechnische Forschung

HERAUSGEBER: KURATORIUM FÜR TECHNIK IN DER LANDWIRTSCHAFT
UND FACHGEMEINSCHAFT LANDMASCHINEN IM VDMA

Heft 4/1960

MÜNCHEN

10. JAHRGANG

Miroslav Nestorović:

Kraftkomponentenmessung an der Dreipunkt-Aufhängung

Institut für die Mechanisierung der Landwirtschaft, Belgrad

Zugkraftmessungen an Anbaugeräten werden mit einem Dynamometer durchgeführt. Die Größe der auf diese Weise ermittelten Zugkraft ist dann zwar bekannt, nicht aber ihre Komponenten im räumlichen Koordinatensystem.

Die Messungen sind bedeutend komplizierter, wenn es sich um die Kräfte von Anbaugeräten auf dem Schlepper handelt. In diesem Falle müssen die Kräfte in drei Lenkern und in zwei Hubstangen sowie die Winkel zwischen denselben ermittelt werden. Diesbezügliche Meßversuche, die mit Dehnungsmeßstreifen und Meßdosen durchgeführt wurden, haben nach FLERLAGE [1] keine zuverlässigen Ergebnisse gebracht.

Um das komplizierte Meßverfahren zu vermeiden, wurde oft ein mittelbares Verfahren verwendet. Der Schlepper, auf dem das geprüfte Anbaugerät montiert ist, wird mit einem Dynamometer von einem anderen Schlepper gezogen. Dies wird mit gesenktem und aufgehobenem oder mit gekuppeltem und ausgekuppeltem Gerät durchgeführt. Der Widerstand des Gerätes ist durch Differenz von Mittelwerten beider Messungen gekennzeichnet. Bei dem erwähnten Meßverfahren entstehen Fehler; außerdem kann man nur die Kraftkomponente in der horizontalen Ebene bestimmen.

Das von SKALWEIT [2] beschriebene Meßgerät nach MEYER hat bedeutende Vorteile in bezug auf das beschriebene Meßverfahren. Auch durch das Gerät von MEYER ist nur die Kraftmessung in der horizontalen Ebene und parallel zur Längsachse des Gerätes möglich, die Seitenkräfte können nicht erfaßt werden. Ebenso kann man die horizontale Längskomponente der Zugkraft von freipendelnden Anbaugeräten bestimmen. Dagegen ist die Anwendung des Verfahrens nicht ohne weiteres bei den Kraftmessungen von Anbaugeräten möglich, die an einem regelnden

Kraftheber, also beispielsweise am Kraftheber des Systems FERGUSON, montiert sind.

Bei dem folgenden Beitrag handelt es sich um das Projekt einer Meßeinrichtung, deren Herstellung bereits seitens des Institutes für die Mechanisierung der Landwirtschaft, Belgrad, befürwortet worden ist. Es wird deshalb bald möglich sein, die Meßeinrichtung zu erproben.

Die erwähnte Meßeinrichtung hat folgende zwei Aufgaben:

1. Messung der Längs-, Vertikal- und Querkraft;
2. Messung dieser Kräfte auch bei Krafthebern, die nach dem Zugwiderstand oder der Arbeitstiefe regeln.

Es war von vornherein klar, daß in beiden Fällen die Lage der Resultierenden der drei gemessenen Kräfte nur unter gewissen Annahmen oder durch zusätzliche Messungen zu bestimmen ist.

Beschreibung der neuen Meßeinrichtung

Das beschriebene Gerät fußt auf der Idee von MEYER, soll jedoch die Messung aller Zugkraftkomponenten im räumlichen Koordinatensystem in fast allen Fällen sowie mit einer gewissen Genauigkeit auch die Feststellung ihrer Lage im Raum ermöglichen. Die Kraftkomponenten sind entweder durch gewöhnliche hydraulische Dynamometer oder durch hydraulische beziehungsweise elektrische Meßdosen meßbar. Die Komponentengrößen kann man direkt aus den abzulesenden Werten der Registrierinstrumente errechnen.

