

Hydraulik in der Landtechnik. Teil I

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

DK 621-82: 629.114.2: 631.3

Die landtechnische Entwicklung ist durch die Nutzbarmachung der Hydraulik für Landmaschinen und Schlepper außerordentlich befruchtet worden. Über die Möglichkeiten, die durch Hydraulik ausgelöste Energie für landwirtschaftliche Zwecke zu verwenden, berichtet der Autor im anschließenden Aufsatz, der in den beiden folgenden Heften fortgesetzt wird. Er unterscheidet zwei Hauptanwendungsgebiete, den hydraulischen Kraftheber und den hydraulischen Antrieb. Da auch unsere Landtechnik sich dieser Energiequelle in zunehmendem Maße für die Arbeitserleichterung (Kraftheber) bedient, behandelt der Verfasser aktuelle technische Fragen, die allseitig interessieren. Unsere Leser möchten wir dazu auf frühere Veröffentlichungen zu diesem Problem in unserer Zeitschrift hinweisen, H. 6 (1954) S. 186, H. 7 (1955) S. 251 und 252, die sich auf beide Hauptanwendungsgebiete beziehen und gute Ergänzungen zu der vorliegenden Arbeit bedeuten.

Die Redaktion

Bei Betrachtung des Anwendungsumfangs, den die Hydraulik bereits im Landmaschinen- und Schlepperbau eingenommen hat, ist eine Aufgliederung nach folgenden zwei Hauptanwendungsgebieten erforderlich:

I. Ölhydraulische Kraftheber

zur Auslösung von Hubbewegungen an landwirtschaftlichen Schlepper-Anbau- und -Anhängengeräten.

II. Ölhydraulische Antriebe

zur Leistungs- und Drehmomentenübertragung an Stelle bisheriger mechanischer Kupplungen, Getriebe sowie Zapfwellen bei Schleppern, selbstfahrenden landwirtschaftlichen Maschinen und stationären landwirtschaftlichen Anlagen.

Sie gliedern sich wiederum in:

1. Hydrostatische Getriebe und
2. hydrodynamische Getriebe (Drehmomentenwandler).

I. Ölhydraulische Kraftheber

Zur Erreichung einer weitestgehenden Mechanisierung aller landwirtschaftlichen Arbeiten zwecks Erhöhung der Arbeits-

produktivität und Entlastung der Arbeitskraft beim Umfang und Inbetriebsetzen von landwirtschaftlichen Maschinen ist ein erhöhter Einsatz maschineller, leicht zu bedienender und sicher funktionierender Kraftheberanlagen erforderlich.

Außer den hydraulischen Krafthebern bedient man sich noch anderer Systeme, die vergleichsweise angeführt werden:

a) Mechanische Kraftheber

betätigt durch Federkraft, Zapfwelle, Hinterräder oder Riemenscheibe, bieten nicht die universelle Verwendbarkeit wie die Hydraulik. Sie sind aber billiger und erfüllen ihren Zweck beispielsweise beim Ausheben von angebauten Bodenbearbeitungsgeräten. Ein Senken und Druckausüben gestatten sie meistens nicht.

b) Pneumatische Kraftheber

Durch den niedrigen Arbeitsdruck der Luft von etwa 5 bis 6 atü ist das Arbeitsvermögen dieser Kraftheber begrenzt. Entweder mehrere oder großvolumige Arbeitszylinder sind in der Lage, gleiche Kräfte zu liefern, wie sie den hydraulischen Krafthebern eigen sind. Derartige voluminöse Arbeitszylinder sowie das übrige Zubehör einer Druckluftanlage lassen sich nur schwierig auf Schleppern und landwirtschaftlichen Maschinen unterbringen.

c) Elektrische Kraftheber

Wenn auch der Hauptstrommotor als ideale Energiequelle anmutet und alle Steuervorgänge elektrisch ohne Schwierigkeiten beherrscht werden könnten, so ist dieses System dem Arbeitsbedarf eines Krafthebers nicht gewachsen und über seine Anfänge nicht hinausgekommen.

