

Abb. 4: Doppeltwirkende Hydraulikzylinder für die Werkzeugbetätigung mit schneller Ausfahrgeschwindigkeit

Boden seine Ladestellung relativ zur Schwinge erreicht. Über einen Endlagenschalter werden dann die Werkzeugzylinder abgeschaltet und die Schwinge senkt sich bis zum Boden in Ladeposition.

Wenn diese Automatik in Verbindung mit einer hydraulischen Parallelführung angeboten wird, so erfolgt das Schaufelzurückschwenken unabhängig von der Schwingsenkgeschwindigkeit und es wird dann über einen am Werkzeug befestigten Quecksilberschalter als Lagegeber noch vor Bodenberührung auf Parallelführung umgeschaltet.

Hydraulik und Bedienung

Zum Betrieb der Frontlader wird die schleper-eigene Hydraulikanlage verwendet. Die Anzahl und Art der benötigten Hydraulikanschlüsse hängt vom Ausrüstungsstand des Frontladers ab. Im einfachsten Fall wird nur ein einwirkendes Steuerventil benötigt. Ist der Frontlader dagegen mit dop-

peltwirkenden Hubzylindern und hydraulischer Werkzeugbetätigung ausgerüstet und befinden sich am Werkzeug selbst auch noch Hydraulikzylinder (etwa Ballenhubstapler), so sind bis zu drei doppeltwirkende Steuerventile erforderlich.

Da die Schlepper in der Regel so ausgerüstet sind, daß jedes Steuerventil durch einen Hebel betätigt wird, ist ein häufiges Umgreifen erforderlich. Daher bieten einige Frontlader-Hersteller die sogenannte Einhebelbedienung an, mit der eine Betätigung aller Frontladerfunktionen ohne Umgreifen möglich ist. Dabei wird ein außerhalb der Schlepperkabine befindlicher Ventilblock über Bowdenzüge mechanisch durch einen Hebel bedient. Neben den fünf Funktionen Heben, Senken, Schöpfen, Schütten und Schwimmstellung können zusätzlich über Elektroschalter am Hebelgriff folgende Funktionen bedient werden:

- Eilgang Ein/Aus
- Parallelführung Ein/Aus
- Schaufelrückführung Ein/Aus.

Durch weitere elektrische Schaltfunktionen können Ventile betätigt werden, die entweder die doppeltwirkenden Zylinder der Werkzeugbetätigung oder zusätzlich am Werkzeug angebrachte Zylinder (etwa bei der Silagezange) mit Öl beaufschlagen, so daß sich ein doppeltwirkendes Ventil am Schlepper einsparen läßt.

Zusammenfassung

Der heutige Entwicklungsstand der Frontladertechnik hat ein hohes Niveau erreicht. Die Möglichkeit der hydraulischen Werkzeugbetätigung sowie des automatischen Ablaufs verschiedener Bewegungsfunktionen des Werkzeuges haben zu einer Steigerung der Ladeleistung geführt. Um dem Fahrer die Arbeit zu erleichtern und ständiges Umgreifen zu vermeiden, werden die Betätigungselemente zunehmend in einen Hebel integriert, so daß der Fahrer nur noch zwischen Gangschalthebel und Frontladerbetätigungshebel wechseln muß.

Während sich die Hersteller bei der Verbindung zwischen Werkzeug und Schwinge auf ein System geeinigt haben, bieten sie bei der Verbindung Schwinge und Anbaurahmen unterschiedliche Lösungen an, um die Verwendung von Fremdfabrikaten auszuschließen.

Die zukünftige Entwicklung in der Frontladertechnik wird sicher auch durch den vermehrten Einsatz von Hydraulik in Verbindung mit der Elektronik bestimmt werden. Allerdings ist an den Einsatz von Proportionalventilen oder Mikrocontrollern zur Steuerung automatisch ablaufender Bewegungen, ähnlich wie bei Erdbaumaschinen, in naher Zukunft nicht zu denken.

Wiegemöglichkeiten in der Schlepperdreipunkthydraulik

Von Hermann Auernhammer, Markus Demmel und Hans Stanzel, Weihenstephan *)

Jede Betriebsführung benötigt exakte Daten über verbrauchte Produktionsmittel. Für den Landwirt sind dies insbesondere Ausbringmengen von Düngemitteln und Gewichte von Futterstoffen. Deren Erfassung ist bisher jedoch nur in Ansätzen gelöst oder über gängige Wiegesysteme sehr teuer. Mit Hilfe unterschiedlicher Sensoren in der Schlepperdreipunkthydraulik sollten deshalb billigere Möglichkeiten für eine Gewichtskontrolle untersucht werden. Zusätzlich mußte eine Datentransfermöglichkeit vom Schlepper in den Betriebscomputer erprobt werden. Der nachfolgende Beitrag schildert den Versuchsaufbau und die Versuchsergebnisse. Ein erster Praxiseinsatz ergänzt die Untersuchungen.

