

# FORSTTECHNISCHE INFORMATIONEN

Mitteilungsblatt des  
„KURATORIUM FÜR WALDARBEIT UND FORSTTECHNIK“

Herausgeber: Oberforstmeister a. D. Müller-Thomas

Postverlagsort Mainz

Verlag „Forsttechnische Informationen“, 65 Mainz-Gonsenheim, Kehlweg 20

Nr. 10

Oktober 1966

## Die vielseitige Anwendung der Hydraulik in der Forstwirtschaft

Von Dipl.-Forsting. H. K. STERZIK

(Aus dem Institut für Waldarbeit und Forstmaschinenkunde der Universität Göttingen in Hann.-Münden)

Dieser Beitrag soll einen Einblick in das Funktionieren der Hydraulik verschaffen, ein ungefähres Bild davon geben, auf wie verschiedenartigen Gebieten hydraulische Anlagen und Arbeitsgeräte insbesondere im Forsteinsatz völlig neue, rationellere Arbeitsverfahren geschaffen haben und weitere Arbeitsgebiete zu erschließen geeignet sind. Es kann dabei selbstverständlich kein Anspruch auf Vollständigkeit erhoben werden.

Es ist nicht allzulange her, seitdem die Hydraulik und die Pneumatik für bestimmte Arbeitsverrichtungen mit großem Erfolg in immer größerem Ausmaß eingesetzt werden. Nachdem die Hydraulik zunächst und besonders auf den Gebieten des Transportwesens (hydraulisch Heben, Drehen, Schwenken), der Arbeitsbewegungen mit geregelter Enddruck, der Werkzeugmaschinen u. a. vor-

gedrungen ist und sich hervorragend bewährt hat, gewinnt sie neben der Pneumatik in vielen anderen Bereichen der Technik immer mehr an Bedeutung.

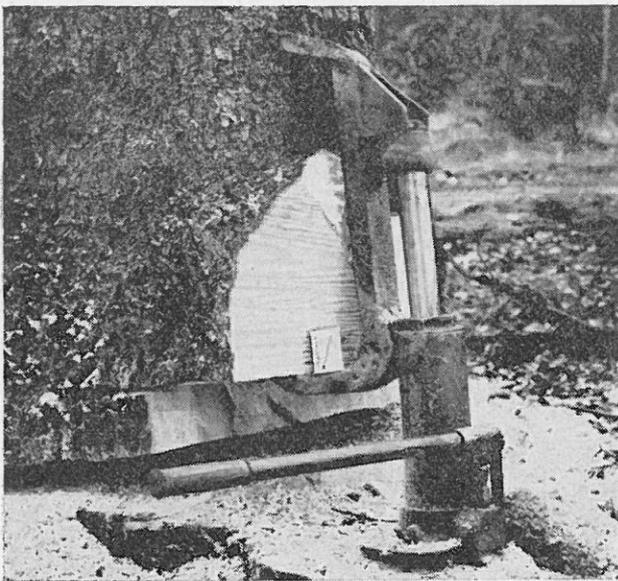


Abb. 1: Wagenheber und Hebespange zum Fällen starker Bäume und Hänger (Nach Waldfacharbeiter Schütz, FA Gahrenberg)



Abb. 2: Vollhydraulische TRENKLE — Grabenfräse

### 1. Physikalische Grundlagen

#### 1.1 Das Prinzip der Hydraulik

Bei der Hydraulik handelt es sich um Kraftübertragung durch Flüssigkeit, bei der Pneumatik durch Gase (Luft). Flüssigkeiten sind nicht zusammendrückbar, Gase verändern unter Druck ihr Volumen (Abb. 3).

Abb. 3 zeigt das Verhalten von Flüssigkeiten und Gasen in gleich großen geschlossenen Zylindern mit unterschiedlichem Druck des Kolbens. Für Flüssigkeiten und Gase gilt, daß sich der Druck in Zylindern nach allen Seiten (Zylinderwand, Boden und Kolbenfläche) gleichmäßig

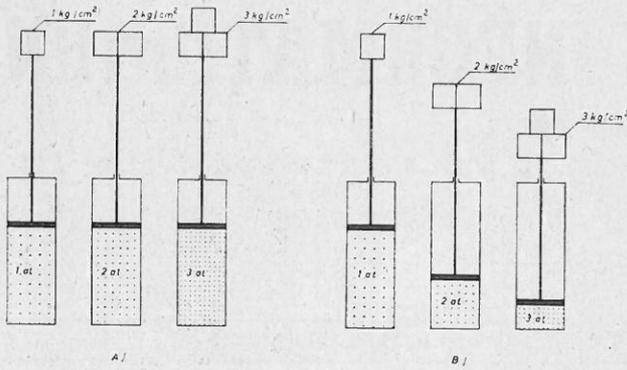


Abb. 3: Wirkung von Druck auf Flüssigkeiten und Gase (schematisch): A) Flüssigkeit, B) Gase

fortpflanzt und die Größe annimmt, die vom Kolben her in  $\text{kg/cm}^2$  ausgeübt wird. Das Druckmaß ist die Atmosphäre  $\text{at}$  als Druck von  $1 \text{ kg/cm}^2$ .

Bei einer Fläche des Kolbens von  $10 \text{ cm}^2$  und dessen Belastung mit 10, bzw. 20, bzw. 30 kg entfallen auf jeden  $\text{cm}^2$  Kolbenfläche nach der Beziehung

$$\text{Druck at} = \frac{\text{Kraft kg}}{\text{Kolbenfläche cm}^2}$$

1, bzw. 2, bzw. 3  $\text{kg/cm}^2$ . Im Zylinder entsteht also ein Überdruck von 1, bzw. 2, bzw. 3 at.

