

FORSTTECHNISCHE INFORMATIONEN

Mitteilungsblatt des
„KURATORIUM FÜR WALDARBEIT UND FORSTTECHNIK“

Herausgeber: Oberforstmeister Müller-Thomas

Postverlagsort Mainz

Verlag „Forsttechnische Informationen“, Mainz, Ritterstraße 14

Januar 1963

Nr. 1

Maschineneinsatz im Forstbetrieb

Technische Grundlagen — Wirtschaftliche Voraussetzungen

Berichtersteller: K. E h m k e, Dillingen/Donau,

Mechanisch-technische Abteilung des Kuratoriums für Waldarbeit und Forsttechnik

3 Allgemeine Maschinenkunde

31 Kraftmaschinen

312 Antriebsmaschinen

312.3 Die Kraftabnahme am Schlepper

Die Einteilung der Schlepper nach Bauarten erfolgt immer noch in Zugschlepper, Tragschlepper, Geräteträger als Hecksitzschlepper und Frontsitzschlepper. Reine Zugschlepper sind im heutigen Schlepperangebot nicht mehr zu finden. Schlepper haben sich immer stärker zu einer Kraftzentrale entwickelt, die es gestattet, über die Nebenantriebe die verschiedensten Arbeiten auszuführen.

Erst die Benutzung des Schleppermotors als Kraftquelle für den Antrieb der Riemenscheibe, der Zapfwellen, des Mähantriebes, der Hydraulikpumpe, Druckluft- oder Vakuumpumpe gestattet den universellen Einsatz des Schleppers. Er kann nunmehr für Arbeiten, die mit der Zugkraft des Schleppers oder über die Bodnräder gezogener Maschinen nicht bewältigt werden können, eingesetzt werden. **Der ganzjährige wirtschaftliche Einsatz von Schleppern und die geringere Abhängigkeit vom Zustand des Geländes werden erst durch die Nebenantriebe ermöglicht.**

312.31 Die Riemenscheibe

ist die älteste Kraftabnahme am Schlepper. Bereits die ersten mit liegenden in der Längsachse des Schleppers laufenden Einzylinder-Glühkopf-Motoren hatten große außen liegende Schwungscheiben, die gleichzeitig als Riemenscheiben zum Antrieb feststehender Maschinen verwendet wurden. Bei den heutigen Schleppermotoren liegt die Kurbelwelle meist in der Schlepperlängsachse und die Schwungscheibe quer zur Fahrtrichtung. Die Schwungscheibe ist bei Mehrzylindermotoren nicht mehr so groß und verhältnismäßig schmal. Gleichzeitig dient sie der Fahrkupplung als Andruckscheibe und ist Träger des Anlasserzahnkranzes oder sie ist durch ihre Lage und den gekapselten Einbau nicht mehr als Riemenantrieb zu verwenden.

Die Riemenscheibe des Schleppers wird zum Antrieb von Generatoren und Kompressoren in Steinbrüchen und Kiesgruben, von Kreissägen, Holzspaltmaschinen oder von stationären Pumpen verwendet, solange die benötigten Betriebsstunden den Eigenantrieb dieser Maschinen durch Otto- oder Dieselmotoren unwirtschaftlich machen.

Die Riemenscheiben bestehen aus einem Gehäuse mit fest eingebauter Scheibenwelle nebst Kegelrad, das am Schaltgetriebegehäuse oder am ersten Zwischenvorgelege angeflanscht wird. Auf die Zapfwelle aufsteckbare Riemenscheiben blockieren die Zapfwelle. Sie müssen vor Verwendung der Zapfstelle zum Antrieb von Fräse, Triebachsanhänger oder anderen Maschinen abgebaut werden. Die durch Winkeltrieb quer zur Fahrtrichtung stehende Riemenscheibe verhindert oft die Benutzung des Dreipunktgestänges in einem Teil seines Hubbereiches.

Ein Dauereinsatz der Riemenscheibe bei hoher Kraftabnahme belastet den Motor stärker als der durchschnittliche Schleppereinsatz. Die **einwandfreie Ölfüllung** aller Getriebe und die **ausreichende Kühlung** des Motors muß ständig überwacht werden.

Die **Riemen Spannung**, die abhängig von Riemenlänge und dem Durchmesser der angetriebenen Scheibe ist, darf nie durch die Fahrgänge des Schleppers erhöht werden. Zu stark gespannte Riemen führen zur Beschädigung der Scheibenwellen, der Kugellager und der Simmerringe der Ölbadabdichtung. Ähnliche Beschädigungen werden durch schlechte Riemenverbinder oder Riemenschlösser hervorgerufen.

Die Umfangsgeschwindigkeiten für Schlepper und Riemenscheiben sind genormt. Sie sollen nach DIN 9630 betragen:

| Für Schlepper mit Motor-Dauerleistung | Bei Motor-Nenn-drehzahl $\pm 5\%$ bzw. Zapfenwellen-Normdrehzahl | Scheiben-durchmesser | Drehzahl |
|---------------------------------------|--|----------------------|----------|
| PS | m/s | mm | U/min |
| bis 10 | 13,10 | 180 | 1400 |
| über 10 bis 30 | 16,75 | 220 | 1450 |
| über 30 | 20,90 | 250 | 1600 |

312.32 Zapfwellen

Die Zahl und Art der zapfwellengetriebenen Arbeitsmaschinen nimmt ständig zu. Die Entwicklung neuer Maschinen, wie Rotations-, Rüttel- und Spateneggen sowie Spatenpflüge etc. setzte einen Zapfwellenabtrieb am Schlepper voraus.

Schon jetzt dient die Zapfwelle zum Antrieb von Bodenfräsen, Entrindungsmaschinen, Hack- und Spaltmaschinen, Schneefräsern, Pflanzlochbohrern, Kompressoren, Hochleistungspumpen, Geräten für die Schädlingsbekämpfung, Dünger- oder Stallmiststreuer, Kompostaufbereiter usw. Die heutigen Leistungen der Forstradschlepper bei der Bringung von Stamm- und Schichtholz wären ohne die zapfwellengetriebenen Forstseilwinden gar nicht zu erreichen. Kettenschlepper und andere im Straßenbau verwendete Maschinen benutzen Zapfwellen auch zum Heben und Senken ihrer Ausrüstung, wie Planierschild, Wurzelrechen, Stockrodegeräte sowie zum Antrieb von Rüttelwalzen, Stabilisierungs-Mischer und -Fräsen.

Die Zapfwelle wurde zunächst zum Antrieb von gezogenen Arbeitsmaschinen wie Mähbinder und Kartoffelroder verwendet, die eine größere Antriebsleistung verlangen als über den Antrieb von den Bodenrädern her zu erreichen war. Es genügte, wenn der Antrieb der Zapfwelle mit dem Fahrtrieb zusammen ein- und ausschaltbar war. Man verlängerte dazu die Getriebevorgelegewelle und kam damit zur Getriebezapfwelle.

Die Forderung der Praxis, Zapfwellen auch zum Antrieb aufgesattelter oder stationärer Arbeitsmaschinen, deren große schwingende oder umlaufende Massen eine gleichmäßige Drehzahl verlangen, verwenden zu können, führten zur Konstruktion der Motorzapfwelle.

Zum Antrieb von Maschinen und Geräten, die je Meter Fahrstrecke der Treibräder eine gleichbleibende Drehzahl der Zapfwelle verlangen, wurde die Wegzapfwelle geschaffen.

Die Verwirrung in den technischen Bezeichnungen ist gegenwärtig noch groß. Von der Normgruppe Landmaschinen und Ackerschlepper wurden schon vor Jahren einheitliche Bezeichnungen mit DIN E 9703 vorgeschlagen. Danach sollen bezeichnet werden:

als **Getriebezapfwelle** die normale oder Normzapfwelle, die getriebeabhängige, kupplungsabhängige, fahrkupplungsunabhängige und abhängige Zapfwelle;

als **Motorzapfwelle** die freie oder direkte Zapfwelle, die unabhängige, kupplungsunabhängige, fahrkupplungsunabhängige und motorabhängige Zapfwelle. (Welche ist das nicht?);

als **Wegzapfwelle** die wegabhängige, gangabhängige und fahrabhängige Zapfwelle.

