

Hydraulik in der Landtechnik. Teil II¹⁾

Von Ing. R. GERTH, Institut für Landmaschinenbau, Leipzig

DK 621-82: 629.114.2: 631.3

Die hydraulischen Arbeitszylinder

Man unterscheidet einfach- (Tauch- oder Plungerkolben) und doppelt- (Differentialkolben) wirkende Arbeitszylinder, beide in fester (Regelzylinder) und freier Bauart.

Der *freie Arbeitszylinder* kann an beliebiger Stelle des Schleppers sowie eines gezogenen landwirtschaftlichen Geräts (Bild 10) angeordnet werden. Er wird oft zum nachträglichen Anbau einer Kraftheberanlage am Schlepper verwendet. Bei der Dreipunktaufhängung sowie beim Drehpflug genügt ein Arbeitszylinder. Beim Wechselflug sind zwei freie Arbeitszylinder erforderlich, wenn ein zusätzliches handauslösbare Wechselklinkwerk vermieden werden soll. In der westdeutschen Schlepperindustrie findet der freie Arbeitszylinder den Vorzug.

Der *feste Arbeitszylinder* ist organisch im Schleppergetriebegehäuse untergebracht. Lediglich die Hubwelle zur Aufnahme der Hubarme führt nach außen. Kraftheberanlagen aufwendiger Konstruktionen bleiben dem festen Arbeitszylinder vorbehalten. Sie verfügen vielfach über eine mechanische Rückführung des Handbedienhebels und eine mechanische Verriegelung als Unfallschutz in Transportstellung.

Infolge der vielfältigen Anforderungen an Kraftheber hinsichtlich Arbeitsvermögen und Dimensionen liegt es im Sinne einer wirtschaftlichen Fertigung, eine Unzahl von Arbeitszylindern zu vermeiden und sich auf Normgrößen zu beschränken. Im Rahmen einer Anbauhydraulikentwicklung des Instituts für Landmaschinenbau, Leipzig, werden fünf freie Standardarbeitszylinder mit je drei verschiedenen Hublängen vorgesehen. Die Baumaße sind auf Normzahlen aufgebaut, nach DIN 323 dezimal geometrischen Reihen. Die Zylinder wirken doppelseitig. Der Geräteanschluß ist beiderseitig gabelförmig ausgebildet und kolbenstangenseitig wahlweise für Ösenanschluß geeignet.

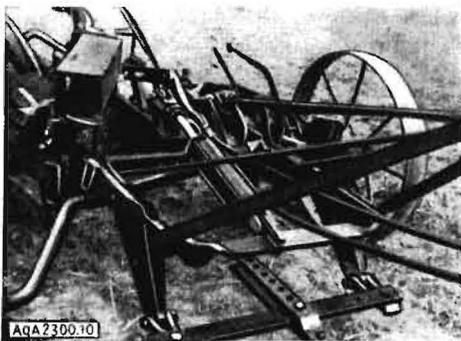


Bild 10. Anordnung eines freien Arbeitszylinders an einem Anhängerpflug des VEB BBG Leipzig

Für Anbaugeräte zum IFA-Geräteträger RS 08/15 bzw. 09/15 wird der Arbeitszylinder HA 32/180 (Kolbendurchmesser 32 mm, Hub 180 mm) vorgesehen.

Hydraulikschläuche und Schlauchkupplungen

Bei Verwendung freier Arbeitszylinder an gezogenen Geräten sind zur Verbindung von Pumpenaggregat und Arbeitszylinder hochdruckfeste flexible Schlauchleitungen erforderlich, die mittels Schlauchkupplungen getrennt werden können.

Man unterscheidet selbstdichtende Schlauchkupplungen ohne bzw. mit Sicherheitsabreißvorrichtungen (Bild 11). Letztere

werden bei Anhängerpflügen benötigt, die mit einer Sicherheitsanhangevorrichtung ausgestattet sind. Trifft der Pflug auf ein unüberwindliches Hindernis, so koppelt er sich selbsttätig ab und wird vor Zerstörung bewahrt.