### 1.2 Flüssigkeiten für die hydraulische Kraftübertragung

Die für die hydraulische Kraftübertragung in Frage kommenden Flüssigkeiten sind: Mineralöle, Wasser oder Sonderflüssigkeiten. **Öle** werden wegen ihrer günstigen Eigenschaften (chemische Stabilität, Antikorrosionswirkung, Schmierung) bevorzugt. **Wasser** könnte sich für die hydraulische Kraftübertragung als die praktische Flüssigkeit anbieten, weil in großen Mengen überall und billig verfügbar. Seine Nachteile (hoher Gefrierpunkt, niedrige Viskosität, Korrosionswirkung und mangelhafte Schmierwirkung) begrenzen jedoch seine Verwendbarkeit entscheidend. **Sonderflüssigkeiten** sind dem Öl überlegen, weil sie außer dessen Eigenschaften praktisch schwer entflammbar oder feuersicher sind.

### 1.3 Das hydraulische System

Das im Prinzip einfachste Hydrauliksystem entsteht durch eine Verbindung unterschiedlich großer und mit Flüssigkeit gefüllter Zylinder durch eine Rohrleitung (Abb. 4).

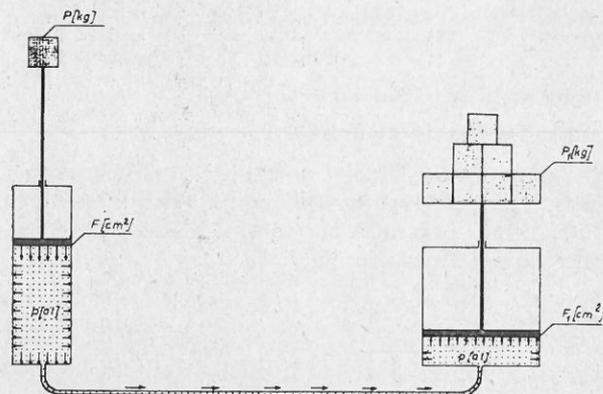


Abb. 4: Prinzip der Erzeugung und Fortpflanzung des Flüssigkeitsdruckes (schematisch)  
Beispiel:  $P_1 = 7 \text{ mal } P$

Durch die Wirkung der Kraft  $P \text{ kg}$  auf den Kolben entsteht im Zylinder so viel Druck  $p \text{ at}$ , wie sich die wirkenden  $\text{kg}$  auf die Kolbenfläche  $F \text{ cm}^2$  aufteilen.

$$p \text{ at} = P \text{ kg} / F \text{ cm}^2$$

Der entstandene Flüssigkeitsdruck  $p \text{ at}$  im kleinen Zylinder überträgt sich durch das Verbindungsrohr in den großen Zylinder. Die Fortpflanzung des Flüssigkeitsdrucks ist wieder nach allen Seiten also auch auf die größere Kolbenfläche  $F_1 \text{ cm}^2$  gleichmäßig. Das Kraftergebnis  $P_1 \text{ kg}$  erhöht sich im Verhältnis der größeren zur kleineren Kolbenfläche (Beispiel Abb. 4).

Die hydraulische Kraftübertragung ist im Prinzip der mechanischen Kraftübertragung nach dem Hebelgesetz sehr ähnlich (die Kräfte am Hebel verhalten sich umgekehrt wie die Längen der Hebelarme). Das Kraftübertragungsspiel bei der Hydraulik kann ebenfalls in einer dem Hebelgesetz ähnlichen Form ausgesprochen werden: Die Kräfte am Kolben verhalten sich im umgekehrten Verhältnis zum Flächeninhalt der Kolben. Das „Kraftübertragungsspiel“ am Hebel und in einem einfachen hydraulischen System soll zum Vergleich an folgendem Beispiel erläutert werden (Abb. 5).

Wenn der kleinere Kolben einen Flächeninhalt  $F_1$  von  $5 \text{ cm}^2$  und der größere Kolben einen von  $F_2 = 100 \text{ cm}^2$  hat, die wirkende Kraft  $P$  auf den Hebel  $40 \text{ kg}$  beträgt, dann ergibt sich bei gegebenen Hebelarmen ( $a = 0.50 \text{ m}$ ,  $b = 0.10 \text{ m}$ ) folgende Rechnung:

$$P_1 \text{ kg} = \frac{40 \cdot 0,50}{0,10} = 200 \text{ kg}$$

Die **mechanisch** übertragene Kraft vergrößert sich von  $40 \text{ kg}$  auf  $200 \text{ kg}$ , auf das **5fache**.

$$P_2 \text{ kg} = \frac{200 \cdot 100}{5} = 4000 \text{ kg}$$

Die **hydraulisch** übertragene Kraft vergrößert sich von  $200 \text{ kg}$  auf  $4000 \text{ kg}$ , auf das **20fache**.

$$P_2 \text{ kg} = \frac{0,50 \cdot 40 \cdot 100}{0,10 \cdot 5} = 4000 \text{ kg}$$

Die mechanisch **und** hydraulisch übertragene Kraft bedeutet in der Kombination eine **100fache** Vergrößerung von  $40 \text{ kg}$  auf  $4000 \text{ kg}$ .

Auf diese Weise können im Prinzip Kräfte übertragen und in Hydrauliksystemen ungewöhnlich hoch verstärkt werden.

MECHANISCH - DURCH DEN HEBEL

$$P_1[\text{kg}] \cdot a[\text{m}] = P_2[\text{kg}] \cdot b[\text{m}]$$

$$P_2[\text{kg}] = \frac{P_1 \cdot a}{b}$$

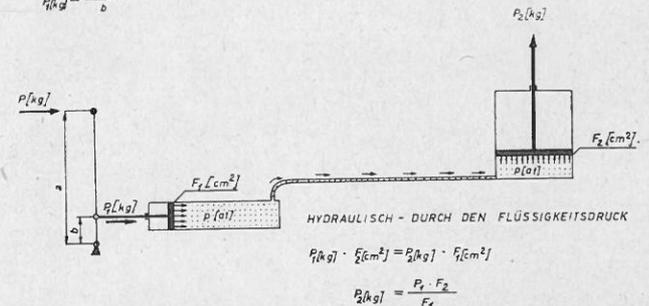


Abb. 5: Prinzip der Kraftübertragung und -verstärkung (schematisch)

## 1.4 Der hydraulische Kreislauf

Der hydraulische Kreislauf ist einem elektrischen Stromkreis ähnlich. In den Rohr- oder Schlauchleitungen strömt die unter Druck stehende Flüssigkeit, die die Fähigkeit besitzt, Kraft zu übertragen und Arbeit zu leisten. An einer schematischen Darstellung eines einfachen hydraulischen Kreislaufs sollen die wichtigsten Bauteile erläutert werden (Abb. 6).

