

Eine Meßeinrichtung zur Bestimmung von Kräften zwischen Traktor und Arbeitsgerät

Dipl.-Ing. K. Bernhardt*

DK 629.114.2:531.781

1. Aufgabenstellung

Eine sehr häufig auftretende Meßaufgabe bei landtechnischen Untersuchungen ist die Bestimmung der zwischen Arbeitsgerät und Traktor wirkenden Kräfte. Aus den Ergebnissen solcher Messungen können u. a. Aussagen über die günstigste konstruktive Gestaltung von Bodenbearbeitungswerkzeugen und über die Wechselbeziehungen zwischen Traktor und Gerät bei der Arbeit sowie beim Transport auf befestigten oder unbefestigten Fahrbahnen gewonnen werden. So ergab sich die Aufgabe, für die in der Sektion Kraftfahrzeug-, Land- und Fördertechnik vorhandene Bodenrinnenanlage /1/ eine Meßeinrichtung zu entwickeln, die folgende Hauptforderungen erfüllt:

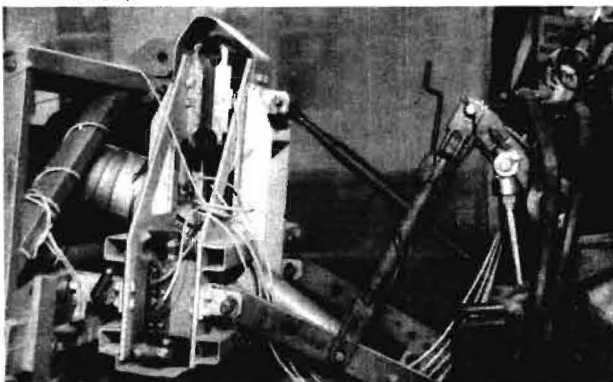
- Messen von zwei Komponenten der zwischen Gerätewagen und Arbeitsgerät wirkenden Kraft ohne gegenseitige Beeinflussung und unabhängig vom Kraftangriffspunkt
- Registrieren der Meßgrößenverläufe
- hinreichende Empfindlichkeit der Anzeige
- einfacher Einbau der Meßeinrichtung ohne konstruktive Veränderungen an Gerätewagen oder Arbeitsgerät
- Kopplung von Gerätewagen und Arbeitsgerät über den Dreipunktbau TGL 33-58101
- Gewährleisten des Zapfwellenantriebs
- leichte Bauweise, da mit Steigerung der Masse die Eigenfrequenz des Schwingungssystems Arbeitsgerät—Meßeinrichtung abfällt
- Abstimmung von Erreger- und Eigenfrequenz, um die Amplitudenvergrößerung klein zu halten.

2. Aufbau der Meßeinrichtung

Aus der Literatur sind Meßeinrichtungen für den Dreipunktbau bekannt. Bei einigen bereits älteren Lösungen sind konstruktive Veränderungen am Arbeitsgerät notwendig /2/, /3/. In /4/ wird ein Sechs-Komponenten-Gerätewagen beschrieben, der ohne konstruktive Veränderungen direkt mit dem Dreipunktbau verbunden wird und die zwischen Traktor und Arbeitsgerät wirkenden Kräfte und Momente mißt.

* Technische Universität Dresden, Sektion Kraftfahrzeug-, Land- und Fördertechnik (Direktor: Prof. Dr. agr. habil. R. Thurm)

Bild 1. Gerätewagen der Bodenrinnenanlage mit angebaute Meßeinrichtung



Beschränkt man sich entsprechend der Forderung a) auf die Messung von nur zwei Kraftkomponenten, kann der bauliche Aufwand für die Meßeinrichtung reduziert werden, womit auch Forderung g) erfüllt wird.

Im Bild 1 ist die entwickelte Meßeinrichtung am Gerätewagen der Bodenrinnenanlage angebaut. Sie gestattet die Messung der Zugkraft F_x und der Vertikalkraft F_y (Bild 2). An der Meßeinrichtung befinden sich die Anschlußstellen für den Dreipunktbau des Gerätewagens und des Arbeitsgeräts. Als Meßglieder fanden drei Oktagonringe Verwendung. Die Wirkungsweise solcher Ringkörper ist u. a. in /5/ und /6/ beschrieben. Die Ringkörper sind entsprechend den durch den Dreipunktbau vorgegebenen Punkten angeordnet. Durch eine in den Platten befindliche Aussparung kann die Gelenkwelle hindurchgeführt werden (Bild 2). Die Halbleiter-Dehnungsmeßstreifen werden in Vollbrücken so geschaltet, daß keine Beeinflussung zwischen den Kräften und Momenten untereinander erfolgt und die Kräfte in x - bzw. y -Richtung unabhängig vom Kraftangriffspunkt angezeigt werden (Bilder 3 und 4). Durch die Abstützung auf die drei Ringkörper beeinflussen das Moment M_x und die Kraft F_z die Anzeige nicht. Auch die Einflüsse durch die Momente M_y und M_z sind kompensiert.