Im Augenblick der Entkopplung vom Schlepper löst sich auch die Schlauchleitung durch die auftretenden Zugkräfte in der hydraulischen Abreißkupplung. Die Kupplungshälften schließen sich dabei selbsttätig zur Vermeidung von Ölverlusten und Luft-einschluß öldicht ab.

Das Hydrauliköl

Zustand und Eigenschaften des Hydrauliköls beeinflussen die Leistung und Lebensdauer der Kraftheberanlage. Der Viskositäts-Temperatur-Verlauf der Hydrauliköle ist ausschlaggebend für den volumetrischen Wirkungsgrad der Pumpen, besonders bei Zahnradpumpen. Die Öltemperatur ist durch Wahl eines entsprechend großen Ölreservoirs und strömungsgerechte Gestaltung der Steuerelemente und Leitungen möglichst niedrig zu halten.

Geringe Schaumbildung bei allen Betriebstemperaturen, flacher Viskositäts-Temperatur-Verlauf und gute Schmier-eigenschaften sind die Forderungen, die dem Hydrauliköl gestellt werden.

Infolge der verschiedenartigen Kraftheberkonstruktionen werden auch diverse Öle mit entsprechender Viskosität benötigt. Je nach Verwendung der Passungstoleranzen der Steuer- und Pumpenelemente ist ein dick- oder dünnflüssigeres Öl erforderlich. Die Einführung eines Einheitsöls ist aus vorgenannten Gründen vorerst nicht denkbar.



Bild 11. Selbstdichtende Schlauchkupplungen mit Sicherheitsabreißvorrichtungen

Zur Erzielung einer langen Lebensdauer müssen Ölwechsel und Ölergänzung wie bei Verbrennungsmotoren nach den Bedienungsanleitungen der Hersteller durchgeführt werden.

Die Steuerorgane

Für die Beschleunigung und Verzögerung des Hubvorgangs ist die Gestaltung der Steuerorgane ausschlaggebend. Im Kraftheberbau finden Kegel-, Kugel- und Kolbenschieberventile Anwendung.

Funktionsmäßige Aufgliederung der Ventile

Die verschiedenen Arbeitsvorrichtungen hydraulischer Kraftheber erfordern Steuerorgane verschiedener Funktionen. Sie können wie folgt eingeteilt werden:

1. Druckregelventil (Sicherheitsventile zwecks Überlastungsschutz),
2. Ventile für Mengenregelung (Steuerschieber) und
3. Ventile zur Richtungsänderung (Wahlschieber).

Druckregel- bzw. Sicherheitsventile sind bei allen mit einer konstant fördernden Pumpe ausgestatteten Hydraulikanlagen erforderlich. Ist der Arbeitszylinder z. B. bis in die Endstellung

¹⁾ Teil I siehe Deutsche Agrartechnik (1956) H. 3, S. 108.

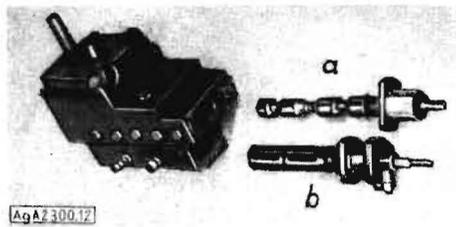


Bild 12. Steuerorgan der Hydraulikanlage des IFA RS-30
a Steuerschieber, b Wahlschieber für drei Anschlüsse

ausgefahren, so wird die überschüssige Flüssigkeitsmenge über das Sicherheitsventil abgeleitet.

Die Mengenregelventile leiten den Hub- und Senkvorgang ein. Die Richtungsänderungsventile lenken den Ölstrom zu den an verschiedenen Stellen des Schleppers oder des landwirtschaftlichen Geräts angeordneten Arbeitszylindern.

