

## Achslastverstärkung des Ackerschleppers beim Zug zweiachsiger Wagen

Von den in der Landwirtschaft anfallenden Arbeiten sind bei fast allen Betriebsformen über die Hälfte Transportarbeiten. Hilfsmittel hierfür sind der Ackerschlepper als Kraftquelle und der Anhänger als Transportmittel in unseren Wirtschaftsgebieten. Damit ergibt sich die Notwendigkeit, den Ackerschlepper so auszulegen, daß er mit den landwirtschaftlichen Anhängern zu einer voll funktionsfähigen Einheit wird. Die Transportarbeiten erfordern vor allem eine möglichst große Zugkraft, die nur über eine entsprechende Achsbelastung der Triebachse zu erreichen ist. Hierfür gibt es nur zwei Möglichkeiten: entweder ein entsprechendes Achsgewicht oder aber eine dynamische Achslastverstärkung<sup>1)</sup>.

Neben den Transportarbeiten sind aber noch wesentliche andere Funktionen wie Bestell- und Pflegearbeiten vom Ackerschlepper durchzuführen und außerdem die Herstellungskosten zu berücksichtigen, so daß von den Ackerschlepper-Herstellern Kompromisse geschlossen werden müssen. Es erscheint deshalb sinnvoll, den zweiten der obengenannten Wege besonders zu untersuchen. Für den Einachsanhänger mit seiner Stützlast im Anhängepunkt ergibt sich von vornherein eine entsprechende Achslastverstärkung der Ackerschleppertriebachse. Darüber hinaus ist mit der Hitch-Kuppung der Firma Massey-Ferguson eine Lösung für diesen Wagentyp auf dem Markt vorhanden, die wegen der günstigen Anlenkung vor der Hinterachse brauchbar ist. Neben dieser Möglichkeit sind in den vergangenen Jahren verschiedene andere Anhängungen bekannt geworden wie die des Deutz-Hydrokippers, welche jedoch noch keine allgemeine Bedeutung erlangt haben [1].

Zu erwähnen ist hierbei auch die beim allradgelenkten Alpenland-Schlepper angewandte Möglichkeit, den Schlepper in der vertikalen Längsebene über eine starre Verbindung mit dem Anhänger zu verriegeln und dadurch die Vorderachsbelastung aufzuheben und auf die Triebachse zu übertragen, ohne daß die Seitenbeweglichkeit beeinträchtigt wird. Die Lenkung erfolgt dann über die ebenfalls gelenkte Hinterachse. Ein Blick in die Patentliteratur zeigt, daß es sich bei der Frage der Achslastverstärkung nicht nur um ein rein landtechnisches Problem handelt, sondern daß auch in der allgemeinen Fahrzeugtechnik vielfache Versuche und Vorschläge gemacht worden sind, durch geeignete Vorrichtungen die Zugkraft der Antriebsachse durch dynamische Achslastverstärkung zu verbessern.

### 1. Hilfsmittel der Praxis

Bei einer genauen Untersuchung der Möglichkeiten, die Achslast der Triebachse des Ackerschleppers zu verstärken, fällt zunächst auf, daß bereits die Landwirtschaft verschiedene Lösungen mit Erfolg selbst anwendet. So kann bei der Anhängung von Zweiachsern in einigen Fällen von einer, wenn auch im allgemeinen geringen, dynamischen Achslastverstärkung Gebrauch gemacht werden, wenn sie das bei manchen Ackerschleppern höhenverstellbare Zugmaul in die höchstmögliche Stellung bringt und dann den Wagen anhängt. Hierdurch gelingt es mit geringen Mitteln (Bild 1), durch die damit erreichte Richtung der Zugkraft ein dieser Kraft proportionales Moment zu erzielen, welches die Vorderachse entlastet und die Hinterachse belastet. Leider hat dieses Verfahren einen entscheidenden Nachteil, nämlich

den, daß bei auftretendem Schub durch den Anhänger — beziehungsweise beim Bergabfahren — die Hinterachse entlastet und die Bremsfähigkeit erheblich reduziert wird. Gleichzeitig wird bei Kurvenfahrt in diesem Zustand die Fahrsicherheit nochmals reduziert, da mit der geringeren Hinterachslast auch die Seitenführung der Hinterräder herabgesetzt und Momente um die Schlepperlängsachse und Hochachse auftreten, die diesen zur Kurvenaußenseite überrollen und den Kurvenradius zu verkleinern suchen. Darüberhinaus kann durch diese Art der Selbsthilfe die Vorderachsentlastung soweit gehen, daß der Ackerschlepper aufbäumt und seine Lenkfähigkeit verliert beziehungsweise sogar zurückschlägt.

Eine andere Möglichkeit besteht darin, die Hubkraft der Dreipunkthydraulik auszunutzen und mit Hilfe der Ackerschiene unter die Zugdeichsel des Anhängers zu drücken. Dadurch gelingt es, entsprechend der Hubkraft des Krafthebers eine zusätzliche Hinterachsbelastung zu erzielen; sie ist von der Zugkraft nur wenig abhängig. Der Einfluß der Zugkraft wird bestimmt durch die Höhe des Zugmaules und die Richtung der Wagendeichsel. Die durch alle Einflüsse auftretende Hinterachsbelastung ergibt gleichzeitig eine entsprechende Vorderachsentlastung, die beachtet werden muß. Besonders bei leichteren Ackerschleppern ist es zur Erhaltung der Lenkfähigkeit erforderlich, durch entsprechenden Frontballast eine ausreichende Restvorderachslast zu erhalten.