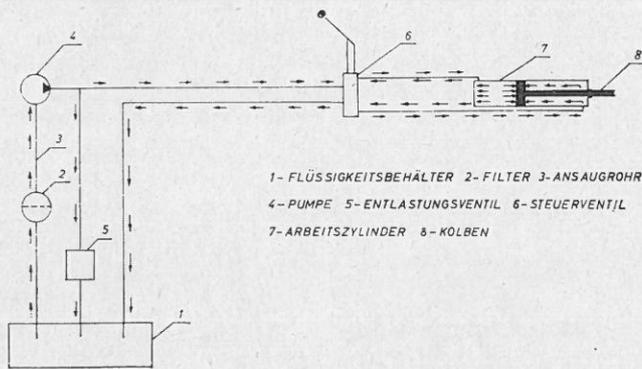


Abb. 6: Der hydraulische Kreislauf (schematisch)

Ein einfacher hydraulischer Kreislauf hat einen Behälter (1) für eine bestimmte Menge Hydraulikflüssigkeit. Der Behälter ist mit einer Pumpe (4) durch Ansaugrohr (3) und Filter (2) verbunden. Die Pumpe ist eins der wichtigsten Bauelemente eines hydraulischen Arbeitskreises — das „Herz“ der Hydraulik. Sie sorgt für die Umwandlung mechanischer Energie des Pumpenantriebsmotors in hydraulische Energie. Der Wirkungsgrad der Umwandlung liegt zwischen 75—95 % gegen ca. 30—40 % beim Verbrennungsmotor, also im Vergleich viel günstiger, weil die Anzahl der beweglichen Teile gering ist und diese sich dauernd in Öl bewegen. Die Hydraulikflüssigkeit wird weiter von der Pumpe (4) über ein Steuerventil (6) bis zu einem Ende des Arbeitszylinders (7) gefördert. Im Arbeitszylinder wird hydrostatische Energie durch Bewegung des Kolbens (8) wieder in mechanische Energie umgewandelt. Nachdem die Hydraulikflüssigkeit beim Umwandlungsprozeß hydrostatischer Energie in mechanische Energie im Arbeitszylinder ihre wichtigste Aufgabe erfüllt hat, wird sie über ein Steuerventil (6) ausgelassen; sie fließt zum Behälter zurück und schließt den hydraulischen Kreislauf. Zwischen Behälter (1) und Steuerventil (6) ist ein Entlastungsventil (5) erforderlich. Wenn der innere Druck das dem System entsprechende Maximum überschreitet, also zu hoch wird, öffnet sich das Entlastungsventil und der hydraulische Kreislauf wird zeitweilig kurzgeschlossen.

## 2. Anwendungsfälle aus dem forstlichen Arbeitsbereich

Aus der gegenwärtigen Vielfalt von Anwendungen der Hydraulik sollen nur einige typische Anwendungsfälle aus dem forstlichen Arbeitsbereich den nötigen Überblick über den Stand der Hydraulik im Forsteinsatz geben. Überall dort, wo Antriebskraft zur Verfügung steht, kann auch die Hydraulik eingesetzt werden. Alle Kraft für die Hydraulik wird von Hydraulikpumpen

verschiedener Bauart hergeleitet, die selten von Hand, meistens von einem Verbrennungs- oder Elektromotor angetrieben werden.

### 2.1 Antrieb der Hydraulik von Hand

#### 2.1.1 Hydraulische Heber und Pressen

Die Anwendung von hydraulischen Hebern und Pressen beim Fällen starker Stämme sind ein typisches Beispiel für die von Hand betätigte Hydraulik im Forsteinsatz (siehe Abb. 1, Titelseite).

Im Prinzip ist es eine von Hand betätigte Druckpumpe mit Ein- und Auslaßventilen, die in Verbindung mit einer Hebelwirkung das Hineinpumpen von Öl in den Arbeitszylinder ermöglichen. Es gibt eine Anzahl verschiedener Typen und Größen, mit denen auch eine sechsstellige Zahl von kg Tragfähigkeit zu erzielen ist, auch solche, bei denen der Pumpenhebel nicht nur vertikal, sondern auch horizontal betätigt werden kann.

#### 2.1.2 Hydraulischer Keil (Hydra-Wedge)

Der aus Amerika stammende hydraulische Keil (Abb. 7) ist im Prinzip nichts anderes als ein handgetriebenes hydraulisches Pumpwerk, wobei der Druckkolben am Ende keilförmig ausläuft und zwischen zwei am Gehäuse durch Scharnier angebrachte Stahlbleche gedrückt wird. Mit Hilfe dieses hydraulischen Keils kann eine Hubkraft bis zu 40 t ausgeübt werden.