Die Steuerung des Ölkreislaufs

Beim Einsatz hydraulischer Kraftheber an landwirtschaftlichen Geräten sind Hubvorrichtungen nur in gewissen zeitlichen Abschnitten erforderlich. In den zwischenzeitigen Ruhestellungen gilt es, die ständig angetriebene Ölpumpe zu entlasten. Dazu gibt es zwei Möglichkeiten:

- die konstante Ölförderung und
- die unterbrochene (regelbare) Ölförderung.

Bei der konstanten Ölförderung wird der Ölkreislauf über den Steuerschieber oder ein anderes Mengenregelventil kurz geschlossen. Das Öl läuft dabei drucklos um. Dieses System wird vorwiegend bei doppelwirkenden Arbeitszylindern angewendet. Sein Vorteil liegt in der schwingungsdämpfenden Wirkung der Steuerorgane auf den Druckölfluß bei getrennter Anordnung von Pumpe und Steuerorgan und vor allem in der einfachen und damit preisgünstigen Bauweise der Ölpumpen.

Bei der unterbrochenen Ölförderung wird eine Steuerung der Pumpensaugleitung vorgenommen. Vornehmlich findet dieses System bei den dazu am besten geeigneten Kolbenpumpen mit veränderlichem Hub Anwendung (z. B. bei Ferguson und Ford).

Die Steuerungssysteme

Nach dem derzeitigen Anwendungsumfang kann man die Steuerungssysteme in folgende zwei Hauptgruppen einteilen:

- hydraulische Kraftheber mit Regelung von Hand (einfache Konstruktionen) und
- hydraulische Kraftheber mit selbsttätiger Regelung (aufwendige Konstruktionen).

Zu a) *Hydraulische Kraftheber mit Regelung von Hand* sind einfach im Aufbau und bestehen aus Öldruckpumpe, Steuerorgan und Arbeitszylinder. Vielfach wird als Steuerorgan ein Wahl- und Steuerschieber zu einem Block vereinigt und gestattet die Betätigung von ein, zwei oder drei einfach- oder doppelwirkenden Arbeitszylindern (Bild 12). Der Steuerschieber verfügt über folgende Stellungen: Heben, Senken und neutrale Stellung zwischen Heben und Senken.

Zur Verbesserung der Pflugarbeit, insbesondere zur Anpassung an Bodenunebenheiten, ist eine hydraulische Entfesselung, d. h. freies Pendeln in vertikaler Richtung erforderlich. Diese Forderung wird durch die sogenannte Schwimmstellung erreicht. Wird der Handhebel auf Schwimmstellung gebracht, dann werden bei einem doppelwirkendem Arbeitszylinder die Ölräume diesseits und jenseits des Kolbens miteinander verbunden. Wird

beim Heben der Handhebel vor Erreichen der Endlage wieder in die neutrale Stellung zurückgenommen, so verbleibt das Arbeitsgerät in der jeweiligen Lage. Auf diese Weise kann jede Stellung des Geräts zwischen den Endlagen hydraulisch gehalten werden. Eine direkte Beziehung zwischen Stellung des Handhebels und Lage des Arbeitskolbens, bzw. Tiefenstellung des Geräts gibt es nicht. Eine Veränderung der Endlagen kann lediglich durch einen Anschlag am Kolben, Hubarm oder Gerät selbst erreicht werden. Dazwischenliegende Einstellungen müssen durch den Fahrer nach Sicht vorgenommen werden.

Hydraulische Sperrblocks (Steuerbare Rückschlagventile) sichern das angehobene Gerät bei stillstehender Pumpe in seiner jeweiligen Lage, auch wenn der Bedienebel unbeabsichtigt betätigt werden sollte. Sie werden zwischen Arbeitszylinder und Steuergehäuse eingebaut. Wenn vor dem Sperrblock kein hydraulischer Druck herrscht, sperrt dieser den Ölkreislauf zum Arbeitszylinder ab, beispielsweise bei neutraler Stellung des Handbedienebels oder stillstehender Pumpe und ersetzt die mechanischen Verriegelungseinrichtungen für Ruhe- und Transportstellung des ausgehobenen Geräts.