Die Verwendung der Ackerschiene zum Drücken unter die Deichsel des Wagens bereitet leider, so einfach es zunächst klingt, einige Schwierigkeiten. Diese beruhen darauf, daß sowohl die Ackerschiene als auch die Anhängedeichsel durch die auftretenden Beanspruchungen und besonders die bei Bodenunebenheiten infolge des verspannten Ackerschlepper-Wagen-Systems möglichen Spitzenbeanspruchungen überlastet und verbogen werden. Außerdem ist es nur bei wenigen Deichseln unserer landwirtschaftlichen Anhänger ohne weiteres möglich, mit der Ackerschiene direkt gegen diese zu drücken, ohne den vorhandenen Zapfwellenantrieb des Wagens oder die Auflaufbremseinrichtung zu beschädigen. Weiter ist mit der Ackerschiene allein nur bei Geradeausfahrt eine Achslastverstärkung zu erzielen, da bei Kurvenfahrt nur bei unten glatter Anhängedeichsel keine Verspannungen und Beschädigungen auftreten. In den Bildern 2 und 3 sind Möglichkeiten aufgezeigt, wie mit betrieblichen Mitteln oder mit Hilfe der Landmaschinen-Werkstätten Abhilfe geschaffen werden kann.

Bild 3 zeigt die Hilfseinrichtung, die erforderlich ist, um einen Schutz und eine Verstärkung der Anhängedeichsel des Wagens zu erreichen. Die eingezeichnete Rolle soll eine Seitenbewegung bei Kurvenfahrt ermöglichen und muß so lang

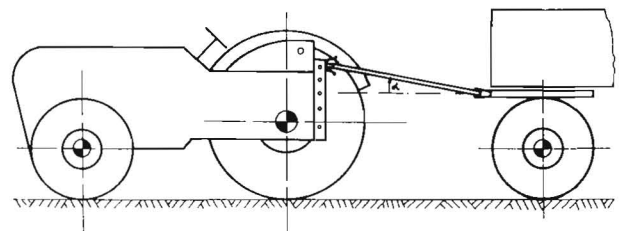


Bild 1: Zugkraftverstärkung durch steile unter einem Winkel  $\alpha$  angehängte Wagendeichsel

<sup>1)</sup> Diese Arbeiten wurden in der Bayerischen Landesanstalt für Landtechnik Weißenstephan (Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. W. G. BRENNER / Prof. Dr. Dr. M. HUPFAUER) durchgeführt mit Mitteln des KTL, dem an dieser Stelle verbindlichst gedankt sei. Gleichfalls danke ich meinem ehemaligen Mitarbeiter Herrn Ing. HERPPICH für die Versuchsdurchführung

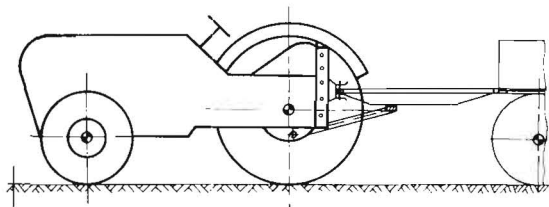


Bild 2: Zugkrafthöherung durch Einsatz der Ackerschleppschiene gegen die Wagendeichsel zur Achslastverstärkung

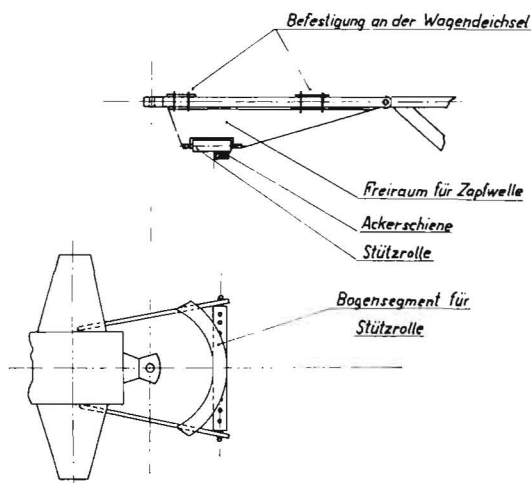


Bild 3: Zusatzvorrichtungen für den Einsatz der Ackerschleppschiene

oben: Seitenansicht der Wagendeichsel mit Verstärkung und Stützrolle sowie Freiraum für die Zapfwelle  
 unten: Draufsicht auf die Dreipunkt-Hydraulik mit Bogensegment für die Stützrolle

(etwa 200—230 mm) ausgelegt werden, daß die Rolle bei eingeknicktem Gespann infolge des Winkelschlags nicht von der Ackerschleppschiene ablaufen kann. Wird zusätzlich das in Bild 3 gezeigte Segment auf der Ackerschleppschiene und den Unterlenkern montiert, so kann die Stützrolle kürzer gehalten werden, und es ergeben sich bei Kurvenfahrt günstigere Verhältnisse. Es kann die Stützrolle unter der Deichsel dann einwandfrei abrollen, wenn als Mittelpunkt des Bogensegments der in die Ebene der Unterlenker projizierte Anhängerpunkt (Zugmaul) des Wagens verwendet wird. Nachteilig bei dieser Art ist nur, daß praktisch bei allen Wagen die Deichselverstärkung mit der Stützrolle angebracht werden muß, während das Bogensegment oft so ausgelegt werden kann, daß es zu den auf dem Hof vorhandenen Ackerschleppern geeignet ist.

Wie groß die in Bild 2 dargestellten Verstärkungen auszuweisen sind, und wie weit sie an der Anhängedeichsel nach hinten zum Wagen hin geführt werden müssen, läßt sich nicht allgemein sagen, da dies einmal von den Hubkräften der Dreipunkt-Hydraulik, zum anderen von der Auslegung der Steifigkeit der Anhängedeichsel selbst abhängig ist. Ratsam ist es jedoch, hier mindestens ein U-Profil 50 × 38 cm zu verwenden.