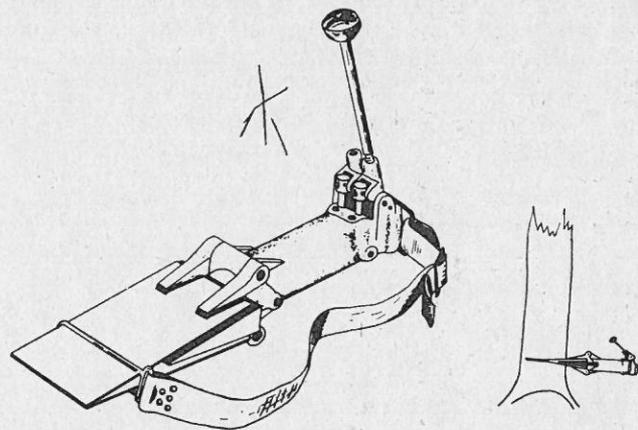


Abb. 7: Hydraulischer Keil (Hydra-Wedge); HUFFORD MASCHINE WORKS, CALIFORNIA

#### 2.1.3 Die hydraulische Bremse (sog. Öldruckbremse)

Sie ist ein Beispiel für die fußbetätigte Hydraulik in Verbindung mit einer Hebelwirkung (Abb. 8). Aus Gründen der Einfachheit, Wirksamkeit und des geringen Bedarfs an Wartung ist sie weit verbreitet. Der durch die Bewegung des Kolbens im Hauptzylinder erzeugte Druck wirkt unabhängig von ihrer Anzahl auf alle Bremskolben gleich. Die übertragene Kraft ist wiederum vom Flächeninhalt der Kolben im Bremszylinder abhängig.

## 2.2 Motorischer Antrieb der Hydraulik

In der Industrie werden zum Antrieb der Hydraulik überwiegend Elektromotoren gebraucht, dagegen dort, wo Arbeit unter freiem Himmel verrichtet werden muß (Bauwesen, Landwirtschaft, Forstwirtschaft), über-

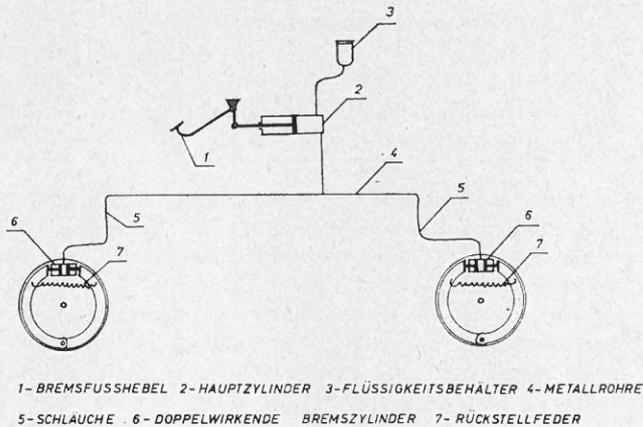


Abb. 8: Wirkungsweise der Öldruckbremse (schematisch)

wiegend Verbrennungsmotoren selbstfahrender Maschinen (wie Lkw, Spezialfahrzeuge, Schlepper und dergleichen).

### 2.2.1 Schlepperhydraulik

Sie ist ein überzeugendes Beispiel für die motorisch angetriebene Hydraulik im Forsteinsatz; sie ermöglicht die gleichzeitige Verrichtung mehrerer Arbeitsgänge (Greifen, Heben, Senken, Schwenken, Drehen, Regeln usw.); sie schafft völlig neue, rationelle Arbeitsverfahren. Hydraulik bedeutet Ausnutzung der Motorkraft mit ungewöhnlich hohem Wirkungsgrad, sie hat den Schlepper nach dem Einbau der Riemenscheibe und Zapfwelle erst zur wirklichen Universal-Kraftmaschine und zur zentralen Kraftquelle der Land- und Forstwirtschaft gemacht.

Die Wirkungsweise der Schlepperhydraulik ist im Prinzip die, daß der durch eine Hydraulikpumpe erzeugte Druck des Mediums (Hydrauliköl) in einem hydraulischen Arbeitskreis zu den hydraulischen Arbeitsgeräten geleitet wird, wo die Umwandlung der hydrostatischen Energie (Druck) in mechanische Arbeit erfolgt. Es ist möglich, die hydrostatische Kraft zur Arbeitsverrichtung durch Schlauchleitungen an jede beliebige Stelle des Schleppers zu übertragen. Auch außerhalb des Schleppers selbst können Arbeitsgeräte (z. B. ferngesteuerte Druckzylinder und Hydraulik-Motoren) an die Schlepper-Hydraulik angeschlossen werden. Erst durch den Einbau bestimmter Hydraulikteile in den Kreislauf der Schlepper-Hydraulik (z. B. einfach- und doppelwirkende Arbeitszylinder, Drehkolben, Getriebe, Hydraulikmotoren usw.) kann die Hydraulikanlage eines Schleppers voll nutzbar gemacht werden (Abb. 9).

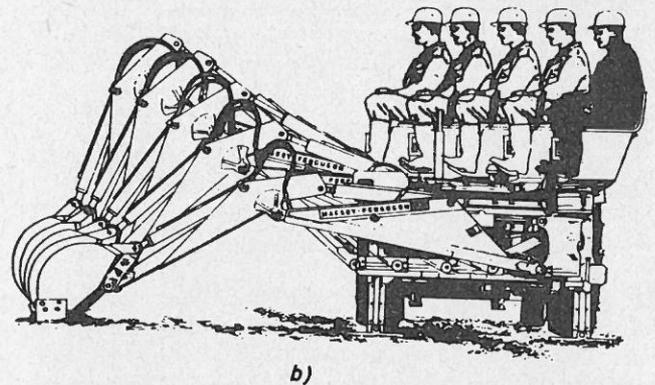
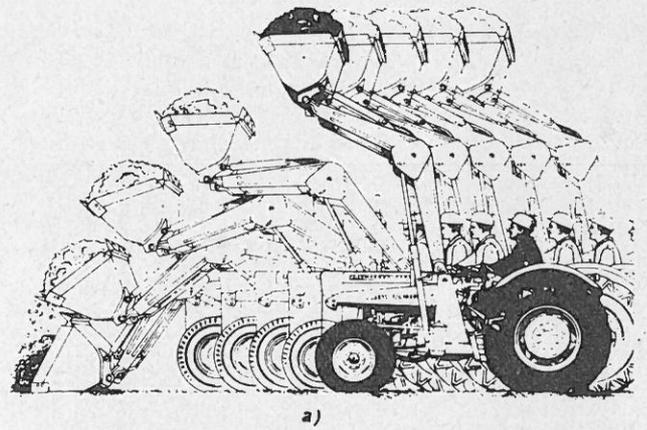