Every management needs exact data on used production inputs. For the farmer these are especially applied quantities of fertilizer and the weight of feed. They have only been recorded to a small extent til now and recording is very expensive with common weighing systems. Using various sensors in the tractors three-point linkage, cheaper possibilities for weight control should be investigated. Additionally, the possibility for data transfer from the tractor to the farm computer should be tested. The following contribution explains the test structure and the test results. A first practical test on the farm supplements the investigation.

In der Landwirtschaft werden zumeist ohne genaue Vorstellung über Mengen und Gewichte Güter in großem Umfang geerntet, umgeschlagen, transportiert, eingelagert und wieder verbraucht. In vielen Betrieben wird dann mit modernsten Managementhilfen versucht, Ertrag und Aufwand auf Basis der sehr vagen Kenntnisse über Produkt- und Produktionsmittelmengen zu optimieren. Daß dies nicht der zukünftige Weg sein kann, versteht sich nahezu von selbst. Im

*) AOR Dr. Hermann Auernhammer ist wissenschaftlicher Mitarbeiter, Dr. Hans Stanzel Leiter der Meßtechnik am Institut für Landtechnik (Leitung: Prof. Dr. H.-L. Wenner) der TU München-Weihenstephan, Markus Demmel ist Doktorand am gleichen Institut.

Sinne einer optimierten Betriebsführung müssen deshalb Mengen und Gewichte exakt erfaßt und die entsprechenden Daten dem Management zugeführt werden.

Da auch in Zukunft nur wenige Landwirte die Möglichkeit haben werden, mit eigener Fuhrwerkswaage oder auf einer nahegelegenen öffentlichen Waage Kontroll- oder Totalwiegungen vorzunehmen, müssen für den Landwirt einsetzbare Lösungen gesucht werden. Insbesondere bietet sich dazu der Schlepperkraftheber an, denn er besitzt in Verbindung mit unterschiedlichen Maschinen und Geräten eine Universalfunktion.

Aufbauend auf diese Überlegungen werden derzeit erste Schlepperdreipunktwaagen auf dem Markt angeboten. Sie stellen Zusatzgeräte dar und erfordern einen Investitionsbedarf von annähernd 8000,- DM. Trotz sehr guter Genauigkeit dürfte gerade an diesen Preisvorstellungen der einzelbetriebliche Einsatz scheitern.

In eigenen Untersuchungen sollten deshalb ausgewählte Sensoren in den Schlepperheckkraftheber integriert und die damit verbundenen Möglichkeiten und Grenzen einer Gewichtsermittlung untersucht werden.

Sensorenauswahl und -anbringung

Die Wiegeversuche wurden in Verbindung mit einem Schlepperhersteller durchgeführt. Er rüstete einen 63 kW-Schlepper mit Allradantrieb werksseitig mit vier unterschiedlichen Sensoren aus (Abb. 1). Folgende Zielstellung wurde verfolgt:

- Alle Sensoren sollten in parallelen Messungen unter gleichen Bedingungen untersucht werden.
- Die entsprechenden Messungen sollten wichtige Einflüsse erfassen, wobei insbesondere der Einfluß der Längs- und Querneigung des Schleppers, die Hydraulikhubhöhe, der Schwerpunktsabstand der zu wiegenden Last und der Einfluß des Wiegeablaufes selbst auf die erzielbare Genauigkeit untersucht werden sollten.

Drucksensor

Dieser Sensor wurde direkt in die Hydraulikleitung des Heckkrafthebers eingesetzt. Nach dem Prinzip der Dehnungsmeßstreifentechnik wandelt dieser Sensor hydraulischen Druck in ein elektrisches Signal um.

Dehnungsmeßstreifen am Oberlenker

Zur Messung der auftretenden Zugkräfte am Oberlenker wurde dieser zur Erhöhung der Empfindlichkeit geschwächt und daraufhin an der Schwachstelle mit einem Dehnungsmeßstreifen versehen.

Dehnungsmeßstreifen an den Unterlenkern

Die an den Unterlenkern auftretenden Biegekräfte sollten durch je eine Dehnungsmeßstreifenhalbbrücke pro Unterlenker, geschaltet zu einer Vollbrücke, gemessen werden.