Die Meßeinrichtung (Bild 1) besteht aus einem horizontalen Grundrahmen (1), welcher unter dem Getriebelock montiert ist. Dieser Rahmen ist an vier Vertikalstangen (2) mit Kugelgelenken

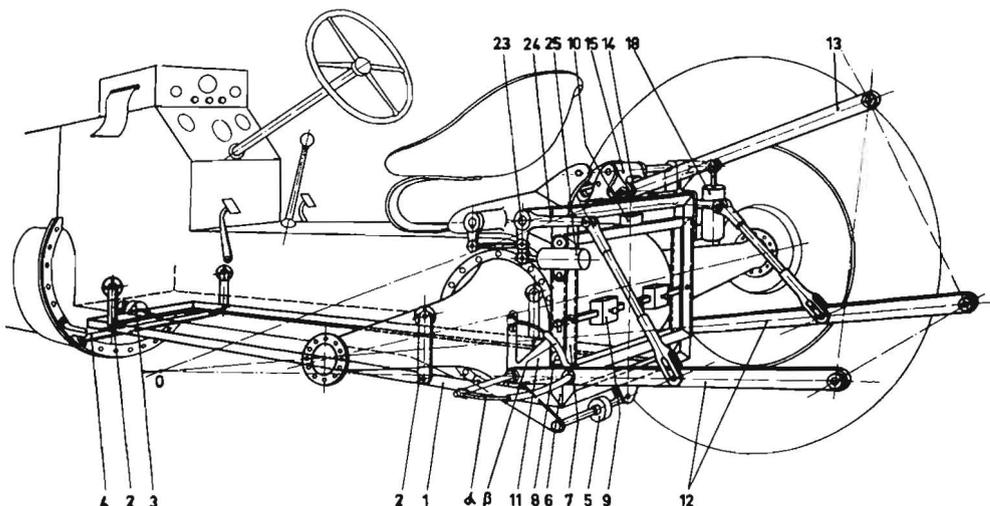


Bild 1: Als Dreikoordinaten-Kraftmeßeinrichtung ausgebildete Dreipunkt-Aufhängung, unter Zwischenschaltung von Meßdosen am Schlepper angelenkt

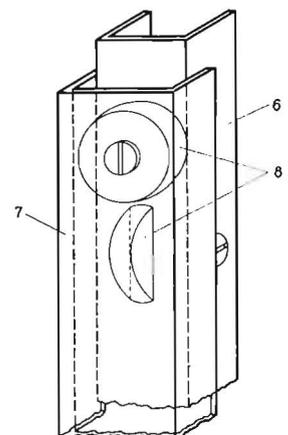


Bild 2: Rollenführung des Meßrahmens für die senkrechte Kraftkomponente

an den Enden unter dem Getriebelock aufgehängt. Vor dem Rahmen ist der Dynamometerzylinder oder die Meßdose (3) angebracht, die mit dem Schlepperrumpf verbunden ist. Mit dieser Meßdose kann man ausschließlich die horizontale Kraftkomponente in der Richtung parallel zur Schlepperlängsachse messen. Der Rahmen (1) ist außerdem im horizontalen, rechten Winkel zur Schlepperlängsachse beweglich. Er ist vorn am Kupplungsgehäuse durch einen horizontalen Hebel mit Kugelgelenken (4) drehbar und hinten durch eine weitere Meßdose (5) mit dem Schlepper verbunden. Bei dieser Anordnung muß man die Länge aller in Frage kommenden Hebelarme kennen, um dann aus der Momentengleichung die Querkomponente ermitteln zu können. Als Variante läßt sich auch am Ende des Hebels (4) eine Meßdose anbringen, um dann aus der Differenz der auf den Meßdosen ermittelten Werte die Größe der Querkomponente feststellen zu können.

Auf dem hinteren Teil des Grundrahmens (1) ist eine vertikale Führung (6) angebracht, an der sich ein Vertikalrahmen (7) bewegen kann. Die auf diesen Rahmen wirkenden Kräfte übertragen sich durch Kugellagerrollen (8) (Bild 1 und 2) auf den Grundrahmen, so daß die Reibung auf ein Minimum reduziert ist. Der vertikale Rahmen ist samt aller auf ihm angebrachten Elemente auf Grund von Waagegewichten (9) im Gleichgewichtszustand (Bild 1). Zwischen Grund- und Vertikalrahmen ist der dritte Dynamometerzylinder oder die Meßdose (10) angebracht. Dieses Instrument zeigt die Größe der vertikalen Kraftkomponente an. Die vertikalen Rahmenschwingungen haben keinen Einfluß, da durch die Gewichte auch die vertikalen Massenkkräfte in Gleichgewichtszustand gebracht worden sind.