Die **Getriebezapfwelle** hat ein konstantes Übersetzungsverhältnis zum Motor. Ihr Antrieb wird nach der Fahrkupplung von der Vorgelegewelle des Wechselgetriebes direkt oder über ein Zahnradvorgelege abgenommen (Bild 1 oben). Wird die Fahrkupplung ausgerückt, steht die Getriebezapfwelle still. Der Kraftfluß wird bei jedem Wechsel der Fahrgänge unterbrochen. Ihre Drehrichtung ist wie die des Motors bei Vorwärts- und Rückwärtsfahrt gleich. Sie läuft nach der Norm in Fahrtrichtung gesehen rechts herum und ist durch eine Klauenkupplung abschaltbar.

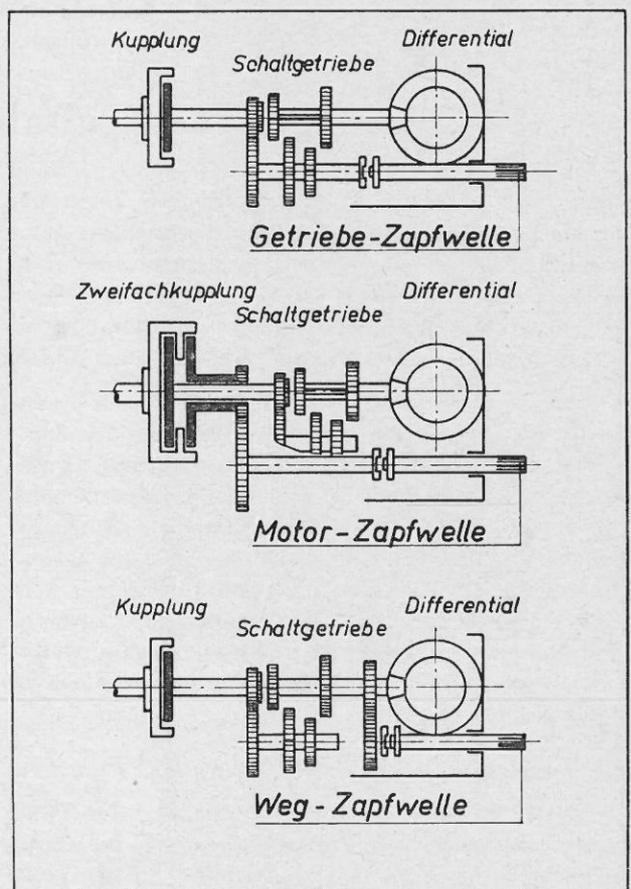


Abb. 1: Schema der drei Zapfwellenarten

Die Normdrehzahl der Getriebezapfwelle soll nach DIN 9611 bei der Motornenn-drehzahl $540 \pm \frac{30}{10}$ U/min betragen. Bei Einachsschleppern liegen die Zapfwellen-drehzahlen leider immer noch zwischen 180 bis 3000 U/min.

Die übertragbare Leistung reicht wohl für den Antrieb kleinerer Zapfwellengeräte, aber nicht für zapfwellengetriebene Maschinen mit großem Leistungsbedarf.

Die Motorzapfwelle hat wie die Getriebezapfwelle ein konstantes Übersetzungsverhältnis zur Motordrehzahl sowie die gleiche Normdrehzahl und gleiche Drehrichtung. Ihr Antrieb erfolgt durch Abzweigung vor der Fahrkupplung. Die Zapfwelle läuft auch bei ausgeschalteter Fahrkupplung, also auch bei stehendem Schlepper.

Für den Schlepper und die Motorzapfwelle sind zwei getrennte Kupplungen vorhanden, die heute meist in einer Doppelkupplung vereinigt sind (Bild 1). Diese Doppel- oder Zweistufenkupplung wird durch ein Fußpedal betätigt. In der ersten Stufe wird das Fahrgetriebe ausgeschaltet, in der zweiten Stufe bei ganz durchgetretenem Pedal die Zapfwelle.

Durch die **Doppelkupplung** wird bei Anfahren **zuerst die Motorzapfwelle eingeschaltet**. Die anzutreibenden Maschinen können ihre Schwungmassen beschleunigen, bevor sich der Schlepper durch Einschalten der Fahrkupplung in Bewegung setzt. Beim Anhalten des Schleppers läuft die Zapfwelle zunächst noch weiter, und die getriebene Maschine kann sich freiarbeiten.

Beim Antrieb von Triebachsenhängern wirkt sich diese zwangsläufige Schaltart ungünstig aus, da der Hänger noch kurze Zeit angetrieben wird, wenn der Fahr-antrieb bereits ausgeschaltet ist.

Die Motorzapfwelle kann während der Fahrt jederzeit ein- oder ausgeschaltet werden, sofern es die angetriebenen Maschinen zulassen. Sie wird zum Antrieb von Großmaschinen und Geräten mit hohem Leistungsbedarf wie **Selwinden oder Entrindungsmaschinen** benutzt, aber auch für **Bodenfräsen, Düngerstreuer, Pflanzlochbohrer und Mähwerke**.

Die Wegzapfwelle. Bei der Wegzapfwelle ändert sich das Verhältnis der Motordrehzahl zur Zapfwellendrehzahl jeweils mit dem gewählten Gang (Bild 1 unten). Dafür bleibt das Verhältnis der Zapfwellenumdrehung zu den Triebrädern konstant, d. h. je Meter Fahrstrecke der Triebräder wird unabhängig vom eingeschalteten Gang die gleiche Zapfwellendrehzahl benötigt.

Die Wegzapfwelle läuft nur, wenn der Schlepper fährt, und hat bei Vorwärts- und Rückwärtsfahrt gegenläufige Drehrichtung.

Da fest eingebaute und vor allem ausziehbare Gelenkwellen wegen ihrer Schwingungen und einfachen Lagerungen höchstens mit einer Drehzahl von 900 bis 1200 U/min laufen dürfen, **soll die Wegzapfwelle nur in den untersten Schleppergängen benutzt werden** (beim Unimog die untersten drei Getriebegänge). Wenn der Zugkraftbedarf eines Triebachsenhängers oder einer anderen Arbeitsmaschine so gering ist, daß die oberen Fahrgänge ausreichen, zieht der Schlepper den Hänger oder die Maschine auch ohne eingeschaltete Triebachse.

Es wurde versucht, die Wegzapfwellendrehzahl mit zehn Umdrehungen je Meter Fahrstrecke zu normen. Die Drehzahlen schwanken bei den verschiedenen Schlep-

perfabrikaten zwischen zwei und siebzehn Umdrehungen, sie sollten aber zwischen fünf und zehn Umdrehungen je Meter Fahrstrecke liegen. Die Normung hätte nur geringe Vorteile, da es fast für jeden Schlepper verschieden große Räder und Bereifungen gibt. Beim Wechsel der Reifenaußendurchmesser ergeben sich dann kleinere oder größere Fahrstrecken bei gleicher Zapfwellendrehzahl.

Die Wegzapfwelle ist nicht immer während der Fahrt zuschaltbar. Bei Triebachsenhängern übernimmt ein Freilauf die Zuschaltung der Hängertriebachse bei Schlupf der Schlepper-Antriebsräder. Da die Zapfwelle beim Rückwärtsfahren ihre Drehrichtung ändert, werden Triebachshänger auch beim Rückwärtsstoßen angetrieben. Der Einbau eines Wendegetriebes, wie bei Benützung der Getriebe- oder Motorzapfwelle, ist nicht erforderlich. **Von Bedeutung ist die Wegzapfwelle vor allem für triebachsgetriebene Anhänger,** aber auch für den Antrieb von Düngerstreuer, Sämaschinen, Pflanzmaschinen und einige landwirtschaftlichen Geräte im Zuckerrübenbau und für die Heuernte.

An einigen Schleppern ist die Wegzapfwelle auch auf Motorzapfwelle (Unimog) oder die Getriebezapfwelle auf Wegzapfwelle umzuschalten. Viele Schlepper sind mit einer Getriebe- und Motorzapfwelle ausgerüstet.

Vordere Zapfwellen werden meist von der Motor-kurbelwelle abgenommen und sind selten abschaltbar. Mit Rücksicht auf die Kurbelwellenverdrehung können vorn nur geringe Leistungen abgenommen werden.

