

DREIPUNKTANBAU UND HYDRAULISCHER KRAFTHEBER

Die Normung der Anschlußmaße für die Anbaugeräte am Schlepper (Dreipunktanbau nach DIN 9674) und die weitgehende Einführung der Hydraulik bedeuten das Erreichen einer gewissen Stufe in der Entwicklung des Schleppers mit seinen Geräten zur vielseitigen und bequem zu bedienenden Arbeitsmaschine in der Landwirtschaft.

Durch die Erfahrungen beim Einsatz der verschiedenen Arbeitseinheiten treten neue Probleme auf; vielfach verschiebt sich deutlich die Wichtigkeit mancher Forderungen, so daß es für den Konstrukteur und den Landwirt wertvoll und notwendig ist, sich über den derzeitigen Stand und die Entwicklungsmöglichkeiten der Verbindung von Schlepper und Gerät Gedanken zu machen.

Ein schwieriger Engpaß besteht immer noch beim Pflügen. Die notwendige Zugkraft wird beim Einscharerschlepper durch den Boden und den Furchenquerschnitt bestimmt, wobei die Tiefe ackerbaulich vorgeschrieben und ein günstiges Verhältnis von Breite zu Tiefe (etwa 1,3:1) anzustreben ist. Dieser Furchenquerschnitt darf nicht unterschritten werden. Beim Mehrscharerschlepper sollte man nur unter besonders schwierigen Bedingungen von der sonst notwendigen Flächenleistung, z. B. durch Verringerung der Arbeitsbreite um ein Schar, abgehen; auch hier muß die notwendige Tiefe erreicht werden. Da die Zugkraft von der Belastung der Triebäder bei der Arbeit abhängt, muß sie mit allen Mitteln sichergestellt werden. Diese Forderung wird mit Recht bei der derzeitigen Entwicklungstendenz zum Schlepper mit kleinem Leistungsgewicht (Gewicht dividiert durch die Nenn-Motorleistung in kg/PS) oder umgekehrt ausgedrückt: mit steigender Motorleistung bei gleichem Gewicht, herausgestellt.

Auf der anderen Seite dürfen aber die Forderungen, die zur Erzielung eines guten Arbeitserfolges beim Pflügen erhoben werden, keineswegs vernachlässigt werden. Der Pflug hat, ebenso wie andere Geräte, von primitiven Formen ausgehend, eine Entwicklung genommen, die dazu führt, die Arbeit möglichst ohne dauernde Einwirkung des Menschen optimal vor sich gehen zu lassen.

Der früher vorherrschende Gespann-Schwingpflug mußte durch die oft anstrengende Tätigkeit des Pflügers in die gewünschte Lage gebracht und in dieser gehalten werden, weil das Gleichgewicht der Kräfte und Momente am Pflugkörper bei Änderungen des Bodenwiderstandes und bei Unebenheiten des Ackers labil wird. Die bekannten Karren- und Rahmenpflüge brauchen demgegenüber infolge ihrer Abstützung auf mehreren Rädern am Boden nur noch in die gewünschte Lage eingestellt und bei wesentlichen Bodenänderungen von Hand nachgesteuert zu werden. Nach Einführung der Schlepperpflüge gilt auch für die Anhängerpflüge das gleiche.

Die Anbaupflüge, die durch ihre enge Verbindung

mit dem Schlepper empfindlicher gegen Änderungen der Kraftverhältnisse sind, erforderten neue technische Lösungen, die sowohl auf den Pflug als auch auf den Schlepper Rücksicht nehmen mußten. Wie so häufig in der Technik, widersprechen sich die Wünsche, die von den verschiedenen Seiten an den Konstrukteur gerichtet sind; er muß einen Kompromiß finden, der möglichst vielen Forderungen gerecht wird. Es sollte aber der Gefahr vorgebeugt werden, daß aus Tagesmeinungen heraus allzuviel Wert auf die eine oder andere Seite gelegt wird.

