

# Hinweise zum Betrieb von Hydraulikanlagen in der Landtechnik (Teil II)<sup>1</sup>

Dr.-Ing. E. Hlawitschka, KDT, Universität Rostock, Sektion Landtechnik

## 4. Hydraulikpumpen

Hydraulikpumpen sind Druckstromerzeuger, die aufgrund ihres inneren Aufbaus mechanische in hydraulische Energie umwandeln. Für den Einsatz in landwirtschaftlichen Maschinen kommen folgende Pumpenbauarten in Frage:

- Zahnradpumpen
- Radialkolbenpumpen
- Axialkolbenpumpen

### 4.1. Zahnradpumpen

Die Zahnradpumpe ist eine der einfachsten und robustesten Pumpenbauarten. Sie ist zugleich billig in der Herstellung, betriebssicher und relativ schmutzunempfindlich. Heutige Konstruktionen sind in der Lage, im Dauerbetrieb einen Druck von 160 kp/cm<sup>2</sup> zu erzeugen und dabei mit einem Wirkungsgrad bis zu 88 Prozent zu arbeiten. Sie sind für Antriebsdrehzahlen von 500 bis 3000 U/min einsetzbar.

Die vom VEB Industrierwerke Karl-Marx-Stadt gefertigten und nach TGL 10 859 standardisierten Zahnradpumpen mit axialem Spielausgleich sind universell verwendbar. Bild 4 zeigt eine solche Pumpe. Sie besteht aus dem Gehäuse *a*, dem Deckel *b* und der Befestigungsplatte *c*. Im Gehäuse *a* sind vier am Außendurchmesser abgeflachte Buchsen *f* axial beweglich untergebracht. Diese Buchsen bilden die Gleitlager für das Zahnradpaar *d* und *e*. Beim Betrieb der Zahnradpumpe werden die deckelseitigen Stirnseiten der Lagerbuchsen *f* mit dem Arbeitsdruck des Öls beaufschlagt. Dadurch werden diese Lagerbuchsen gegen die Stirnseiten der Zahnräder *d* und *e* gedrückt, so daß zu großes Spiel bzw. aufgetretener Verschleiß ausgeglichen wird. Auftretendes Lecköl wird über die hohlgebohrten Zahnräder und eine im Bild 4 nicht sichtbare Leckölbohrung in den Saugraum der Pumpe zurückgeführt.

Zahnradpumpen besitzen einen konstanten Förderstrom. Eine Änderung desselben ist nur durch das Verändern der Antriebsdrehzahl möglich. Trotz konstanter Drehzahl sinkt mit zunehmendem Druck der Förderstrom der Pumpe ab. Dieses Verhalten beruht auf den mit zunehmendem Druck ansteigenden Lässigkeitsverlusten im Inneren der Pumpe infolge der funktionsbedingten Spiele zwischen den sich relativ zueinander bewegenden Teilen. Besonderen Einfluß üben hierbei das Spiel zwischen Zahnkopf und Gehäuse (Radialspiel), zwischen Zahnrad- und Lagerbuchsenstirnseite (Axialspiel) und in den Wellenlagerungen (Lagerspiel) aus. Durch entsprechende Untersuchungen [3] konnte nachgewiesen werden, daß Verschleiß an den Stirnseiten der Zahnräder und Lagerbuchsen bis zu insgesamt 0,2 mm ohne nennenswerten Einfluß auf die Lässigkeitsverluste bleibt, daß aber eine Zunahme des Radial- und Lagerspiels von nur wenigen Hundertstel Millimeter die inneren Lässigkeitsverluste so stark ansteigen läßt, daß die Pumpe beim Nenndruck nicht oder nur sehr wenig Öl fördert und damit ausgesondert werden muß. Als Folge hoher innerer Lässigkeitsverluste stellt sich eine starke Wärmeentwicklung ein, die rasch zum Überschreiten der zulässigen Betriebstemperatur führt. Außerdem ist häufig festzustellen, daß dann die Wellendichtung, die zum Abdichten der Antriebswelle für das Zahnrad *d* im Deckel *c* dient, zerstört wird, da die großen inneren Lässigkeitsverluste zum Aufbau eines hohen Druckes vor der Wellendichtung führen, wodurch die Dichtlippen nach außen umgekrempelt werden.