Die Normdrehzahl mit 540 U/min der Getriebe- und der Motorzapfwelle stimmt nicht immer mit der Motornendrehzahl (meist Höchstdrehzahl) überein. Viele Schlepper weichen oft davon ab, bei diesen liegt die Zapfwellen-Normdrehzahl zum Teil erheblich unter der Motornendrehzahl. Diese Schlepper sollten immer mit einem **Traktormeter** ausgerüstet sein, der nicht nur die Motordrehzahl für die einzelnen Fahrgänge, sondern auch die zur Zapfwellendrehzahl zugehörige Motordrehzahl anzeigt. Die genaue Einhaltung der Normdrehzahl ist ausschlaggebend für den Arbeitserfolg einiger Maschinen.

Einige Schlepperneukonstruktionen bauen bereits, wie seit einigen Jahren in Amerika üblich, Zapfwellen mit Drehzahlen von 1000 bis 1100 U/min ein. Damit wird es möglich, bei gleicher Stärke der Wellen größere Leistungen auf die Arbeitsmaschinen zu übertragen. Für die Konstrukteure bringt die höhere Zapfwellendrehzahl bei gleicher Leistungsübertragung wie bisher den Vorteil, Wellen und Getriebeteile mit geringeren Abmessungen einbauen zu können. Bei höherer Leistungsabgabe kommt man mit dem gleichen Wellendurchmesser und den bisher verwendeten genormten Keilwellenprofilen aus (Bild 2 oben). Die Verwendung des gleichen Keilwellenprofils für die schneller laufende Welle kann zum Anschluß von Maschinen führen, die nur für 540 U/min gebaut wurden und die dann nicht mehr ein-

wandfrei arbeiten oder infolge der höheren Drehzahl zerstört werden.

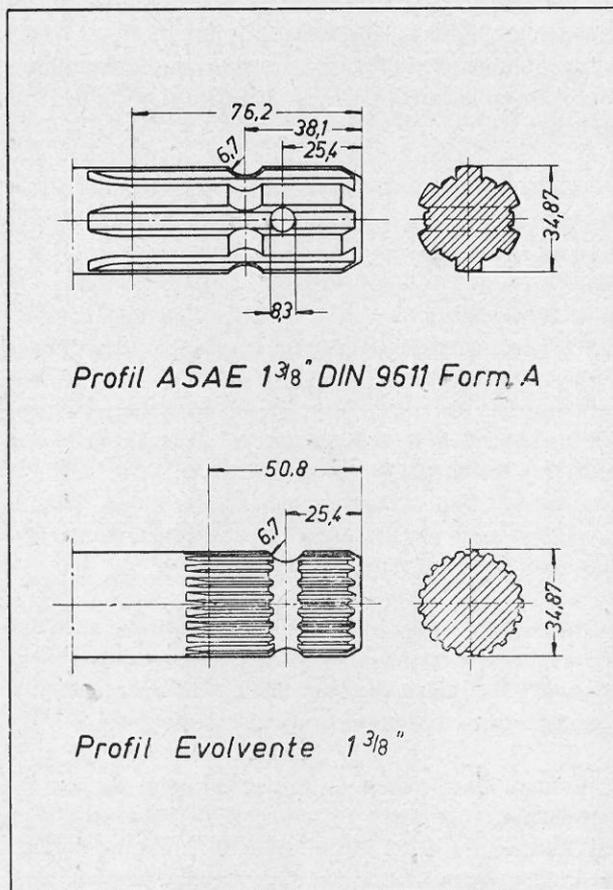


Abb. 2: Zapfwellenprofile

Die amerikanische Norm für schnelllaufende Zapfwellen schreibt die Verwendung eines evolventen Profils vor (Bild 2 unten), die jede Verwechslung ausschließt und mit der bei $1\frac{3}{8}$ Zoll Durchmesser entsprechend der Form A der deutschen und ASAE Norm größere Leistungen übertragen werden können als mit der Form B = $1\frac{1}{4}$ Zoll Durchmesser. Es bleibt zu wünschen, daß die amerikanische recht bald zur internationalen Norm erhoben wird, wie die bisherige DI-Norm 9611.

Die Unfallverhütungsvorschriften fordern eine **Schutzkappe** über den frei herausragenden Zapfwellenstummel. Schutzkappen aus Kunststoff sind für Forstradschlepper ungeeignet. Zum Aufsatteln von Langholz ausgerüstete Schlepper sollten einen besonders stabilen Schutz der Zapfwelle und der ebenfalls vorgeschriebenen Abdeckung erhalten.

In der **Wartung und Pflege** sind die Zapfwellen **sehr anspruchlos**. Ihre Schmierung erfolgt durch das im Getriebe oder im Achsengehäuse vorhandene Öl. Überlastungen der Wellen entstehen nur durch Versagen oder falsche Wahl von Überlastsicherungen. Bei zu großer räumlicher Abwinkelung der Gelenkwellen werden die Simmerringe der Zapfwellen beschädigt, was zu erheblichen Ölverlusten und Beschädigung der Getriebe führen kann.

312.33 Gelenkwellen

Von den vielen möglichen Kraftübertragungselementen zwischen Schlepper und angebauten oder angehängten, durch Zapfwellen angetriebenen Maschinen wird die Gelenkwelle **bevorzugt verwendet**. Bei Allradschleppern erfolgt der Antrieb der zweiten Achse (meist der Vorderachse) ebenfalls durch eine Gelenkwelle. Einige Schleppertypen haben Gelenkwellen zur Kraftübertragung zwischen Motor und Getriebe.

Die ausziehbare Gelenkwelle gestattet eine Verbindung der treibenden und der getriebenen Welle, die ihrer Lage nach in verschiedenen Ebenen liegen oder im Arbeitseinsatz ihre Lage oder ihren Abstand verändern. Die Normung der Zapfwellenprofile und damit auch der Kupplungsmuffen sowie die Normung der Schnellverschlüsse ist ein Vorteil, den andere Antriebe nicht haben (Bild 3).

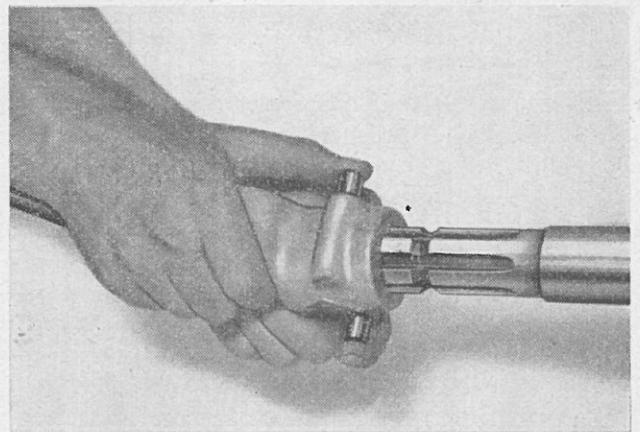


Abb. 3: Schiebestift-Schnellkupplung

Gelenkwellen, die ein möglichst gleichmäßiges Drehmoment übertragen sollen, müssen folgenden Bedingungen entsprechen:

Um Umwuchtungen und Schwingungen nicht zu groß werden zu lassen, soll ihre größte Länge 2200 mm nicht überschreiten.

Gelenkwellen unter 500 mm sind möglichst nicht zu verwenden.

Die ineinandergeschobenen Vierkantwellen-, Keilwellen- oder Nasenprofilrohre müssen sich in ihrer größten Länge noch ausreichend überdecken. Die zusammengesetzte Welle muß noch 20 bis 30 mm Längsspiel haben.

Für die räumliche Abwinkelung der Wellen werden einfache Gelenkköpfe mit Kreuzgelenk, die einen Einschlagswinkel bis zu 40 Grad zulassen, verwendet (Bild 4). Wird dieser Winkel unter Lastübertragung größer, so sind Weitwinkel- oder Doppelgelenke zu verwenden, die eine Abwinkelung bis zu 75 Grad zulassen.

