

Technischer Dienst

Etwas über hydraulische Kraftheber

DK 63:621.866.5

Von H. LUTHER, Kleinmachnow

Ein moderner Vielzweckschlepper, der seiner Bezeichnung entsprechend nicht nur für die mannigfaltigen Arbeiten auf dem Acker, sondern auch für viele Dinge einer hochentwickelten Technik zur Erleichterung der menschlichen Arbeit in der Landwirtschaft – Laden, Stapeln usw., also Hof- und Stallarbeiten – herangezogen wird, ist ohne hydraulischen Kraftheber nicht denkbar.

Während jedoch der Traktorist und das technische Personal in den MTS in kurzer Zeit das technische Herz ihres motorisierten Helfers kennenlernten und seine Funktion begriffen, umgab das Konstruktionselement der Ölhydraulik noch immer etwas wie ein scheues Geheimnis, das zu lüften nicht jedermanns Sache war. Hinzu kam, daß die ersten Ausführungen der hydraulischen Kraftheber kompliziert und unübersichtlich waren und sich organisch nicht recht in den sonst gut gestalteten Gesamtaufbau der Maschine einfügten. Die üblichen Kinderkrankheiten, die stets bei der Entwicklung eines neuen Maschinenelements aufzutreten pflegen, blieben auch beim Kraftheber nicht aus, und die Störungen, die an einer bis dahin nicht zur obligaten Ausrüstung des Schleppers gehörenden Ausrüstung vorkamen, trugen nicht gerade dazu bei, größeres Interesse seitens der Bedienungsmannschaft für seinen Aufbau und seine Wirkungsweise hervorzurufen. So blieb der Kraftheber längere Zeit ein Stiefkind des Bedienungspersonals.

Ogleich sich dieser Zustand jetzt wesentlich gebessert hat und die mit Krafthebern ausgestatteten Schlepper eine gewohnte Erscheinung in der Landwirtschaft geworden sind, erscheint es doch angebracht, das Prinzip des Krafthebers einmal ganz allgemeinverständlich zu erläutern.

Es gibt, insbesondere in allen Ländern mit einer hochentwickelten Schlepperindustrie, beinahe ebenso viele Spezialkonstruktionen von hydraulischen Krafthebern wie Schlepper selbst. Eines muß jedoch gesagt werden: Das Ausland hat es verstanden, den Kraftheber als Maschinenelement so zu gestalten, daß er als selbständiges Zusatzgerät des Ganzen – etwa wie eine Einspritzpumpe oder ein Luftfilter – universelle Verwendung finden und somit auch nachträglich ohne Schwierigkeit in jede Schleppertypen eingebaut werden kann.

Man ist in dieser Beziehung bereits zu recht hochwertigen, präzise arbeitenden und beachtlich platzsparenden Geräten gelangt, mit denen auch ältere Schlepper ausgestattet werden können.

Greifen wir nun einmal eine beliebige Standardausführung eines Krafthebers heraus, um vor allem das Prinzip zu betrachten.

Bei dem nachstehend erläuterten System handelt es sich um eine Anlage, die zur Hubbetätigung von sowohl vorn als auch hinten am Schlepper montierten Geräten dient, wobei vorn zwei und hinten eine hydraulische Vorrichtung vorgesehen sind.

Die Anlage besteht im wesentlichen aus einem Gehäuse, das die Zahnrad-Ölpumpe mit Antriebswelle, den Steuerkolben, die diversen Steuerventile und den Öl-vorrat enthält. Außen am Gehäuse befinden sich der Steuerhebel, die Anschlußstutzen für die Hydraulikleitungen und der Öleinfüllstutzen mit Meßstab. Die Leitungen führen zu den drei Arbeitszylindern, deren Kolben durch den Steuerhebel je nach Bedarf einzeln oder gemeinsam betätigt, fixiert und gelöst werden können. Die Leitungen bestehen bei dem erläuterten System aus flexiblem Hochdruckschlauch, der in der erforderlichen Länge bequem verlegt werden kann und eine Montage der Arbeitszylinder an den verschiedenartigsten Stellen gestattet.

Die Ölpumpe erzeugt Leitungsdrücke bis zu 60 atü, und die Kolben in den Arbeitszylindern sind so bemessen, daß jedes Aggregat eine Hubkraft bis 1500 kg entwickelt.