Kraftsensoren in beiden Hubarmen

Für die Kraftsensoren vom Typ GZ 10

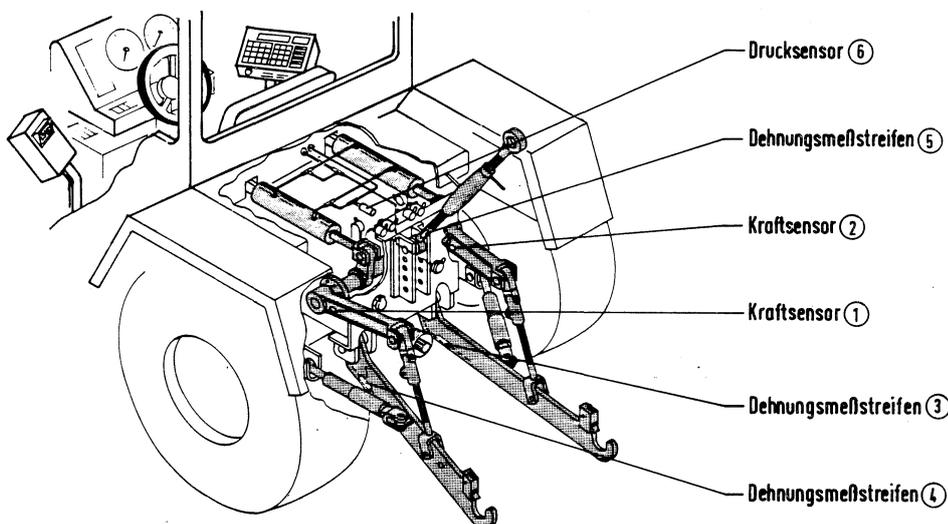


Abb. 1: Anordnung der Sensoren für unterschiedliche Wiegemöglichkeiten in der Schlepper-Dreipunkt-hydraulik

„Gozinta“ wurden vom Schlepperhersteller mit Hilfe der Finite-Elemente-Methode die geeigneten Einbaupunkte in den Hubarmen ermittelt und die Sensoren dort platziert.

Die Wiegeversuche erfolgten in einer Versuchshalle im Stand bei laufendem Motor immer auf der gleichen Fläche.

Die zum Versuch eingesetzten Gewichte wurden vorher genau verwogen und besitzen alle einen definierten Schwerpunkt. So konnte eine Schwerpunktverlagerung bei Erhöhung oder bei Reduzierung der Last verhindert werden. Die Hubhöhe bei den einzelnen Messungen war im Hinblick auf eine bestimmte Bezugsebene immer konstant, wobei eine parallele Ebene zum Boden angestrebt wurde. Diese Einstellung entspricht den Einsatzbedingungen eines Düngerstreuers in der Praxis. Zur Messung der Signalveränderung der Dehnungsmeßstreifen (DMS) bei unterschiedlichen Lasten wurde ein hochempfindliches Digitalvoltmeter eingesetzt (Abb. 2).

Ergebnisse

Die Ausgangssignale aller Sensoren besitzen einen linearen Anstieg bei Erhöhung der Belastung im Kraftheber. Vergleicht

man den Signalverlauf der verschiedenen Sensoren, so zeigen sich aber deutliche Unterschiede (Abb. 3). Den deutlichsten Anstieg besitzen die Kraftsensoren in den Hubarmen bei zunehmender Last. Wesentlich geringer ist der Anstieg beim Drucksensor. Noch geringer ist der Anstieg bei den DMS in den Unterlenkern. Schließlich läßt dazu im Vergleich der Signalverlauf der DMS im Oberlenker mit bloßem Auge keinen Anstieg mehr erkennen. Somit läßt sich schon aus den Signalverhältnissen die zu erwartende Genauigkeit der unterschiedlichen Sensoren abschätzen.

Wiegeablauf

Eine erste Untersuchung galt dann dem Wiegeablauf. Mit unterschiedlichen Lasten wurde folgender Wiegeablauf durchgeführt: Nach Auflegen der Last auf die auf den Boden abgestellte (aber angebaute) Hubgabel wurde das Dreipunktgestänge von unten an die Bezugsebene herangefahren und die entsprechende Messung aller Sensoren durchgeführt. Danach erfolgte der vollständige Aushub der Last bis an den oberen Totpunkt und die Absenkung von oben an Bezugsebene heran. Wiederum wurden alle Sensorsignale erfaßt und danach die Hubgabel auf den Boden abge-

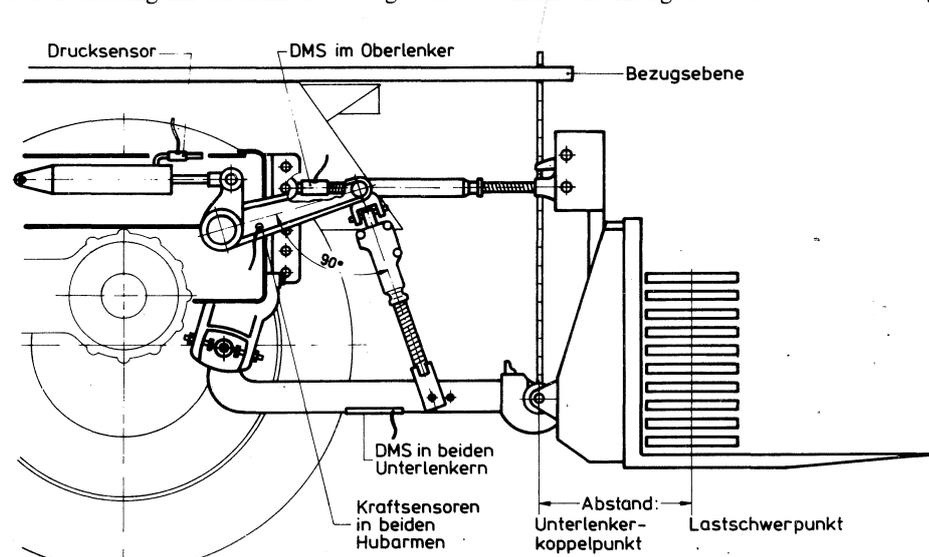


Abb. 2: Anordnung unterschiedlicher Sensoren bei der Gewichtsermittlung in der Dreipunkt-hydraulik

