

Zeitschrift: Landtechnik Schweiz
Herausgeber: Landtechnik Schweiz
Band: 39 (1977)
Heft: 3

Artikel: Einsatz- und Ausbaumöglichkeiten der Traktorhydraulik
Autor: Bühler, Werner
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1080330>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 08.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Einsatz- und Ausbaumöglichkeiten der Traktorhydraulik

von Werner Bühler, Leiter des SVLT-Weiterbildungszentrums Riniken

Eine der einflussreichsten und richtungsbestimmendsten Erfindungen auf dem Gebiete des Traktorbaues ist Harry Ferguson gelungen, als er um 1930 die hydraulische Dreipunkt-Kraftheberanlage erfand. Als erster erkannte er die Nützlichkeit der Verbindung von Traktor und Gerät zu einer funktionellen Einheit. Schon damals benutzte er in seinem System die Widerstandsregelung, bei welcher der wechselnde Zugwiderstand, als Messwert zur Steuerung des Hydrauliksystems dient.

Heute ist das ganze Hydrauliksystem mit seinen verschiedenen Ausbaumöglichkeiten vom Traktor nicht mehr wegzudenken. Das bestätigte auch eine Umfrage bei Lesern einer deutschen Fachzeitschrift. Sie sprachen sich eindeutig dagegen aus, dass bei gewissen Traktortypen die Heckhydraulik in Zukunft wieder als Sonderzubehör geliefert werde.

Grundsätzlich kann mit einer Hydraulikanlage, wie sie auf den Traktoren aufgebaut ist, nur Kraft übertragen werden. Das Leistungsvermögen bezieht sie vom Traktormotor. Entsprechend dem Verwendungsbereich kann diese Kraft sowohl statisch, wie auch dynamisch, übertragen werden. Dabei steht die statische Anwendung (Hubzylinder, hydrostatische Motoren) im Vordergrund. Nur von vereinzelt Herstellern werden Traktoren mit hydrodynamischen oder sogenannten Turbokupplungen ausgerüstet.

Die Grafik 1 zeigt die Entwicklung der im Traktor installierten hydraulischen Leistung nach OECD-Prüfungen.

Heute werden zwei Haupttypen von Hydrauliksystemen gebaut:

Offenes Hydrauliksystem

Beim offenen System läuft die Zahnradpumpe dauernd, auch wenn die Steuerventile in Neutralstellung sind. Der Ölstrom fliesst deshalb ununterbrochen vom Ölbehälter zur Pumpe, zum Steuerventil und wieder zurück in den Behälter. Wird das Steuer-

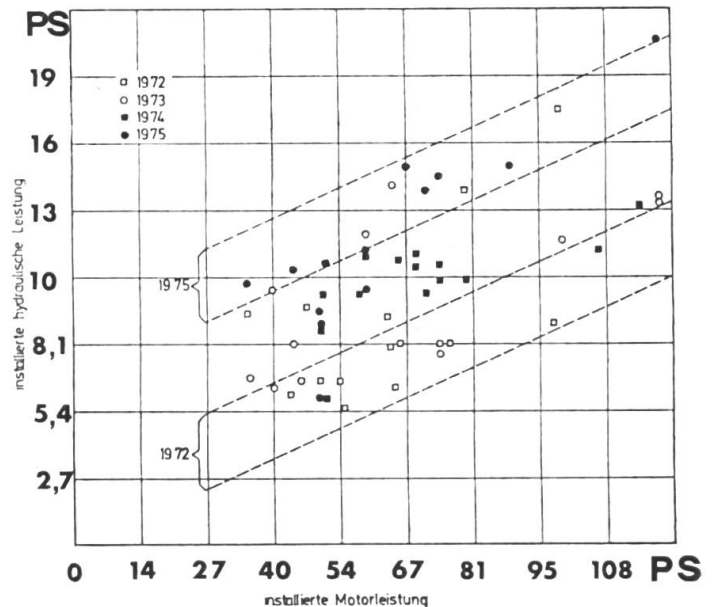


Abb. 1

ventil auf «Heben» gestellt, gelangt das Öl in den Zylinder. Dabei kann eine geringe Verzögerung eintreten, da der Druck zuerst aufgebaut werden muss. Bei längerer Überlastung des Systems mit geöffnetem Überdruckventil erwärmt sich das Öl stark und die Motorleistung geht ungenutzt verloren.

Folgende Punkte sprechen für das offene System:

- Niedrigere Drücke ausserhalb des Arbeitsbereiches
- Keine Energieverluste durch Undichtheiten im Neutralbereich
- Einfachere und somit billigere Konstruktion
- Geringere Instandhaltungskosten.