## 2. Einrichtungen am landwirtschaftlichen Anhänger

Es ist jedoch nicht unbedingt erforderlich, den Ackerschlepper mit einer Einrichtung zur Achslastverstärkung auszurüsten. Man kann durchaus die Zugdeichsel des Anhängers mit zusätzlichen Mitteln soweit abändern, daß man durch eine Umlenkung der Zugkraft eine senkrechte Komponente erhält, die zu einer zusätzlichen Hinterachsbelastung des Ackerschleppers führt. Dieser Weg wurde bereits in mehr oder weniger günstiger Form in der Patentliteratur vielfach vorgeschlagen. Eine gute Lösung bietet die bisher von den Wagenherstellern wenig beachtete BORDINSche Anhängervorrichtung (Bild 4). Hier sind die Wagendeichsel und das

Drehgestell durch geringe Abänderungen so umgewandelt, daß für den Fall der Achslastverstärkung die bis dahin starre beziehungsweise nur durch die Auflaufbremse längsbewegliche Deichsel ein Schiebeglied erhält, das nur die Führung des Wagens übernimmt. Die Zugkraft wird jedoch durch einen Ketten- bzw. Seilzug übertragen, die durch einen am Drehgestell angebrachten klappbaren Bügel nach unten umgelenkt ist. Auf diese Weise gelingt es, die Zugkraft unter einem Winkel von ~30 Grad auf den Ackerschlepper zu übertragen. Damit ergibt sich eine senkrechte Komponente, welche — abhängig vom Übertragungswinkel — einen der Zugkraft proportionalen Anteil als Hinterachsbelastung zur Verfügung stellt. Im Rahmen der Untersuchungen konnten diese theoretischen Überlegungen (Bild 5), die sich wie folgt ableiten lassen, experimentell bestätigt werden. Sie sind in Bild 6 zusammengestellt.

$$Z = z \cdot G_{II} \quad (1)$$

$$G_{II} = \frac{1}{a} [G \cdot e + B \cdot (a + b) + Z \cdot h] \quad (2)$$

$$\text{mit } B = \text{tg} \alpha \cdot Z \quad (3)$$

$$G_{II} = G \cdot \frac{e}{a} + \frac{1}{a} [Z \cdot \text{tg} \alpha (a + b) + Z \cdot h]$$

dies bedeutet mit  $G_{II0} = G \cdot \frac{e}{a}$

wobei  $G_{II0}$  = stat. Hinterachsbelastung ist

$$G_{II} = G_{II0} + \frac{1}{a} Z [\text{tg} \alpha (a + b) + h] \quad (4)$$

$$\text{mit } G_{II} = Z/z$$

$$Z = G_{II0} \cdot z + \frac{z}{a} \cdot Z [\text{tg} \alpha (a + b) + h]$$

$$Z = \frac{z \cdot G_{II0}}{1 - \frac{z}{a} [\text{tg} \alpha (a + b) + h]} \quad (5)$$

Beim Aufbäumen des Schleppers wird  $G_V = 0$ , es ergibt sich damit als maximale Zugkraft, bei der dieser Vorgang eintritt:

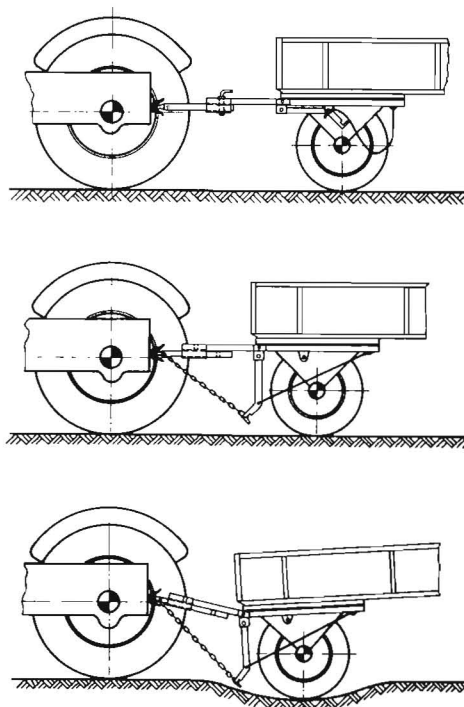


Bild 4: BORDINSche Wagenanhängung

oben: als Normalzug

Mitte: BORDINSche Anhängung in Funktion

unten: Einsatz bei Bodenebenenheiten

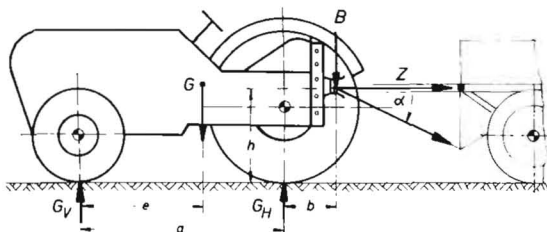


Bild 5: Kräfte am Ackerschlepper bei BORDINScher Wagenanhängung

$$Z_{\max} = \frac{G \cdot (a - e)}{b \cdot \operatorname{tg} \alpha + h} \quad (6)$$

also muß  $Z \leq Z_{\max}$  sein.