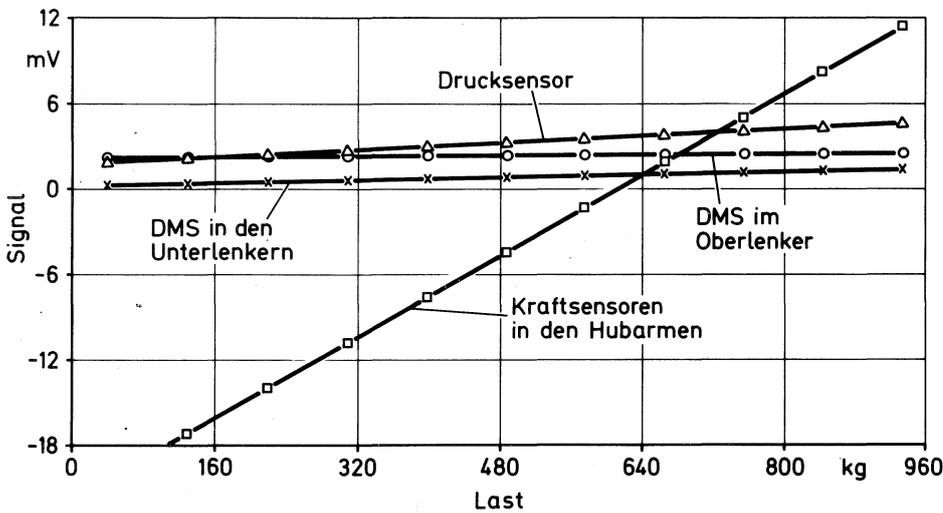


Abb. 3: Signalverlauf unterschiedlicher Sensoren bei der Gewichtsermittlung in der Dreipunkthydraulik

senkt. Mit jeweils erhöhter Last erfolgte dann ein entsprechender Wiegezyklus. Nach Test aller Lasten wurden zehn vollständige Wiederholungen durchgeführt. Insgesamt ergab sich folgendes: Sowohl der hydraulische Haltdruck wie auch die Biegekräfte in den Unterlenkern und die Kräfte in den Hubarmen waren nach dem Absenken geringer als nach dem Anheben auf die Meßposition, wobei nach dem Anheben auf die Meßposition die Meßwerte eine Drift nach unten aufwiesen. Für alle Folgemessungen wurde deshalb der Wiegezyklus abgeändert. Um die durch Reibungen und Verspannungen im Dreipunktgestänge verursachten Einflüsse möglichst gering zu halten, wurden fortan alle Messungen nach vollkommenem Ausheben und daran anschließendem Absenken auf die Meßposition (Bezugsebene) vorgenommen.

Einflüsse von Längs- und Querneigung
Die Versuche zum Einfluß von Längs- und Querneigung ergaben ein äußerst einheitliches Bild. Eine Längsneigung von bis zu 3% (entspricht 7 cm an der Schlepperfront des Testschleppers) bzw. Querneigung bis 3% (entspricht 4 cm als Differenzhöhe) führten zu keinen meßbaren Veränderungen der Ergebnisse.

Auch Neigungen bis zu 5% (bei Längsneigung entsprechen 5% einer Höhenveränderung am Testschlepper an der Schlepperfront um 17 cm) sind in der Längs- und Querachse zu vernachlässigen. Längs- und Querneigungen größer als 5% beeinflussen dagegen die Ergebnisse zunehmend.

Meßergebnisse auf ebenem Untergrund
In mehr als 2000 Einzelmessungen wurden schließlich die Meßfehler der unterschiedlichen Sensoren auf ebenem Untergrund ermittelt. Mittelwerte und Vertrauensbereiche der relativen Fehler der vier verschiedenen Sensoren zeigt Abbildung 4. Deutlich ist der für jeden Sensor typische Verlauf der Abweichungen zu erkennen. Einen nahezu konstanten Fehler über dem gesamten Lastbereich zeigen die Sensoren in den Hubarmen. Konstant sind auch die Meßfehler der Dehnungsmeßstreifen in den

Unterlenkern. Hingegen zeigt der Drucksensor einen eigenen Abweichungsverlauf und beim DMS im Oberlenker kann von einem brauchbaren Meßsignal nicht mehr gesprochen werden. Die Vertrauensbereiche der Meßergebnisse sind sowohl bei den Sensoren in den Hubarmen, wie auch beim Drucksensor