An beiden Seiten des unteren Teiles des Vertikalrahmens sind zwei Blechstücke (11) befestigt, an denen die unteren Lenker (12) des Dreipunktanbaues mit ihren Kugelgelenken angebracht sind. Auf diese Weise wird die Achse der Gelenke gegenüber der ursprünglichen Lage am Schlepper nicht verlegt. Der obere Lenker (13) ist mit einem Kugelgelenk (14) und Kipphebel (15) auf dem vertikalen Rahmen angebracht. So kann man auch dieses Gelenk ungefähr an derselben Stelle anbringen, wo es sich normalerweise am Schlepper befindet. Beim FERGUSON-Schlepper ist es möglich, die hydraulische Regeleinrichtung, deren Hebel sich am Schlepper befinden, beizubehalten. Voraussetzung ist, daß die Regelfeder (16) (Bild 3) aus dem auf dem Schlepper befindlichen Zylinder (17) herausgenommen und in den Zylinder (18) am Vertikalrahmen (7) montiert wird. Auf diese Weise stört die Federkraft die gemessenen äußeren Kräfte nicht.

Die Funktion der Feder bleibt unverändert, weil auch alle anderen Elemente, welche in Verbindung mit ihr waren, unverändert bleiben. Damit nun durch die, wenn auch geringfügige, Bewegung des Rahmens gegenüber dem Schlepper kein Regelfehler entstehen kann, ist im Zylinder am Schlepper (17) eine Kompensationseinrichtung angebracht, welche den Fehler wieder ausgleicht. Diese Einrichtung besteht aus einer Büchse mit äußerem mehrgängigem Gewinde (21), welche bei der Veränderung der Entfernung Rahmen—Schlepper durch das Gewinde in Umdrehung versetzt wird und sich dadurch axial bewegt. Die Umdrehung überträgt sich durch die Innenverzahnung über den Teller der Spindel

(19), der auf seiner Stirnseite einen kurvenförmigen Nocken (22) besitzt, auf den Stift (20). Durch die Umdrehung der Spindel füllt der auf dem Teller befindliche Nocken ständig den Zwischenraum aus, der durch die Relativbewegung zwischen Rahmen und Schlepper hervorgerufen wird.

Weiterhin wurde auch ein Teil der Hubeinrichtung auf den Vertikalrahmen übertragen, und zwar die Hubwelle (23) (Bild 1) mit den beiden Hubarmen (24) und darüber hinaus ein hydraulischer Zylinder (25). Der hydraulische Hubzylinder im Schlepper ist abgeschaltet. Seine Funktion ist dem Zylinder am Vertikalrahmen übertragen worden, der durch eine flexible Leitung mit dem am Schlepper verbliebenen Hydrauliksystem in Verbindung gebracht wird. Die Regelung des hydraulischen Hebbers wird damit nicht gestört, da die Hubwelle über den Kontrollnocken (26) (Bild 3) mit der am Vertikalrahmen befindlichen Hubwelle (23) durch ein Gestänge (27) verbunden ist. Auf diese Weise ist es möglich, mit den Hebeln am Schlepper das Heben und Senken von Anbaugeräten zu steuern und automatisch die bestimmte Arbeitstiefe beizubehalten.

Die ganze Anbaueinrichtung befindet sich also auf dem Vertikalrahmen und ist in Gleichgewichtszustand gebracht. So wird die Kraftmessung an Anbaugeräten (im räumlichen Koordinatensystem) bei gleichzeitiger Regelung der Arbeit des hydraulischen Hebbers ermöglicht.