Geschlossenes Hydrauliksystem

In der Neutralstellung wird bei diesem System die Pumpe durch ein Druckregelventil abgestellt. Zwischen Pumpe und Steuerventil bleibt aber der volle Systemdruck erhalten. Sobald sich durch Öffnen des Steuerventiles dieser Druck verändert, beginnt die Pumpe sofort zu arbeiten. Dieser Übergang geschieht praktisch ohne merkbar Unterbruch.

Bezeichnend für dieses System ist:

- Die Pumpe arbeitet nur, wenn Öl gebraucht wird, also Energieeinsparung.
- Das Öl wird unter Druck gehalten, d. h. keine Einsatzverzögerung.
- Günstiges Verhalten bei gleichzeitigem Einsatz mehrerer Verbraucher.
- Technisch aufwendige Bauart.
- Höhere Instandsetzungskosten.

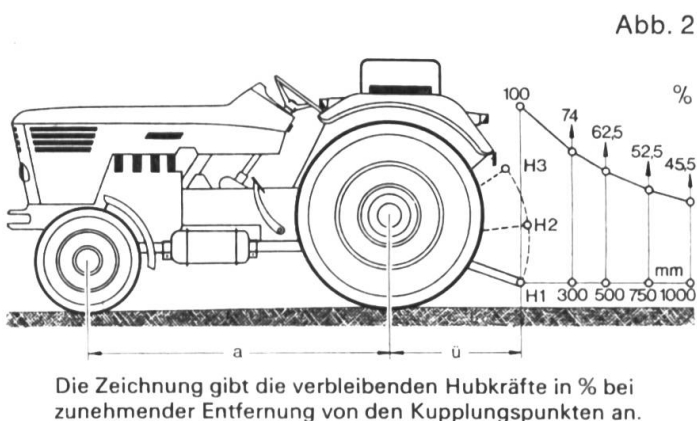
Die **Hydraulikpumpen** moderner Traktoren erreichen **Fördermengen** von 20–50 l/min., in Ausnahmefällen bis über 100 l/min. Dabei liegt ihr **Leistungsbedarf**, je nach Belastung, zwischen 1–20 PS.

Der **Systemdruck** der meisten Hydrauliken liegt zwischen 100–200 bar, in der Regel um 175 bar.

Hubkraft

Bei der Auswahl eines geeigneten Traktors ist unter anderem auch die Hubkraft an der Ackerschleife ein wesentlicher Gesichtspunkt. Als Faustregel gilt, dass die Hubkraft mindestens dem dreifachen Pfluggewicht entsprechen soll. Für die angebotenen Traktoren ergibt sich daraus eine Hubkraft von ca. 35 kp pro PS Motorleistung. Die Hubkraft wird bei größeren Traktoren oft mittels aussenliegender Zusatzzylinder erhöht. Für die Beurteilung der Hubkraft ist wichtig zu wissen, ob es sich bei der angegebenen Leistung um die **Maximalhubkraft** bei einer **bestimmten Stellung** der Unterlenker handelt, oder ob diese Kraft über den ganzen Hubweg des Dreipunktgestänges erbracht wird.

In der Praxis sind hier wesentliche Unterschiede festzustellen.



Die Regelhydraulik

Die heute üblichen Regelhydrauliken tragen die Geräte im oder über dem Boden. Die Arbeitstiefe der im Boden arbeitenden Geräte wird über die **Zugwiderstandsregelung** und die Lage der über dem Boden geführten Geräte, mittels der **Lageregelung** automatisch eingehalten. Dabei kann das Gewicht des angebauten Gerätes auf den Traktor übertragen und dessen Hinterachslast zwecks Adhäsionsverbesserung erhöht werden, bei gleichzeitiger Entlastung der Vorderachse.

Neuere Konstruktionen verwenden ausserdem die **Mischregelung**. Dabei werden die Impulse von Zugwiderstand und Lage gemischt und haben je nach Vorwahl des jeweiligen Anteils mehr oder weniger Einfluss auf den Regelvorgang. Grundsätzlich werden dabei die Impulse des Zugwiderstandes abgeschwächt, wobei die Schwankungen umso träger werden, je mehr die Mischregelung in Richtung «Lage» geschaltet wird.

Ausserdem gibt es geeignete Einrichtungen, um die Regelhydraulik in ihrer Ansprechempfindlichkeit zu verändern. **Senk- und Reaktionsdrosselung** bewirken das auf hydraulischem Wege. In der Hebelwirkung unterschiedliche Anlenkpunkte der Oberlenker erfüllen diese Aufgabe auf mechanische Art.