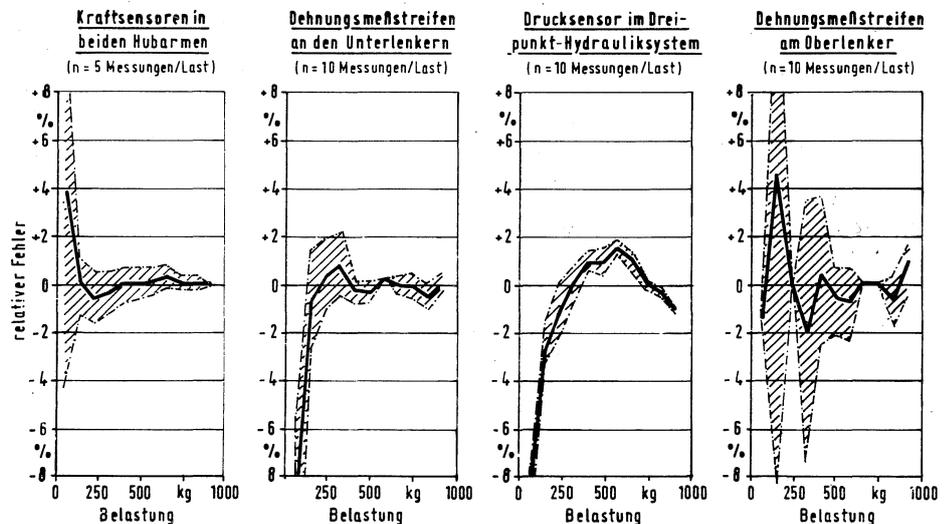
äußerst gering. Sie nehmen bei den DMS in den Unterlenkern deutlich zu und sind beim DMS im Oberlenker so gewaltig, daß alle Ergebnisse dieses Sensors mehr oder weniger Zufallsergebnisse sind.

Bezogen auf diese Ergebnisse nehmen die relativen Fehler mit zunehmender Last immer ab. Daraus resultiert die Forderung, erforderliche Kalibriervorgänge niemals im unteren Lastbereich (beispielsweise Leergewicht des Gerätes) durchzuführen, da sonst zu starke Fehler in das System hineingetragen werden können.

Einfluß der Hubhöhe

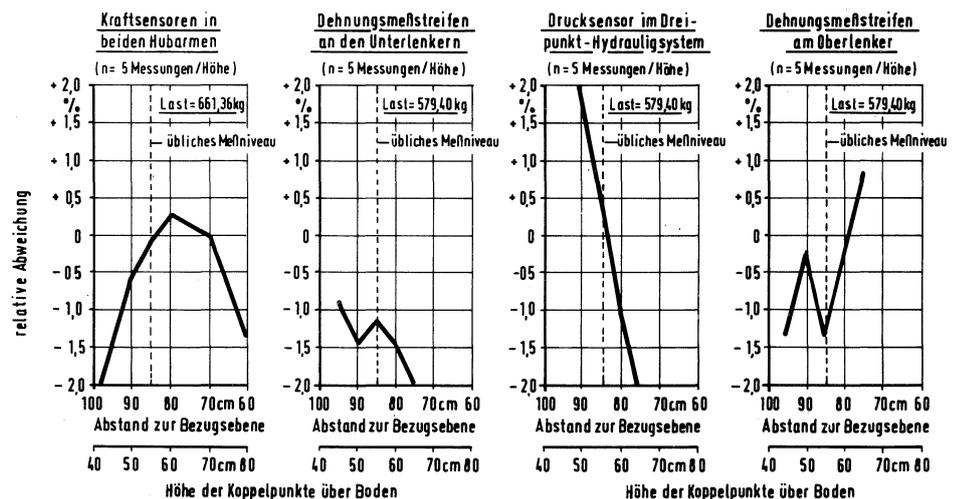
Eine Untersuchung bei unterschiedlichen Hubhöhen sollte Aufschluß über die zu fordernde Exaktheit bei der Einstellung der Wiegeposition geben (Abb. 5). Zu beachten ist dabei, daß bei diesen Versuchen die Hubstreben die gleiche Länge hatten und daß damit zwischen Hubarmen und Hubstreben ein unterschiedlicher Winkel auftrat.

Setzt man voraus, daß die ideale Wiegeposition ohne technische Hilfsmittel nur durch Markierungen am Hydrauliksteuergerät