Abb. 9: Hydraulische Arbeitsgeräte am Schlepper MASSEY FERGUSON  
a) Frontlader, b) Bagger

Die Schlepperhydraulik betätigt **vorn** den Frontlader (Abb. 9a) mit einer Vielfalt von Austauschgeräten und Arbeitswerkzeugen (Ladekran, Poltergabel, Ladeschaufel, Schürfschaufel, Planierschild, Aufreißer, Gabelstapler usw.), **hinten** den Bagger (Abb. 9b) mit seinen zahlreichen Austauschgeräten (Grabenlöffel, Grabenräumlöffel, Grabenprofilöffel, Rechtecklöffel, Auswerflöffel usw.). Ihre weitaus größte Anwendung findet sie für unzählige Anbaugeräte und -maschinen (wie die Stammzange, Werner-Schichtholzzange, Forstfräse, Erdbohrer, Kompressor, Heckplaniergerät, Bodenfräse, verschiedene Rückeaggregate und unzählige Geräte für die Bodenbearbeitung u. a. m.) durch die international genormte Dreipunktaufhängung am Schlepperheck.

#### 2.2.1.1 Vollhydraulische Aufsatzlader

Im Forsteinsatz haben sich Konstruktionen vollhydraulischer Aufsatzlader mit den verschiedensten Arbeitswerkzeugen (Universalgreifer, Rundholzzange, Rundholzgreifer usw.) von verschiedenen Firmen (wie Hiab 174, Klaus HK 2 (203), Atlas 3001 V, Meiler MK 66 R, Waldkran Foco 6000 u. ä.) bestens bewährt.

Eine hervorragende technische Konzeption ist die Kombination des Unimog 406 und Ilon-Anhänger 3 L in Verbindung mit einem Ladekran Hiab 174. Die in Freudenstadt anlässlich der KWF-Tagung 1966 vorgeführte Kom-

bination wird ergänzt durch einen hydraulisch funktionierenden Stabilisator, dessen automatische Funktion Anhänger und Schlepper zu einer starren Einheit verbindet, und verkörpert in sich nicht nur — auf diesem Gebiet — den neuesten Stand des technischen Fortschritts, sondern entspricht auch praktisch allen Forderungen der Schichtholzbringung (Abb. 10).

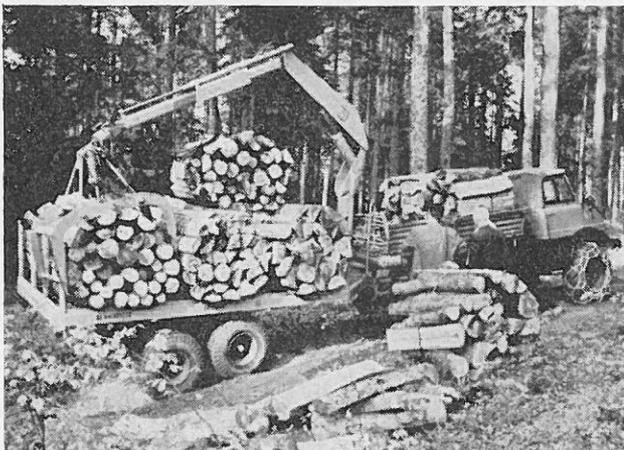
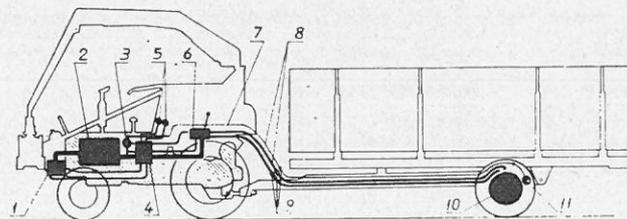


Abb. 10: Rückezug, eine Kombination des Unimog 406 und Ilon-Anhänger 3 L in Verbindung mit Ladekran Hiab 174 und Stabilisator

### 2.2.1.2 Hydraulikmotoren

Besondere Aufmerksamkeit gebührt den hydrostatischen Motoren. Hydraulikmotoren und Hydraulikpumpen sind in vielen Fällen ähnlicher Bauart. Im Gegensatz zur Pumpe, mit der durch mechanische Antriebskraft Flüssigkeit unter Druck gehalten und gefördert wird, wirkt die im System unter Druck gehaltene Flüssigkeit und ihre regelbaren Fördermengen als Antrieb des Hydraulikmotors. Hydraulikmotoren können überall dort eingesetzt werden, wo niedrige Drehzahlen bei hohen Drehmomenten erwünscht sind. Infolge der hervorragenden Eigenschaften dieser Motoren ist eine radikale Vereinfachung der Antriebsmaschinerie und Kraftübertragung sowie erhebliche Raum- und Gewichtsersparnis gegeben. Die wesentlichen Vorteile sind ein ungewöhnlich hoher Wirkungsgrad bei niedrigen Geschwindigkeiten (von Null bis Maximum stufenlos regelbar) und ein im Verhältnis zum Antriebsmotor sehr geringes Trägheitsmoment. Hydraulikmotoren in ihrer vielseitigen Verwendbarkeit machen eine teure und komplizierte Kraftübertragung unnötig, weil der Antrieb dort anzubringen ist, wo er gebraucht wird. Hierfür ist der in der Antriebsachse einer Grabenfräse eingebaute Hydraulikmotor ein überzeugendes Beispiel (siehe Abb. 2, Titelseite).

Durch Einbau eines im Anhänger eingebauten Hydraulikmotors ist es leichtem Schleppern möglich, schwere Lasten — von über 12 t — in schwerem Gelände zu bewegen, was unmöglich wäre, wenn die verfügbare Zugkraft nur über die Schlepperräder abgegeben werden kann, aber möglich wird, weil ein Teil der Antriebskraft in zusätzliche Zugkraft auf ein Zusätzliches, die Kraftwirkung vergrößerndes Räderpaar des Anhängers umgewandelt werden kann. (Abb. 11).