Die Mischregelung, wie die erwähnten Drossleinrichtungen, ermöglichen auch in ungleichschweren oder verdichteten Böden das Einhalten einer gleichmässigen Furchentiefe bei einer maximalen Flächenleistung.

Regelsysteme

a) Oberlenkerregelung

Die Oberlenkerregelung entspricht in ihrer Grundbauform immer noch der Erfindung von Harry Ferguson. Ist die Regelhydraulik auf Zugwiderstandsregelung eingestellt, so übertragen die an der Dreipunktkuppelung angebauten und im Boden arbeitenden Geräte Zug- und Druckkräfte über den oberen Lenker auf die Geberschwinge. Sie werden von der Geberfeder gemessen und über das Regelgestänge als Istwerte an das Steuergerät weitergeleitet, worauf der Tiefgang des Gerätes soweit verändert wird, bis der vor-

gewählte Zugwiderstand wieder erreicht ist. Eine einwandfreie Regelung über den Oberlenker ist nur mit kurzen und leichteren Geräten möglich. Bei langen und schweren Geräten oder unsachgemäßem Anbau tritt die Kippwirkung nicht mehr auf und die Regelung ist in Frage gestellt.

Unterlenkerregelung

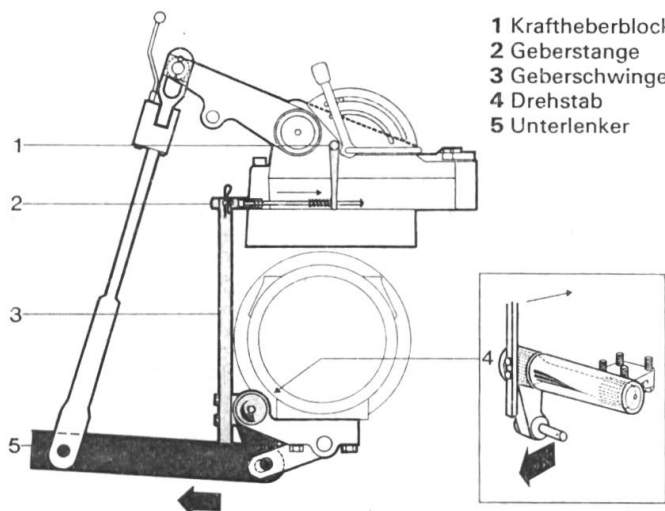


Abb. 3

b) Unterlenkerregelung

Einige wenige Traktorfirmer wenden bei allen Modellen, die meisten Firmen hingegen erst bei Traktoren mit über 60–80 PS, die Unterlenkerregelung an.



Abb. 4

Bei diesem System werden Zug- und Druckkräfte von den angebaute Geräten über die Unterlenker auf eine Geberschwinge (Biege- oder Torsionsstab) übertragen und von da als Istwerte an das Steuergerät

weitergeleitet. Die weitere Reaktion bleibt sich gleich wie bei der Oberlenkerregelung. Die Unterlenkerregelung ist weniger empfindlich auf Anbau- und Einstellfehler an den Geräten und gewährleistet auch eine einwandfreie Funktion beim Anbau von sehr langen Geräten.

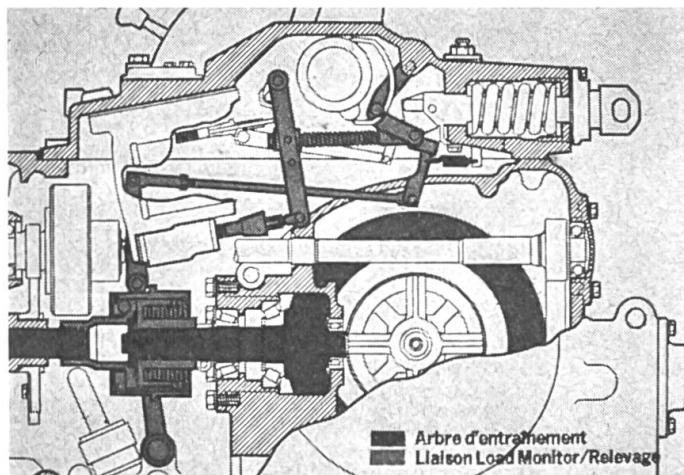


Abb. 5

c) Load-Monitor

Dieses ausschliesslich von Ford verwendete Steuersystem wirkt zusätzlich zur normalen Ober- oder Unterlenkerregelung in den Regelbereichen Zugwiderstand und Lage. Die Steuereinheit befindet sich in der Getriebeausgangswelle und misst deren Drehmomentabweichungen von einem eingestellten Sollwert. Auch diese Regelart wird durch die Länge oder den Anbau der Geräte nicht beeinflusst. Sie kann die Regelung voll übernehmen, wenn z. B. die Impulse über den Oberlenker zu wenig wirksam sind. Hingegen werden auch Drehmomentabweichungen, welche z. B. vom Rollwiderstand des Traktors herühren, mitberücksichtigt und im Regelzentrum – zu Unrecht – verwertet.