Bei einem Schlepper, dessen Motorleistung im Verhältnis zum Gewicht groß ist, aber trotzdem gut ausgenutzt werden soll, müssen die am Pflug wirkenden Kräfte nach Möglichkeit zur Belastung der Triebäder verwendet werden. Schon beim Anhängerpflug tritt bekanntlich durch den Zugwiderstand eine Änderung der Achslasten des Schleppers auf, nämlich eine Entlastung der Vorderachse, wodurch gleichzeitig die Triebachse zusätzlich belastet wird. Die mögliche Zusatzlast beträgt beim Anhängen des Pfluges an die Ackerschiene im allgemeinen etwa 15 % der Hinterachslast des Schleppers. Die Triebachslast erhält also bei der Arbeit damit den 1,15fachen Wert, und die Zugfähigkeit des Schleppers wird entsprechend verbessert.

Zusatzbelastung der Schleppertriebäder beim Dreipunktanbau

Beim Anbaupflug wird die Hinterachse ebenfalls zusätzlich auf Kosten der Vorderachslast belastet; hinzu kommt aber noch ein Teil der senkrechten Kräfte, die am Pflug wirken, soweit sie nicht für den „guten Sitz“ des Pfluges benötigt werden. Es ist deshalb notwendig, den Pflug entsprechend der Schleppergröße ausreichend schwer zu wählen. Wird die Vorderachse bei ausgehobenem Pflug zu sehr entlastet, müssen dort Zusatzgewichte angebracht werden.

Bekanntlich bleibt die Summe der Stützkkräfte an Schlepper und Pflug unter gleichmäßigen Arbeitsbedingungen etwa gleich. Sie kann aber verschieden aufgeteilt sein. Die senkrecht nach unten wirkenden Kräfte von Schlepper und Pflug werden an der Vorderachse, der Triebachse des Schleppers und an der Schleifsohle aufgenommen. Es ist also anzustreben, einen großen Teil dieser Kräfte auf die Triebachse zu bringen (Bild 1).

Damit die Schleifsohlenkraft auch in schwerem Boden nicht zu Null wird, ist bei Dreipunktanbau der ideale Führungspunkt genügend tief zu legen. Kommt man auf dem gleichen Ackerstück auf mittleren Boden, so werden die senkrechten Kräfte im Verhältnis zum horizontalen Widerstand des Pfluges größer und der Hauptteil davon wird von der Schleifsohle aufgenommen. Wenn man jetzt den oberen Lenker steiler stellen würde, ginge der Pflug beim Übergang auf den schwereren Boden auf die Spitze. Um das Verstellen zu vermeiden,

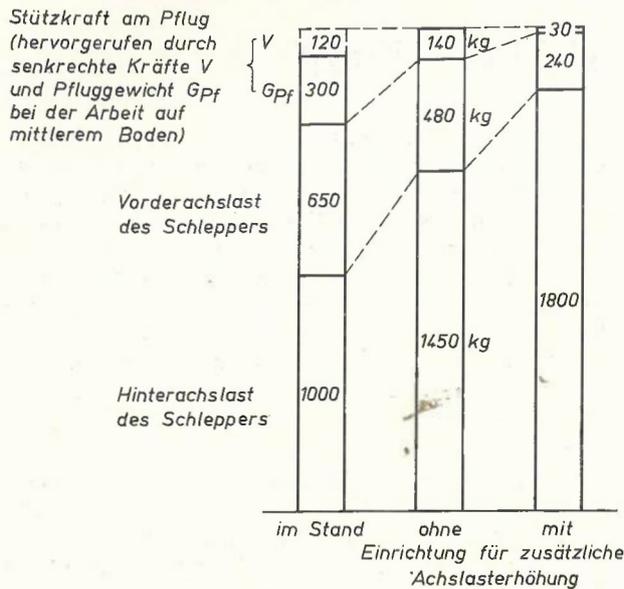


Bild 1: Zunahme der Triebachslast beim Pflügen.

wäre eine Steuerung oder besser eine Regelung der Höhe des Führungspunktes erwünscht („Steuerung“ bedeutet Eingriff von Hand in einen Vorgang; „Regelung“ das automatische Herstellen eines gewünschten Zustandes, z. B. der Lage des Pfluges). In Patenten ist dieser Gedanke bereits niedergelegt.