1-PUMPE 2-TANK 3-MIKROFILTER 4-EINSTELLVENTILGRUPPE 5-DRUCKMESSER 6-FAHRVENTIL 7-FREIKUPPLUNGSROHRE 8-HOCHDRUCKSROHRE 9-SCHNELLKUPPLUNG 10-SISU HYDRAULIK-MOTOR 11-DRUCK-AKKUMULATOR

Abb. 11: SISU-Hydraulikmotor in der Achse eines Anhängers (schematisch); OY SUOMEN AUTOTELLISUUS AB-FINNLAND

Der Hydraulikmotor bewegt nur Last, der Schlepper muß sich selbst bewegen und beansprucht dafür ungefähr ein Drittel seiner Motorleistung. Für den Antrieb der Hydraulikpumpe, die dem Hydraulikmotor die erforderliche Kraft gibt, verbleiben dann zwei Drittel.

Auf fester Fahrbahn, wo höhere Transportgeschwindigkeiten möglich sind, kann der mit einem Hebel zu bedienende hydraulische Antrieb unterbrochen werden. Der Schlepper fährt dann mit seiner normalen Geschwindigkeit weiter. Die Hydraulikmotoren drehen sich dabei im Leerlauf mit. Die Wiedereinschaltung, z. B. bei schlechter Fahrbahn, ist ohne Anhalten möglich.

Ähnlich können Hydraulikmotoren in den Achsen von Muldenkippern und Raupenschleppern, im Antrieb von Doppeltrommelwinden für Langholzschlepper und Bergungswinden, in der Anhängerachse eines Sattelschleppers oder Holztransportfahrzeuges usw. eingebaut werden, was künftig sicher vermehrt geschehen wird (Abb. 12).

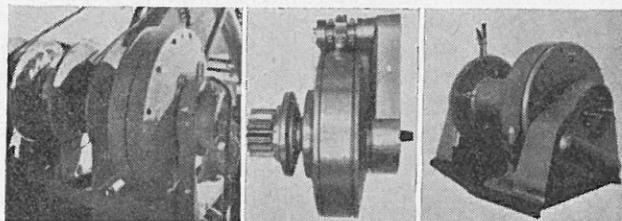


Abb. 12: Doppeltrommelwinde für Langholzschlepper (links); hydraulischer Motor mit Ritzel und Bandbremse (mitte); Bergungswinde mit Bandbremse und Freilauftrommel Zugkraft 19 t (rechts); HÄGGLUNS

### 2.2.1.3 Schlepperhydraulik als Regelhydraulik

Mehr und mehr wird heute die Schlepperhydraulik als Regelhydraulik ausgenützt. Ein Beispiel ist die **Rad-druckverstärkung**. Mit Hilfe dieses Zusatzgerätes (Abbildung 13), das am Schlepperheck hinter dem Sitz eingebaut werden kann, wird ein gewisser Teil des Gewichts von frei schwebenden Anbaugeräten auf die Schlepperantriebsachse übertragen.

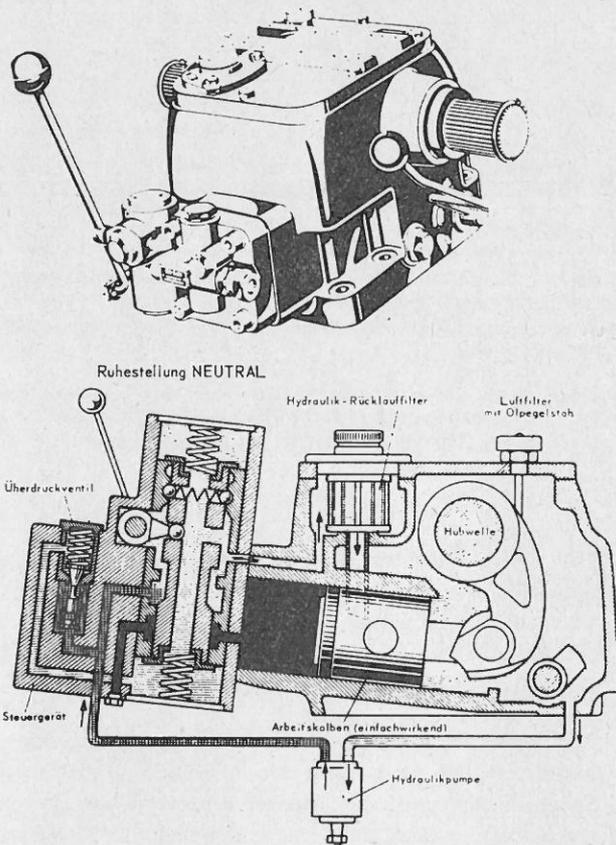


Abb. 13: Kraftheberblock für Raddruckverstärkung BOSCH

Dadurch kann ein leichter Schlepper auch bei ungünstigen Bodenverhältnissen größere Bodenhaftung gewinnen und der Schlupf verringert werden. Es ist dem Schlepperfahrer überlassen, bei besonderen Anforderungen an die Zugkraft des Schleppers die Raddruckverstärkung einzuschalten, oder bei normalen Bodenverhältnissen abzuschalten.

Die **hydraulische Lenkung**, insbesondere bei schweren Zugmaschinen, ist auch heute keine Seltenheit mehr, ebenso das **hydraulisch geschaltete Getriebe**. Es ermöglicht ein Schalten unter Last, was bei schweren Schlepperarbeiten von erheblichem Vorteil ist.