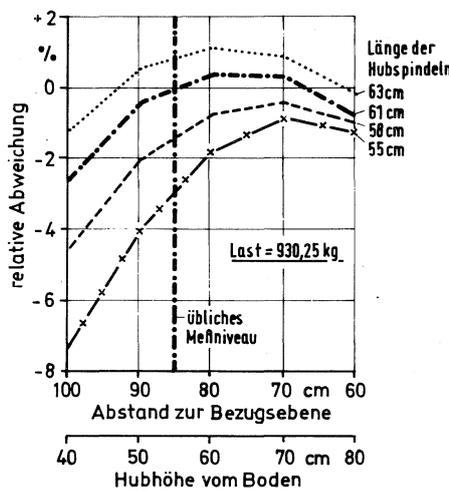
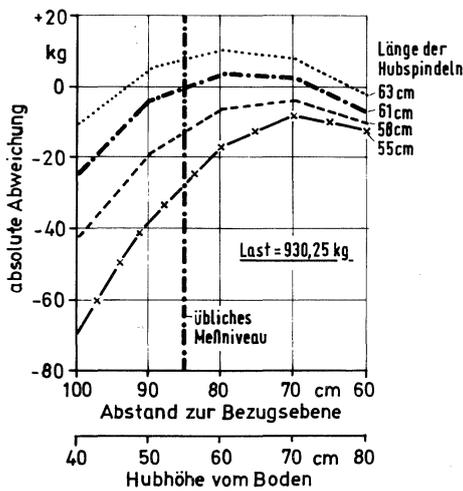
(Schlepper mit 63 kW, Messungen im Stand bei laufendem Motor; Unterlenkerposition parallel zur Bezugsebene; konstanter Schwerpunktabstand)

Abb. 4: Mittelwert und Vertrauensbereich der relativen Fehler bei der Gewichtsermittlung in der Dreipunkthydraulik mit unterschiedlichen Sensoren (P = 95%)



(Schlepper mit 63 kW, Messungen im Stand bei laufendem Motor; konstanter Schwerpunktabstand)

Abb. 5: Mittlerer relativer Fehler bei der Gewichtsermittlung in der Dreipunkthydraulik mit unterschiedlichen Sensoren in Abhängigkeit von der Hubhöhe



Schlepper 63 kW, Messung im Stand bei laufendem Motor, konstanter Schwerpunktabstand; 5 Messungen/Höhe und Spindellänge

Abb. 6: Absolute und relative Fehler bei der Gewichtsermittlung in der Dreipunkthydraulik mit Kraftsensoren „Gozinta“ in beiden Hubarmen in Abhängigkeit von Hubspindellänge und Hubhöhe

eingestellt werden soll, kann diese Position normalerweise auf ± 5 cm genau angefahren werden. Unter diesen Bedingungen tritt beim Wiegesystem mit Kraftsensoren eine zu vernachlässigende Abweichung von $\pm 0,5$ % der Last auf, ähnlich wie beim System mit DMS in den Unterlenkern, die nur $\pm 0,2$ % Abweichung von der Last bewirken. Die Abweichungen der DMS am Oberlenker betragen bereits $\pm 0,7$ % der Last und die des hydraulischen Haltedruckes gar $\pm 1,5$ %.

Einfluß unterschiedlicher Hubstrebenlängen

Da in der Praxis nicht sichergestellt werden kann, daß nach wechselnden Arbeiten die Hubstreben immer auf die gleiche Ausgangslänge zurückgestellt werden, wurde auch diese Abhängigkeit untersucht (Abb. 6).

Bei diesen, nur mit den Kraftsensoren „Gozinta“ durchgeführten Messungen stellte sich heraus, daß nur geringfügige Längenänderungen der Hubstreben über eine starke Änderung der Winkel Hubarm – Hubstrebe höhere Fehler bewirken als ein weniger genaues Einhalten der Hubhöhe. Eine Längenveränderung der Hubstreben um ± 3 cm, ausgehend von der als Bezugslänge bei den Messungen gewählten Länge von 61 cm, bewirkte bereits eine relative Abwei-

chung von $\pm 1,5$ %. Eine auf etwa einen Zentimeter genaue Einhaltung der bei der Kalibrierung eingestellten Hubstrebenlänge sollte in Hinblick auf ausreichende Wiegegenauigkeit eingehalten werden.

Einfluß des Schwerpunktabstandes

Zuletzt wurde noch der Einfluß des Schwerpunktabstandes auf die Signalhöhe analysiert. Hierzu wurden die Gewichte in Ab-

ständen von jeweils 10 cm ausgehend von 40 cm bis auf 80 und 100 cm Abstand nach hinten versetzt (Abb. 7).

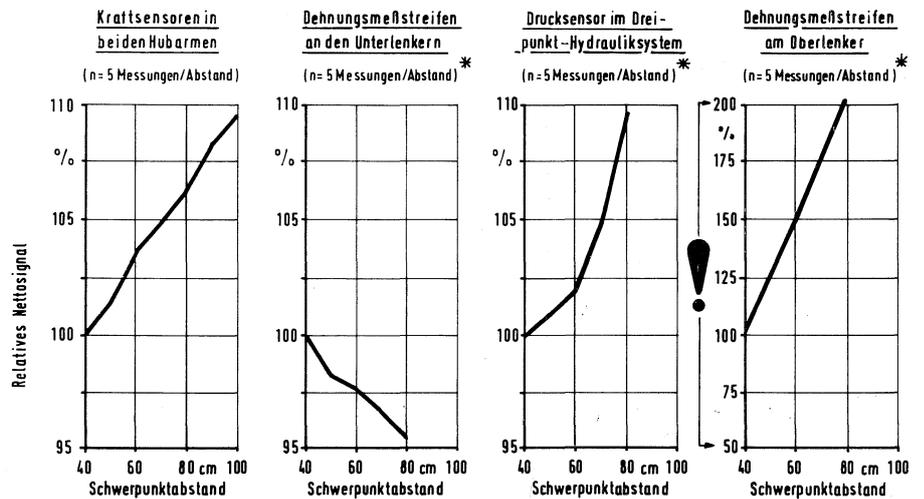
Während die Kraftsensoren und die DMS am Oberlenker eine streng lineare Signalerhöhung aufwiesen, nahm das Signal der DMS im Unterlenker mit zunehmendem Schwerpunktabstand linear ab. Das Signal des hydraulischen Haltedruckes wies dagegen eine nicht lineare Zunahme auf.