Setzt man Gl. (6) in (4) ein, so erhält man die bei diesem Verfahren erreichbare Hinterachslast

$$G_{II} = G_{II0} + \frac{1}{a} G \frac{(a - e)}{b \cdot \operatorname{tg} \alpha + h} \cdot [\operatorname{tg} \alpha (a + b) + h] \quad (7)$$

Verwendet man für die einzelnen Größen folgende Werte, wie sie in etwa bei dem Versuchsschlepper vorlagen, aber allgemein als Mittelwerte der Schlepper um 30 PS anzunehmen sind, nämlich

$$\begin{aligned} a &= 2 \text{ m} & b &= 0,25a = 0,5 \text{ m} \\ e &= 0,6a = 1,2 \text{ m} & h &= 0,35a = 0,7 \text{ m} \end{aligned}$$

und nimmt dazu an, daß der Winkel  $\alpha$  zwischen 15 bis 35 variiert, so ergeben sich Hinterachslasten von:

$$\begin{aligned} G_{II} &= G_{II0} + 0,65 \cdot G \text{ bei } \alpha = 15 \\ \text{bis } G_{II} &= G_{II0} + 0,93 \cdot G \text{ bei } \alpha = 35. \end{aligned}$$

Damit wird deutlich, daß die Achslasten der Triebachse ganz erheblich vergrößert werden können, bis die Vorderachse abhebt. Im Bild 6 sind die Linien für verschiedene Umlenkwinkel  $\alpha$  errechnet und die auf einem Versuchsstand gemessenen Werte der Hinterachslast  $G_{II}$  in Abhängigkeit von der Zugkraft  $Z_N$  aufgetragen. Die statische Hinterachslast des Ackerschleppers betrug  $G_{II0} = 1280 \text{ kp}$  bei  $G = 2105 \text{ kp}$ . Die mit  $Z_N$  bezeichnete untere Linie gibt die durch die normale Anhängung des Wagens im Schlepperzugmaul erzielten Werte wieder, während das schraffierte Feld die mit einem BORDINS-Wagen bei unterschiedlicher Kettenlänge festgestellten Ergebnisse umschreibt. Die erzielten Umlenkwinkel  $\alpha$  lagen dabei zwischen  $\alpha = 20$  bis  $25^\circ$  und decken sich mit den errechneten Werten. Die Meßwerte für  $\alpha = 35^\circ, 45^\circ$  und  $55^\circ$  wurden auf dem Versuchsstand durch Verändern des Kraftschlußbeiwertes  $\kappa$  mit Hilfe der Zugkraft und der Achslasten bestätigt.

Seit einigen Jahren gibt es eine in Schweden erfundene Belastungskupplung, genannt Multipull, für den Schlepperkraftheber, die speziell für den MF 65 entwickelt wurde [2].

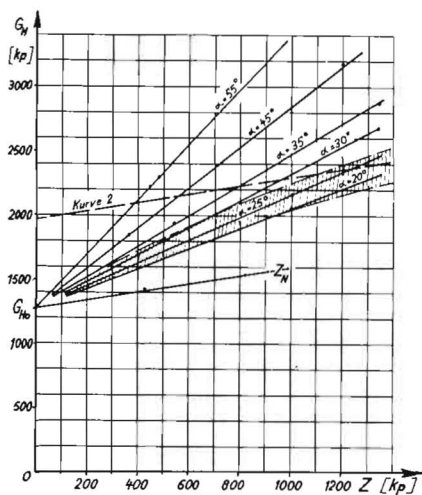


Bild 6: Abhängigkeit der Hinterachslast  $G_{II}$  von der Zugkraft  $Z$  bei den verschiedenen Achslastverstärkungseinrichtungen  $Z_N$  Zugkraft bei normaler Anhängung

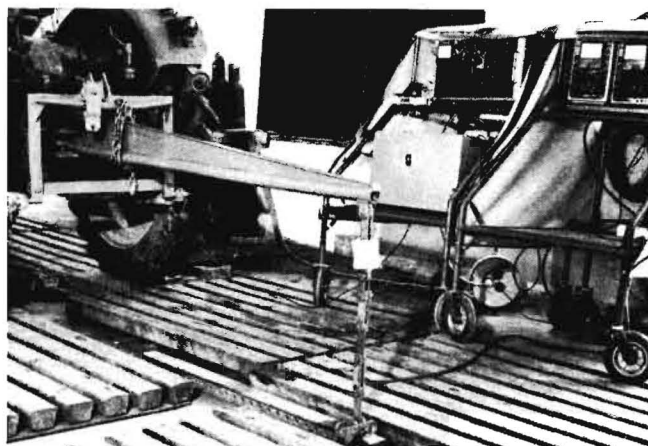
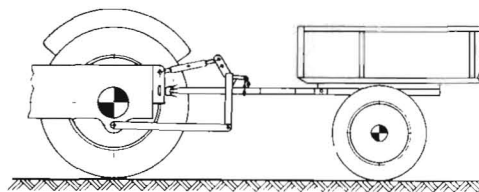


Bild 7: Multipull Hitch

Mazsey Ferguson; oben: Skizze; unten: auf dem Prüfstand

Dieses Gerät ermöglicht — bei genügend biegesteifer Wagendeichsel —, vom Zweiachsanhänger Gewicht auf die Hinterachse des Acker-Schleppers zu verlagern. Diese Zusatzeinrichtung (Bild 7) wurde in den vergangenen Jahren in verschiedenen Ländern mit vorgestellt und vertrieben. Sie besteht aus einem rechteckigen Rahmen, welcher flach liegt und an den beiden unteren Ecken je einen Anlenkpunkt für die Unterlenker sowie oben einen kleinen Bock für den Oberlenker aufweist. An der hinteren Seite ist oben ein Bogen für eine Laufrolle angeschweißt, dessen Mittelpunkt sich etwa senkrecht über dem Anlenkpunkt des Wagens am Ackerschlepper befinden sollte. Wird die Deichsel des Wagens ins Zugmaul eingehängt, so kann die an der Laufrolle befindliche Kette um die Wagendeichsel geschlungen und befestigt werden. Das gleiche gilt für Geräte oder Einachsler, die im Zugpendel angehängt werden. Wird nun der Kraftheber auf Heben geschaltet, so übernimmt der Ackerschlepper die aufgrund der Hubkraft mögliche Last einschließlich der entsprechenden Vorderachsentlastung als zusätzliche Hinterachslast.