Kraftheber mit Regelung von Hand bzw. Steuerung nach Sicht haben auf Grund ihres einfachen Aufbaues und günstiger Preisgestaltung für die Landwirtschaft in fast allen Schlepper und Landmaschinen herstellenden Ländern der Erde breiten Eingang gefunden (Bild 13 und 14).

Zu b) *Hydraulische Kraftheber mit selbsttätiger Regelung* finden ausschließlich bei Schleppern mit Drei- bzw. Vierpunktaufhängung oder Schwingrahmen Anwendung, unter Bevorzugung der Blockkonstruktion.

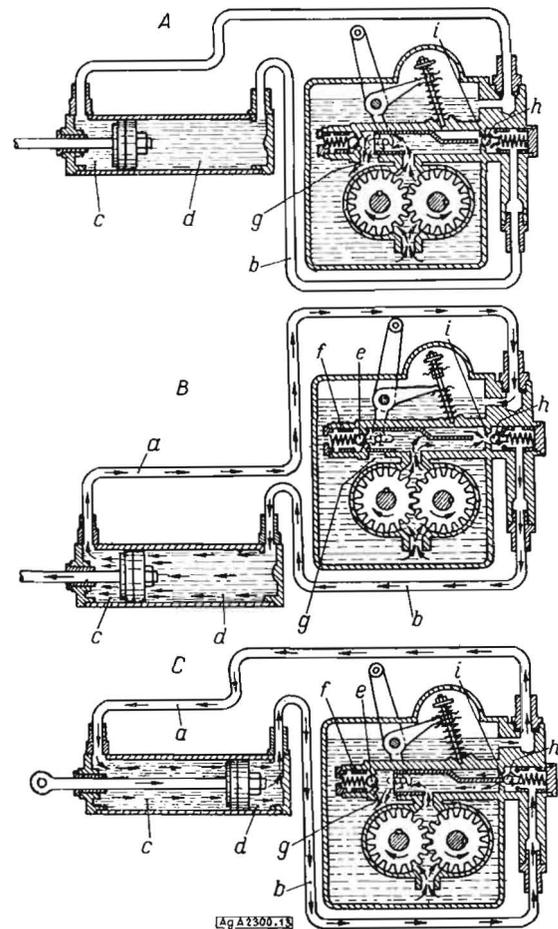


Bild 13. Wirkungsweise der Kraftheberanlage im Mährescher S-4
A neutrale Lage, B Heben der Mähvorrichtung, C Senken der Mähvorrichtung. a Rückleitung, b Druckleitung, c Blindkammer, d Arbeitskammer, e Ventilkugel, f Becher, g Durchflußöffnung, h Kugel, i Ventilsitz [6]

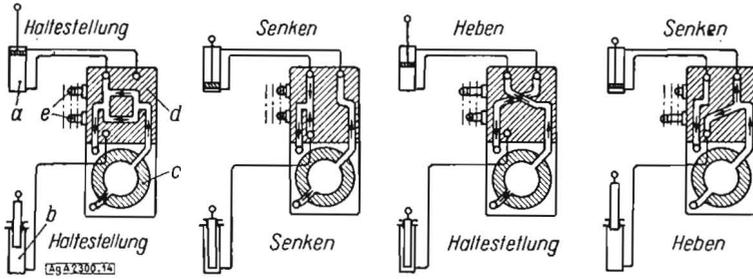


Bild 14. Steuerschema des Krafthebers von Vickers

a Doppeltwirkender Arbeitszylinder, b einwirkender Arbeitszylinder, c Rotationspumpe, d Steuergehäuse, e Steuer- und Wahlschieber