Einzelheiten zum Meßverfahren

Um die Lage der resultierenden Kraft Z bei Anbaugeräten im Raume feststellen zu können, ist es ebenfalls notwendig, den Punkt, durch welchen diese Kraft läuft, zu kennen. Es ist bekannt, daß sich in der vertikalen Projektion die verlängerte Achse des oberen und die Ebene der unteren Lenker in einem Punkt (Polpunkt O_1) schneiden (Bild 4); der Polpunkt O_1 stellt gleichzeitig den Punkt dar, durch welchen die Zugkraft Z aller frei pendelnden Anbaugeräten läuft. Ebenso ist es in der horizontalen Ebene; hier schneiden sich die verlängerten Achsen der unteren Lenker in einem anderen Punkt (Polpunkt O_2). Bei den Anbaugeräten, bei denen keine Seitenkräfte auftreten (zum Beispiel Drillmaschinen, Grubber usw.), befindet sich dieser Polpunkt in der vertikalen Ebene, die durch die Schlepperlängsachse läuft. Die Symmetrieachse $x-x$ der unteren Lenker befindet sich in diesem Falle auch in dieser Ebene. Der Schnittpunkt der Symmetrieachse der unteren Lenker und der Achse des oberen Lenkers wird einen gemeinsamen Polpunkt O_1 (Bild 4) bilden. In diesem Falle wird durch den Polpunkt O_1 auch die Zugkraft Z laufen. Die Polpunkte O_1 und O_2 können zur Deckung gebracht werden, wenn man die Richtung des oberen Lenkers verändert, in dem man ihn verlängert oder verkürzt.

Um diese Polpunkte zu bestimmen, ist es notwendig, die Richtung eines Lenkers im räumlichen Koordinatensystem zu kennen. Diese Richtung ist durch zwei Winkel bestimmt: durch den Winkel α zur Horizontalebene und durch den Winkel β zur Vertikalebene (parallel zur Schlepperhinterachse) (Bilder 1 und 4). Diese Winkel kann man durch einen ringelektrischen Kondensator oder Kreisbogen-Potentiometer messen und auf einem Schreibstreifen registrieren. Die Anlenkpunkte der Lenker am Schlepper bilden ein gleichschenkliges Dreieck (schräg schraffiert in Bild 4),

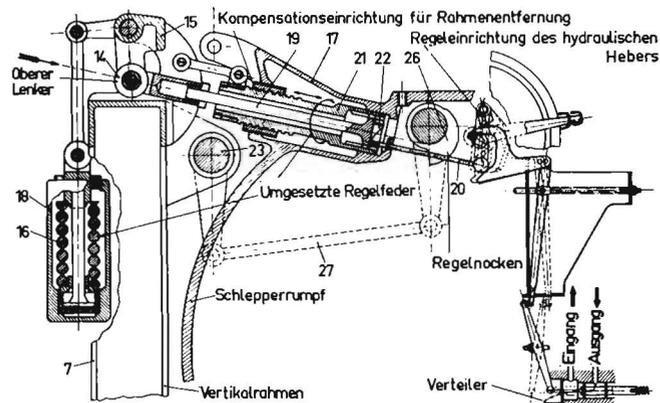


Bild 3: Umbau der hydraulischen Kraftheber-Regelung für die Meßeinrichtung

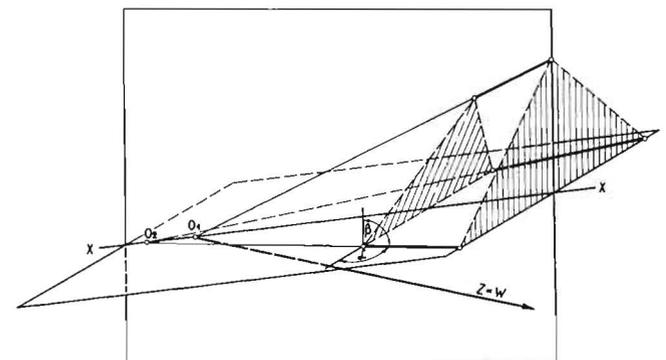


Bild 4: Darstellung der Polpunkte des Dreipunktsystems

welches bekannt ist. Auch die Anlenkpunkte am Gerät sind bekannt; sie bilden ebenfalls ein gleichschenkliges Dreieck (senkrecht schraffiert in Bild 4). Wenn die erwähnten Winkel sowie auch diese Dreiecke und Lenkerlängen ermittelt sind, ist es einfach, den Polpunkt graphisch zu bestimmen. Das ist auch dann möglich, wenn durch den Verstellmechanismus eine Hubstange gegenüber der anderen verkürzt wird und damit das senkrecht schraffierte Dreieck sich in seiner Ebene dreht.