Auf Grund der Schwierigkeiten, die sich bei der Anwendung von vorstehend beschriebenen Krafthebersystemen ergeben, hat sich der hydraulische Kraftheber am besten eingeführt. Die Möglichkeit, hohe Öldrücke zu erreichen, schafft die Voraussetzung für kleine Abmessungen der Arbeitszylinder und übrigen Elemente, deren organischer Ein- oder Anbau an Schleppern und landwirtschaftlichen Geräten gegeben ist.

Außer den am Heck eines Schleppers angeordneten Geräten können z. B. auch das Mähwerk sowie Geräte, die sich vorn und zwischen den Achsen befinden, ohne Schwierigkeiten hydraulisch gehoben und gesenkt werden.

Die Konstruktionen der hydraulischen Kraftheber sind sehr verschiedenartig und vielseitig. Das ist zurückzuführen auf die uneinheitliche Auffassung über den Wirkungsumfang hydraulischer Kraftheber in der Landwirtschaft. Um wirtschaftlich fertigen zu können, ist es jedoch wünschenswert, klare einheitliche Forderungen zu stellen und sich dabei auf das Notwendigste zu beschränken [1].

Hydraulische Kraftheberanlagen

bestehen aus folgenden Grundelementen, die im Nachstehenden beschrieben werden:

- 1 Ölpumpe
- 2 Ölbehälter
- 3 Steuerorgane
- 3.1 Schaltschieber
- 3.2 Wahlschieber (bei mehreren Arbeitszylindern)
- 3.3 Sperrblocks (zur hydraulischen Verriegelung)

(Schluß von S. 107)

sie sehr viele falsche Vorstellungen und Vorurteile haben berichtigen müssen. Hierzu haben nicht nur der menschliche Kontakt und die entgegenkommende, herzliche Aufnahme beigetragen, sondern auch das Kennenlernen der Verhältnisse in der Sowjetunion, insbesondere ihrer außergewöhnlichen Leistungen auf dem Gebiet der Technik und des Bauwesens sowie auf kulturellem Gebiet. So hat diese Reise zweifellos ebenfalls einen sehr wertvollen Beitrag zur Völkerverständigung geboten.

11 Literatur

Vom Ministerium für Landwirtschaft und in den besichtigten Betrieben wurden den Exkursionsteilnehmern eine größere Anzahl von Büchern, Alben und Schriften überreicht, in denen Fragen und Probleme der Elektrifizierung der Landwirtschaft behandelt werden. Es sind folgende:

- [11.1] Lehrbuch „Die Anwendung der Elektroenergie in der Landwirtschaft“ von Prof. Dr. P. N. Lislw. Staatlicher Verlag für landwirtschaftliche Literatur, Moskau 1953.
- [11.2] Lehrbuch „Ländliche Elektrizitätsnetze“ von Prof. Dr. J. A. Budsko. Staatlicher Verlag für landwirtschaftliche Literatur, Moskau 1955.
- [11.3] Album Ländliche Elektroanlagen in der UdSSR. Moskau 1955.
- [11.4] Album Korsun-Schewtschenko Ländliche Energiesysteme in der Ukraine 1955.
- [11.5] Album Bau von Fernleitungen 400 kV, Kuibyschewer Wasserkraftwerk – Moskau, Moskau 1955.
- [11.6] Sonderdruck Fernleitung – 400 kV. Kuibyschewer Wasserkraftelektrizitätswerk – Moskau. Staatlicher Energetischer Verlag, Moskau 1955.
- [11.7] Bildmappe Tiriponi und Igojeti. Ländliche Wasserkraftwerke der Grusinischen SSR.
- [11.8] Broschüre Landwirtschaftliche Unionsausstellung Moskau 1955.
- [11.9] Prospektmappe Maschinen für die Mechanisierung der Arbeit in der Tierzucht. Verlag des Ministeriums für Landwirtschaft in der UdSSR, Moskau 1955.
- [11.10] Prospektmappe Maschinen für die Kultivierung von Mais und für die geteilte Getreideeinbringung. Verlag des Ministeriums für Landwirtschaft der UdSSR, Moskau 1955.

12 Bilder

Die Bilder Nr. 2, 4, 5, 19, 20, 21, 24 und 26 wurden der unter 11 angegebenen Literatur entnommen. Alle übrigen Bilder sind eigene Aufnahmen, die während der Exkursion gemacht wurden.