Die Meßeinrichtung kann bei entsprechender Wahl der Abmessungen der Ringkörper den jeweiligen Meßaufgaben angepaßt werden. Beim Dimensionieren der Ringkörper sind die am Arbeitsgerät angreifenden Kräfte und Momente, die gewünschte Empfindlichkeit der Meßeinrichtung und die notwendige Eigenfrequenz des Systems Meßeinrichtung — Arbeitsgerät zu berücksichtigen.

Die Eigenfrequenz ω des Systems wird bestimmt von der Gesamtmasse m_g und der Federsteifigkeit c der Ringkörper

$$\omega = \sqrt{\frac{c}{m_g}} \quad (1)$$

Die Vergrößerung der statischen Amplitude ist von der Abstimmung

$$\eta = \frac{\Omega}{\omega} \quad (2)$$

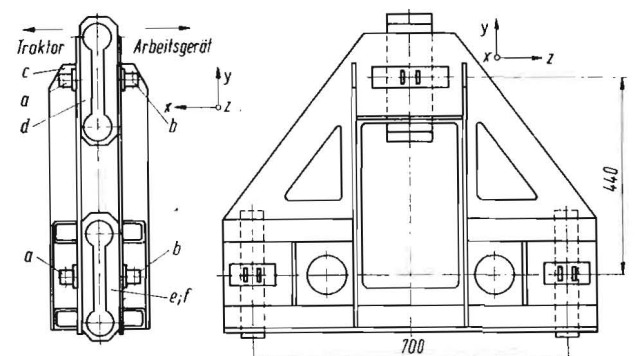
mit

Ω Erregerkreisfrequenz

ω Eigenkreisfrequenz

und von der Dämpfung D abhängig /7/.

Bild 2. Meßeinrichtung; a Anschluß für den Dreipunktbau des Traktors, b Anschluß für das Arbeitsgerät, c Befestigungsplatte, d Ringkörper I, e Ringkörper II, f Ringkörper III



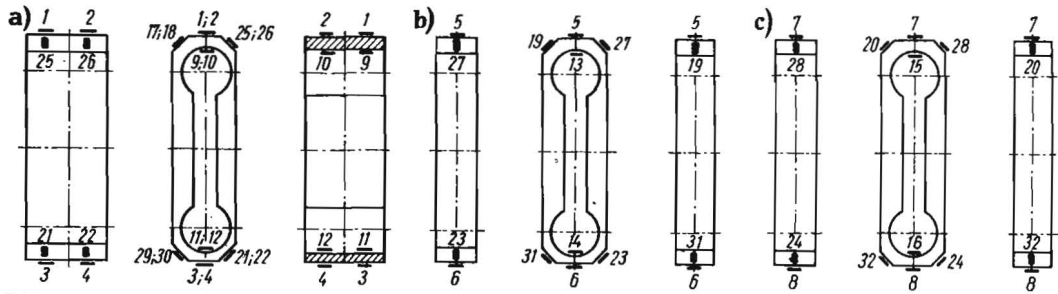


Bild 3. Anordnung der Dehnmeßstreifen; a) Ringkörper I, b) Ringkörper II, c) Ringkörper III

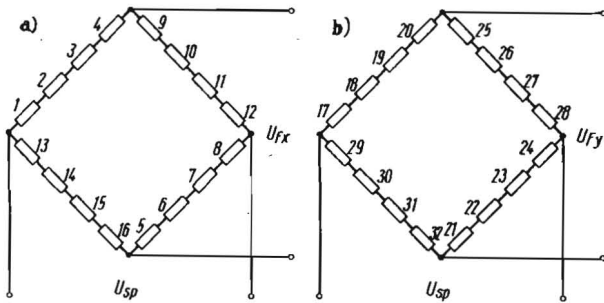


Bild 4. Elektrische Schaltung der Dehnmeßstreifen; a) Brückenschaltung für F_x , b) Brückenschaltung für F_y

Die Amplitudenvergrößerung ist bei vorgegebener Erregerkreisfrequenz Ω und Dämpfung D um so geringer, je höher die Eigenkreisfrequenz ω ist. Damit ergibt sich die Notwendigkeit, die Gesamtmasse (= Summe aus Masse des Arbeitsgerätes und Masse des geräteseitigen Teils der Meßeinrichtung) so klein wie möglich zu halten und eine hohe Federsteifigkeit zu wählen. Je höher jedoch die Federsteifigkeit ist, um so geringer ist die Empfindlichkeit der Meßeinrichtung.