d) Elektronische Hubwerksregelung EHR (Bosch)

Bei Traktoren der hohen Leistungsklasse (über 100 PS) steht die einwandfreie Regelung der Hydraulik oft an gewissen Schwierigkeiten an. Erfolgt die Messwerterfassung über mechanische Gestänge, üben deren Elastizität, Reibung und Toleranzen oft einen negativen Einfluss auf die Regelqualität aus. Diese Probleme werden bei der elektrischen Messwerterfassung und der elektronischen Auswertung ver-

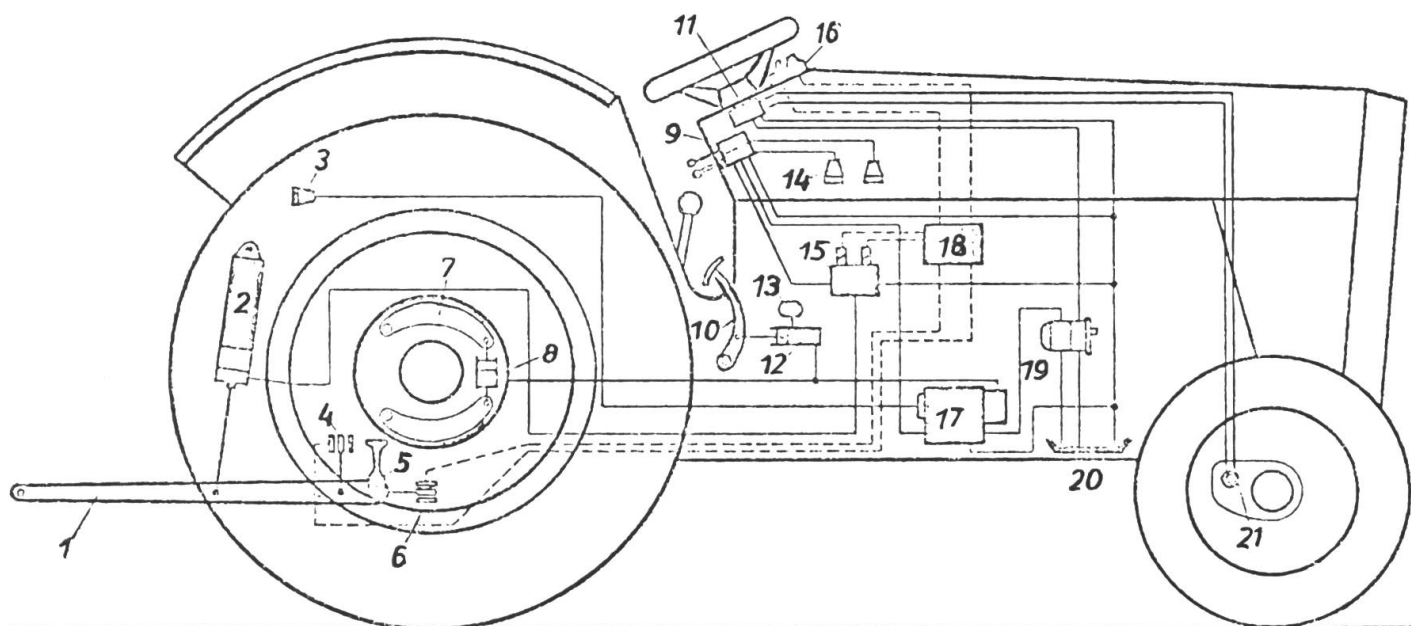


Abb. 6

1 Unterlenker	9 Zusatz-Wegeventil	17 Anhänger-Bremsventil
2 Hubzylinder	10 Bremspedal	18 Elektronischer Regler
3 Kupplung Anhängerbremse	11 Lenkungs-Wegeventil	19 Doppelpumpe
4 Geber Lageregelung	12 Brems-Hauptzylinder	20 Ölbehälter
5 Federstab	13 Nachfüllbehälter	21 Lenkungszyylinder
6 Geber Kraftregelung	14 Kupplungs Zusatzgerät	
7 Schlepperbremse	15 Elektromagnetisches Wegeventil	
8 Radbremszylinder	16 Bedienelemente für Regelhydraulik (Sollwert, Empfindlichkeit, Betriebsart)	

mieden. Ausserdem können die elektrischen Messvorrichtungen auf einfache Art angebaut werden. Dies ermöglicht eine preisgünstige Konstruktion des Hecks und den einfacheren Aufbau geschlossener Kabinen.