Die Benutzung einer Gelenkwelle zum Antrieb verschiedener Maschinen wird dadurch eingeschränkt, daß die Kupplung der angehängten Maschinen bei Geradeausfahrt etwa in der Mitte der beiden Gelenkköpfe liegen soll, um gleiche Übertragungswinkel zu erhalten

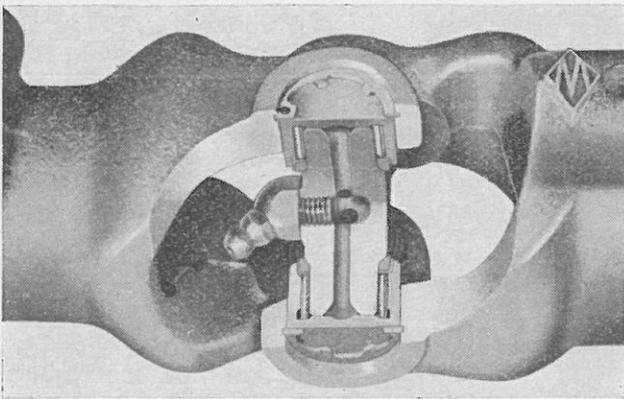


Abb. 4: Einfaches Gelenk mit Schnitt durch Gelenkquerschnitt und Nadellager

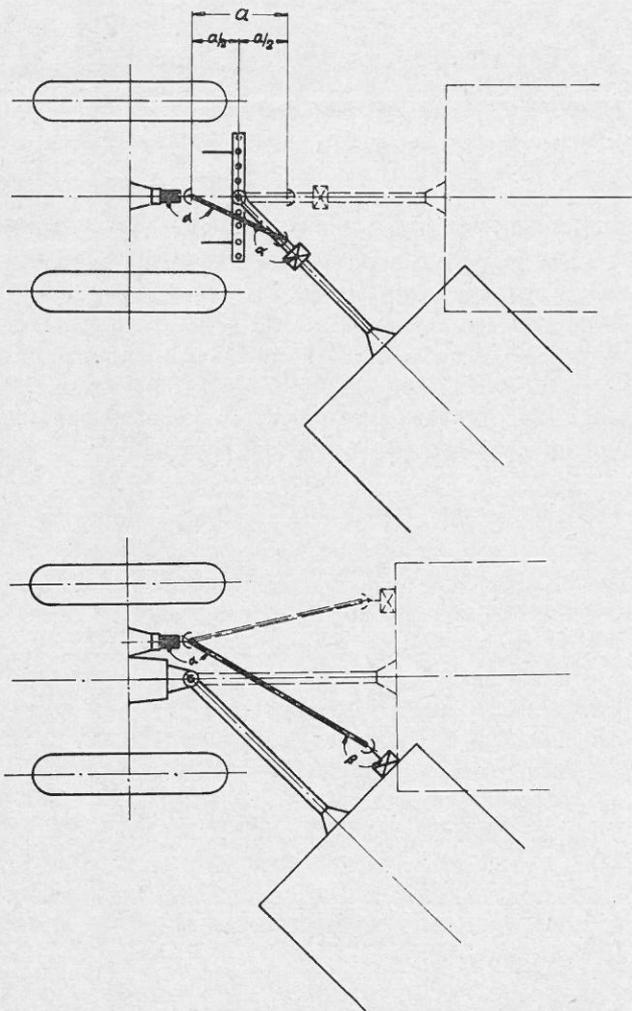


Abb. 5: oben: Kurze Anhängung mit gleichen Übertragungswinkeln — unten: Lange Anhängung mit ungleichen Übertragungswinkeln

(Bild 5). In der Praxis lassen sich unterschiedliche Übertragungswinkel nicht vermeiden, da die im Bild gezeigte Ankuppelung auf der Ackerschiene nicht immer möglich ist. Beim Durchfahren von Kurven oder beim Wenden verändern sich die Übertragungswinkel ständig. Die Abwinkelung sollte mit laufender Welle so klein wie möglich gehalten werden. Die Abschaltung des Antriebs in engen Kurven erhöht die Lebensdauer erheblich.

Bei Gelenkwellen mit quadratischen oder Keilwellenprofilen ist darauf zu achten, daß die Gabelköpfe in einer Ebene und nicht um 90 Grad versetzt stehen, da sonst die ungleichförmigen Winkelgeschwindigkeiten die Gelenke zerstören. Die überwiegend benutzten Nasenprofile mit hoher Drehsteifigkeit lassen nur eine Verstellung um 180 Grad und damit keine falsche Stellung der Gelenke zueinander zu.

Die einfach und robust wirkende **Gelenkwelle bedarf**, soll ihr Verschleiß gering bleiben, **einer täglichen Wartung**. Die Nadellager der Gelenkköpfe müssen täglich mit Wälzlagerfett und die gereinigten Wellen mit Stauferfett geschmiert werden.

Gelenkwellenschutz. Gelenkwellen mit den umlaufenden Gelenkköpfen bergen Gefahren in sich, die schon oft zu schweren Unfällen geführt haben. Der Gelenkwellenschutz wurde daher gesetzlich vorgeschrieben. Einige Ausführungen sind aber so kompliziert und schwierig anzubringen oder angebaut so empfindlich, daß viele Fahrer diese für ihren eigenen Schutz geschaffene Vorrichtung nicht benutzen. Die neueren Ausführungen (Bild 6), die von Spezialfirmen für Gelenkwellen gefertigt werden, sind mit ihren Kappen und ausziehbaren Schutzrohren aus Kunststoff leicht, bequem und widerstandsfähig, sofern man auch hier die notwendige Pflege nicht vergißt.

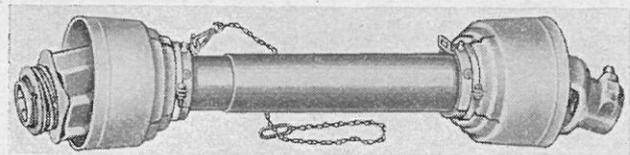


Abb. 6: Schutzvorrichtung über Gelenkwelle mit Sternratsche

Für eine volle Abdeckung der Zapfwelle und der Gelenke müssen an jedem Schlepper und über der Anschlußwelle der angetriebenen Maschine ein Schutzschild nach Normvorschlag DIN 9611 vorhanden sein.

312.34 Überlastsicherungen

Wird eine über Gelenkwellen angetriebene Maschine, zum Beispiel die Bodenfräse, durch Widerstände im Boden verlangsamt oder plötzlich stillgelegt, so fällt die Drehzahl des Motors, das Drehmoment steigt und wird durch die Schwungmassen der angetriebenen Maschine oft bis über das zulässige Drehmoment erhöht. Damit derartige Überlastungen nicht zu Getriebe- und Motorschäden führen, werden Überlastsicherungen oder Sicherheitskupplungen eingebaut.

Für Bodenfräsen werden immer noch Reibscheibenkupplungen, die in ihrem Aufbau den Fahrkupplungen gleichen, benutzt. Derartige Kupplungen gestatten durch Veränderung der Federkraft von außen her eine variable Drehmomentbegrenzung. Da das übertragbare Moment beim Einstellen nicht kontrollierbar ist, wird oft in der Praxis wie folgt verfahren:

Führt auf der Suche nach der günstigsten Begrenzung eine mehrmalige, vergebliche Einstellung nicht zum Erfolg, werden alle Schrauben fest angezogen, die Kupplung blockiert und die Überlastsicherung ist ausgeschaltet.

Erfolg: Bruch der Hauenmesser, der Wellen oder der Getriebeteile.