Neben dem Druck wirkt auch besonders die Öltemperatur auf das Betriebsverhalten der Zahnradpumpe ein. Bei sehr tiefen Temperaturen ist die Viskosität des Hydrauliköls so groß, daß es zu Ansaug Schwierigkeiten kommen kann, was zu Ungleichmäßigkeiten im Betrieb der Hydraulikanlage und in schwierigen Fällen zu Problemen bei der Schmierung der Pumpe und damit zu großem Verschleiß führen kann. Mit zunehmender Temperatur des Öls fällt die Ölviskosität sehr stark ab und die inneren Lässigkeitsverluste steigen an. Mit zunehmender Temperatur geht also der tatsächliche Förderstrom der Pumpe zurück. Ein Überschreiten der maximal zulässigen Öltemperatur von 70 °C ist auch wegen des dann starken Rückgangs der Schmierwirkung des Öls zu vermeiden. Außerdem führen hohe Temperaturen zur raschen Alterung und sogar zur Zerstörung der elastischen Gummidichtungen.

Zahnradpumpen mit axialem Spielausgleich sind sehr empfindlich gegen äußere Kräfte, die vom Antriebsmotor her über die Antriebsritzelwelle auf die inneren Elemente übertragen werden können. Der Kräfteausgleich im Inneren der Zahnradpumpe darf nicht durch äußere, auf die Antriebsritzelwelle wirkende Kräfte gestört werden. Aus diesem Grund ist der Antrieb der Pumpe nur über eine vom Hersteller zu beziehende Kupplung, die eine axiale und radiale Belastung der Antriebswelle vermeidet, vorzunehmen. Bei Zahnrad- oder Keilriemenantrieb muß ein entsprechendes Entlastungslager vorgesehen werden.

Der Betrieb von Hydraulikanlagen mit Zahnradpumpen macht den Einsatz eines Ölfilters mit einer maximalen Maschenweite von 63 µm erforderlich. Dieser sollte in der Rücklaufleitung, auf keinen Fall aber in der Saugleitung der Pumpe angeordnet werden.

### 4.2. Radialkolbenpumpen

Radialkolbenpumpen sind sehr leistungsfähige Druckstromerzeuger. Arbeitsdrücke von 320 kp/cm<sup>2</sup> werden bei hohen Wirkungsgraden erreicht. Sie sind funktionssicher und war-

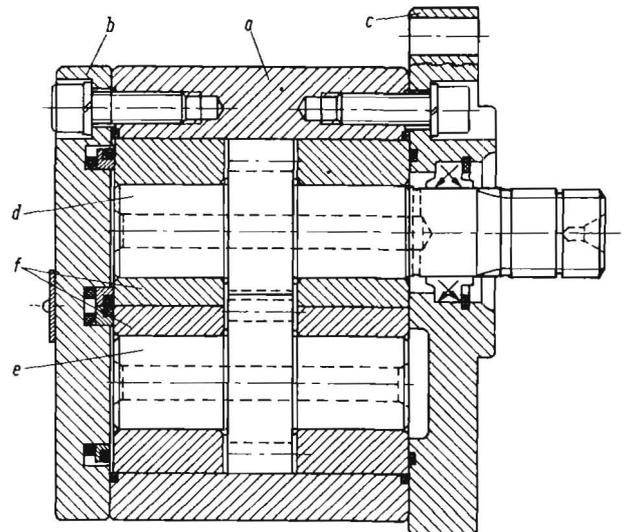


Bild 4. Zahnradpumpe mit axialem Spielausgleich, TGL 10 859, Hersteller: VEB Industrierwerke Karl-Marx-Stadt (Erläuterungen im Text)