Zur Erfassung der Regelgrössen sind drei Messglieder eingesetzt, welche ihre Signale an eine elektronische Einheit leiten.

Für die **Lagerregelung** ist an der Hubwelle eine Kurvenscheibe angebracht, die auf das Messglied 4 wirkt. Die Lage des Anbaugerätes kann damit stufenlos eingestellt und gehalten werden.

Bei der **Zugwiderstandsregelung** werden die Kräfte der Unterlenker an den Federstäben aufgenommen, von den Messgliedern 6 ermittelt, in eine proportionale Spannung umgewandelt und an das elektronische Regelgerät weitergegeben. Im Regelgerät werden die Regelgrössen summiert und als Befehle an

das elektromagnetische Regel-Wegeventil weitergegeben. Von da aus erfolgt die Regelung wieder hydraulisch wie bei den herkömmlichen Systemen.

Bei einer **Mischregelung** können Messgrössen beider Regelarten (Lage- und Zugwiderstand) gleichzeitig auf die Elektronik einwirken. Das Mischungsverhältnis kann stufenlos über ein Potentiometer vorgewählt werden. In den Endstellungen des Potentiometers hat man jeweils reine Lage- oder Zugwiderstandsregelung.

Als weitere Möglichkeit bietet sich bei der elektronischen Regelung die **Druckregelung** im Zylinder an. Dabei wird der Zylinderöldruck über ein Messglied auf einer vorgewählten Konstanten gehalten. Sie findet Anwendung z. B. als Zugkraftverstärkung.

Aus Kostengründen konnte sich das EHR-System, trotz bestehender Ideen, vorläufig in der Praxis noch nicht durchsetzen.

Dreipunktkupplung

Die Masse der Dreipunktkupplung sind genormt und in 3 Kategorien eingeteilt. Gemäss DIN-Norm 9674 sind diese Kategorien folgenden Traktorleistungsklassen zugeordnet:

Kat.	Ø der Bohrung im Kugelgelenk	Leistungsklasse
1	22 mm	> 48 PS / 35 kW
2	28 mm	40–100 PS / 30–75 kW
3	36,6 mm	< 95 PS / 70 kW

Voraussetzung für den problemlosen Einsatz der Dreipunktkupplung ist die Einhaltung der Normmasse durch den Hersteller. Ausserdem sind für den praktischen Betrieb folgende Punkte von Bedeutung:

- Die Unterlenker müssen in angehobenem Zustand seitlich starr sein.
- Sie dürfen auch ohne Ackerschnele die Reifen nicht berühren.
- Eine Arretierung muss verhindern, dass bei hecklastigen Anbaumaschinen die Ackerschnele angehoben wird und die Gelenkwelle beschädigt.
- Das selbsttätige Verdrehen der Hubstreben und des Oberlenkers darf nicht vorkommen.
- Dem Festrosten der Gewinde ist durch geeignete Konstruktion vorzubeugen.

Nicht nur bei Systemtraktoren, sondern im Hinblick auf das Zweizegeverfahren oder als Geräteträgerersatz werden auch bei normalen Traktoren Fronthubwerke angeboten. Neuzeitliche Konstruktionen entsprechen in den Abmessungen den Normen der Dreipunktkupplung und sind oft schon mit integrierten Schnellkupplern versehen.

Schnellkuppler

Um auch schwerste Anbaugeräte ohne grossen Kraftaufwand und gefahrloser ankuppeln zu können, werden gut funktionierende Kupplungsautomaten angeboten.

Einphasenkuppler bestehen aus einem traktorseitigen und einem geräteseitigen Kuppelteil, welches meistens als Dreieck ausgebildet ist (Deutz-Hitch, Akkord). Durch das Einfahren des Auffangteiles in den Fangrahmen und das Anheben der Hydraulik wird das Gerät gekoppelt und verriegelt.