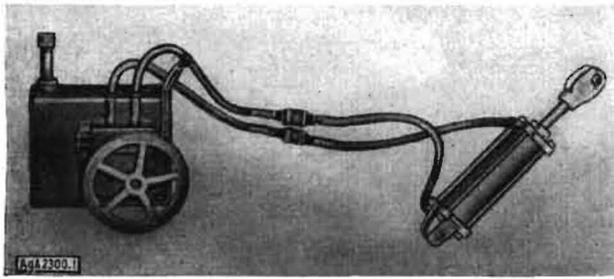


Bild 1. Blockbauhydraulik kanadischer Konstruktion.

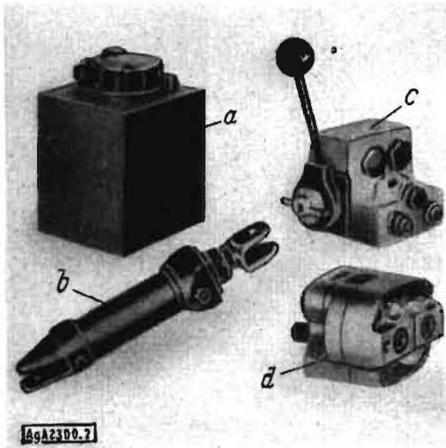


Bild 2. Bosch-Hydraulik
a Ölbehälter mit Einbaufilter,
b Arbeitszylinder,
c Steuergerät,
d Pumpe

trennt angeordnet und mit Leitungen untereinander verbunden (Bild 2) [3].

Zum Antrieb der Hydraulikpumpe benutzt man bei Schleppern und landwirtschaftlichen Maschinen den Verbrennungsmotor, das Getriebe, die Zapfwelle, unter Umständen auch die Riemenscheibe.

In Bild 3a bis d werden vier verschiedene Antriebsmöglichkeiten gegenübergestellt. Im einzelnen ist dazu zu bemerken:

a) Die Hydraulikanlage ist ein fester Bestandteil des landwirtschaftlichen Anhängengerätes und wird über die Zapfwelle

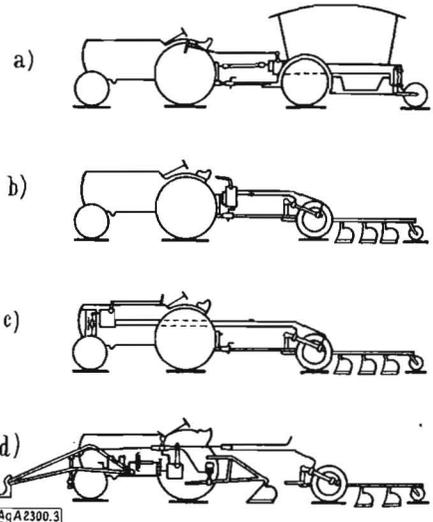


Bild 3. Vier Antriebsmöglichkeiten (a...d) der Kraftbeanlage

4 Arbeitszylinder

4.1 fester Arbeitszylinder (einfach oder doppelt wirkend)

4.2 loser Arbeitszylinder (mit und ohne Verriegelung)

5 Ölleitungen (Rohre oder flexible Schläuche)

5.1 Schlauchkupplungen (bei hydraulisch betätigten Anhängengeräten) mit und ohne Sicherheitsabreißvorrichtungen.

Je nach den räumlichen Verhältnissen, konstruktiven Forderungen und Antriebsmöglichkeiten der Hydraulikölpumpe bedient man sich folgender Ausführungsarten:

- a) Blockhydraulik
- b) Aufgelöste Bauweise.

Zu a)

Pumpe, Ölbehälter und Steuerorgane werden zu einer Einheit zusammengefaßt (Bild 1). Der Arbeitszylinder wird an beliebiger Stelle des Schleppers oder landwirtschaftlichen Gerätes angeordnet.

vom Schlepper aus angetrieben. Ein Vorteil dieser Antriebsart ist die Möglichkeit zum Verlegen eines festen Rohrsystems auf dem Anhängengerät. Ein Nachteil liegt in der Verteuerung des landwirtschaftlichen Gerätes. Besonders bei saisonbedingtem Einsatz ist die Amortisation der festaufgebauten Hydraulikanlage in Frage gestellt.

b) In diesem Fall wird die Hydraulikpumpe oder die gesamte Blockhydraulik auf den Schlepperzapfwellenstumpf aufgesteckt (Bild 4). Der An- und Abbau läßt sich mit wenigen Handgriffen durchführen. An Stelle des unmittelbaren Aufsteckantriebs wird auch ein Keilriemenantrieb verwendet.