<sup>1</sup> Teil I erschien im Heft 4/1974, S. 193



gesetzt. Radialkolbenmotoren sind wegen der größeren Masse und des größeren Bauvolumens verdrängt worden. Infolge des grundsätzlich gleichen Aufbaus von Hydraulikmotoren und -pumpen erübrigt es sich, auf deren Konstruktion näher einzugehen. Es erscheint jedoch notwendig, einige, das Betriebsverhalten kennzeichnende Besonderheiten herauszustellen:

- Die Drehzahl des Hydraulikmotors ist vornehmlich abhängig von der Größe des Förderstroms der Pumpe. Bei konstantem Schluckvolumen des Motors, d. h. bei unveränderlichem Kammervolumen der flüssigkeitsbeaufschlagten Teile, ist dessen Drehzahl direkt proportional dem Förderstrom der Pumpe.
- Bei konstantem Förderstrom der Pumpe kann die Drehzahl des Motors auch durch Verändern des Schluckvolumens des Motors — z. B. durch unterschiedliche Schrägstellung der Schiefscheibe des Axialkolbenmotors — variiert werden. Der Stellbereich ist jedoch klein und auf etwa 1 : 3 beschränkt.
- Hydraulikmotoren mit konstantem Schluckvolumen, wie Zahnradmotoren und die Mehrzahl der Axialkolbenmotoren, geben ein von ihrer Drehzahl annähernd unabhängiges Drehmoment ab. Sie besitzen ein hohes Anlaufdrehmoment und können unter Last aus dem Staud angefahren werden.
- Die Drehrichtung der Motoren ist beliebig und kann durch Verändern der Durchflußrichtung des Öls geändert werden.
- Der Flüssigkeitsdruck in der Anlage ist dem Drehmoment des Motors direkt proportional. Es können deshalb Manometer zur Bestimmung des Drehmoments, d. h. der Belastung des Motors, eingesetzt werden.

### 5.2. Motoren für geradlinige Bewegung

Zu dieser Kategorie zählen die hydraulischen Arbeitszylinder. Diese gehören zu den am häufigsten in landwirtschaftlichen Maschinen und Geräten angewendeten hydraulischen Bauelementen. Arbeitszylinder sind sehr einfache und robuste Elemente zur Erzeugung großer Hubkräfte mit hoher Geschwindigkeitsuntersetzung. Sie bestehen im wesentlichen aus einem zylindrischen Rohr, einem Kolben mit Kolbenstange und den Dichtungselementen. Im Bereich der Landtechnik werden vornehmlich die einfachwirkenden Arbeitszylinder mit Tauch- bzw. Teleskopkolben oder die doppeltwirkenden Arbeitszylinder mit Scheibenkolben angewendet.

Arbeitszylinder mit Tauchkolben sind sehr billige Geräte, da die Feinstbearbeitung des Zylinders entfällt. Sie sind nur einfachwirkend, so daß die Rückführung des Kolbens durch äußere Kräfte erfolgen muß.

Arbeitszylinder mit Teleskopkolben erreichen bei kleinen Bauhöhen große Hubwege. Sie sind jedoch kompliziert im Aufbau, besitzen viele Dichtstellen und müssen, da sie einfachwirkend sind, durch äußere Kräfte in die Ausgangslage zurückgeführt werden.

Arbeitszylinder mit Scheibenkolben sind doppeltwirkend. Man erreicht große Hubkräfte, wobei jedoch die Kräfte und Geschwindigkeiten für den Vor- und Rücklauf unterschiedlich sind.