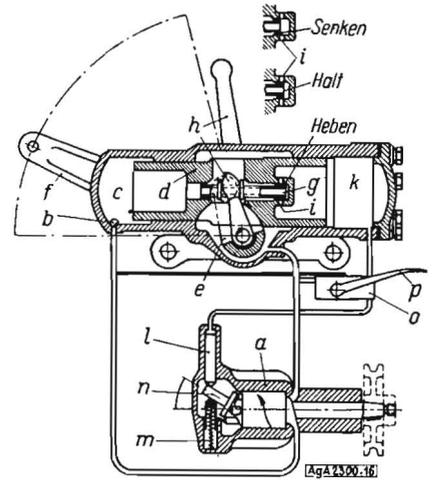


Bild 16. Pentax-Kraftheber von Stockey & Schmitz
a Axialkolbenpumpe (fünf Kolben), b Rückschlagventil, c Zylinderraum, links, d Arbeitskolben (Stufenkolben), e Krafthebel, f Lastarm (mit c verbunden), g Kolbenschieber, h Steueröffnung, i Zylinderraum, rechts, j Stellkolben zur Steuerung des Pumpenhubes, k Rückstellfeder mit -kolben, l Schiefscheibe, m Schloß, n Drückhebel für Dauerdruck auf Lastarm

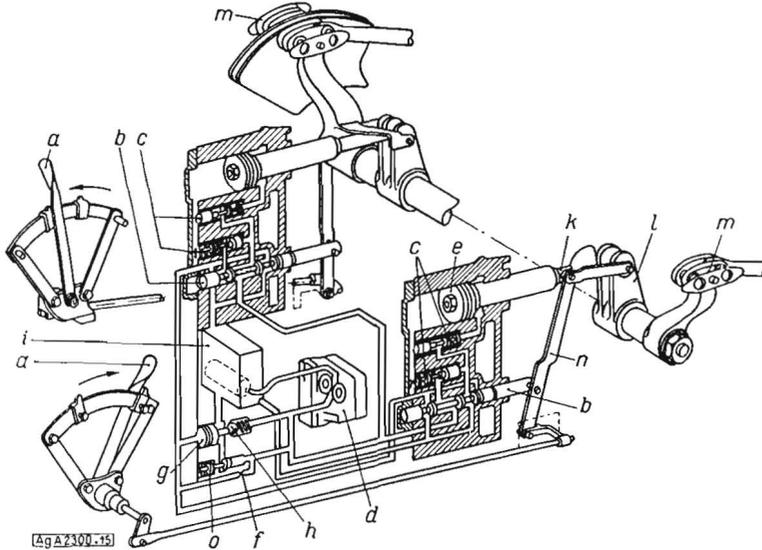


Bild 15 (links). Feinststeuerungshydraulik der JHC (Farmall A)

a Bedienhebel, b Steuerschieber, c Sperrventile, d Zahnradpumpe, e Kolben, f Düse, g Regulierkolben, h Regulierventil, i Ölbehälter, k Kolbenstange, l Kraftarm, m Lastarm, n Rückführhebel, o Sicherheitsventil

Ein nachträglicher Anbau an Schlepper in Form einer Anbauhydraulik erscheint infolge ihrer Kompliziertheit undenkbar. Die Aufgabe hydraulischer Kraftheber mit selbsttätiger Regelung ist es, die Einstellung der Anbaugeräte während der Arbeit den jeweils wechselnden Bodenverhältnissen und -unebenheiten selbsttätig anzupassen. Dabei gelangen zwei Systeme zur Anwendung:

1. Regelung nach vorgewähltem Zugwiderstand.

Das Anbaugerät wird bei diesem System (Ferguson) nicht auf eine bestimmte Arbeitstiefe eingestellt, sondern der Kraftheber regelt das Gerät auf gleichgroßen Bodenwiderstand durch Nutzbarmachung der Druckkräfte, z. B. im oberen Lenker bei der Dreipunktaufhängung. Daraus folgert, daß z. B. beim Pflügen die Furchentiefe entsprechend dem Bodenwiderstand geändert wird.