Vorteil:

Besonders ältere Schleppertypen können nachträglich mit einer solchen Anlage ausgestattet werden.

Nachteile:

Der Zapfwellenantrieb geht für seinen eigentlichen Verwendungszweck verloren. Da meistens getriebegebundene Zapf-

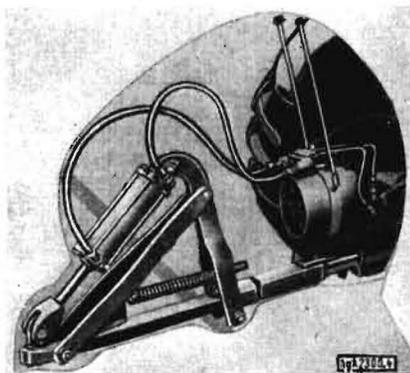


Bild 4. „Char-Lynn“ Zapfwellenaufsteckhydraulik

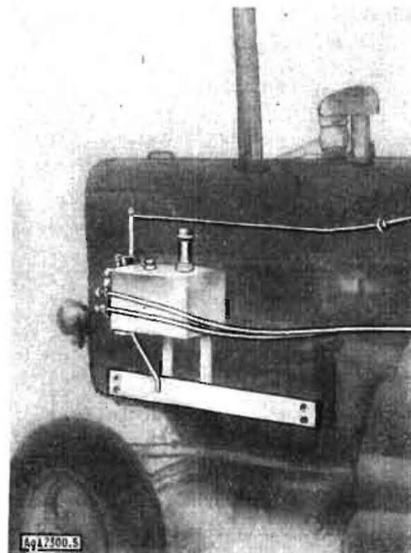


Bild 5. (rechts) Blockhydraulikanlage mit motorgebundenem Antrieb kanadischer Konstruktion

Bei Schlepperhydrauliken werden Ölbehälter, Steuerorgan und Arbeitszylinder zu einem Block vereinigt („Pegu“, Steiger & Hornecker) [2].

Zu b)

Pumpe, Ölbehälter, Steuerorgan und Arbeitszylinder sind einzelne Elemente und werden je nach den Platzverhältnissen ge-

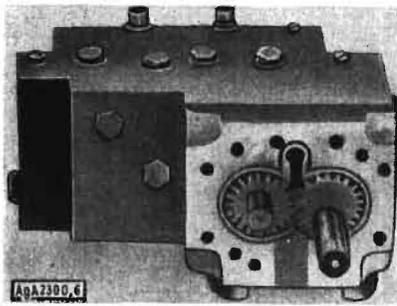


Bild 6. Zahnradpumpe des IFA-Schleppers RS 04/30, Pumpe und Steuerorgan bilden ein Aggregat

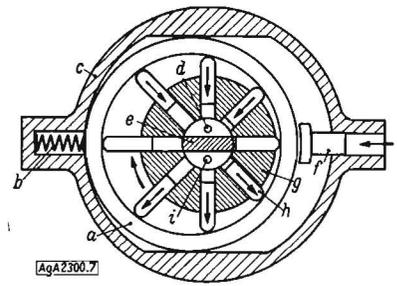


Bild 7. Sternkolbenpumpe von Teves
a feststehendes Führunggehäuse, b Rückdruckfeder, c Pumpengehäuse, d Druckkanal, e Steuerwelle, f Steuerkolben, g Kolbentrommel, h Kolben, i Saugkanal

wellen Anwendung finden, bleibt beim Ausrücken der Kupplung während des Schaltvorgangs die Zapfwelle stehen. Das damit verbundene gleichzeitige Aussetzen der Hydraulikanlage ist bei verschiedenen landwirtschaftlichen Geräten unerwünscht und stellt den einwandfreien Arbeitseinsatz in Frage.