Abschließende Beurteilung der Sensoren

In Tabelle 1 werden zusammenfassend die untersuchten Sensoren danach bewertet, inwieweit sie sich für die Gewichtsermittlung in der Schlepperdreipunkthydraulik eignen.

Da die DMS in den Unterlenkern, obwohl sie vom Schlepperhersteller appliziert wurden, wegen Kondensatbildung irreparabel ausfielen, scheint dieses System für den Robustbetrieb nicht geeignet zu sein. Ebenso wenig kann das System DMS am Oberlenker zum Einsatz kommen, die notwendigen Sicherheitsreserven verbieten eine stärkere Schwächung des Querschnittes, um eine ausreichende Empfindlichkeit zu erlangen.

Für weitergehende Versuche wurden deshalb nur noch die Kraftsensoren Gozinta



(Schlepper mit 63 kW, Messungen im Stand bei laufendem Motor, konstante Unterlenkerposition zur Bezugsebene, Last 579,4 kg, * maximaler Schwerpunktabstand 80 cm)

Abb. 7: Relative Veränderung der mittleren Nettsignale unterschiedlicher Sensoren bei der Gewichtsermittlung in der Dreipunkthydraulik in Abhängigkeit vom Schwerpunktabstand

Kompaktschlepper mit allem Drum und Dran für Winterdienst, Gartenbau, Landschafts- und Anlagenpflege.

ISEKI

ISEKI-Maschinen GmbH Deutschland
Rudolf-Diesel-Str. 4,
4005 Meerbusch 2
Telefon: 0 21 59/5 20 50

... macht sich jeden Tag bezahlt!

Tab. 1: Eignung unterschiedlicher Sensoren für die Gewichtsermittlung in der Schlepper-Dreipunkt-hydraulik

Anforderungen	Kraftsensoren in beiden Hubarmen	Dehnungsmeßstreifen an den Unterlenkern	Drucksensor im Dreipunkt-hydr. system	Dehnungsmeßstreifen am Oberlenker
Meßgenauigkeit	sehr gut	gut	gut	ungenügend
Signalaufbereitung	leicht	schwierig	günstig	nicht möglich
Fehler bei der Nichteinhaltung der Meßpositionen (Abweich. ± 5 cm)	klein	klein	groß	mittel
Fehler bei einer Längs- und Seitenneigung kleiner 5 Grad	klein	klein	klein	klein
Betriebssicherheit	groß	ungenügend	groß	ungenügend
Nachrüstbarkeit	möglich	schwierig	einfach	schwierig
Kosten der Sensoren	gering	-----	mittel	-----

eingesetzt. Zur Signalaufbereitung diente ein DMS-Verstärker mit Tiefpaßfilter und Spannungsfrequenzwandler, der dem nachgeschalteten Bordcomputer ein Signal zwischen 0 und 33 Hz übergibt.

Für die Kalibrierung des Wiegesystems „Weihenstephan“ wurde nach verschiedenen Versuchen folgender Weg entwickelt: Bei einem bestimmten Schwerpunktabstand s_1 ist die ermittelte Last

$L = k_1 \cdot x$ ($k =$ Korrekturfaktor, $x =$ Impulse),

bei einem anderen Schwerpunktabstand s_2 ist die Last $L = k_2 \cdot x$.

Durch die in den Versuchen nachgewiesene streng lineare Abhängigkeit des Korrekturfaktors vom Schwerpunktabstand gilt

$$L = (a + b \cdot s) \cdot x$$

Durch diese, einmal ermittelte und eingespeicherte Gleichung erfolgt der für jedes neu angebaute Gerät notwendige Abgleich nur durch Eingabe des gerätespezifischen Schwerpunktabstandes.

Systematische Fehler, die bei der sich ansonsten anbietenden Eichung über die zwei Punkte „leeres Gerät“, „volles Gerät“ auftreten können, sind somit ausgeschaltet.