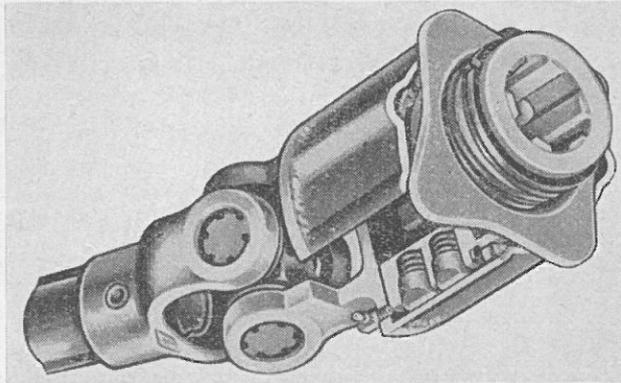


Abb. 7: Sternratsche für Drehmomente von 18 bis 32 mkg und Drehzahlen bis 1200 U/min

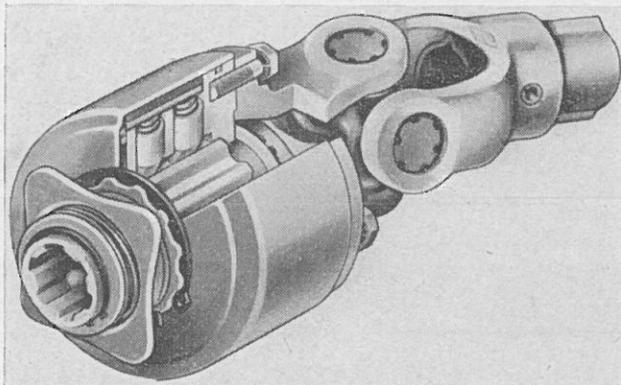


Abb. 8: Nockenreibkupplung mit Drehschwingungsdämpfung für Drehmomente von 45 bis 160 mkg und Drehzahlen bis 2000 U/min

Diese Nachteile lassen sich durch Verwendung von **Sternratschen** für kleine (Bild 7) oder **Nockenreibkupplungen** für große Drehmomente (Bild 8) vermeiden. Die federbelasteten Sperrnocken dieser Kupplungen sind auf ein maximal übertragbares Drehmoment eingestellt und von außen her vom Fahrer nicht zu verstellen. Wenn beim Überspringen dieser Sicherungen eine 180 Grad-Teilung nicht berücksichtigt ist, werden die Gelenke der Gelenkwellen in beliebigen Stellungen zueinander stehenbleiben und die Winkelgeschwindigkeit verändern. Um das zu vermeiden, werden derartige Sicherungen der Gelenkwelle vor- oder nachgeschaltet.

Kupplungsautomaten (Bild 9) für größere Drehmomente schalten sich beim Überschreiten eines eingestellten Drehmomentes ab und bei Unterschreitung oder einer bestimmten Drehzahldifferenz wieder ein.

In Gelenkwellen eingebaute Nockenratschen arbeiten mit 180 Grad Teilung (Bild 10). Der kleine Durchmesser gegenüber anderen Überlastsicherungen gestattet die Benutzung des normalen Gelenkwellenschutzes. Mit der

Sicherheitsratsche können aber nur kleine Drehmomente übertragen werden.

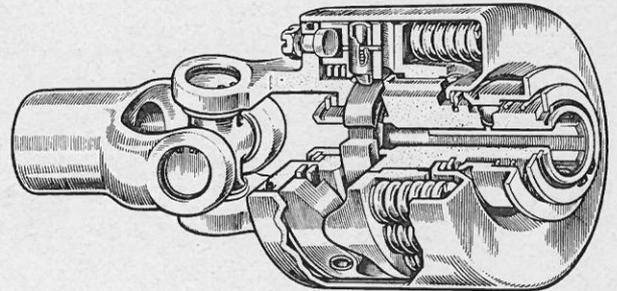


Abb. 9: Kupplungsautomat für Grenzdrehmomente von 50 bis 120 mkg und Drehzahlen bis 2000 U/min

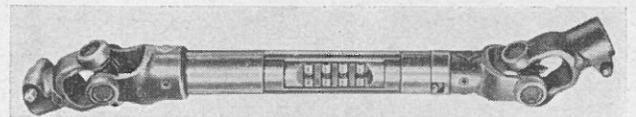


Abb. 10: Nockenratsche mit 180° Teilung

Freilauf. Als Sicherheit für triebachsgetriebene Hänger und Maschinen wird meist ein Freilauf verwendet, der gleichzeitig verhindert, daß die Triebachse auch dann mitläuft, wenn ihr Antrieb nicht erforderlich ist. Hier haben sich der Kugelfreilauf und der Klemmplattenfreilauf bewährt. Um die Triebachse zur Bremsung des Zuges bei Talfahrten ausnutzen zu können, sind die Freiläufe vom Fahrersitz ein- und ausschaltbar.

312.35 Kraftheber

Für die Entwicklung des Schleppers war und für die Weiterentwicklung ist in der Landwirtschaft auch heute noch die Bodenbearbeitung ausschlaggebend.

Die mit dem Schlepper zur Verfügung stehende größere Zugkraft führte zunächst zum Bau von schweren Anhängengeräten, die allein für ihre Fortbewegung bei der Arbeit und beim Transport einen erheblichen Teil der Schlepperzugkraft wieder verbrauchten. Das Ausheben schwerer Anhängengeräte wie mehrscharige Pflüge beim Wenden erforderten umständliche zeit- und kraftverbrauchende Arbeiten, wodurch der Vorteil einer größeren Arbeitsbreite oder größeren Arbeitstiefe wieder verloren ging.

Die Konstruktion von Anbaugeräten verringerte durch den Fortfall der Räder den Zugwiderstand. Die Geräte wurden leichter und billiger. Die Schwierigkeiten beim Ausheben und Anheben in die Transportstellung blieben, ja sie wurden größer, da die Bodenräder, die bisher bei angehängten Geräten zum Antrieb mechanischer Hubwerke benutzt wurden, nicht mehr zur Verfügung standen.

Zunächst wurden zwischen Schlepper und Gerät **Handkraftheber** eingebaut, mit deren Hilfe die schweren Anbaugeräte mittels Hebelübersetzung direkt oder durch mehrmalige Betätigung über Sperrklinken, unter-

stützt durch eine beim Ablassen der Geräte gespeicherte Federenergie, vom Fahrer angehoben werden konnten. Der aus dieser Zeit stammende Stelzfuß würde mit seiner robusten und einfachen Konstruktion zum Anheben der Bergstütze in Fahrtstellung noch überall dort ein Fortschritt sein, wo heute noch der Fahrer oder Beifahrer die Bergstütze von Hand anheben und einhängen muß.

Auch **Handhydraulikanlagen** mit einem Arbeitsvermögen bis zu 250 mkg haben sich zum Heben und Absenken der Bergstütze oder anderer nicht zu schwerer Geräte gut bewährt, obwohl die Hubzeit cirka fünfzig Prozent größer als bei motorisch betriebenen Hydraulikanlagen ist.

Da es nahe lag, die Motorkraft zur Betätigung der Kraftheber auszunutzen, wurden mechanische Kraftheber gebaut. In unzähligen Konstruktionen entstanden Hubwerke, um die drehende Bewegung der Motorkraft über Spindeln, Hebe-, Schwenk-, Schnecken- oder Zahnradgetriebe in Hub- oder Senkbewegung umzuwandeln. Der Vorteil mechanischer Kraftheber liegt im nachträglichen Anbau an Schlepper, für die eine Blockhydraulik nicht vorhanden oder ein freier Arbeitszylinder nicht unterzubringen ist.

Weitere Krafthebersysteme, die über besondere Nebenaggregate betrieben werden, sind mit elektrischen, pneumatischen oder ölhydraulischen Hubwerken ausgestattet.

Der elektrische Kraftheber erfordert eine besondere oder eine erheblich stärkere elektrische Anlage als im Schlepper serienmäßig eingebaut wird. Ihr Vorteil liegt in der guten, unabhängigen Druckknopfsteuerung einer Vielzahl von Arbeitswerkzeugen von jedem Arbeitsplatz der Maschine aus. Eine elektrische Schaltanlage ist einfacher, billiger und unempfindlicher als die Rohrleitungen oder Schläuche der pneumatischen und der ölhydraulischen Anlagen. Der elektrische Kraftheber wird bisher nur in ausländischen Pflegemaschinen benutzt, die bei Arbeitsbreiten von zwei bis vier Meter eine voneinander unabhängige Steuerung der einzelnen Arbeitswerkzeuge verlangen. Die Zukunft wird zeigen, ob sich der elektrische Kraftheber bei der angestrebten größeren Arbeitsbreite durchsetzen wird.

Der pneumatische Kraftheber ist im Schlepperbau erst durch den Unimog bekannt geworden. Die Pneumatik hat gegenüber der Ölhydraulik für den rauen Betrieb in der Forstwirtschaft viele Vorteile, aber auch Nachteile.

Von großem Vorteil ist die Preßluftanlage für die Schlepper- und Anhängerbremsung bei Transporten auf öffentlichen Straßen und zum Kippen von Anhängerpritschen. Sie kann außerdem zum Spritzen und Zerstreuen sowie zum Füllen der Bereifung benutzt werden. Zwischen Gerät und Arbeitszylinder befindet sich immer ein federndes Luftpolster. Nach der Instandsetzung von Leitungsbrüchen steht Luft überall kostenlos

zur Verfügung. Die Wartung und Pflege ist einfacher als bei der Ölhydraulik, für die ständig Spezialöle bereitgehalten werden müssen.