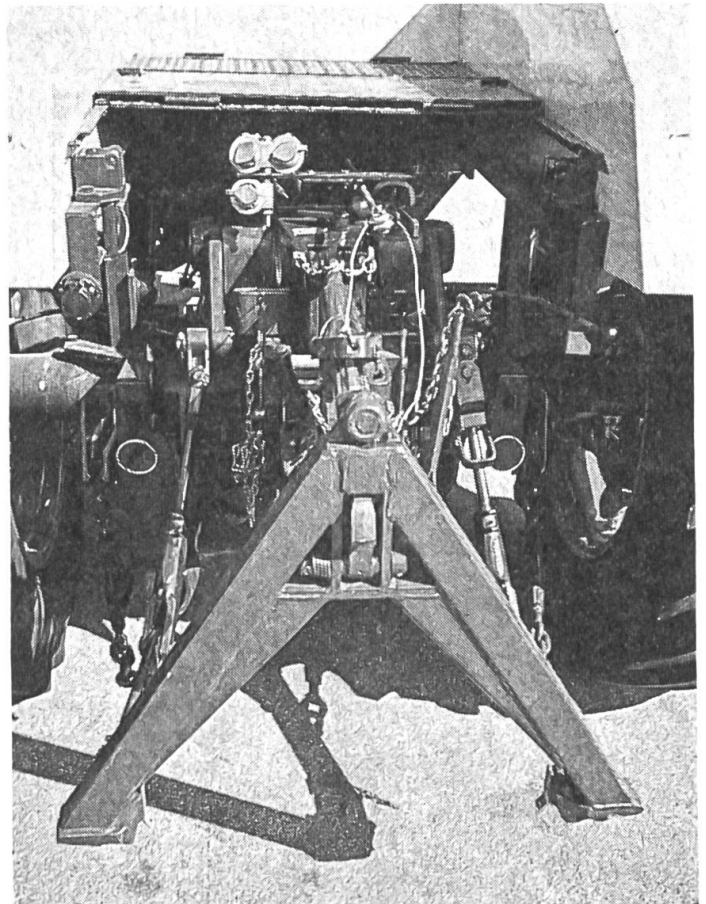


Abb. 7

Beim **Zweiphasenkuppler** werden die Unterlenker und der Oberlenker separat in Fangtaschen an den Koppelpunkten des Gerätes aufgenommen und automatisch verriegelt. Durch die Aufteilung in zwei Arbeitstänge können Zweiphasenkuppler im technischen Aufwand einfacher sein als Einphasenkuppler. Sie benötigen aber mehr Präzision und Zeit für das Kuppeln. Andererseits wird bei ihnen das normalisierte Koppelpunktmass nicht verändert (Abb. 8).

Hitch

Eine hydraulische Kuppelvorrichtung am Traktor zur Aufnahme von Einachsanhängern mit tiefliegender Deichsel. Sie ermöglicht das schnelle an- und abhängen der Einachsanhänger im Einmannverfahren vom Fahrersitz aus. Diese Kuppelart, welche aus England stammt, ist in der Schweiz nicht verbreitet.