### 2.2.2 Anwendung der Hydraulik bei nordamerikanischen Forstspezialmaschinen

Die heute z. B. in Kanada üblichen mechanisierten Holzeinschlagsverfahren sind ohne den Einsatz der Hydraulik undenkbar. Die dabei verwendeten Spezialgroßmaschinen verrichten praktisch alle Teilvorgänge, wie Fällen, Entästen, Zopfen, Einschneiden, Stapeln usw. hydraulisch. Als Beispiel — eine Art „forstlicher Mäh-drescher“ — die sogenannte „**Bushcombine**“ ist eine allradangetriebene und auf vier Rädern fahrende Maschine mit Rahmensteuerung (Abb. 14). Der hydraulisch bewegliche Arm ist mit einer ebenfalls hydraulischen Greif- und Schneidevorrichtung ausgerüstet, die den Baum vom Stock trennt und einem Entastungsaggregat zuführt. Das Holz durchläuft ein Messersystem und wird noch am Auslauf hydraulisch eingeschnitten.



Abb. 14: Holzernte-Spezialmaschine „Bushcombine“

Ein anderes Beispiel ist der **Tree-Harvester**, eine auf Raupen selbstfahrende Maschine von 175 PS, die den stehenden Stamm mit Hilfe der Hydraulik entästet, zopft, anschließend fest ergreift, vom Stock hydraulisch abschneidet, ablegt und stapelt.

Der **Feller Skidder**, eine ebenfalls selbstfahrende Maschine auf Raupen, trennt die Bäume hydraulisch vom Stock, lädt sie sich auf und transportiert die Ladung zu einem Aufarbeitungsplatz oder an die Straße, wo eine zweite Maschine, der **LRA Processor**, hydraulisch das Entästen, Entrinden, Einschneiden und Stapeln ausführt.



Abb. 15: Holzernte-Spezialmaschinen im Einsatz „Feller-Skidder“ (links); „LRA-Processor“ (rechts)  
CANADIAN INTERNATIONAL PAPER COMPANY

Solche und ähnliche Konstruktionen, wo Hydraulik die maßgebende Rolle spielt, gibt es auf dem Gebiet der Waldarbeit, insbesondere der Holzernte und Bringung, eine ganze Reihe (Abb. 15).

### 3. Folgerungen und Aussichten

Aus den Ausführungen geht hervor, welchen Platz die Hydraulik in der Technisierung der Forstwirtschaft schon jetzt eingenommen hat, bzw. noch einnehmen kann und welche Aufgaben ihr zuzuordnen sind. Bevor die bedeutendsten Vorteile der Hydraulik voll-

ständig entdeckt wurden, hat man sie in vielen Gebieten der Schwerstarbeit eingesetzt. Sie ist zu einem wichtigen Zweig der Technik geworden und als das moderne Kraftübertragungsmittel anerkannt. Die Fülle der Anwendungen ist so umfangreich geworden, daß nur einige Beispiele aus dem forstlichen Arbeitsbereich eine bescheidene Übersicht geben können, auf wie verschiedenartigen und weitgespannten Einsatzgebieten die Hydraulik als solche Raum gewinnt.

Einige Fähigkeiten der Hydraulik sind unübertroffen. Sie kann z. B. eine vom schnelllaufenden Antriebsmotor entwickelte Kraft in einfach zu steuernde geradlinige Bewegung (z. B. des Kolbens im Arbeitszylinder) und auch in drehende Bewegung (z. B. in hydraulischen Motoren) umsetzen. Ein relativ einfaches hydraulisches Kraftübertragungssystem genügt, um schwache Steuerimpulse mechanischen oder elektrischen Ursprungs theoretisch unbegrenzt zu verstärken (bei der Steuerung von ferngesteuerten Arbeitsmaschinen, ferngelenkten Waffen, in Werkzeugmaschinen, in Geschwindigkeitsreglern u. a. m.). Hydrostatische Motoren können z. B. in beiden Drehrichtungen stufenlos regelbar arbeiten, gewährleisten praktisch stoßfreien und erschütterungsfreien Betrieb im ganzen Geschwindigkeitsbereich. Ein sofortiges Anlaufen und Anhalten ist möglich, weil durch nur wenig bewegliche Teile des Motors eine geringe Trägheit gegeben ist. Der verhältnismäßig hohe Wirkungsgrad dieser Motoren (er ist praktisch unabhängig von der stufenlos regelbaren Geschwindigkeit zwischen Null und Maximum in beiden Drehrichtungen), das hohe Drehmoment bei niedriger Geschwindigkeit und die geringen Dimensionen der Motoren im Verhältnis zur Leistung sind die bedeutendsten Faktoren. Darum kann die Hydraulik vorteilhaft eingesetzt werden:

1. Wo große Kräfte erforderlich sind und nur kleine zur Verfügung stehen — **KRAFTVERSTÄRKUNG.**
2. Wenn Kräfte ohne Schwierigkeiten an die Stelle übertragen werden sollen, wo sie gebraucht werden — **KRAFTÜBERTRAGUNG.**
3. Wo Kräfte verschiedener Art geregelt, gesteuert, ausgeglichen, stabilisiert und gespeichert werden sollen — **REGELUNG und STEUERUNG.**
4. Wenn ein hohes Drehmoment und hoher Wirkungsgrad erforderlich sind und komplizierte Kraftübertragungen gelöst werden sollen — **WIRTSCHAFTLICHKEIT.**

Die Zukunft wird mit Sicherheit in größerem Umfang den hydraulischen Antrieben gehören, wobei eine Hydraulikpumpe, das „Herz“ jedes hydraulischen Systems, zunächst noch von einem schnelllaufenden Verbrennungsmotor zwangsläufig angetrieben wird. Die durch die Tätigkeit der Pumpe erzeugte Fördermenge unter Druck versetzt, wird zu den hydraulischen Antriebsmotoren an den Antriebsrädern geleitet (vergleiche dazu auch Beispiele zu den Abb. 10, 11, 12). Durch Steuerung der Fördermengen bzw. der Strömungsrichtung können die Geschwindigkeiten bzw. die Vor- und Rückwärtsfahrt reguliert werden, wofür nur ein Steuerhebel ausreicht. Ein Schlepper ohne Gangschaltung —

ohne Getriebe, ohne Differential, ohne Kupplung, ohne Bremsen, sogar ohne Lenkrad konnte bisher nur unter Verwendung der Hydraulik als Versuchsmaschine in Betrieb gesetzt und auf einer Londoner Ausstellung gezeigt werden. Es ist anzunehmen, daß in Maschinen für den anspruchsvollen Forsteinsatz solche oder ähnliche technische Einrichtungen früher oder später zur Geltung kommen werden.