Der geringe Luftdruck der meist einstufigen Kolbenkompressoren von 7 bis 10 kg/cm² erfordert große Abmessungen für Arbeitszylinder und Luftspeicher. An Pritschenschleppern, wie der Unimog, ist Platz dafür vorhanden, aber nicht an den normalen Vierradschleppern. Als weiterer Nachteil hat sich der geringe Luftvorrat erwiesen. Wird ein pneumatischer Kraftheber in kurzen zeitlichen Abständen betätigt, fällt der Druck im Luftspeicher schnell ab, die Hubzeiten werden größer und das Arbeitsvermögen wird immer kleiner.

Die Ferguson-Hydraulik galt vor Jahrzehnten bereits als fast vollkommene Lösung des Kraftheberproblems. Sie hatte schon eine automatische Regelung nach gleichem Zugwiderstand. Dieser Kraftheber war außerdem noch mit einer Dreipunktkupplung und einem Hubgestänge ausgerüstet, das den Anbau der verschiedensten Geräte ermöglichte.

Die Übertragung dieser kompletten Kraftheberanlage auf deutsche Verhältnisse hat eine lange Zeit beansprucht. Das Dreipunktgestänge wurde zunächst abgelehnt, aber dafür die Vorzüge einer Einpunkt-, Zweipunkt- und Vierpunktkupplung in Gegenvorschlägen hervorgehoben.

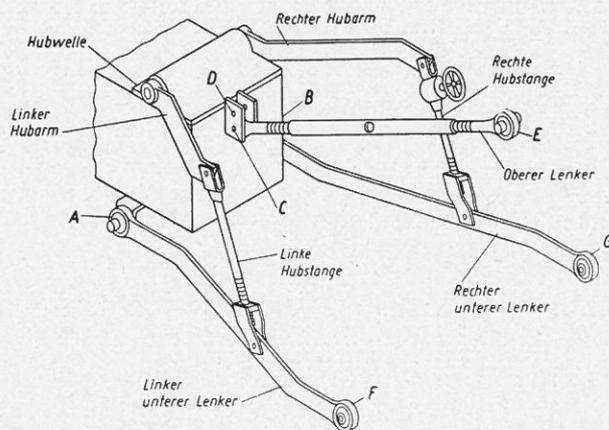


Abb. 11: Dreipunkt-Aufhängung nach DIN 9674
A, B, C, D Anlenkpunkte am Schlepper
E, F, G Kupplungspunkte für das Gerät

Erst die Normung der Dreipunktaufhängung von Anbaugeräten (Bild 11), der Lenker und ihr Bewegungsraum im Jahre 1958 durch die DIN 9674 **machte den Weg frei für die allgemeine Einführung der hydraulischen Kraftheberanlage im deutschen Schlepperbau.**

Diese Normung, deren Wert immer erst dann erkannt wird, wenn sie, wie beim Einachsschlepper, nicht vorhanden ist, **ermöglicht die Zusammenstellung einer Gerätereihe mehrerer Hersteller und den wechselnden Anbau von Schleppern verschiedener Fabrikate.**

312.36 Ölhydraulik

Für den vielseitigen und wirtschaftlichen Einsatz eines Forstradschleppers ist eine Hydraulikanlage von ausschlaggebender Bedeutung.

Vor der Beschaffung eines Forstradschleppers ist daher zu prüfen, welche Arbeiten mit dem Schlepper ausgeführt werden sollen. Ohne Anspruch auf die Vollständigkeit der Arbeiten sind dieses:

| Art der Arbeit | Erforderliche Schlepperausrüstung | | |
|---|-----------------------------------|-----------|-----------|
| | Hydraulik | Zapfwelle | Seilwinde |
| Rücken von Stammholz mit Seilwinde und Bergstütze | x | x | x |
| Rücken von Stammholz mit Zange | x | | |
| Rücken von gebündeltem Schichtholz | (x) | x | x |
| Laden und Abfuhr von Langholz | | x | x |
| Laden von Schüttgut | x | | |
| Wegeinstandsetzung | x | | |
| Bodenverwundung mit Fräse | x | x | |
| Bodenbearbeitung mit Anbaugeräten | x | (x) | |
| Bodenbearbeitung mit Anhängengeräten | (x) | | |
| Antrieb für Erdbohrer | x | x | |
| Pflanzen mit Maschinen | x | (x) | |
| Antrieb über Riemenscheibe von Kreissäge, Luftkompressor, Dynamomaschine | | | x |
| Ab- oder Anfuhr mit hydraulisch hebbarem Zughaken oder hydraulischem Kipper | x | | |

(x) = Spezialgeräte

Wie aus der vorstehenden Aufzählung ersichtlich, ist die Seilwinde nur für die zum Rücken oder bei der Abfuhr eingesetzten Forstradschlepper von Bedeutung.

Auch für den nur bei der Holzbringung eingesetzten Schlepper sind Bauart und Hubvermögen der Hydraulikanlage entscheidend für die Schlepperleistung. In seltenen Fällen wird nur eine reine Zugarbeit verlangt, bei der die Serienhydraulik für das Heben der Bergstütze immer ausreicht.

Soll mit dem Schlepper Stammholz auf der Bergstütze oder einer Rückewanne einseitig angehoben gerückt werden, eine selbstverständliche Forderung an einen modernen Rückeschlepper, reicht die serienmäßige Ausführung der Kraftheberanlage nicht aus, solange nicht die Hubkraft der Motorleistung angepaßt ist. Bis dahin ist noch zu prüfen, wieviel Hubkraft an der Lastauflage der Bergstütze oder der Rückewanne, bzw. an den Kupplungspunkten der Lenker vorhanden ist und welche Kraft verlangt werden muß.

Das für eine Aufsattelung zur Verfügung stehende Freigewicht wird durch die Tragfähigkeit der Hinterachse oder der Bereifung bestimmt. Diese mögliche Aufsattellast sollte durch die Hydraulik nicht nur angehoben, sondern auch während des Transports gehalten werden können.

Das Heben und Halten großer Lasten mit den Zugseilen der Winde ist durch die hohe Belastung und durch den großen Seilverschleiß beim Bodenzug eine erhöhte Unfallgefahr und auch technisch gesehen viel zu primitiv, um als Dauerlösung bestehen zu können. Die Ölhydraulik ermöglicht, mit der auf kleinstem Raum unterzubringenden Anlage, alle für einen Forstradschlepper benötigten Hub- oder Haltekräfte aufzubringen. Es bleibt zu hoffen, daß sie in absehbarer Zeit nicht nur zum Heben und Tragen, sondern auch zum Festhalten von schwerem Stammholz beim Rücken benutzt werden kann.

Die obige Aufstellung zeigt, daß bei fast allen Schlepperarbeiten die Hydraulik notwendig ist oder verwendet werden kann. Mit ihr können Kräfte entwickelt werden, die weit über das menschliche und tierische Leistungsvermögen hinausgehen. Der Fahrer steuert von seinem Sitz aus die Arbeitsgeräte bequem mit einer Hand und kann körperlich wenig belastet den Arbeitsvorgang beobachten.

Es ist möglich, jede Hub-, Druck- oder Zugbewegung mit Hilfe hydraulischer Kräfte auszuführen. Zu überlegen ist jedoch, ob mehrere Arbeitsbewegungen gleichzeitig oder nacheinander und in welcher Zeit diese erfolgen sollen. Je größere Kräfte aufzubringen sind und je kürzer die dafür angesetzte Zeit wird, umso größer muß der Druck und die Liter-Leistung der Hydraulikpumpe sein. Für den Antrieb der Hydraulikpumpe steht bei Stillstand des Schleppers die gesamte Motorleistung zur Verfügung, während der Schlepperfahrt aber nur die Leistung, die für den Fahrantrieb nicht benötigt wird. Ist beispielsweise ein Schleppermotor durch den Zug eines Pfluges bis zu seiner Leistungsgrenze belastet, so sollte man nicht fordern, daß dieser Pflug noch während der Zugarbeit in Sekundenschnelle ausgehoben wird. Kraft- und Zeitgewinn muß auch bei der Anlage und beim Betrieb der Ölhydraulik bezahlt werden.

