

Ein neuer hydraulischer Zugkraftmesser

Die Ermittlung von Zugkräften gehört nach wie vor zu den wichtigsten Aufgaben der Landtechnik, da diese nicht nur Aufschluß über den Energie- und Kraftbedarf geben, sondern vor allem auch die Grundlagen zur Schaffung der dringend benötigten technischen Kenngrößen liefern. Aus diesem Grunde wurde in der Abteilung Meßtechnik des Instituts für Landtechnik Potsdam-Bornim ein neuer Zugkraftmesser entwickelt und gebaut, der den durch die fortschreitende Technisierung bedingten erhöhten Anforderungen besser gerecht wird als die z. Z. üblichen Geräte.

Für eine Maschinenprüfung während des praktischen Einsatzes, etwa im Rahmen der Prüfgruppen der MTS, kommen von den heute bekannten Zugkraftmessern nur mechanisch oder hydraulisch arbeitende in Betracht. Die elektrischen oder elektronischen Geräte verlangen auf Grund ihrer Kompliziertheit zur Bedienung und Wartung z. Z. noch Spezialkräfte. Während auf diesem Gebiete also mit den neuesten und modernsten Meßgeräten gearbeitet wird, werden bei der allgemeinen Maschinenprüfung die bisher üblichen mechanischen und hydraulischen Zugkraftmesser den Anforderungen nur bedingt gerecht. Sie werden fast ausnahmslos als loses Glied zwischen Schlepper und angehängtem Gerät eingeschaltet und können dadurch weder die senkrecht oder quer zur Zugrichtung auftretenden Kräfte abfangen noch das angehängte Gerät spurhaltig und mit gleichbleibender Arbeitstiefe führen, was aber vor allem bei Zapfwellenantrieb notwendig ist. Auch können negative Zugkräfte, die beim Zurückstoßen oder bei Talfahrten auftreten, nicht übertragen werden. Bei der Neukonstruktion, die auf der Grundlage des von MARKS geschaffenen Zugkraftmessers aufbaut, sind diese eben genannten Nachteile behoben. Außerdem wurden gleichzeitig noch eine Reihe anderer Forderungen, wie bequem veränderbarer Anzeigebereich oder robuste und stabile aber dennoch handliche Bauweise, erfüllt.

Der Zugkraftmesser arbeitet hydraulisch, wodurch genügend große Verstellkräfte zum Betrieb eines Schreibgerätes zur Verfügung stehen und Übersetzungen in praktisch beliebiger Größe möglich sind.

Das Gerät ist für Zugkräfte bis 3000 kg ausgelegt, die in Verbindung mit dem ebenfalls in unserem Institut entwickelten Schreibwerk Typ K-4 registriert werden können. Auf Grund seiner stabilen Bauweise und der besonderen Lagerung des Zugbolzens kann man außerdem Kräfte bis 1250 kg aufnehmen, die senkrecht oder quer zur Zugrichtung zum Anhängepunkt auftreten. Auch Schubkräfte bis zur Höhe der maximalen Zugkraft können ohne weiteres übertragen werden. Auf Grund dieser Eigenschaften eignet sich das Gerät besonders für Zugkraftmessungen an Anhängegeräten und -maschinen, die stark kopflastig sind, wie z. B. Stallungstreuer oder für solche, die spurhaltig und mit gleichbleibender Arbeitstiefe geführt werden müssen, wie Pflanz- und Legemaschinen. Die starre Be-

festigung an der Zugschiene des Schleppers ermöglicht im besonderen auch, Zugkraftmessungen an zapfwellengetriebenen Maschinen und Geräten durchzuführen.

Technische Beschreibung

Grundelement des hydraulischen Zugkraftmessers (Bild 1 und 2), der unsere Typenbezeichnung D-2 erhalten hat, ist eine ringförmige Beutelmembran aus Gummi *a*, die auf drei Seiten vom Membrankörper *k* umschlossen ist. An der vierten Seite der Membran liegt der Druckflansch *c* an. Beim Einwirken von Zugkräften auf die Anhängöse *d* wird der Flansch *c* durch den Bund des Zugbolzens in axialer Richtung auf die Membran hin verschoben. Da die Membran vollständig mit Flüssigkeit gefüllt ist, entsteht durch diesen Vorgang ein Überdruck, der mit Hilfe einer geeigneten Verbindung (Hochdruckschlauch) an das Schreibgerät weitergeleitet werden kann. Die Höhe des Überdruckes ist eine Funktion der Zugbelastung und der einwirkenden Kraft direkt proportional. Nach entsprechender Eichung wird er deshalb als Maß für die Zugkraft herangezogen. Membran und Druckflansch sind in ihren Abmessungen so aufeinander abgestimmt, daß bei der maximalen Belastung von 3000 kg ein Überdruck von 45 at

Bild 1. Funktionsschema des hydraulischen Zugkraftmessers
a Beutelmembran aus Gummi, *b* Membrankörper, *c* Druckflansch, *d* Zugöse