Hierfür gilt folgendes (Bild 8):

$$\Sigma M(V) = G \cdot e - G_{II} \cdot a + P_A \cdot \frac{(u - b)}{d} \cdot (a + b + d) = 0 \quad (8)$$

$$G_{II} = \frac{1}{a} G \cdot e + P_A \cdot \frac{(u - b)}{d} \cdot (a + b + d) \quad (9)$$

für den Ackerschlepper allein gilt wiederum bei  $P_A = 0$

$G_{II0} = G \frac{e}{a}$  und die zusätzliche Hinterachslast beträgt

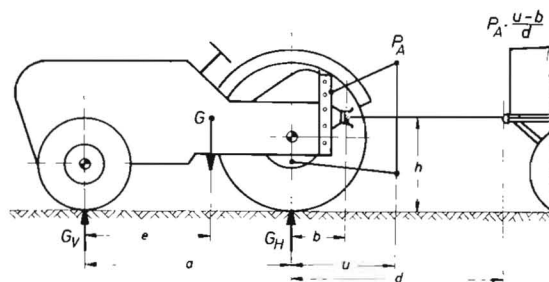


Bild 8: Kräfte am Ackerschlepper mit der Multipull Hitch bei senkrechter Hubkrafteinleitung

$$\Delta G_{II} = \frac{1}{a} \cdot P_{\Lambda} \cdot \frac{(u-b)}{d} \cdot (a+b+d) \quad (10)$$

setzt man  $e = 0,6a$   $e = 0,6a$   
 $u = 0,45a$  als Mittelwerte ein  $u = 0,45a$   
 $b = 0,25a$   $b = 0,15a$   
 $d = 0,75a$   $d = 0,75a$

so ergibt sich:

$$\Delta G_{II} = \frac{1}{a} \cdot P_{\Lambda} (\dots) = 0,533 \cdot P_{\Lambda} \quad G_{II} = 0,76 \cdot P_{\Lambda}$$

Setzt man die Zugkraft der Einfachheit halber als horizontal wirkende Komponente mit ein, so wird:

$$G_{II} = G_{II0} + \frac{1}{a} \cdot P_{\Lambda} \cdot \frac{(u-b)}{d} \cdot (a+b+d) + Z \cdot \frac{h}{a}$$

(Siehe auch Kurve 2 in Bild 5) (11)

In Abhängigkeit von der Hubkraft  $P_{\Lambda}$  läßt sich damit eine bestimmte zusätzliche Hinterachsbelastung erzielen. Leider hat dies Verfahren einige Nachteile, die kurz zusammengefaßt werden:

1. Einschränkungen der Drehmöglichkeit durch den begrenzenden Rahmen, in dessen lichtigem Innenmaß sich die Anhängedeichsel bewegen muß. Das Außenmaß des Rahmens ist durch die Anschlußmaße der Kategorie I beziehungsweise II der Dreipunkthydraulik gegeben;
2. Bei einem Krafthebersystem ohne Druck-Kontrolle (pressure-control) entstehen bei Nickbewegung zwischen Ackerschlepper und Wagen durch Verspannung außerordentlich hohe Kräfte;
3. Die Wagendeichseln müssen eine entsprechende Biegefestigkeit aufweisen.

Eine Weiterentwicklung der Multipull besteht darin, die lichte Weite des Rahmens über das Dreipunktmaß hinauszuziehen und durch Einsatz von Federelementen Überbeanspruchungen weitgehend zu vermeiden (Bild 9). Hiermit gelingt es, die Breite des Rahmens so weit auszudehnen, wie es die Heckpartie des Ackerschleppers zuläßt, da die Anlenkpunkte für die Unterlenker an dem Federelement angebracht werden. Damit vergrößert sich auch die lichte Weite und der Schwenkbereich kann nicht unwesentlich erweitert werden. Der Einsatz der Feder gestattet Nickbewegungen des Ackerschleppers beziehungsweise des Anhängers, wie sie beim Durchfahren von Querrinnen auftreten, ohne daß stoßartige Überbeanspruchungen die Folge sind. Für die mögliche zusätzliche Hinterachsbelastung gilt das bereits bei der Multipull-Lösung Gesagte.

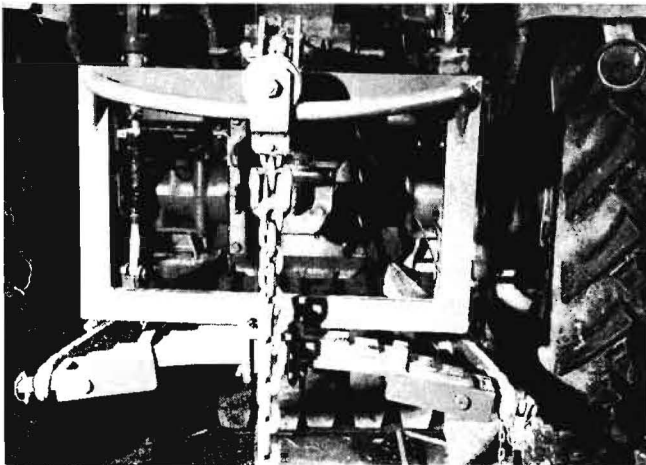


Bild 9: Weiterentwicklung der Multipull Hitch

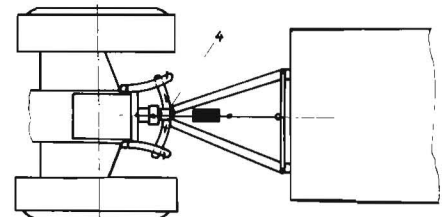
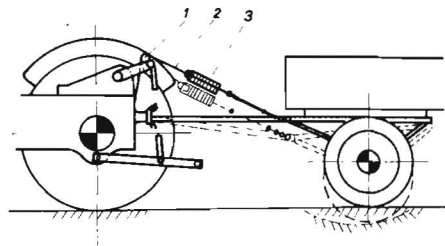