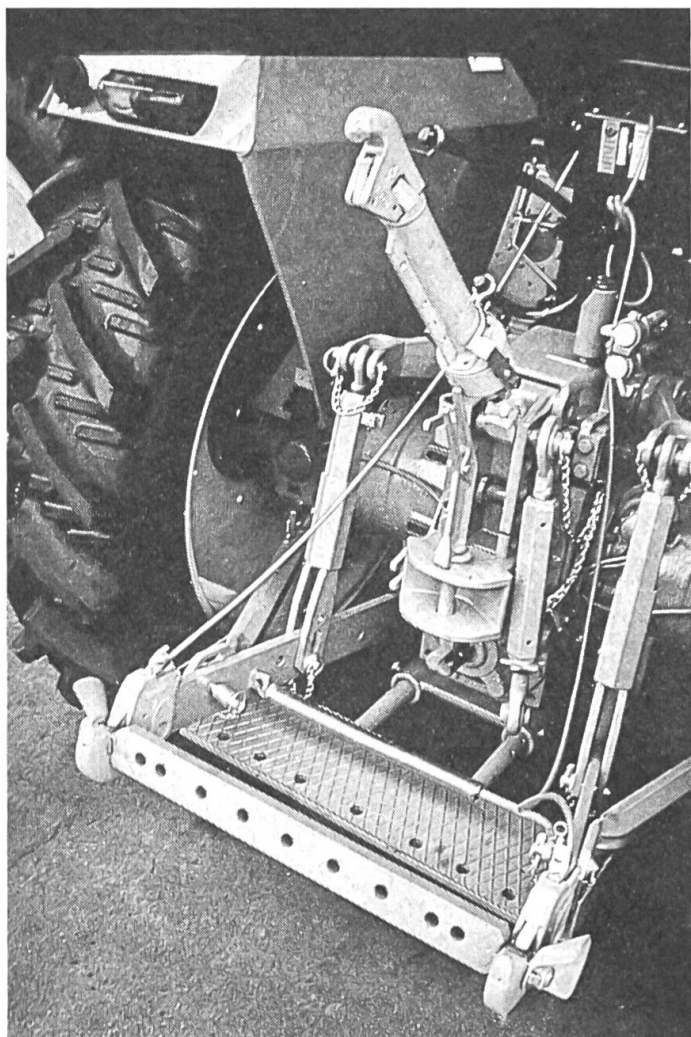


Abb. 8

Nebenanschlüsse, ausenliegende Hydraulikzylinder

Zur Standardausrüstung vieler Traktoren gehören heute schon ein oder mehrere hydraulische Nebenanschlüsse (Abb. 9). Sie werden über ein einzelnes oder mehrere, einfach- oder doppelwirkende Steuergeräte bedient. Die zunehmende Leistungsfähigkeit der hydraulischen Anlagen dürfte für die Zukunft einen verstärkten Einsatz der hydraulischen Leistungsübertragung auf die angekoppelten Maschinen erwarten lassen.

In diesem Zusammenhang ist zu beachten, dass der Hydraulikölvorrat gross genug ist, werden doch für den Kippvorgang eines Anhängers je nach dessen Grösse 5–20 Liter Öl benötigt. Wird das Hydrauliköl dem Getriebe entnommen, darf das Ölniveau nicht unter ein gewisses, für das Getriebe unschädliches, Minimum absinken. Dasselbe gilt auch für den

Betrieb eines Frontladers, besonders dann, wenn über einen dritten Zusatzzylinder die Frontladerschaufel oder Gabel gekippt wird. Die hydraulische Kippvorrichtung drängt sich vor allem bei geschlossenen Kabinen auf, weil die mechanische Ausklinkvorrichtung nicht mehr bedienbar ist.

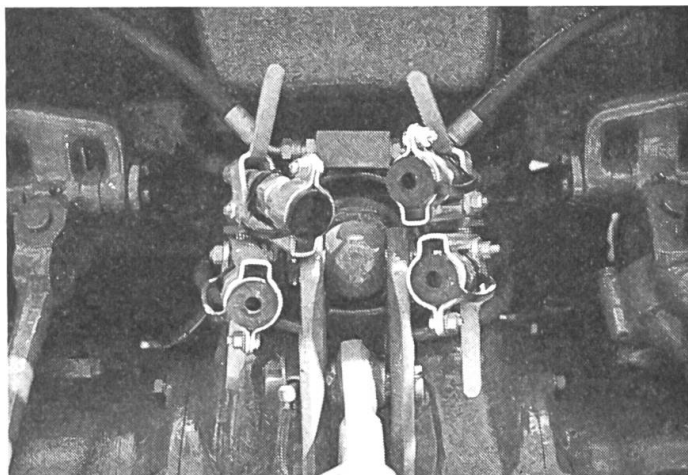


Abb. 9

Im Sinne einer Vereinheitlichung und zur Erleichterung des überbetrieblichen Einsatzes der Maschinen sollten als Nebenanschlüsse zylindrische ISO-Schnellkupplungen der Nennweite 10, d. h. für einen Rohraussendurchmesser von 16 mm, montiert werden.

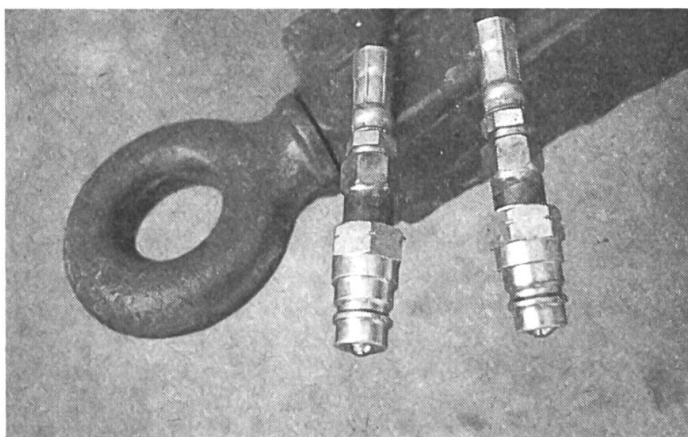


Abb. 10

Zur Zeit wird abgeklärt, wie stark sich Oelvermischungen, welche beim Austausch von hydraulisch betriebenen Geräten unvermeidlich sind, negativ auswirken können. Obwohl ein unkontrolliertes Mischen von verschiedenen Oelsorten nicht empfohlen wird, ist eine allzu grosse Angst vor daraus entstehenden Schäden unbegründet, solange es sich nicht um Spezialöle handelt.

wirkung genügt selbst für Einachs- oder Zweiachsanhänger oder einen Zug mit zwei Anhängern. Die Bremswirkung kann voreilend eingestellt werden, so dass die Anhänger vor dem Zugfahrzeug abgebremst werden. Die gesetzlich geforderte Bremsverzögerung von 2,5 m/s² kann ohne weiteres erreicht werden.