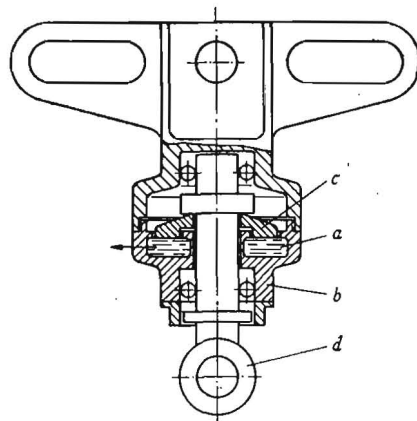
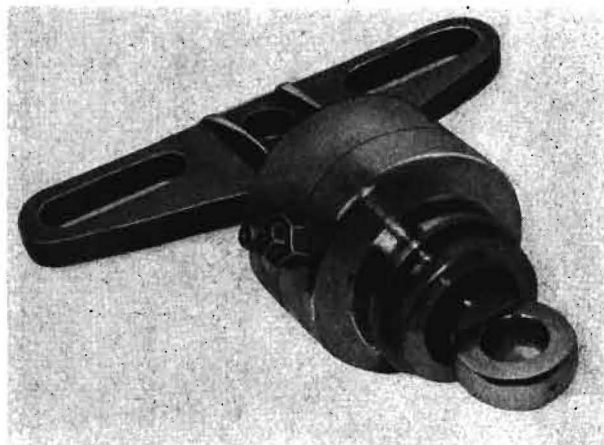


Bild 2. Ansicht des hydraulischen Zugkraftmessers Typ D-2 für 3000 kg Zugkraft



*) Institut für Landtechnik Potsdam-Bornim der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin (Direktor: Prof. Dr. S. ROSEGER).

(Schluß von S. 534)

verrichteter mechanischer Arbeit. Technische Möglichkeiten der Messung mechanischer Zug- und Dreharbeit werden an Beispielen beschrieben, auf die Methodik der Arbeitsmessung wird kurz eingegangen.

Literatur

- [1] REICHENHEIM: Vergleichende Betrachtung zum „Hektar mittleren Pflügens“. Die Deutsche Landwirtschaft (1957) H. 4, S. 161.
- [2] SCHLICHTING: Messung der Schlepperausnutzung und der Zugarbeit beim Pflügen. Wiss. Abhandl. der DAL, Band VIII.
- [3] SCHCHWAZABAJA: Dreh- und Zugarbeitsmesser und Methoden zur Messung des Aufwandes mechanischer Arbeit bei Schleppergruppen. Arbeiten des grusinischen landwirtschaftlichen Institutes, Kapitel XLII und XLIII 1955. A 3280

entsteht. Für je 100 kg Zunahme der Zugkraft ergibt sich eine Druckerhöhung von 1,5 at. Die Membran selbst braucht infolge der allseitigen Begrenzung keinerlei Kräfte aufzunehmen, sondern hat lediglich die Aufgabe, die Füllflüssigkeit gegen die Atmosphäre abzudichten. Die Längsbewegung des Zugbolzens ist auf 3 mm begrenzt, um die Membran nicht überzubelasten.

Der Zugbolzen wurde an zwei Stellen, d. h. vor und hinter der Gummimembran gelagert, um ein Verkranten oder Verklemmen auszuschließen und trotzdem eine gute Führung zu erreichen. Aus diesem Grunde wurde auch der Abstand der beiden Lagerstellen so groß wie möglich gehalten. Um auch die Reibung auf ein Mindestmaß zu beschränken, wurde eine Art Kugellagerung gewählt. Der innere und der äußere Lagering sind in diesem Falle allerdings als einfache, glatte Buchsen

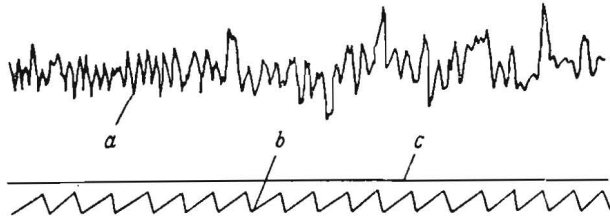


Bild 3. Ausschnitt aus einem Diagramm über den Zugkraftbedarf des Grubbers RSK 13 mit angehängter dreiteiliger Egge. Die Aufzeichnung erfolgte in Verbindung mit dem Schreibgerät K-4. Die Untersuchungen wurden auf schwerem Boden durchgeführt, Zugmittel KS 30. a Zugkraft, b Zeitmarke, c Nulllinie

ausgebildet, sie besitzen keine Laufrille für die Kugeln. Der Käfig wird durch mehrere weiche Schraubenfedern stets senkrecht zur Bolzenachse in der Mitte der beiden Lagering gehalten. Bei Zugeinwirkung, bei einer Längsbewegung des Bolzens also, verschieben sich auch die beiden Lagering gegeneinander, d. h., sie rollen auf den Kugeln des beweglichen Käfigs ab. Die maximal mögliche Verschiebung beträgt 3 mm und ist dann durch Anschlag begrenzt. Durch die Rollbewegung der

Kugeln ist dieser Vorgang praktisch wartungs- und verschleißfrei. Das Eindringen von Schmutz- und Staubteilchen in die Lagerstellen wird durch Dichtungsringe aus Gummi verhindert.