Bild 10: Vorschlag einer Zugkraftverstärkungseinrichtung mit Verbindungsbalken an den Kraftheberhubarmen zum ständigen Verbleib am Schlepper

1 Verbindungsbalken 2 Seil oder Kette 3 Federelement mit Sicherung

### 3. Entwicklung zur direkten Verwendung der Hydraulik

Alle bisher genannten Möglichkeiten, die Hydraulik des Ackerschleppers zur Achslastverstärkung heranzuziehen, erfordern Rüstzeiten für die Anbringung und die Demontage eines Zusatzgerätes an dem Dreipunktgestänge oder auf den Unterlenkern. Dabei sind teilweise noch zusätzlich an der Wagendeichsel Verstärkungen anzubringen. Leider wird nun gerade die Notwendigkeit der Achslastverstärkung nicht immer bereits auf dem Hof übersehen, so daß oftmals das Zusatzgerät nicht auf dem Felde zur Verfügung steht. Die Überlegungen gingen deshalb dahin, Lösungen zu suchen, die es gestatten, ohne besonderen Aufwand (wie Mitnahme einer Vorrichtung) bei Bedarf eine Achslastverstärkung durch wenige Handgriffe zu erzielen. Die bereits geschilderte Vorrichtung an der Wagendeichsel nach BORDIN gibt vom Wagen her die Möglichkeit. Sie erfordert eine Umrüstung der auf dem Hof vorhandenen Fahrzeuge und die Anbringung einer handbetätigten Bowden-Zug-Bremse, die auf den Ackerschlepper an geeigneter Stelle aufgesetzt wird. Nutzt man die bereits vorhandenen Hubarme des Krafthebers aus, um durch ein konstruktives Bindeglied, welches am Ackerschlepper möglichst verbleiben kann, einen Angriffspunkt für eine Achslastverstärkung zu erhalten, so kann der bisher erforderliche Rahmen in der Dreipunktkupplung verlassen werden. Damit könnte sich eine wesentliche Vereinfachung erzielen lassen. Eine solche Vorrichtung ist im Prinzip in Bild 10 gezeigt. Der Verbindungsbalken der Hubarme dient dazu, die Hubkraft des Krafthebers zur Achslasterhöhung auszunutzen. Als Hilfsmittel dazu ist zur Kraftübertragung ein Seil- oder Kettenzug erforderlich, welcher auf der einen Seite am Ackerschlepper befestigt über den Verbindungsbalken geführt und mit dem anderen Ende an der Anhängedeichsel des Wagens oder des Gerätes angehängt wird. Diese Befestigung erfolgt bei abgesenktem Kraftheber. Wird nunmehr der Kraftheber auf Heben geschaltet, so wird über den Seil- beziehungsweise Kettenzug durch Entlastung der Vorderachse des Ackerschleppers und Gewichtsübertragung vom Wagen eine zusätzliche Hinterachsbelastung am Ackerschlepper aufgebracht. Ist der Kraftheber mit einer pressure-control versehen, so kann ohne Überlastung auch bei unebenen Fahrbahnverhältnissen direkt gearbeitet werden. Wenn jedoch eine derartige Öldruckeinstellung nicht im Kraftheber vorhanden ist, kann durch Einsatz eines einfachen Federelementes in dem Seil- beziehungsweise Kettenzug sowohl der Kraftheber als auch die Anhängedeichsel vor Überlastung geschützt werden. Da auch bei dieser Einrichtung die Möglichkeit besteht, den Ackerschlepper im Fahrzustand bei unsachgemäßer Anhängung und Betätigung zum Aufbäumen und Zurückschlagen zu bringen, sind deshalb sowohl ein entsprechender Frontballast als auch



Bild 11: Zugkraftverstärker Streb-o-matic in der Schweiz

ein Sicherheitselement in der Kette beziehungsweise dem Seil erforderlich, welches bei Überlastung durch Längung diesen Gefahrenzustand ausschaltet.

In der Schweiz wurde in den letzten Jahren von Strebel, Buttwil, ein Zusatzgerät für Deutzschlepper entwickelt. Dies besteht aus einem Kettenzug, einem beweglichen Stützbügel und dem in den Lochleisten gelegten Hauptteil mit Zugmaul und Geberbefestigung. Bild 1 zeigt die Vorrichtung. Tritt bei angehängtem Wagen in der Anhängerkupplung Zug auf, so wird dieser durch die Art der Anbringung am Ackerschlepper umgewandelt in Druck. Diese Druckkraft gibt den Regelimpuls, um den Kraftheber nach oben zu regeln und spannt damit die Kette, wodurch ein Teil des Anhänger-gewichts auf den Ackerschlepper übertragen wird.

Vergleichsmessungen ergaben, daß mit diesem Gerät bei einem Ackerschlepper mit  $G_{II} = 1630$  kp die Hinterachslast auf 3200 kp gesteigert werden konnte, das heißt die zusätzliche Hinterachslast  $\Delta G_{II}$  betrug  $0,96 \cdot G_{II0}$ . Dabei wurde die Vorderachslast des Ackerschleppers von  $G_V = 1050$  kp um  $G_V = 820$  kp entlastet und vom Anhänger 750 kp auf die Triebachse übertragen. Auch bei diesem System ergibt sich eine Abhängigkeit der Hinterachsbelastung von der Lage des Kettenzuges.