Da jedoch bisher eine derartige Ausführung noch nicht auf dem Markt ist, kann beim Dreipunktanbau nicht immer — also wie oben gesagt, bei wechselndem Bodenwiderstand auf einem Schlag — die günstigste Zusatzbelastung der Triebachse mit dem oberen Lenker eingestellt sein. Man muß sich mit einer noch gerade für den schwereren Boden ausreichenden Einstellung begnügen. Damit kann, wie in Untersuchungen festgestellt, eine Achslasterhöhung bis 45 % erreicht werden, wobei die gesamte Hinterachslast und entsprechend die Zugfähigkeit bis auf den 1,45fachen Wert steigt. Diese Tatsache wurde durch die Praxis erkannt. Der Anbaupflug hat sich dadurch mit Recht in den Vordergrund geschoben.

Für die bei kleinen Schleppern häufig vorkommenden Wechsel- oder Winkeldrehpflüge mit reellem Anlenkpunkt vor der Hinterachse gelten die obigen Ausführungen in gleicher Weise, wie für den Anbaupflug am Dreipunktanbau. Allerdings läßt sich bei ihnen der Anlenkpunkt gegenüber der horizontalen Richtlinie nur dann verändern, wenn die Grindel geteilt sind und sich der Winkel zwischen den Teilen verändern läßt. Eine Schnellverstellung der Höhe des Anlenkpunktes verbessert nur den Einzug des Pfluges am Anfang der Furche, beeinflußt aber nicht die Schleifsohlenkraft.

Unter bestimmten Verhältnissen läßt sich die Zusatzbelastung der Triebachse gegenüber dem genannten Wert von 45 % vergrößern. Wenn die Schleifsohle durch Steuer- oder Regelkräfte noch weiter oder völlig entlastet wird, kann die Belastung der Triebachse gesteigert bzw. auf dem größtmöglichen Wert gehalten werden (Bild 1).

Einfluß des Krafthebers auf Zusatzbelastung und Furchentiefe

Damit steigt die Bedeutung des Krafthebers, der nun nicht allein zum Heben und Senken der Geräte verwendet wird, sondern auch dazu, über die Hubstangen Kräfte auszuüben. Dabei sind zwei Möglichkeiten zu unterscheiden, die zwar historisch in anderer Reihenfolge auf dem Markt erschienen sind, aber hier so behandelt werden sollen, wie ihre Wirkung vom Willkürlichen zum Automatischen fortschreitet.

Einen steuernden Eingriff des Menschen verlangen die Kraftheber, bei denen durch Verändern der Druckverhältnisse im Zylinder eine zusätzliche Kraft zwischen Schlepper und Pflug ausgeübt wird. Durch ein Steuerventil wird bei ihnen ein Druck auf den Kolben hervorgerufen und damit eine Hubkraft auf die unteren Lenker ausgeübt. Dabei wird der Pflug aber noch nicht im Boden angehoben und die Furchentiefe nicht wesentlich verkleinert.

Mit derartigen Einrichtungen („Antischlupf“ von Hanomag, „Transferrer“ von Klöckner-Humboldt-Deutz u. ä.) wird auf mittlerem Boden durch die Hubkräfte unter Entlastung der Schleifsohle bei starker Verminderung der Vorderachslast des