Der nach diesen Vorschlägen modifizierte Bordcomputer bietet außer mehreren unterschiedlichen Tarafunktionen auch die Möglichkeit, die Wiegedaten zusammen mit anderen schlagspezifischen Werten auf eine Memory-Card abzuspeichern. Diese Memory-Card mit bis zu 64 k Byte Speicherplatz dient als Übertragungsmedium auf den Betriebscomputer, der mit Hilfe geeig-

netter Software – diese wurde ebenfalls auf der Agritechnica '87 vorgestellt – das Datentmaterial in die Schlagkartei einbringt.

Erste Praxiserfahrungen und Ausblick

Im Sommer 1987 wurde ein umfassender Praxiseinsatz zur Weizenspätndüngung durchgeführt. Während mehrerer Tage wurden 5 t Mineraldünger ausgebracht und fortlaufend auf einer Fuhrwerkswaage Vergleichswiegungen vorgenommen. Am Ende wurde eine Differenz von nur 60 kg ermittelt, die zu einem nicht unbeträchtlichen Teil auf verbrauchten Treibstoff zurückgeführt werden kann.

Weitere Praxiseinsätze werden derzeit gefahren. Dabei kommen nur noch die Sensoren in den Hubarmen und der Drucksensor zum Einsatz. Von beiden Systemen sollen dann jeweils die korrespondierenden Meßwerte erfaßt und vergleichend gegenübergestellt werden. Daraus sollen neben Erfahrungen über die Zuverlässigkeit auch weitere Erkenntnisse über die Bevorzugung des einen oder des anderen Systems abgeleitet werden.

Literatur

- [1] Auernhammer, H. und H. Stanzel: Untersuchungen an Sensoren für Wiegemöglichkeiten in der Schlepperdreipunkthydraulik. Kurzfassung der Vorträge „Landtechnik 1987“, VDI und MEG in Braunschweig 1987, S. 41–43
- [2] Knechtgens, H.: Behälterwägung im Dreipunktanbau, Landtechnik, 43 (1988), H. 5, S. 218–220
- [3] Schrottmeier, J.: Rahmenlose Messung der Kräfte am Dreipunktanbau. Kurzfassung der Vorträge „Landtechnik 1987“, VDI und MEG in Braunschweig 1987, S. 38–40
- [4] Spinnler, R.: Untersuchungen über Wiegemöglichkeiten in der Schlepperdreipunkthydraulik. Diplomarbeit, Institut für Landtechnik, Weihenstephan, 1987

Wartungszustand von Ackerschleppern

Von Werner Holz, Kiel, Hans Eggers, Rendsburg, und Friedrich-Karl Otto, Darmstadt*)

Auf Initiative der DEULA, der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein und des dortigen Landesinnungsverbandes des Landmaschinenmechanikerhandwerks wurden im Frühsommer 1988 auf verschiedenen Standorten in Schleswig-Holstein 80 Schlepper mit einer Einsatzdauer je Schlepper von mindestens 3000 Stunden und einem Lebensalter von maximal zwölf Jahren auf ihren Wartungs- und Leistungszustand nach folgenden Kriterien untersucht:

- Zapfwellenleistung
- Kraftstoffverbrauch
- Zustand Luftansaugsystem mit Luftfilter
- Turbo-Ladedruck
- Abgastrübung (Schwärzung)
- Entweichgasmenge an der Motorentlüftung
- Hydraulische Leistung der Heckhydraulik
- Sichtprüfung, Undichtigkeiten und optischer Zustand

Nachfolgend werden die wichtigsten Auswertungsergebnisse zusammengefaßt.

Through the initiative of DEULA (German Training Centres of Agricultural Engineering), the chamber of agriculture in Sleswig-Holstein and the state organization of farm machinery business, 80 tractors from various locations, which were each utilized at least 3000 hours and were not more than 10 years old, were tested for their maintenance and performance level using the following criteria:

- p. t. o. performance
- fuel consumption
- condition of air inlet system and air filter
- turbocharger pressure
- exhaust gas cloudiness
- gas quantity escaping at the engine's air vent
- hydraulic power at the rear of tractor
- visibility test, leakages and visual condition.

The most important results of the evaluation are presented, as follows.

Bei der Auswertung wurden die Schlepper in folgende Leistungsgruppen unterteilt:

	Anzahl	Betriebsstunden
bis 37 kW	9	6910
37 bis 59 kW	27	4005
59 bis 88 kW	18	4260
über 88 kW	26	3271

Das Durchschnittsalter der Schlepper betrug 10,0 Jahre mit durchschnittlich 4132 Betriebsstunden.

Zapfwellenleistung

Die gemessene Motorleistung schwankte (vgl. Tabelle 1). Auffallend ist, daß in der Größenklasse über 88 kW immerhin 27,0 %

*) Dipl.-Ing. agr. Werner Holz ist an der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein in Kiel tätig, Hans Eggers war bis Ende August an der DEULA-Lehranstalt Rendsburg. Dr. Friedrich-Karl Otto ist Geschäftsführer der DEULA. Die Untersuchung wurde dankenswerterweise durch die Rentenbank, Frankfurt, finanziell unterstützt.