2. Regelung nach vorgewählter Arbeitstiefe.

Bei diesem System wird zusätzlich zur Regelung nach gleichem Zugwiderstand auch eine nach gleicher Arbeitstiefe vorgenommen. Beim Ford-Schlepper ist mit Hilfe eines kleinen Wahlhebels die eine oder andere Arbeitsweise des Krafthebers möglich. Nach Arbeitstiefe bzw. Tiefenkontrolle wird z. B. beim Hacken, Häufeln und Eggen geregelt, wenn es auf genaue Einhaltung der Arbeitstiefe ankommt. Jede Stellung des Bedienhebels entspricht einer entsprechenden Stellung des Arbeitskolbens und damit des Anbaugerätes. Die Geschwindigkeit, mit der der Handhebel bewegt wird, entspricht außerdem der Hubbeschleunigung oder -verzögerung des Gerätes. Man spricht von einer korrespondierenden Stellung bzw. Geschwindigkeit von Bedien- und Lasthebel.

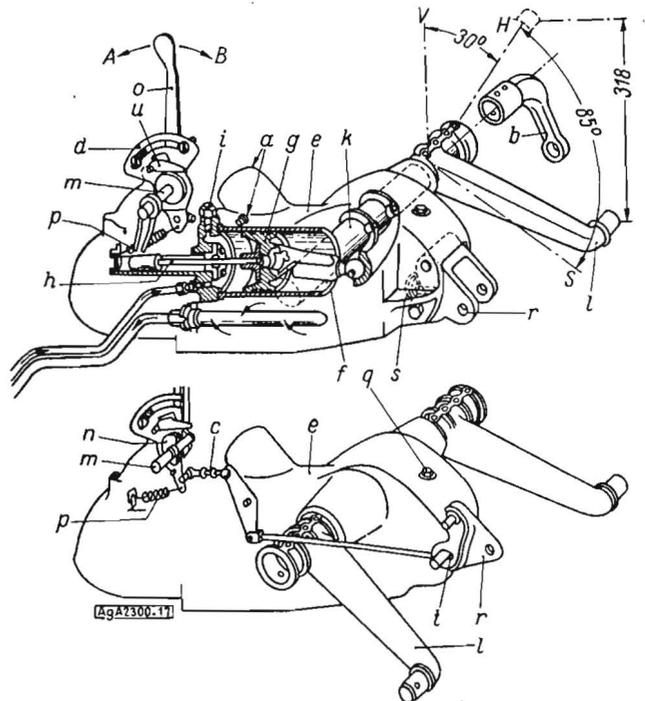


Bild 17. Allgaier-Morgen-Kraftheber

a Anschlag, b kleiner Zusatzkraftarm, c Gestänge, d Scheibe, e Krafthebergehäuse, f Arbeitszylinder, g Arbeitskolben, h Steuerstift, i Entlüftungsschraube, k Hubwelle, l Hubarm, m Welle, n Scheibenkupplung, o Handsteuerhebel, p Rückzugfeder, q Öleinfüllverschraubung, r Anschlußpunkt, s Druckfeder, t Langloch, u Anschlaghebel

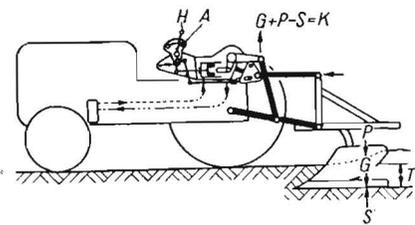


Bild 18. Wirkungsweise des Allgaier-Morgen-Krafthebers mit Ausgleich beim Pflügen
H Handhebel, T Arbeitstiefe, A bei Stellung A wird die Arbeitstiefe T eingestellt und der Pflug eingefahren, K Kolbenkraft, G Pfluggewicht, P Senkrecht wirkende Komponente des Bodenwiderstandes (Einzugskraft), S Sohlendruck, Z Zugkraft am Anschlußpunkt des Hebeegerätes, L Langloch im Anschlußstück, D Steuerstift