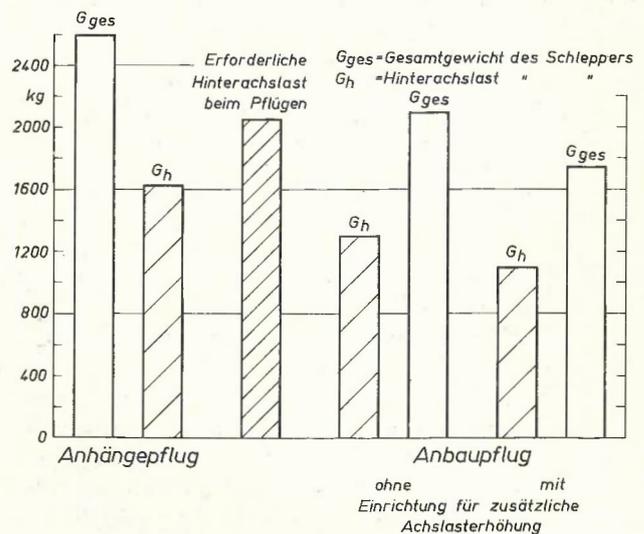


Bild 2: Gleiche Zugsicherheit für das Pflügen bei verschiedenem Schleppergewicht.

Schleppers eine Zusatzlast bis zu 80 % auf die Triebachse erreicht. Diese kann bei schweren Böden entsprechend den obigen Ausführungen über den Anbaupflug bis auf 45 % abfallen. Da häufig die Haftbeiwerte auf mittlerem und leichtem Boden schlechter sind als auf festem schwerem Boden, ist dort die Zunahme der Triebachslast auf den 1,8fachen Wert und die daraus resultierende beachtliche Steigerung der Zugfähigkeit infolge der Einwirkung des Krafthebers sehr vorteilhaft. Je nach dem Pfluggewicht ist eine günstige Wirkung auch bis in schwere Böden hinein zu bemerken. Automatisch arbeiten die Kraftheber, bei denen der Pflug dauernd vom Schlepper getragen wird; er benötigt deshalb im allgemeinen keine

ausgesprochene Schleifsohle. Die am Pflug wirkenden Kräfte, also sein Gewicht und die senkrechten Komponenten der Bodenkräfte, werden fast vollständig auf die Triebräder übertragen. Der Kraftheber muß wegen des dauernden Regelvorganges so eingerichtet sein, daß keine unzulässige Erwärmung auftreten kann.

Hierbei lassen sich zwei Regelarten unterscheiden: 1. Die Regelung des Krafthebers erfolgt durch den Zugwiderstand des Pfluges. Die Pflugtiefe ändert sich damit auf wechselnden Böden — dies kommt durch die Druckänderungen im oberen Lenker und ihre Wirkung auf den Kraftheber zustande. Er reagiert auf schwerem Boden durch Heben, auf leichtem Boden durch Senken. Andererseits wird bei gleichbleibendem Bodenzustand durch Unebenheiten des Ackers, über die der Schlepper fährt, die Pflugtiefe nicht geändert, jedoch die relative Lage der Lenker und des Pfluges zum Schlepper. Diese Erscheinung finden wir bei Massey-Ferguson, Ford „Dexta“ (bei Zugwiderstandsregelung), bei John Deere u. a.

Wenn immer mehr versucht wird, bei solchen Systemen die Tiefe durch langsames Ansprechen der Regelung bei wechselndem Boden nicht so plötzlich zu ändern, oder sogar den Pflug gegenüber dem Schlepper festzulegen, muß man Nachteile bei der Fahrt über Unebenheiten in Kauf nehmen. Einmal wird die Furchentiefe dann bei den Nickschwankungen des Schleppers ungleich, zum anderen ist die sonst vorhandene größtmögliche Belastung der Triebachse nicht immer zu erwarten, weil beim Tiefgehen (Einziehen) des Pfluges die Vertikalkräfte kleiner sind.

2. Die Pflugtiefe wird gleichgehalten — hier sind jetzt wohl in absehbarer Zeit Lösungen zu erwarten, für die auf der Konstrukteurtagung 1952 bereits die gedanklichen Voraussetzungen erörtert wurden. Auch hierfür bestehen bereits Patente und Versuchsausführungen. Durch Abtasten der Ackeroberfläche wird der Druck im Kraftheberzylinder so beeinflusst, daß die Tiefe des Pfluges gleichbleibt, und die Triebachse so stark wie nur möglich belastet wird. Ein Pflug für dieses System sollte also ebenfalls keine Schleifsohle besitzen. Eine solche Automatik würde den Schlepperfahrer entlasten und für andere Aufgaben, z. B. genaueres Fahren, Einstellung von Arbeitsbreite und Neigung des Pfluges, freimachen. Wenn aus ackerbau-

lichen Gründen eine Änderung der Tiefe erwünscht sein sollte, muß ein Eingriff des Fahrers in das Regelsystem möglich sein.