Der Schlepper ganz allgemein mit gut ausgebauter Hydraulik wird auf lange Sicht die universale und zentrale Kraftquelle der Forstwirtschaft bleiben. Jedoch, bei einer Fortsetzung der bisherigen Tendenz in der Entwicklung auf dem Gebiete der Hydraulik, werden sich seine bisherigen Anwendungsmöglichkeiten erweitern und verfeinern. Die gesamte Schlepperausrüstung für den Forsteinsatz kann hydraulisch betätigt und angetrieben werden. Besondere Vorteile ergeben sich z. B. bei einer hydraulisch angetriebenen Seilwinde. Die Zugkraft kann bis zu einem Drittel, die Geschwindigkeit des Zugseiles um ein Dreifaches erhöht werden. Die dabei mögliche stufenlose Geschwindigkeitsregelung sichert eine gleichmäßige Drehung der Trommel und Belastung der einzelnen Bauteile. Eine von der Schlepperhydraulik angetriebene Kettensäge mit ölhydraulischem Antrieb, die erstmalig in Europa von der Chemag, Frankfurt am Main, auf der DLG-Schau 1966 in Frankfurt am Main gezeigt wurde, ist mit einem 40 cm langen Schwert ausgerüstet.

Der Motor arbeitet praktisch geräusch- und vibrationslos und kann von jedem Schlepper, der mit ausreichender Hydraulik ausgestattet ist, angetrieben werden. Die erforderliche Leistung der Schlepperhydraulikpumpe liegt bei 16 l/min. Hydraulisch betätigte und von Hand geführte Scheren, die ebenfalls an die Schlepperhydrau-



Abb. 16: Beschneiden von Bäumen mit hydraulischen Scheren

lik angeschlossen werden können, können für die Verwendung im Forsteinsatz in Frage kommen. Ein im Schlepper eingebautes hydraulisches Getriebe bietet den Vorteil, daß kein herkömmliches Schalten mehr erforderlich ist. Ein Pedaldruck allein reguliert die Geschwindigkeit in jeder Fahrtrichtung, wobei stets die maximale Zugkraft zur Verfügung steht. Außerdem ist infolge des immer voll verfügbaren Drehmoments ein schnelles Beschleunigen möglich. Schließlich erlaubt ein hydraulisches Getriebe es dem Diesel-Antriebsmotor in

günstigen Drehzahlbereichen zu laufen, was sich schonend auswirken muß und dem zur Folge noch entsprechende Vorteile bringt.

Die weiteren Einsatzmöglichkeiten der Hydraulik im Forsteinsatz, außer denen in Verbindung mit Schlepfern oder anderen Kraftmaschinen, sind noch unüberschaubar. Jedoch ist in der Mechanisierung der Waldarbeit auf allen ihren Gebieten in zunehmendem Maße mit der Hydraulik zu rechnen.

### Schrifttum:

1. Begemann, Wolf: Hydraulik  
Forstmann 8/1966
2. Domnick, H.: Der Einsatz hydraulischer Scheren für den Trenn- und Fällschnitt  
Soz. Forstw. 10/1965
3. Drydin, P. E.: Hydraulische Motoren für forstliche Maschinen  
Lesn. Prom. 10/1965
4. Ehmke, K.: Die Kraftabnahme am Schlepper  
Forsttechn. Inform. 1/1963
5. Ehmsen, E.: Konzentrierte Arbeitsleistung  
VDJ 17/1966
6. Faust, E.: Holzbringung. Überlegungen nach den Exkursionen der 2. KWF-Tagung in Freudenstadt 1966  
Forsttechn. Inform. 7/1966
7. Franke, Rudolf: Rund um die Schlepper in Frankfurt  
Landt. 14/1966
8. Gläser, H.: Der Hydra-Keil  
Holz-Zbl. 92/1954
9. Grammel, Rolf: Methoden und Probleme beim Schichtholztransport  
Allg. Forstz. 24/1966
10. Loycke, H. J.: Anforderungen an Forstmaschinen  
Forstarch. 4/1966
11. Mauch, Anton: Der Obstbau auf der DLG-Schau  
Landt. 16/1966
12. Götschke, H.: Die vielseitige Anwendungen der Ölhydraulik und Pneumatik 8/1960
13. Ruge, G., und Rebeski, P.: Hydraulik-Pressen als Hilfsmittel bei Fällungsarbeiten  
Holz-Zbl. 38/1962
14. Rosen, Hans, Freiherr von: Landwirtschaftstechnik (in Mayers Handbuch über die Technik)  
Mannheim 1964
15. Sterzik, H. K., und Heil, K.: Fällen starker Bäume und Hänger mit Wagenheber und Hebespange  
Forstarch. 8/1966
16. Strehlke, E. G.: Im Umbruch zur Mechanisierung der deutschen Waldarbeit  
Allg. Forst- und Jagdztg. 2/1964
17. . . . : Handbuch der Ölhydraulik (Übersetzung aus dem Englischen)  
Morden, Surrey, England  
3. Ausgabe
18. . . . : Stammholzbringung  
Allg. Forstz. 24/1966
19. . . . : Schwachholzaufbereitung und Bringung  
Allg. Forstz. 24/1966

Schriftleitung: Oberforstmeister a. D. Müller-Thomas, Verlag „Forsttechnische Informationen“, 65 Mainz-Gonsenheim, Kehlweg 20, Ruf: 4 12 80; Druck: Neubrunnendruckerei u. Verlags-GmbH., Mainz. Erscheinungsweise: monatlich. Jahresbezugspreis 15,50 DM. Zahlung wird erbeten auf 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 ist Mainz.