#### 4. Zugkraftverstärker

Massey-Ferguson hat inzwischen seine Multipull-Hitch durch zwei neue Lösungen ersetzt, die auf der Royal Smithsfield Show 1965, auf dem Pariser Landmaschinen Salon 1966 sowie auf der DLG-Ausstellung 1966 gezeigt wurden. Bei der ersteren handelt es sich in Verbindung mit dem Zugpendel um ein Zusatzaggregat, welches in den Kupplungspunkten der Unterenker (Kat. I oder II) befestigt wird und aus einem U-förmigen Rahmen besteht. An diesem befindet sich über dem Zugpendel ein Drehzapfen mit einem schräg nach rückwärts geneigten Arm, an dessen Ende eine federbelastete Kugelpfanne angebracht ist, in der die Zugkette mit einer Kugel gelagert ist. Die Kette wird von hier aus um die Zugdeichsel des Gerätes oder des Wagens gelegt, so daß sich eine senkrechte oder schräg nach hinten verlaufende Kettenrichtung ergibt. Bäumt der Ackerschlepper auf oder ist die Zugdeichsel nicht mehr oder noch nicht am Zugpendel befestigt, springt die Kugel bei fast waagrechttem Zug aus der Kugelpfanne und das Gefahrenmoment ist beseitigt. Erforderlich ist weiter eine Zusatzeinrichtung an der Hydraulikanlage, um einen beliebigen gewünschten Druck im Kraftheber zu erhalten.

Diese Anlage wurde im Dezember 1965 im NIAE, Silsoe/England, untersucht, die Ergebnisse sind im Report 493 veröffentlicht [3].

Die bei diesen Untersuchungen erreichte zusätzliche Hinterachslast  $\Delta G_{II}$  betrug bei schrägem Kettenzug von  $30^\circ$  aus der Vertikalen nach hinten 90 %, 71 % beziehungsweise 65 % bei den verwendeten Ackerschleppern MF 135, 165,

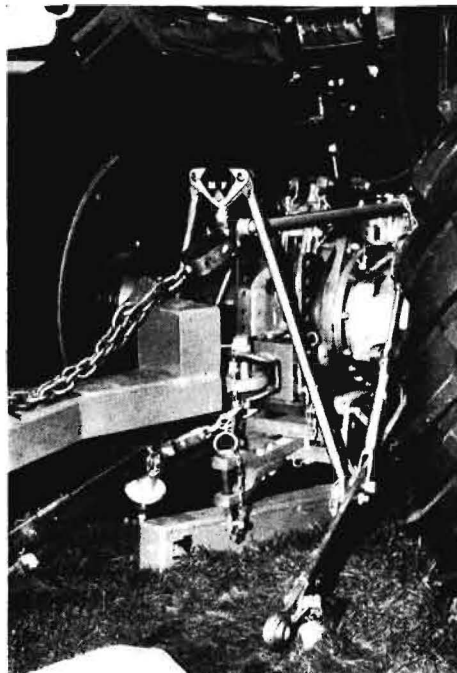


Bild 12: Zugkraftverstärker Massey Ferguson

177. Auf dem Kontinent wurde eine abgewandelte Vorrichtung gezeigt (Bild 12), die aus zwei auf den Unterenkern befestigten Stützstreben, einem Verbindungsstück und einem Befestigungsbügel an den Hubarmen des Krafthebers besteht. Am Verbindungsstück sitzt der Kettenanschluß mit einem Sicherheitsglied und der Befestigungsbügel zu den Hubarmen. Auch hier springt bei waagrechttem Zug, der beim Aufbäumen des Ackerschleppers auftritt, das Sicherheitsglied auf und löst die Verbindung zwischen Kette und Zusatzgerät am Ackerschlepper, so daß ein Überschlagen des Ackerschleppers verhindert wird. Der Befestigungspunkt der Kette an der Wagendeichsel erfordert wiederum eine entsprechende Verstärkung, damit nicht die Deichsel durch die zusätzlich auftretenden Kräfte verbogen beziehungsweise zerstört wird.

#### Zusammenfassung

Die bei den Transportarbeiten in der Landwirtschaft auftretenden Schwierigkeiten durch mangelnde Zugkraft beim Zug zweiachsiger Wagen lassen sich durch geeignete Vorrichtungen am Ackerschlepper beziehungsweise am Zweiachsanhänger selbst beeinflussen. Wird die Zugkraft durch Umlenkung in eine senkrechte und waagerechte Komponente aufgeteilt, so ergibt sich eine zusätzliche Hinterachsbelastung des Ackerschleppers. Der Einsatz einer Anlage an der Schlepperhydraulik ermöglicht bereits ohne eine auftretende Zugkraft eine zusätzliche Hinterachsbelastung. Hinzu kommt dann im Fahrzustand durch die Richtung der Zugkraft noch eine weitere Hinterachsbelastung. In allen Fällen tritt jedoch durch die zusätzliche Hinterachsbelastung eine starke Entlastung der Vorderachse auf, der durch entsprechenden Frontballast entgegengewirkt werden muß. Bei den Hydraulikeinrichtungen sollte eine automatische Vorrichtung zum Lösen der Achslastverstärkung im Gefahrenmoment vorgesehen werden. Die erhöhte Hinterachslast gibt neben der Zugkraftehöhung einen wesentlich geringeren Schlupf, der auch bei angehängten landwirtschaftlichen Geräten beim Einsatz der letztgenannten Einrichtungen von großem Vorteil sein kann, da dadurch sowohl die Arbeitsgeschwindigkeit vergrößert als auch die auf dem Schlupf beruhenden Bodenschäden vermindert werden können.