Bei einem einfacheren System wird das Anhängerbremsventil von Hand gesteuert. In diesem Fall handelt es sich nicht mehr um eine Betriebs-, sondern um eine Hilfsbremse.

Hydrostatische Antriebe

Abgesehen von den hydrostatischen Getrieben, welche sich bisher noch nicht durchzusetzen vermochten, werden Nebenantriebe, z. B. Mähwerke, recht häufig mit Hydromotoren ausgerüstet. Voraussetzung für deren Betrieb ist eine leistungsfähige Ölpumpe, ein genügender Ölvorrat oder evtl. ein Ölkühler, weil sich das Öl sehr stark erhitzt.

Zwei Traktortypen einer bekannten Marke werden auf Wunsch mit einem hydrostatischen Vorderradantrieb ausgerüstet (Abb. 12). Die in jedem Vorderrad liegenden Hydromotoren können unter Last zu- und abgeschaltet werden. Sie wirken in zwei Bereichen. Die Zugkraft der Vorderräder beträgt im Arbeitsdrehmoment, welches in den Gängen 1–7 zugeschaltet werden kann 260 kp und im Zusatzdreh-

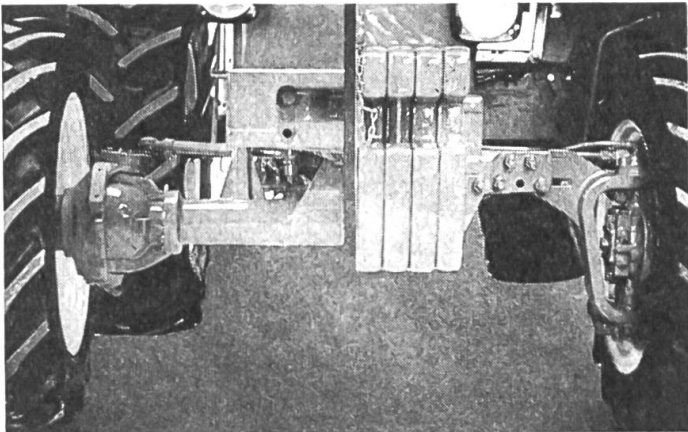


Abb. 12

moment, das in den Gängen 1–4 wirksam wird, 660 kp.

Die Hydraulik als zentrale Kraftverteilstation auf einem modernen Traktor wird in Zukunft bestimmt noch an Bedeutung gewinnen. Ihre bisherigen Leistungen können noch verbessert werden. Zusammen mit elektronischen Bauteilen kann sie zu einer erleichterten Bedienung und Führung und damit zu einem noch wirkungsvolleren Einsatz der modernen Traktoren beitragen.

Literaturverzeichnis

«Hydrostatik in Ackerschleppern und Landmaschinen»
H. Regenbogen, H.H. Harms, in «Ölhydraulik und Pneumatik» 20.8.76
«Technische Beschreibung der EHR»
Rob. Bosch GmbH, Stuttgart
«Traktor Lexikon»
Gerhard Kirnich, Vogel Verlag, Würzburg

Welterbildungszentrum 1 5223 Rlniken Telefon 056 - 41 60 77

► Verbleibende Kurse ◀

Kurstabelle Winter 1976 / 77

Datum:	Art der Kurse:		Be- zeich- nung:	Anzahl Tage:
1977				
28. 2. — 2. 3.	Elektroschweissen, Einführung	besetzt	M 2	3
28. 2. — 2. 3.	Autogenschweissen, Einführung	besetzt	M 3	3
3. 3. — 5. 3.	Autogenschweissen, Einführung	besetzt	M 3	3
3. 3. — 5. 3.	Elektroschweissen, Einführung		M 2	3
7. 3. — 11. 3.	Dieseltaktoren, Funktion, Wartung, Instandhaltung		A 3	5
11. 3.	Die Regelhydraulik in Verbindung mit Pflug und Anbaugerät		H 1	1
14. 3.	Heubelüftungs- und Verteilanlagen, Technik und Anwendung		A 9	1
15. 3. — 16. 3.	Hochdruckpressen, Technik und Instandhaltung		A 7	2
17. 3. — 18. 3.	Chemischer Pflanzenschutz, Geräte, Mittel, Technik		A 10	2
21. 3. — 24. 3.	Mähdrescher, Einführung, Technik, Unterhalt		A 5	4
28. 3. — 30. 3.	Traktortests, täglich nach Voranmeldung			

Aenderungen an der Kurstabelle bleiben vorbehalten.