c) Der motorgebundene Antrieb erfüllt alle Anforderungen. Unabhängig und frei von Zapfwellen- und Riemenscheibenantrieben arbeitet die Hydraulik bei allen Schaltvorgängen auch bei stehendem Schlepper im Direktantrieb von der Motorkurbelwelle (Bild 5) über Zwischengetriebe oder über die Steuerräder des Motors. Aus räumlichen und antriebstechnischen Gründen läßt sich beim motorgebundenen Antrieb die materialsparende Blockkonstruktion schwierig anwenden, so daß in diesem Falle vielfach der aufgelösten Bauweise der Vorzug gegeben werden muß (Bild 2).

d) Nach den neuesten Schlepperentwicklungen wird die gesamte Pumpenanlage mit Steuerelement organisch im Getriebegehäuse untergebracht. Ihr motorgebundener Antrieb erfolgt mit einer durch die Kupplung gesteckten Triebwelle. Das erforderliche Rohrleitungssystem wird dabei auf ein Minimum beschränkt.

Die Ölpumpen

Zur Öldruckerzeugung kommen folgende Bauarten zur Anwendung:

- Zahnradpumpen
- Kolbenkapselwerke
- Flügelzellenpumpen.

Die Charakteristiken der Öldruckpumpen ergeben sich aus der Liefermenge Q in l/min, dem Arbeitsdruck p in kg/cm² oder atü

und dem Wirkungsgrad, der sich zusammensetzt aus dem mechanischen und dem hydraulischen (volumetrischen) Wirkungsgrad.

Das Produkt aus der Liefermenge Q und dem Arbeitsdruck p ergibt die Leistung bzw. das Arbeitsvermögen der Pumpe A in mkg/s.

Der Kolbendurchmesser des Arbeitszylinders wird durch den Arbeitsdruck des Hydrauliksystems bei einer geforderten Kolbenkraft bestimmt.

Zur Erzielung einer befriedigenden Funktion der Kraftheberanlagen müssen die Ölpumpen folgende Eigenschaften aufweisen: kontinuierliche Ölforderung, möglichst geringe Abhängigkeit der Fördermenge von der Ölviskosität, günstigen Wirkungsgrad über eine lange Betriebszeit, geringen Leerlaufleistungsbedarf, möglichst abschaltbare Pumpe bei Nichtgebrauch der Kraftheberanlage, Betriebssicherheit bei allen Verhältnissen, geringe Fördermengenabhängigkeit vom Öldruck bei gleicher Drehzahl.

1. Zahnradpumpen

Zwei (Bild 6) oder drei ineinandergreifende Zahnräder werden in einem Gehäuse am Umfang und an den Stirnseiten dicht eingepaßt. Die in die Zahnlücken des Gegenrades eintretenden Zähne verdrängen das Öl in die Druckleitung, wenn die Räder in Drehung versetzt werden.

Zahnradpumpen finden im Kraftheberbau am meisten Verwendung. Der Anteil dürfte, im Weltmaßstab betrachtet, auf etwa 70% zu schätzen sein. Für landwirtschaftliche Verwendungszwecke ist die Zahnradpumpe noch sehr entwicklungs-fähig, besonders im Hinblick auf eine billige und dennoch betriebssichere Ausführung.

Tafel 1. Kenndaten einiger Zahnradpumpen hydraulischer Kraftheber für Schlepper, Landmaschinen und sonstige Zwecke (Nach Angaben von Pumpenherstellern und anderen Quellen)

Hersteller	Type	Betriebsdruck [atü]	Eingestellter maximaler Druck [atü]	Fördermenge bei Antriebsdrehzahl [l/min]	Antriebsdrehzahl [U/min]	Arbeitsvermögen maximal [mkg/s]	Verwendung für
VEB Wema Plauen	—	70	80	15	1400	200	IFA-Schlepper RS 30
VEB Bremsenwerk Limbach	Sowjetische Rekonstr.	35	50	50	580	290	Mährescher S-4
VEB Präzisa Karl-Marx-Stadt	PHP 2,5	40	80	(40)	1400 ¹⁾ (2900)	520	Pflanzmaschine
Bosch Stuttgart	—	100	120	30	2000	500	westdeutsche Schlepper
	—	100	120	13	2000	216	
	—	100	120	17	2500	284	
	—	85	100	23	3500	330	
	—	60	85	13	2000	130	
Allgaier Uhingen	Bauart Pesco	104	—	9	2800	156	westdeutsche Schlepper
Printz Kettwig	—	40	125	35	500	235 ... 730	westdeutsche Schlepper
Freemann	Energy Power-Pac	140	—	37,8	1800	880	amerikanische Schlepper und Landmaschinen
		84	—	37,8	500	530	
Char Lynn	Hi-Lo-Pac	70	—	37,8	500	440	wie oben
Pesco	051019-010 051086-010 051063-010	84	—	5,38	600 ... 1900	75	wie oben
		91	—	29,4	600 ... 1500	445	
		105	—	45,6	350 ... 700	880	