Bei Verwendung frei pendelnder Anbaugeräte ist es möglich, den oberen Lenker so einzustellen, daß die Polpunkte O_1 und O_2 (Bild 4) zusammenfallen; in diesem Falle wird auch die resultierende Kraft des Anbaugerätes auf den Schlepper durch diesen Punkt verlaufen, auch wenn sich diese nicht in der Vertikalebene durch die Schlepperlängsachse befindet. Wenn aber die Polpunkte nicht zusammenfallen, dann wird die resultierende Kraft durch den Punkt O_1 verlaufen. Bei Verwendung eines Drehpfluges dagegen wird die resultierende Kraft durch einen Punkt gehen, der zwar in der Ebene der unteren Lenker liegt, aber nicht im Schnittpunkt ihrer Symmetrieachse mit der gedachten Verlängerung des oberen Lenkers. Die Stelle des Polpunktes O_1 ist dann nur noch in der vertikalen Projektion bekannt, nicht mehr in der horizontalen Projektion. In diesem Falle ist ein Angriffspunkt der resultierenden Kraft auf den Schlepper nicht bekannt.

Die durch Meßdosen ermittelten Werte der drei Kraftkomponenten und der zwei elektronisch gemessenen Winkel sind am einfachsten durch eine fünkanalige elektronische Meßeinrichtung zu registrieren. Dieses Meßverfahren bereitet keine Schwierigkeiten, besonders dann, wenn die elektronische Meßeinrichtung den Strom aus der Schlepper-Batterie benutzen kann. In diesem Falle können alle Geber einfach durch Kabel mit dieser Einrichtung verbunden und alle Werte auf einem Band registriert werden. Für die Ermittlung der Kraftgröße und -richtung sind die gemessenen Mittelwerte von Komponenten und von Winkeln während der Arbeit des Schleppers mit Anbaugeräten maßgebend. Die Lage dieser Kraft im Raum wird in einigen Fällen durch die Lage des Polpunktes ermittelt.

Bestimmung der Zugkraft von Anbaugeräten

Die Mittelwerte von während der Arbeit mit Anbaugeräten gemessenen Kraftkomponenten F_H , F_V und F_N werden in das räumliche Koordinatensystem xyz eingetragen. Das Koordinatensystem ist so angeordnet, daß sich die Achse x mit der Schlepperlängsachse deckt. Die vektorische Summe der Komponenten stellt die Größe und die Richtung deren Resultante beziehungsweise die Zugkraft des Anbaugerätes im Raum dar:

$$\vec{Z} = \vec{F}_H + \vec{F}_V + \vec{F}_N \text{ [kg]}$$

Durch die gemessenen Winkel α und β (vgl. Bilder 1 und 4) sind für den Fall frei pendelnder Geräte auch die Koordinaten des Angriffspunktes der Resultanten bestimmbar.

Bestimmung des Bewegungswiderstandes von einachsigen Anhängern

Im Falle, daß an die beschriebene Meßeinrichtung ein einachsiger Anhänger gekuppelt wird, ist es möglich, aus den gemessenen Zugkraftkomponenten (Z_H , Z_V und Z_N) auch den Bewegungswiderstand des Anhängers zu bestimmen, und zwar in der Geraden wie in der Kurve. Infolge der Kupplung des Anhängers in einem Punkt ist es leicht, die Richtung dieser Kraft im Raume festzustellen.

Bestimmung des Pflugwiderstandes

Ein viel komplizierteres Verfahren ist die Bestimmung des Pflugwiderstandes R . Aber dank der theoretischen Grundlagen von SKALWEIT [3; 4] und SCHILLING [5] kann man im Falle freipendelnder Pflüge zu einem Ergebnis kommen. Unter der Voraussetzung, daß die Größe der Winkel ψ und φ wie auch die Größe des Reibungsbeiwertes μ bekannt ist, kann man aus dem gemessenen Wert F_H durch die Grundrelationen (Bild 5)

$$Z_L = F_H \text{ und } R = \frac{Z_L [1 - (\operatorname{tg} \psi + \operatorname{tg} \varphi) \cdot \mu]}{\cos \psi \cdot \cos \varphi} \text{ [kg]}$$

den resultierenden Pflugwiderstand R und aus den gemessenen Größen F_V und F_N sowie aus der Anlage- und der Sohlenkraft des Pfluges die entsprechenden Reibungskräfte (S_R und V_R) bestimm-