Die Abmessungen der in der vorgestellten Meßeinrichtung eingesetzten Ringkörper sind aus Bild 5 zu entnehmen. Die Dimensionierung erfolgte für eine Zugkraft $F_{x\max} = 1000$ kp und für eine Vertikalkraft $F_{y\max} = 900$ kp. Die erreichte Empfindlichkeit bei der höchsten Verstärkerstufe liegt in der Größenordnung von 1 kp. Bei einer Gesamtmasse von 850 kp ergab sich eine Eigenfrequenz des Systems von 15 Hz. Wenn an die Empfindlichkeit der Meßeinrichtung nicht solche hohen Anforderungen gestellt werden, kann die Eigenfrequenz des Systems durch Erhöhung der Federsteifigkeit der Ringkörper vergrößert werden.

3. Anwendungsmöglichkeiten der Meßeinrichtung

Die beschriebene Meßeinrichtung wurde bei Versuchen in der Bodenrinnenanlage erprobt. Sie gestattet die Messung der Kräfte F_x (Zugkraft) und F_y (Vertikalkraft) zwischen Traktor und Arbeitsgerät unabhängig vom Kraftangriffspunkt. Sie ist einsetzbar für alle Meßaufgaben, bei denen der Traktor und das Arbeitsgerät über den Dreipunktbau miteinander verbunden sind. Bei entsprechender konstruktiver Gestaltung der Verbindungselemente sind auch Untersuchungen an Aufsattel- und Anhängengeräten möglich.

Durch Einsetzen von Ringkörpern mit anderen Abmessungen kann die Meßeinrichtung den auftretenden Bedingungen, wie z. B. den angreifenden Kräften und Momenten, der notwendigen Empfindlichkeit und der höchsten Erregerfrequenz angepaßt werden.

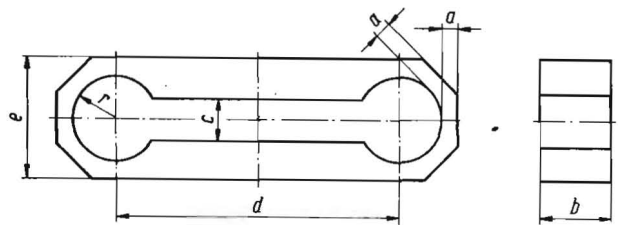


Bild 5. Abmessungen der Ringkörper in mm

	a	b	c	d	e	r
Ringkörper I	12	100	30	200	84	30
Ringkörper II und III	12	50	30	200	84	30

Bei Drehung der Meßeinrichtung um 90° sowie Veränderung der Anschlüsse für den Dreipunktbau lassen sich auch die Kräfte F_x und F_z messen. Weiterhin ist auch eine Erweiterung auf drei Kraftkomponenten möglich. Dazu wäre jedoch ein erhöhter konstruktiver Aufwand notwendig.

Literatur

- 1/ Kalk, W.-D.: Die neue Bodenrinnenanlage der TU Dresden. Deutsche Agrartechnik 21 (1971) H. 7, S. 337 und 338
- 2/ Reece, A. R.: A Three-point-linkage Dynamometer (Ein Kraftmeßgerät für die Dreipunktaufhängung). Journal of Agricultural Engineering Research 6 (1961) H. 1, S. 45 bis 50
- 3/ Miroslaw, N.: Kraftkomponentenmessung an der Dreipunkt-Aufhängung. Landtechnische Forschung 10 (1960) H. 4, S. 89 bis 92
- 4/ Steinkampf, H.: Messung räumlich wirkender Kräfte zwischen Schlepper und Gerät. Grundlagen der Landtechnik 21 (1971) H. 3, S. 71 bis 76
- 5/ Troppens, D.: Grundlagen der Meßtechnik bei Landmaschinenuntersuchungen (Teil III). Deutsche Agrartechnik 20 (1970) H. 7, S. 338 bis 341
- 6/ Plötner, K. / D. Troppens: Ermittlung von räumlich wirkenden Kräften in der Landtechnik. Deutsche Agrartechnik (in Vorbereitung)
- 7/ Holzweißig, F.: Einführung in die Messung mechanischer Schwingungen. Leipzig: VEB Fachbuchverlag 1963 A 8706

Achtung Pflegedienst!

Bis zu 35 % des Mineralöles und maximal 90 % des Hydrauliköles vom jährlichen Ölverbrauch Ihres Betriebes werden eingespart durch unsere

ÖL-SEPARATOREN VEB Zentrifugenbau

8122 Radebeul-Ost, Gartenstraße 35 Telefon: Dresden 75672