¹⁾ Die eingeklammerten Werte stellen Maximaldrehzahlen und die daraus resultierende Leistung dar. Bei der angegebenen Drehzahl von 1400 wurde die Leistung nicht ausgelitert.

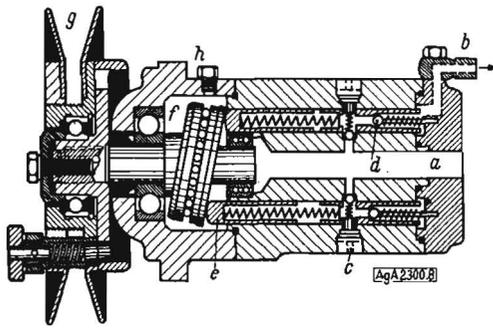


Bild 8. Axialkolbenpumpe von Teves
a Oleintritt (Saugseite), b Oulastritt (Druckseite), c Saugventil,
d Druckventil, e Pumpenkolben, f Taumelscheibe, g Antrieb, h Ent-
lüftung

Die Betriebsdrücke liegen zwischen 25 und 140 atü, wobei diese Grenzwerte Extrembeispiele darstellen. Die gebräuchlichsten Arbeitsdrücke liegen zwischen 70 und 100 atü. Bei diesen bereits für Zahnradpumpen hohen Drücken werden entsprechende Forderungen an die Fertigung gestellt.

Der volumetrische Wirkungsgrad, der sich in den Grenzen von 0,6 bis 0,9 bewegt, ist weniger abhängig von dem Zustand der Zahnprofile als von den Spaltverlusten zwischen den Zahnradern und dem Pumpengehäuse. Nach längerer Betriebszeit nimmt das seitliche Spiel infolge Verschleiß der Zahnräder und Gehäuseflächen zu und der volumetrische Wirkungsgrad sinkt schnell bei hohem Öldruck, was sich gleichermaßen auf die Liefermenge der Pumpe auswirkt.

Bei der Pesco-Pumpe versucht man unter Ausnutzung des Betriebsdruckes ein selbständiges Nachstellen der auf den Achsen der Zahnräder verschiebbar angeordneten Leichtmetalllager zu erreichen, um einer Verschleißerscheinung und dem damit verbundenen Wirkungsgradverlust entgegenzuwirken [4].

Eine weitere wichtige Voraussetzung bei Zahnradpumpen ist die einwandfreie Abdichtung der Zahnradwellen im Pumpengehäuse.

Die Leistungsmenge deutscher Zahnradpumpen erstreckt sich von 10 bis 40 l/min; bei einem Arbeitsdruck von 100 atü ergeben sich Pumpenleistungen von 2,3 bis 8,9 PS (170 bis 665 mkg/s).

Zur Veranschaulichung von verwendeten Betriebsdrücken bei Zahnradpumpen werden in der Tafel I die Kenndaten einiger Pumpen aus der Deutschen Demokratischen Republik, Westdeutschland und Amerika angeführt.

2. Kolbenkapselwerke

Bei dieser Pumpenbauart werden stets mehrere Kolben tangential (Reihenpumpen), radial (Bild 7) (Sternanordnung der Kolben) oder axial (Bild 8) (Bündelkolbenpumpe) angeordnet.

Eine gleichmäßige Förderung wird durch Verwendung einer möglichst großen ungeraden Anzahl von Kolben erreicht. Die Kolbenkapselwerke arbeiten auch als Hydromotoren, wenn ihnen Druckflüssigkeit zugeführt wird.