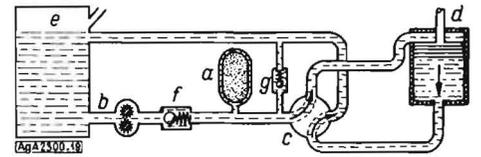
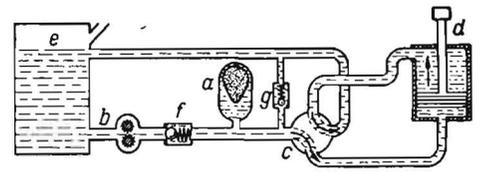


Bild 19. Schematische Darstellung der Wirkungsweise des Hydro-Akkus in der Gesamtanlage
a Akkumulator, b Zahnradpumpe, c Steuerschieber, d Arbeitskolben, e Ölbehälter, f Rückschlagventil, g Sicherheitsventil

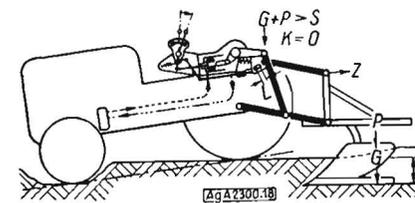
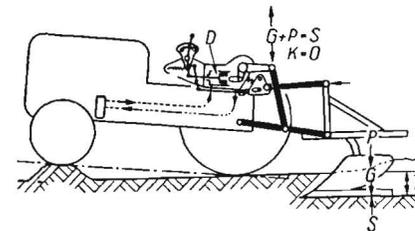
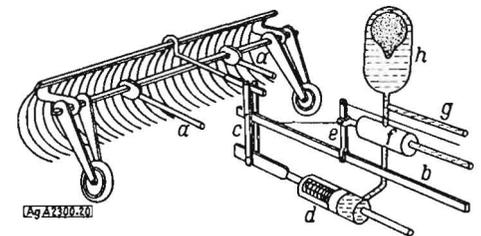


Bild 20. Heurechen mit Kraftaushebung mittels Hydro-Akku. Die gleiche Anordnung läßt sich auf einen Schlepper übertragen
a und b Geräterahmen, c Krafthebel, d Arbeitskolben, e Steuerhebel, f Steuerschieber bzw. Kolben, g Ölleitung, h Akkumulator



Eine für dieses System prägnante Konstruktion stellt der Kraftheber von JHC (Bild 15) dar. Bei dieser komplizierten Feinsteuerung sind nicht weniger als neun Steuerschieber, Regulier- und Sperrventile zur Steuerung der beiden Arbeitszylinder erforderlich, die automatisch durch den Öldruck betätigt werden, mit Ausnahme der beiden Steuerschieber *b*. Über die Handhebel *a* werden die Steuerschieber *b* verschoben und über die Bewegung der Kolbenstange *h* sowie den Hebel *n* mechanisch zurückgeführt. Durch die vor den Arbeitszylinder gelegten Sperrventile *c* wird der Kraftheber bei stillstehender Zahnradpumpe blockiert [1].

Der Pentax-Kraftheber von STOCKEY & SCHMITZ (Bild 16) besitzt einen Arbeitszylinder mit Stufenkolben (Arbeitsvermögen 350 mkg). Durch einen Vorwähler, der im Bedarfsfalle vom Bedienehebel überholt werden kann, wird eine beliebige Einstellung des Anbaugerätes möglich. Die getrennt angeordnete Axialkolbenpumpe hat hydraulisch gesteuerte Fördermengenregelung.