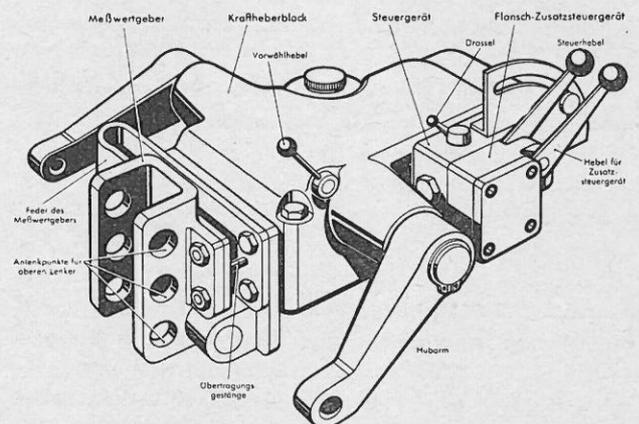


Abb. 12: Kraftheber mit Regeleinrichtung und angebaurem Flansch-Zusatzsteuergerät für die Betätigung eines zusätzlichen Arbeitszylinders

Nach der Bauart der Ölhydraulikanlagen unterscheidet man:

Die geschlossene Blockbauart (Bild 12), bei der außer der Ölpumpe der Ölbehälter, die Arbeitszylinder mit der Hubwelle und das Steuergerät in einem Block vereinigt sind. Der Hydraulikblock wird auf oder am Hinterachsgehäuse befestigt; bei einigen Schleppern erfolgt der Einbau auch im Gehäuse der Hinterachse.

Die gemischte Bauart entsteht bei Erweiterung einer Blockhydraulik durch den zusätzlichen Anbau einer Pumpe mit größerer Förderleistung, größerem Ölbehälter und zusätzlichen Arbeitszylindern.

Bei der aufgelösten Bauart werden die Pumpe, der Ölbehälter und vor allem die Arbeitszylinder an den für den Kraftangriff günstigsten Punkten und das Steuergerät am übersichtlichsten Bedienungsplatz angebracht (Bild 13). Diese Bauart wird für Mehrkreisanlagen bevorzugt.

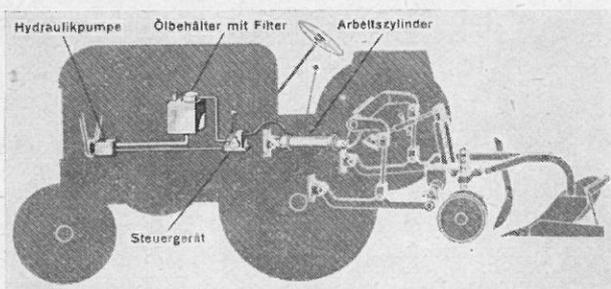


Abb. 13: Schlepper mit aufgelöster Hydraulikanlage

Alle drei Bauarten haben oft ein oder zwei freie Zapfstellen, um hydraulische Geräte mit geringem Ölvolume mittels Steckkupplungen anschließen zu können.

Die Bedienung der Hydraulik erfolgt über die Steuerhebel, die im Griffbereich des Fahrers angebracht sind. Alle Bewegungen der Hubarme sowie das Halten der Geräte werden je nach Vorwahl der Endstellungen automatisch begrenzt.

Einseitig beaufschlagte Arbeitskolben, wie in der Blockhydraulik üblich, dienen nur zum Heben und Halten, das Absenken erfolgt durch das Gewicht der Geräte. Für Heben und Drücken werden zweiseitig beaufschlagte Kolben verwendet. Die Hub- und Druckkraft ist hier unterschiedlich, da in einer Arbeitsrichtung die wirksame Kolbenfläche durch die Kolbenstange verringert wird.

Mit drückenden Arbeitszylindern kann die Hinterachse durch die Bergstütze angehoben werden, dadurch wird der dem Aufbaumoment entgegenwirkende Kraftarm des Vorderachsdrukkes weit über den Radstand hinaus verlängert. Für Schlepper mit geringem Vorderachsgewichtsanteil wäre eine derartige Verwendung der Hydraulik von großem Vorteil, da der Schlep-

per dann beim größten Anzugsmoment der Seilwinde und bei entsprechend großen Zugwiderständen einen festen und sicheren Stand hätte. Bis jetzt ist noch bei keinem Forstradschlepper dieser wenig aufwendige und daher nicht teure, dafür aber die Leistung und die Sicherheit erhöhende Weg beschritten worden.

Für die Bodenbearbeitung werden mehrere automatische Regelsysteme gebaut.

Die Regelung auf gleichen Zugwiderstand ist die älteste aus dem Ausland kommende Regelhydraulik. Sie wird auch heute noch von ausländischen Schleppern wie Ford und Ferguson bevorzugt verwendet. Der gleiche Zugwiderstand führt bei wechselnden Bodenwiderständen zu unterschiedlichen Arbeitstiefen, gestattet dafür aber die Ausnutzung der maximalen Zugkraft des Schleppers.

Bei der Regelung nach Arbeitstiefe wird ein Tastrad (bei größeren Arbeitsbreiten zwei Räder) zur Kopierung der Bodenoberfläche und zur Regelung einer fast gleichen Arbeitstiefe benutzt. Die maximale Zugleistung des Schleppers kann bei dieser Regelung nur bei gleichmäßigem Bodenwiderstand, wie sie kultivierte Böden haben, ausgenutzt werden. Bei stark wechselnden Widerständen muß entweder die Arbeitsbreite oder die Schleppergeschwindigkeit auf den größten Bodenwiderstand eingestellt werden.

Regelung nach der Lage. Hierbei wird das Anbaugerät automatisch in die gewünschte Ausgangsstellung zum Schlepper gebracht.

Mit Mischregelung bezeichnet man die Anlage, die durch besondere Steuerungsgeräte jeweils zwei der vorgenannten Regelsysteme nur teilweise wirksam werden läßt.

Alle Systeme haben eine Schwimmstellung, bei der das angebaute Gerät Freigang hat.

Viele Schlepperfirmen bauen hydraulische Rad-druckverstärker ein, um bei starkem Schlupf der Triebräder durch Entlastung der Vorderräder und durch Verlagerung eines Teils der auf den Pflug wirkenden vertikalen Kräfte eine zusätzliche Belastung der Hinterachse zu erreichen. Diese „RDV“ erhielten von den Herstellern geheimnisvolle Benennungen, dienen aber alle dem gleichen Zweck.

Die Ölhydraulik hat sich wegen ihrer vielen Vorteile, die sie gegenüber allen anderen Kraftheberanlagen hat, im Schlepperbau allgemein durchgesetzt. Sie ist nicht nur als Kraftheberantrieb, sondern auch für viele andere Zwecke verwendbar. Eine ausreichende Anlage ist heute für jeden Forstradschlepper zu fordern.

Eine Erhöhung der Motorleistung ist für die nächsten Jahre bei allen Schleppern zu erwarten. Die dadurch mögliche Steigerung der Arbeitsgeschwindigkeit oder Erhöhung der Aufsattelast bedingt für Fahrten abseits der Straße eine hydraulische Lenkhilfe.

Die Verwendung der Hydraulik für Arbeiten mit Front- oder Überkopfladern, mit hydraulisch gehobe-

nem oder angetriebenem Mähwerk, mit Heckladekran oder mit hydraulischem Bagger für Unterflurarbeiten erweitert die Einsatzmöglichkeiten und damit den ganzjährigen Einsatz des Schleppers und des Fahrers.

Die Ölhydraulik hat sich in der Antriebs- und Regeltechnik in wenigen Jahrzehnten eine führende Stellung erobert. Die schleppende Einführung im Schlepperbau ist wohl darauf zurückzuführen, daß nur wenige Schlepperwerke Bauelemente für hydraulische Anlagen selbst herstellen, somit von Zulieferfirmen abhängig waren und ihre Schlepper erst den Anschlußmaßen der Fremdfabrikate anpassen mußten. Im Fahrzeug- und Schlepperbau stehen wir aber erst am Anfang der Benutzung der Ölhydraulik zum Energietransport.