Besondere Bedeutung muß den Gleitflächen im Arbeitszylinder beigemessen werden. Dazu gehören das Zylinderrohr und die Kolbenstange. In beiden Fällen üben sie in Verbindung mit den Lippendichtungen Dichtfunktionen aus. Zur einwandfreien Abdichtung und zur Erhöhung der Nutzungsdauer der Lippendichtungen werden sie deshalb meist prägepoliert. Die Kolbenstange ist außerdem zum Schutz gegen Korrosion und Verschleiß sowie zum Erreichen einer besseren Gleitfähigkeit galvanisch mit einer Hartchromschicht überzogen. Jede Verletzung der Oberfläche, z. B. durch Schlag-

einwirkung oder durch die schleifende Wirkung von Staub und Öl, führt deshalb indirekt zur Beschädigung der Dichtlippen und zum baldigen Ausfall des Arbeitszylinders.

Beim Einsatz von hydraulischen Arbeitszylindern sind deshalb folgende Belange zu berücksichtigen:

- Arbeitszylinder dürfen grundsätzlich nur durch axiale, d. h. in Richtung der Kolbenstange wirkende Kräfte belastet werden. Jede andere Krafrichtung führt zu Verformungen und Undichtigkeiten und ruft schließlich die Zerstörung des Arbeitszylinders hervor. Durch die Wahl entsprechender Bauformen mit verschiedenen Befestigungsarten ist diesem Umstand Rechnung zu tragen.
- Die Kolbenstange des Arbeitszylinders darf keine aus der Gerätefunktion resultierende Drehbewegung ausführen. Zugelassen sind nur Schubbewegungen.
- Hydraulische Arbeitszylinder — besonders die Kolbenstangen — sind vor korrosiven Einwirkungen zu schützen. Vor dem Abstellen der Maschinen und Geräte sollen deshalb die Arbeitskolben eingefahren werden.
- Auch Arbeitszylinder verlangen sauberes, gut gefiltertes Öl.

### 6. Zusammenfassung

Der zunehmende Einsatz von Hydraulikanlagen in landwirtschaftlichen Maschinen erfordert die immer genauere Kenntnis der inneren Vorgänge in den wesentlichsten Bauteilen dieser Anlagen. Es wurden deshalb zunächst die Eigenschaften von Hydraulikölen behandelt und daraus Forderungen an den Nutzer von Hydraulikanlagen abgeleitet. Ausgehend vom Aufbau der wichtigsten Druckstromerzeuger, wie Zahnrad-, Radial- und Axialkolbenpumpen, wurde deren Betriebsverhalten behandelt. Eben solche Angaben beziehen sich auf die Hydraulikmotoren. Die für den Einsatz hydraulischer Bauelemente in der landtechnischen Praxis abgeleiteten Hinweise sollen dazu beitragen, durch richtige Wartung und Pflege in Verbindung mit der Beachtung der einzuhaltenen Betriebsbedingungen höhere Grenznutzungsdauern dieser Geräte zu erreichen.

### Literatur

- 3/ Hlawitschka, E.: Beziehungen zwischen Verschleiß und Betriebsbedingungen bei Zahnradpumpen. *agrartechnik* 23 (1973) H. 3, S. 139. A 9441

## KDT-Lehrgang „Landtechnische Projektierung in Tierproduktionsanlagen“

Die wissenschaftliche Sektion „Technologie und Mechanisierung in Tierproduktionsanlagen“ der KDT führt in Zusammenarbeit mit dem Bezirksverband Potsdam, Bereich Weiterbildung, einen Lehrgang mit o. g. Titel in 3 Durchgängen von jeweils einer Woche Dauer vom 8. bis 12. Juli, vom 11. bis 15. November und vom 25. bis 29. November 1974 in der Ingenieurschule Friesack durch. Der Schwerpunkt des Lehrgangs liegt auf der Projektvorbereitung und Projektierung der landtechnischen Ausrüstung von industriemäßigen Tierproduktionsanlagen und entsprechenden Rationalisierungsprojekten.

Schriftliche Meldungen für einen der drei Durchgänge. Anfragen zum Themenplan und zum organisatorischen Ablauf sind zu richten an

Kammer der Technik, Bezirk Potsdam, Bereich Weiterbildung, 15 Potsdam, Weinbergstr. 20, Telefon 2 34 26 und 2 19 14, Telex 015 243. AK 9509