Vorteile der Zusatzbelastung

Die Wirkungen der verschiedenen, genannten Systeme auf die Hinterachslast des Schleppers und die Arbeitstiefe des Pfluges ergeben folgende Vorteile:

1. Der gleiche Furchenquerschnitt kann mit einem leichteren Schlepper erreicht werden, wobei die Motorleistung trotz kleineren Leistungsgewichtes noch ausgenutzt wird (Bild 2).
2. Mit dem gleichschweren Schlepper können größere Furchenquerschnitte, bei größerer Breite eine größere Flächenleistung oder tiefere Furchen erzielt werden (Bild 3).
3. Der gleiche Furchenquerschnitt kann bei schlechteren Haftbedingungen, also z. B. auf etwas schmierendem Boden, noch erreicht werden, auf dem der Schlepper mit geringerer Zusatzbelastung schon durchrutschen würde.
4. Bei Systemen mit dauernder, größtmöglicher Triebachsbelastung ergeben sich bei kleinem Schlupf eine hohe Flächenleistung und ein verhältnismäßig geringer Kraftstoffverbrauch, bei einigen Systemen allerdings mit wechselnder Furchentiefe.

Was muß der Landwirt wissen und daraus folgern?

Den Vorteilen der Anbaupflüge und ihrer Verbindung mit einem Schlepper, der einen steuernden oder regelnden Kraftheber besitzt, können in einigen Fällen Nachteile gegenüberstehen, z. B. daß die Furchentiefe nicht eingehalten oder auf hartem Boden überhaupt nicht erreicht wird, wenn die Pflüge zu leicht sind.

Bei schmieriger Oberfläche und schweren Böden kommt es manchmal zu Stockungen bei der Arbeit, weil sich der Schlepper einwühlt. In solchen Fällen ist häufig die Möglichkeit einer höheren Triebachsbelastung durch richtige Einstellung von oberem Lenker und Stützrolle nicht ausgenutzt, oder der Schlepper zu leicht gewählt. Im äußersten Notfall hilft nur ein Verringern der Arbeitstiefe oder der Breite durch Abnahme eines Schares.

Auch die Pflugkörperform, durch die der Pflug leicht- oder schwerzügiger sein kann, spielt in die Frage der ausreichenden Zugkraft des Schleppers hinein. Bei der Wahl der Pflüge, bei ihrer Einstellung auf kleinste Reibung an Schleifsohle und Anlage sowie bei der entsprechenden Behandlung der Steuer- und Regeleinrichtung des Krafthebers wird es darauf ankommen, daß der Landwirt den Arbeitseffekt richtig beurteilt und ihn gegenüber der Flächenleistung abwägt. Die Sorgfalt des Pflügers, wie sie für das Wettpflügen geschult wird, ist dafür von großer Wichtigkeit, jedoch kann sie sich erst dann richtig auswirken, wenn er gelernt hat, die durch die Technik gegebenen Möglichkeiten auszuschöpfen.

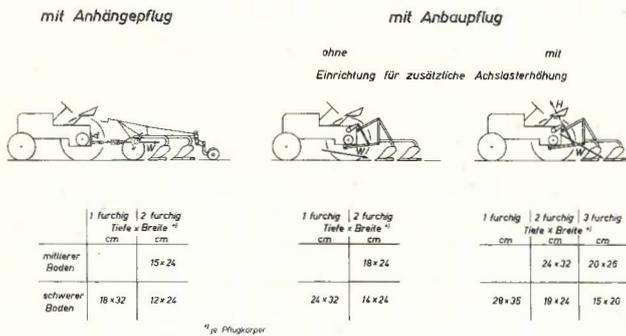


Bild 3: Vergleich der maximal erreichbaren Pflugquerschnitte bei einem 22-PS-Schlepper mit Zusatzgewichten.