Die erreichbaren Arbeitsdrücke sind infolge geringerer Leckverluste höher als bei Zahnradpumpen (bis zu 300 atü). Die Laufruhe ist ausgeglichener, die Herstellung teurer gegenüber Räderpumpen.

Ein Vorzug der Kolbenpumpen besteht in der Möglichkeit zur Ölmenge-regelung durch Veränderung des Kolbenhubes. Die Fördermengendosierung ist auch bei gleicher Antriebsdrehzahl unter Last durchführbar bis zum Hub ϕ , bei dem die Förderung aufhört. Diese Ölmenge-regelung über die Ölpumpe erfolgt entweder durch den Öldruck oder von Hand. Nach diesem Prinzip arbeitet z. B. die Zweikolbenpumpe im Lanz-Alldog-Geräteträger.

3. Flügelzellenpumpen

Bei den Flügelzellenpumpen wird in der Mehrheit eine zylindrische Trommel mit radialen Schlitten in einem Gehäuse mit größerem Durchmesser exzentrisch angeordnet [5]. Lediglich die

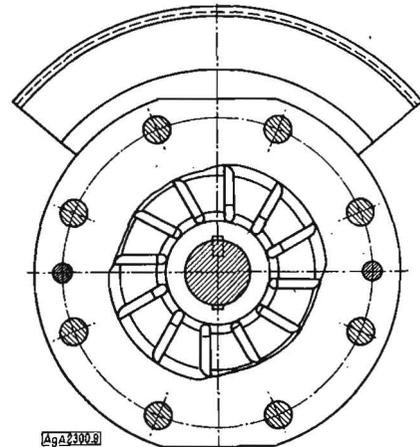


Bild 9. Trommel mit Flügelanordnung der Rotationspumpe, Bauart „Vickers“

Pumpe von Vickers (Bild 9) stellt eine Ausnahme dar. Bei diesem Prinzip wurde die Exzentrizität beiderseitig in die Gehäusewandung verlegt. Die Pumpe arbeitet dadurch doppeltwirkend. In den Schlitten werden Flügel, auch Schieber genannt, geführt, die den Raum zwischen Trommel und Gehäuse in Förderzellen aufteilen.

Flügel-pumpen sind besonders dann geeignet, wenn größere Ölmenge bei einem verhältnismäßig niedrigen Öldruck gefordert werden. Der volumetrische Wirkungsgrad ist im Durchschnitt günstig: 0,85 bis 0,9. Nachteilig sind die vielen gleitenden Flächen, die eine unzulässige Ölerwärmung besonders bei Überlastung hervorrufen können, wenn nicht durch entsprechende Ölkühlung oder mit Hilfe eines großen Ölreservoirs entgegengewirkt wird. Wie bei allen Pumpen ist hier aber besonders für sauberes Öl durch Luft- und Ölfilterung zu sorgen.

A 2300 (Teil II und III folgen)

Literatur zu Teil I

- [1] Seifert: Ölhydraulische Kraftheber für den Ackerschlepper. — Grundlagen der Landtechnik (1951) H. 1, S. 45.
- [2] Derselbe: Neue Kraftheber für Ackerschlepper. — Landtechnik (1953) H. 14.
- [3] Einbaumotoren und Kraftheber. Technik für Bauern und Gärtner (1953) H. 14, S. 332.
- [4] Seifert: Neue deutsche Kraftheber für Ackerschlepper. Landtechnische Forschung (1953) H. 2, S. 47.

Mindestens 200000 ha Mais

sollen ab 1956 in unserer Republik angebaut werden. Eine wichtige Voraussetzung für die Erfüllung dieser Aufgabe ist die möglichst komplexe Mechanisierung aller dabei anfallenden Arbeiten. Unsere Wissenschaftler und Konstrukteure sind deshalb aufgerufen, neue und moderne Maschinen und Geräte zu schaffen, mit denen Bestellung, Pflege, Ernte und Aufbereitung dieser ertragreichen Futterfrucht erleichtert und beschleunigt werden. Die Erfahrungen unserer sowjetischen, ungarischen und rumänischen Freunde können dabei wertvolle Hilfe leisten, wir müssen sie deshalb nutzen!

AK 2370