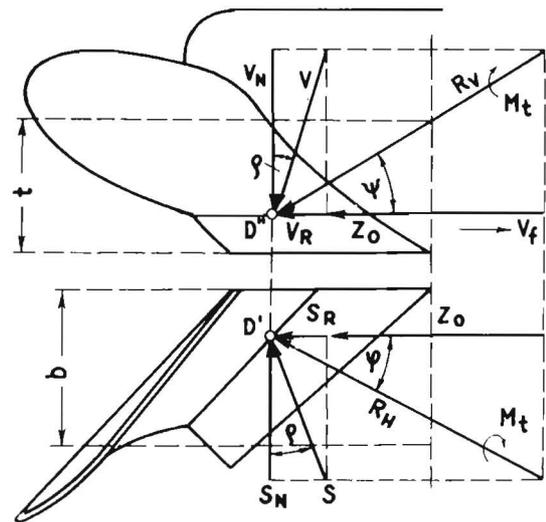


Bild 5: Kräfteverhältnis am Pflugkörper

men. (In der erwähnten Formel stellt ψ den Winkel zwischen der Projektion des Widerstandes R und des ideellen Widerstandes $Z_0 = k \cdot t \cdot b$ in der vertikalen Ebene, φ den Winkel zwischen der Projektion des Widerstandes R und des ideellen Widerstandes in der horizontalen Ebene und μ den Reibungsbeiwert zwischen Stahl und Boden dar. In der Formel des ideellen Widerstandes $Z_0 = k \cdot t \cdot b$ stellt k den spezifischen Bodenwiderstand, t die Tiefe und b die Breite der Furche dar.)

Bestimmung des spezifischen Bodenwiderstandes

Auf Grund der Ergebnisse und Berechnungen, die im vorigen Abschnitt beschrieben sind, ist es möglich, auch die Größe des spezifischen Bodenwiderstandes k durch die Formel

$$k = \frac{Z_L - S_R - V_R}{t \cdot b} \text{ [kg/dm}^2\text{]}$$

zu berechnen.

Bestimmung der günstigsten Streichblechform, die der Bearbeitung des Bodens entspricht

Unter Verwendung dieser Meßeinrichtung kann man auch einen Vergleich von verschiedenen Streichblechformen auf dem entsprechenden Boden bei gleichbleibenden übrigen Bedingungen durchführen. In diesem Falle wäre es am besten, die Prüfungen durch Pflügen auf demselben Boden durchzuführen, und zwar auf die Weise, daß jede zweite Furche mit einer anderen Streichblechtype gepflügt wird. Die Meßeinrichtung gibt die Mittelwerte der Zugkraft an. Die kleinsten Zugleistungswerte sowie die beste Qualität des Pflügens, die auf dem bestimmten Boden — unter Berücksichtigung der gleichen anderen Bedingungen — erreicht wurden, entsprechen auch der günstigsten Streichblechform.

Bestimmung und Vergleich des Arbeitswiderstandes verschiedener Arten von Anbaugeräten

Unter Verwendung dieser Meßeinrichtung ist es möglich, die verschiedenen Anbaugeräte miteinander zu vergleichen und zu bestimmen, welche von ihnen für einen bestimmten Schleppertyp die günstigsten Werte ergeben. Neben den Werten, die sich auf die Zugkraft der geprüften Geräte beziehen, muß auf die Qualität der durchgeführten landwirtschaftlichen Arbeiten geachtet werden.