Weiter haben die Untersuchungen in Silsoe ergeben, daß auch die Fahrsicherheit bei Einrichtungen für die Schlepperhydraulik durch die größere Bremsachslast günstig beeinflusst

wird. Es muß jedoch eine ausreichende Restvorderachslast vorhanden sein, um die Lenkfähigkeit zu gewährleisten. Die Vorteile dieser Zugkraftverstärker sind vor allem dann von entscheidender Bedeutung, wenn durch die Witterungsverhältnisse die Kraftschlußbeiwerte sehr niedrig werden und somit nur geringe Zugkräfte ermöglichen. **Klaus Meincke**

## Schrifttum

- [1] Jahresbericht 1965 des Forschungs- und Entwicklungsinstituts für Land- und Mühlenmaschinen Budapest
- [2] A. KÖNIG und U. RIEMANN: Neue Verbindungen von Schlepper und Anhänger, Landtechnische Forschung 11 (1961), S. 114—116
- [3] Test Report for Users Nr. 493 Dezember 1965 des NIAE Silsoe/England

## Landtechnische Dissertationen

*Wir setzen hiermit die Veröffentlichung der Titel von den an Hochschulen und Universitäten abgeschlossenen Dissertationen auf landtechnischem Gebiet fort. Diese Zusammenstellung schließt an die Aufzählung in Heft 3/1965 der „Landtechnischen Forschung“ an.*

### Technische Universität Berlin

- ADAMS, JOACHIM: „Über die natürliche und künstliche elektrische Aufladung beim Verstäuben von Pflanzenschutzmitteln“ (1966)  
Berichter: Prof. GÖHLICH, Prof. STRIGEL
- NIEDERSTUCKE, HEINRICH: „Strukturen und Prozesse in westdeutschen Lößbodenbetrieben“ (1966)  
Berichter: Prof. ANDREAE, Prof. v. BLANCKENBURG
- SCHAEFER, JOHANNES: „Untersuchungen an hydraulischen Schwingantrieben für Mähwerke“ (1965)  
Berichter: Prof. MARKS, Prof. CORNELIUS

### Universität Bonn

- BERTRAM, HANS-HASSO: „Untersuchungen über die ganzflächige mechanische Unkrautbekämpfung in Zuckerrüben“ (1966)  
Berichter: Prof. DENCKER, Prof. FISCHBECK
- ISENSEE, EDMUND: „Möglichkeiten einer Verringerung der Verstopfungsgefahr bei Hackscharen“ (1966)  
Berichter: Prof. DENCKER, Prof. KMOCH
- LOHMANN, BERNHARD: „Kapitalintensive Produktionsverfahren der Schweinemast und -zucht und ihre wirtschaftlichen Einsatzbereiche“ (1966)  
Berichter: Prof. STEFFEN, Prof. HAVERMANN
- SCHMITZ, JÜRGEN: „Untersuchungen zur Kalibrierung von Mais“ (1966)  
Berichter: Prof. DENCKER, Doz. Dr. ARENS

### Technische Hochschule Braunschweig

- BUSSE, WINFRIED: „Das Verdichten von Halmgütern mit hohen Normaldrücken“ (1965)  
Berichter: Prof. MATTHIES, Prof. RANT
- SACHT, HANS OTTO: „Das Verdichten von Halmgütern in Strangpressen“ (1966)  
Berichter: Prof. MATTHIES, Prof. RANT
- V. ZABELITZ, CHRISTIAN: „Über die Trennung von Körpern verschiedener Dichte in einem Fließbett“ (1966)  
Berichter: Prof. MATTHIES, Prof. BATEL, Prof. RANT

### Universität Gießen

- AMIRI, DAVOUD: „Untersuchungen über den Einfluß höherer Drillgeschwindigkeiten und Hangneigung auf die Güte der Aussaat bei einer Zentrifugal-Drillmaschine“ (1966)  
Berichter: Prof. SCHULZE, Prof. WEBER

- HASSELBACH, OTTO: „Organisatorische und wirtschaftliche Probleme der genossenschaftlichen Maschinenverwendung in der Landwirtschaft“ (1966)  
Berichter: Prof. HAGE, Prof. MEIMBERG
- HORN, HANS-GÜNTER: „Eine neue Meßtechnik zur Beurteilung der Standfestigkeit von Getreide und ihre Anwendung bei mit Chlorcholinchlorid (CCC) behandelten Pflanzen“ (1965)  
Berichter: Prof. SCHULZE, Prof. LINSER
- OTTO, FRIEDRICH-KARL: „Vergleich mechanisierter Verfahren beim Füttern, Ausmisten und Einstreuen im Anbindestall und im Laufstall. Der Einfluß der Technik auf Arbeitszeitbedarf und Arbeitsablauf“ (1965)  
Berichter: Prof. STÖCKMANN, Prof. MEIMBERG

### Universität Göttingen

- GROFFMANN, HERMANN: „Wirtschaftliche Einsatzbereiche arbeitssparender Verfahren in der Milcherzeugung“ (1965)  
Berichter: Prof. WOERMANN, Prof. WIENEKE
- HABERLAND, RUDOLF: „Untersuchungen an Bohnenpflücktrommeln“ (1965)  
Berichter: Prof. GALLWITZ, Prof. SCHEFFER
- SCHLÜNSEN, DIETER: „Untersuchungen mechanischer Eigenschaften von Kunststoffdränrohren als Grundlage zur Entwicklung einer Prüfmethode“ (1965)  
Berichter: Prof. GALLWITZ, Prof. SCHEFFER

### Technische Hochschule Hannover

- REHBOGEN, JOHANNES: „Ermittlung der Lohn- und Kapitalkosten für die Pflege und Unterhaltung öffentlicher Grünanlagen bei städtischen Gartenämtern“ (1966)  
Berichter: Prof. BUSCH, Prof. MEYER
- SIEBERT, LOTHAR: „Modellversuche zwecks Ermittlung von Windlasten an Gewächshäusern“ (1966)  
Berichter: Prof. RENARD, Prof. DAMMANN, Prof. PLÜGER

### Landwirtschaftliche Hochschule Hohenheim

- BETZ, ERICH: „Die Entwicklung des Ackerschleppermarktes seit der Währungsreform unter besonderer Berücksichtigung der Struktur der Absatzwege und der Funktion der Absatzorganisation“ (1965)  
Berichter: Prof. WERNER, Prof. SEGLER