Der Zugkraftmesser wird mit drei Schrauben an der Zugschiene des Schleppers befestigt. Durch die beiden Langlöcher ist eine Anpassung an die unterschiedlichen Lochabstände der Zugschienen der verschiedenen Schleppertypen möglich.

Bisherige Ergebnisse

Das Gerät hat sich in einer über ein Jahr erstreckenden praktischen Erprobung bestens bewährt. Schäden irgendwelcher Art sind in diesem Zeitraum nicht aufgetreten. Durch das Fehlen von Kolben und Zylindern treten keinerlei Leckverluste mit ihren nachteiligen Folgen auf. Es kann dadurch

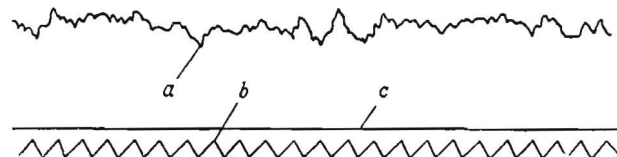


Bild 4. Ausschnitt aus einem Diagramm über den Zugkraftbedarf von drei gekoppelten Kettendüngerstreuern mit je 2,5 m Arbeitsbreite. Die Aufzeichnungen erfolgten in Verbindung mit dem Schreibgerät K-4. Die Untersuchungen fanden auf abgeschleppter Ackerfurche statt, Zugmittel RS 01. a Zugkraft, b Zeitmarke, c Nulllinie

einfach bedient und gewartet werden, so daß auch angelegte Kräfte damit umgehen können. Auf Grund dieser Vorteile soll der Zugkraftmesser zusammen mit dem Schreibgerät in den Prüfgruppen der MTS eingeführt werden. Zwei Diagramm-Schreibproben zeigen Bild 3 und 4.

Technische Daten: Meßbereich: 0 bis 3000 kg, Fehler: $\pm 1\%$. Länge: 300 mm, Breite: 320 mm, Durchmesser: 135 mm; Gewicht: 10,5 kg. A 3279

Staatl. gepr. Landw. G. CURDT*)

Die Abhängigkeit der mechanischen Bodenverdichtung von der Dauer der Druckeinwirkung

Während der letzten Jahre brachte die „Deutsche Agrartechnik“ zahlreiche Abhandlungen von Untersuchungen über den Bodendruck der Schlepper und Landmaschinen, die dadurch hervorgerufenen Veränderungen der Bodenstruktur und über technische Möglichkeiten für eine strukturschonende Bodenbearbeitung [1], [2], [3], [4]. Immer wieder wurden in diesen Aufsätzen zwei wesentliche Faktoren erwähnt, die das Zusammenspiel zwischen der Landmaschine und dem Boden beeinflussen:

1. Der Bodenzustand, bei dem der Acker mit Schleppern und Landmaschinen befahren wird und
2. der spezifische Bodendruck unter den Schlepper- und Maschinenlaufwerken, der das Ausmaß der von der Maschine auf den Boden ausgeübten Druckspannungen charakterisiert.

Durch das vielfältige Zusammenwirken dieser Faktoren wird der fördernde oder schädigende Einfluß der Schlepper- und Gerätespuren auf die Ertragsfähigkeit der Ackerböden bedingt. Der technologische Vorgang und das mechanische Bodenverhalten unter Schlepper- und Landmaschinenlaufwerken ist aus der Wirkung von Druckspannungen auf das Gefüge des

Bodens zu erklären, wodurch dieser nach TERZAGHI [5] zu einem spannungsfähigen Körper wird, dessen Verhalten den Gesetzen der Bodenmechanik unterworfen ist. Vermöge seiner unterschiedlichen Festigkeit setzt der Boden den einwirkenden Druckspannungen mehr oder minder großen Widerstand entgegen, bzw. er wird nach dessen Überwindung verformt. SOEJINE [6] weist darauf hin, daß sich der Ackerboden in seinem Verhalten gegenüber Belastungen nicht dem HOOK'schen Gesetz unterordnet, d. h. seine Verformungen sind nicht den auf ihn einwirkenden Druckspannungen proportional.

Die Verformbarkeit der Ackerböden wird praktisch in Form der Schlepper- und Gerätespuren sichtbar und als Bodenverdichtung pflanzenphysiologisch und energetisch wirksam. Die zwischen dem spezifischen Bodendruck der Landmaschinen und dem Bodenzustand bestehenden Relationen drücken sich im unterschiedlichen Grad der Verfestigung des Bodens aus. Viele Erkenntnisse der Bodenmechanik konnten zur Klärung bodentechnologischer Probleme nutzbringende Verwendung finden. Es ist daher verständlich, daß sich die Landtechniker auch beim Studium des Bodenverhaltens unter Landmaschinenrädern dieser Erkenntnisse bedienen.

In der Bodenmechanik erfolgt die Darstellung der unter Druckeinwirkung hervorgerufenen Bodenverfestigung

*) Institut für landwirtschaftliches Versuchs- und Untersuchungswesen Jena (Direktor: Prof. F. KERTSCHER).