Einfluß von Anbaugeräten auf die Vergrößerung des Adhäsionsgewichtes des Schleppers

Nach SKALWEIT [4] und FLERLAGE [1] ist die Vergrößerung des Adhäsionsgewichtes von mehreren Faktoren abhängig. Unter Verwendung der beschriebenen Meßeinrichtung beziehungsweise durch die Bestimmung des resultierenden Pflugwiderstandes in Größe, Richtung und Lage im Raum ist es möglich, folgendes zu klären:

1. die dynamische Belastung von Vorder- und Hinterrädern;
2. die günstigste Lage des Polpunktes, bei dem die größte Adhäsionskraft an den treibenden Rädern des Schleppers mit dem Anbaupflug gegeben ist;

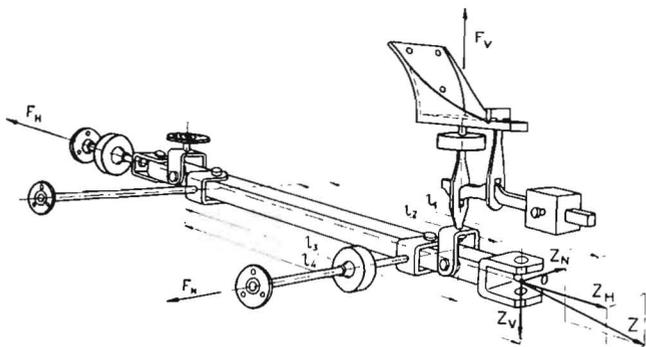


Bild 6: Vereinfachte Meßeinrichtung zur Zugkraftmessung an der Anhängerkupplung

3. die günstigste Schwerpunktlage in bezug auf Punkt 2;
4. die günstigste Schwerpunktlage von Schleppern mit Allradantrieb in bezug auf Punkt 2;
5. die optimale Länge der Lenker in bezug auf Punkt 2 und
6. den Einfluß der Reifen auf die Vergrößerung der Adhäsionskraft der Antriebsräder.

Vereinfachte Meßeinrichtung

Die oben erwähnte Einrichtung kann viel einfacher konstruiert sein, wenn es sich um die Zugkraftmessung von zweiachsigen Anhängern oder dergleichen (Bild 6) handelt. In diesem Falle kann der Rahmen durch einen Längsbalken — der durch drehbare Klauengelenke mit dem Schlepper verbunden ist — ersetzt werden. Die Dynamometer beziehungsweise die Meßdosen sind in gleicher Weise wie die am Rahmen angeordnet, und der hintere Teil des Balkens ist durch ein Gewicht in Gleichgewichtszustand gebracht. Der Punkt, durch den die Kraft Z verläuft (die Anhängerklaue), ist dabei bekannt.

Bei dieser Einrichtung sind die Kraftkomponenten $Z_{..}$ aus den Meßwerten $F_{..}$ nach folgenden Formeln zu errechnen:

$$\text{Längskomponente } Z_H = F_H$$

$$\text{Vertikalkomponente } Z_V = \frac{F_V \cdot e_3}{e_4}$$

$$\text{Querkomponente } Z_N = \frac{F_N \cdot e_2}{e_1}$$

Zusammenfassung

Eine projektierte und hier beschriebene Meßeinrichtung soll die Messung der Kräfte ermöglichen, die über die Lenker der Dreipunkt-Aufhängung von den Anbaugeräten auf den Schlepper übertragen werden. Gemessen werden sollen die Kraftkomponenten längs, quer und senkrecht zum Schlepper. Davon ausgehend soll die resultierende Kraft nach Größe und Richtung ermittelt werden können und für den Fall frei pendelnder Geräte der Angriffspunkt der Resultanten. Kraftheber mit Regeleinrichtung sollen nach entsprechendem Umbau keinerlei störenden Einfluß auf die Messung der äußeren Kräfte ausüben können. Rückwärts schließend soll man mit Hilfe der Meßergebnisse Geräte-Kenngrößen wie Pflugwiderstand oder spezifischer Bodenwiderstand ermitteln können.

Durch Meßreihen mit verschiedenen Anbaugeräten soll es außerdem möglich sein, die durch niedrige Zugkraft und gute Arbeitsqualität beste Kombination von Schlepper und Gerät zu finden.

Die Bauweise der Meßeinrichtung, die Meßverfahren und die daran anschließenden rechnerischen und graphischen Methoden wurden am Beispiel eines FERGUSON-Schleppers dargestellt.