Der hydraulische Drehmomentenwandler als Ablösung des Stufenschaltgetriebes wird dann erscheinen, wenn erkannt wird, daß die in letzter Zeit entwickelten zwölf-, sechszehn- oder achtzehnstufigen Getriebe auch nicht viel billiger sind. Der Einzelradantrieb durch Hydraulikmotore wird den Bau von Allradfahrzeugen mit Allradsteuerung begünstigen, die bei gleichem oder weniger Energieaufwand unseren derzeitigen Schleppern weit überlegen sein werden und den Fahrer weitgehend entlasten. Es bleibt zu wünschen, daß bis dahin der hydraulisch einstellbare und gedämpfte Fahrersitz und andere Dinge, die man heute noch als Komfort für den Fahrer bezeichnet, als selbstverständlich angesehen wird.

Im Hinblick auf die große Zukunft der Hydraulik sollen die hauptsächlichsten Bauteile der Anlage hier kurz besprochen werden.

Als Hydraulikpumpen werden im Schlepperbau überwiegend bis 150 atü Öldruck Zahnradpumpen, neuerdings bis 250 atü schon Kolbenpumpen verwendet (Bild 14). Aber auch die in der Technik benutzten Brillen-, Schrauben-, Flügelzellen-, Drehkolben-, Achsial- oder Radial-

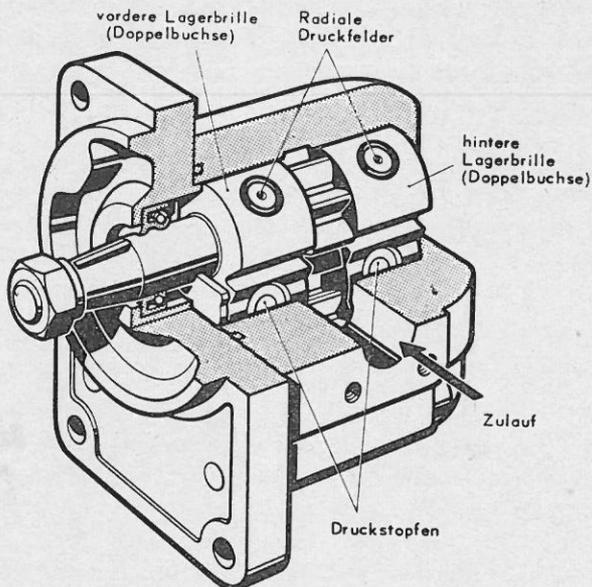


Abb. 14: Brillenpumpe im Schnitt

kolbenpumpen werden zu gegebener Zeit im Fahrzeugbau Eingang finden. Schon darum, weil diese Pumpen in umgekehrter Arbeitsrichtung als hydraulische Antriebsmotoren verwendet werden können.

Beobachtung und Pflege. Die abgekapselte Blockhydraulik und die allseitig geschlossene aufgelöste Bauart lassen nicht erkennen, welche Präzisionsarbeit in den Bauteilen steckt. Nicht nur Pumpen, Arbeitszylinder, Kolben, Ventile und vor allem die Steuergeräte, sondern auch Schläuche und Kupplungen werden mit Feinstpassungen und sehr hohen Fertigungsansprüchen hergestellt. Ähnliche Anforderungen werden am Schlepper nur an Kraftstoffeinspritzanlagen gestellt, die dem Bedienungsmann trotzdem so manche Sorge bereiten.

Selbst die beim Fehlen von Faltenbälgen dem Verschleiß durch äußere Einflüsse am stärksten ausgesetzten Kolbenstangen der freien Arbeitszylinder dürfen an den gleitenden Flächen nur Rauhtiefen von 0,002 mm haben, wenn die Dichtung einwandfrei gepflegter Anlagen 500 000 Doppelhübe aushalten soll.

Auch der kleinste Druckabfall setzt den Wirkungsgrad herab. Bei starkem Druckabfall muß die Anlage auf Ölverlust überprüft und das Öl sofort ergänzt werden. Jeder Trockenlauf führt zur Zerstörung der Pumpe. Da nur an wenigen Schleppern die Pumpen abschaltbar sind, ist bei Ölverlust der Motor sofort abzuschalten und gegen Anlassen so lange zu sichern bis die Pumpe ausgebaut oder die Anlage wieder in Ordnung ist.

Das Ansteigen des Öles in der Motorwanne beruht nicht immer auf dem Durchsickern von Kraftstoff. Es läßt auch bei angeflanschten, von der Nockenwelle angetriebenen Hydraulikpumpen auf Sicker-, bzw. Quetschöl aus der Anlage schließen. Jeder Ölstandsanstieg in der Wanne muß als Alarm für die Überprüfung der Anlage, vor allem der Pumpe, gewertet werden.

Die Neutralisierung des Steuerhebels bewirkt einen fast drucklosen Kreislauf des Öles zwischen Pumpe, Steuergerät, Ölbehälter, Filter und Pumpe.

Nach längerem Stillstand des Motors oder der Hydraulik-Hubelemente im Winter sollte der Kraftheber vor einer starken Belastung mehrmals unter geringer Kraftabforderung bewegt werden. Eine Verringerung der Ölkonsistenz durch Druck und Erwärmung verringert auch den Verschleiß und steigert die Leistung im Bereich der maximalen Hubkraft.

Eine große Betriebssicherheit der in der Betriebsanleitung oft als wartungsfrei bezeichneten Hydraulikanlage verführt dazu, sich um die Hydraulik erst dann zu bemühen, wenn es bereits zu spät ist. **Eine gute Hydraulikanlage ist zwar wartungsarm und in den letzten Jahren ist viel dafür getan worden, aber wartungsfreie Anlagen gibt es nicht!**

Neben der laufenden Beobachtung und Pflege gehört die Ölstandskontrolle, das Filterreinigen und das Entlüften der Anlage zu den Arbeiten, die vom Schleppereinfahrer auszuführen sind. Alle darüberhinausgehenden Arbeiten werden besser und letzten Endes auch billiger den wenigen mit Spezialwerkzeugen und Prüfgeräten

ausgerüsteten **Hydraulikwerkstätten** übertragen. Das lohnt sich auch dann, wenn diese Spezialwerkstätten weit entfernt sind, **Instandsetzungen sollten immer im Beisein des Fahrers erfolgen**, damit er sich über den Aufbau und über die Funktion der Bauelemente einer Hydraulikanlage ausreichend unterrichten kann.

Bildvermerk:

Abb. 1 bis 10 Handbuch und Werkfoto „Walterscheid“

Abb. 11 nach DI-Normblatt 9674, April 1958.

Abb. 12 bis 14 Bosch-Pressbild

Literatur:

- Dencker, H.** Handbuch der Landtechnik
Verlag Paul Parey, Hamburg —
Berlin.
- Dieter, W.** Ölhydraulikfibel
Krauskopf-Verlag, Wiesbaden.
- Neugebauer, E.** Das gelbe Schlepperbuch
Verlag technic, Wiesbaden-Sonnenberg.
- Rudnick, S.** Der Schlepper und sein Gerät
BLV-Verlagsgesellschaft, München.
- Schilling, E.** Landmaschinen
1. Band Ackerschlepper
Verlag A. H. Schilling,
Rodenkirchen bei Köln.

Zum Neuen Jahre

wünschen Herausgeber und Schriftleitung der

Forsttechnische Informationen

als Mitteilungsblatt des Kuratoriums

für Waldarbeit und Forsttechnik (KWF)

alles Gute,

vor allem trotz der großen

Schwierigkeiten ein erfolgreiches Wirken!

Schriftleitung: Oberforstmeister Müller-Thomas, Mainz, Verlag „Forsttechnische Informationen“, Mainz, Ritterstraße 14, Ruf: 8 63 65. Druck: Neubrunnendruckerei und Verlags-GmbH., Mainz. Erscheinungsweise: monatlich. Jahresbezugspreis DM 14,—. Zahlung wird erbeten auf das Konto „Verlag Forsttechnische Informationen“ Nr. 20 03 bei der Stadtparkasse Mainz. Postscheckkonto der Stadtparkasse ist Frankfurt/M., Nr. 40 85. Kündigungen 4 Wochen vor Jahresende. Nachdruck nur mit Genehmigung des Verlages. Gerichtsstand und Erfüllungsort sind Mainz.