Der Kraftheber von Allgaier ist ein Lizenzbau des französischen Gerätes von ANDRÉ MORGEN und für die Dreipunktkopplung bestimmt. Dieser Kraftheber ist insofern als eine Weiterentwicklung des Ferguson-Systems anzusehen, als er unabhängig von Geländeunebenheiten und -zustand auf gleiche Arbeitstiefe regelt. Das erreicht man durch eine druckseitige Pumpenregelung an Stelle der saugseitigen beim Ferguson-System. Die Ausnutzung der Druckkraft im oberen Lenker zur Kraftheberregelung wurde beibehalten, jedoch wird ihre Wirkung durch den Einfluß des an den Hubarmen auftretenden Drehmoments überlagert.

Der Allgaier-Morgen-Kraftheber (Bild 17) besteht aus einer Steuereinrichtung mit Steuerstift, einem einfachwirkenden Arbeitszylinder und der Hubwelle mit zwei Hubarmen. Die Pesco-Zahnradpumpe ist getrennt angeordnet mit motorgebundenem Antrieb. Das Arbeitsvermögen liegt bei 350 mkg, der Schwenk-

bereich der Hubarme beträgt 85°. Der 4 l umfassende Hydraulikölvorrat wird im Gehäuse des Krafthebers untergebracht. Der Arbeitszylinder ist auswechselbar.

Die ausgleichende Wirkung des Allgaier-Morgen-Krafthebers ist aus Bild 18 ersichtlich [4].

Hydro-Akkumulatoren

Im Zusammenhang mit den Krafthebern soll noch auf den Hydro-Akku hingewiesen werden. Dieser dient der Aufgabe, hydraulische Energie für zu leistende Hubarbeit bei stillstehender Pumpe zu speichern. Die Wirkungsweise gleicht dem Windkesselprinzip. Der Akku besteht aus einem Stahlbehältnis mit einer eingebrachten, luftgefüllten Gummiblase. Durch Einwirken des Öldrucks wird sie zusammengedrückt und das Bestreben erweckt, sich wieder auszudehnen (Kombiniertes hydraulisch-pneumatisches System). Die Wirkungsweise des Akkumulators in der Gesamtanlage geht aus der schematischen Darstellung Bild 19 hervor [7].

Wird vorteilhafterweise Stickstoff an Stelle von Luft zur Füllung der Gummiblasen verwendet, so können Drücke bis zu 200 atü erreicht werden. Der Hydro-Akkumulator hat auch in der Landwirtschaft Eingang gefunden. Ein Beispiel wird in Bild 20 dargestellt. Die gespeicherte Energie reicht für mehrmalige kurzfristige Hubleistungen aus.

Literatur

- [1] A. SEIFERT: Ölhydraulischer Kraftheber für den Ackerschlepper. Grundlagen der Landtechnik (1951) H. 1, S. 45.
- [4] A. SEIFERT: Neue deutsche Kraftheber für Ackerschlepper. Landtechnische Forschung (1955) H. 2, S. 47.
- [6] M. N. PORTNOW: Der selbstfahrende Mähdescher S-4 (Übersetzung aus dem Russischen). Deutscher Bauernverlag Berlin, 1953.
- [7] E. KAYSER: Kraftheber in aller Welt. Schlepper-Jahrbuch 1951/52 S. 481. Verlag „technic“, Wiesbaden-Sonnenberg.

A 2300 (Teil III folgt im Maiheft)

Die Kammer der Technik

fördert in freiwilliger Gemeinschaftsarbeit den technischen und ökonomischen Fortschritt in unserer Republik. Jeder, der aktiv an der Entwicklung bzw. Anwendung einer fortschrittlichen Technik beteiligt ist oder sich dafür interessiert, wird deshalb angefordert, Mitglied des Fachverbandes Land- und Forsttechnik der KdT zu werden.

AZ 2403