Schrifttum

- [1] FLERLAGE, B.: Normung der Dreipunktaufhängung am Schlepper. In: 13. Konstrukteurheft, Düsseldorf VDI-Verlag 1956 (Grundlagen der Landtechnik, II. 7), S. 89—106
- [2] SKALWEIT, H.: Messungen des Zugwiderstandes von Dreipunkt-Anbaugeräten. Landtechnische Forschung 8 (1958), S. 108—109

- [3] SKALWEIT, H.: Einfluß der Pflugkräfte auf Schleppern mit Dreipunkt-Aufhängung. Landtechnische Forschung 5 (1955), S. 6—11
- [4] SKALWEIT, H.: Kräfte zwischen Schlepper und Arbeitsgerät. In: 9. Konstrukteurheft, Düsseldorf VDI-Verlag 1951 (Grundlagen der Landtechnik, H. 1), S. 25—35
- [5] SCHILLING, E.: Landmaschinen. 2. Band, Köln 1953

Résumé

Miroslav Nestorović: "The Measurement of Force Components in Three-Point Suspensions."

This article describes a projected measuring device which will enable the forces in three-point suspensions and attachments and transmitted to the tractor to be ascertained. It is intended that the force components shall be measured horizontally, laterally and perpendicular to the tractor. These measurements will enable the resultant forces to be determined in magnitude and in direction, and, in the case of freely swinging attached units, also the points of action of the resultants. Power lifting gear should be rebuilt so as not to exert any disturbing influences on the measurement of the external forces. It should be possible to determine the magnitude of certain forces such as ploughshare resistance and soil resistance by means of the measurements obtained.

It should also be possible to determine the optimum combinations of various types of tractors and towed units from series of measurements on various types of towed units.

A Ferguson tractor was used as typical example for the description of the measuring device and method of using same. The numerical and graphical methods employed for evaluating the results obtained are also described.

Miroslav Nestorović: «La mesure des composantes des forces appliquées à l'attelage trois points.»

Un appareil de mesure de conception nouvelle décrit dans cet article doit permettre de mesurer les forces qui sont transmises des outils portés au tracteur par l'intermédiaire des bras de l'attelage trois points. On veut déterminer les composantes des forces agissant sur le tracteur dans les sens longitudinal, transversal et vertical. A l'aide des résultats on veut déterminer la grandeur et la direction des résultantes et, dans les cas d'outils flottants, le point d'application des résultantes. On a constaté qu'après une transformation appropriée les relevages à système de réglage n'ont aucune influence nuisible sur la mesure des forces extérieures. Les résultats des mesures peuvent servir à déterminer certaines caractéristiques comme par exemple l'effort résistant de la charrue ou la résistance spécifique du sol.

Il doit en outre être possible de trouver par une série de mesures entreprises sur différents outils portés, la combinaison de tracteur et d'outil qui donne les meilleurs résultats quant à l'effort de traction et la qualité de travail.

La conception de l'appareil de mesure, les méthodes de mesure et les méthodes de calcul et d'enregistrement ont été démontrées à l'aide d'un tracteur Ferguson.

Miroslav Nestorović: «Medición de las componentes de esfuerzos en la suspensión en tres puntos.»

Se describe una instalación ideada para la medición de los esfuerzos que se transmiten de los aperos de labranza al tractor por los elementos de la suspensión en tres puntos. Se pretende medir con ella las componentes de esfuerzos longitudinales, transversales y verticales al tractor. Saliendo de estas mediciones se pretende poder calcular el esfuerzo resultante en cuanto a su valor y dirección y, en el caso de aparatos de oscilación libre, el punto de ataque de las resultantes. Se pretende además que los gatos mecánicos con dispositivo de regulación no ejercerán ninguna influencia perjudicial sobre la medición de los esfuerzos exteriores, después de introducidas ciertas modificaciones. Se pretende que por conclusiones retrospectivas se podrían determinar a base de los resultados conseguidos con esta instalación de medición, los valores teóricos de los aparatos, como la resistencia del arado, o bien la resistencia específica del suelo.

Series de mediciones con diferentes aparatos montados ofrecerían la posibilidad de dar con la combinación de tractor y aparato más favorable en cuanto a esfuerzo de tracción reducido y a buena calidad del trabajo.

Se ha ilustrado la construcción del dispositivo de medición, el procedimiento de emplear y los métodos gráficos y de cálculo con el ejemplo en un tractor Ferguson.