Betrachten wir zunächst die Rubelage des Systems (Bild 1). Da die Pumpenantriebswelle in dauerndem Eingriff mit einem entsprechenden Abtrieb am Getriebegehäuse des Schleppers steht, arbeitet die Ölpumpe *a*, solange der Motor läuft und das Getriebe eingeschaltet ist. Der Steuerhebel *b*, der vom Schleppersitz aus bedient wird, steht auf der Leerlaufmarke *O*. In dieser Lage gibt der mit dem unteren Ende des Hebels verbundene Steuerkolben *c* die Ölrücklaufbohrung *d* hinter der Pumpe frei, und das geförderte Öl fließt ohne Druck in der mit Pfeilen gekennzeichneten Richtung ab.

Bild 2 veranschaulicht den Vorgang der Betätigung der Kraftheber. Der Steuerhebel *b* wird auf Stellung *III* umgelegt, wobei er in dieser Lage durch eine Raste im Sperrhebel *e* fixiert wird, so daß der Bedienungsmann den Steuerhebel loslassen kann. Die Ölrücklaufbohrung *d* ist jetzt durch den Steuerkolben *c* verdeckt. Der in der Pumpe *a* ansteigende Öldruck überwindet den Federdruck der beiden Rückschlagventile *R 1* und *R 2*, schiebt die Kolben *C 1* und *C 2* in

den beiden vorderen Arbeitszylindern *Z 1* und *Z 2* vorwärts und leitet somit den Hubvorgang über die Hubstangen *G 1* und *G 2* ein. Gleichzeitig wirkt der Öldruck auch auf das Ausgleichventil *f*, das vor den hinteren Arbeitszylinder *Z 3* geschaltet ist, ferner auf das Überdruckventil *g* oberhalb des Steuerkolbens. Sobald sich die vorderen Arbeitskolben *C 1* und *C 2* gegen die Hubkraft nicht weiter bewegen können, steigt der Öldruck in dem geschlossenen Leitungssystem rasch auf etwa 30 atü an. Bei Erreichung dieses Druckes öffnet sich das Ventil *f*, der Kolben *C 3* des hinteren Arbeitszylinders wird nach außen gepreßt, bis keine weitere Bewegung mehr möglich ist. Der Krafthub auf alle drei Hubsysteme ist nunmehr komplett bewerkstelligt. In diesem Zustand herrscht im Leitungssystem der Maximaldruck der Hydraulik mit rund 56 atü. Jetzt öffnet sich das Überdruckventil *g*, dessen Kappe *h* auf den Sperrhebel *i* wirkt und diesen anhebt. Die Sperraste wird freigegeben, und der Hebel springt unter der Krafteinwirkung der Torsionsfeder *j* in die Leerlaufstellung *O* zurück (siehe die gestrichelten Konturen in Bild 3).

In dieser Lage des Steuerhebels (Bild 3) gibt der Steuerkolben die Ölrücklaufbohrung frei und läßt das von der Pumpe geförderte Öl in den Ölsammelraum frei zurückfließen. Die beiden Rückschlagventile *R 1* und *R 2* haben sich augenblicklich geschlossen, so daß in den Rohrleitungen und den drei Arbeitszylindern der maximale Öldruck erhalten bleibt. Die Arbeitskolben verharren in ihrer äußersten Hubstellung.

Wenn jetzt der Steuerhebel auf die Marke *II* gerückt wird (Bild 4), übt die an ihm angebrachte Knagge *k* einen Druck auf den Bolzen *L 2* aus und öffnet das Rückschlagventil *R 2*. Das Gewicht der unter den vorderen Krafthebern ruhenden Vorrichtungslast bewegt die Kolben *C 1* und *C 2* abwärts und drückt das Öl aus den Zylindern in den Ölsammelraum zurück. Da das Rückschlagventil *R 1* geschlossen bleibt, wird in dieser Stellung der hintere Arbeitskolben *C 3* in seiner äußersten Hublage verriegelt.

Um auch den Kolben *C 3* zu entlüften, muß der Steuerhebel in die Stellung *I* gebracht werden (Bild 5). Jetzt drückt die geschweifte Partie der Knagge *k* gegen die Gehäusewandung und bildet einen Drehpunkt, der durch die angelenkte Knagge den Bolzen *L 1* verschieben läßt. Das Rückschlagventil *R 1* öffnet sich, und das Öl aus dem Zylinder *Z 3* fließt in den Ölsammelraum zurück. In diesem Augenblick sind beide Rückschlagventile geöffnet. Will man also alle drei Hubsysteme gleichzeitig entlüften, so genügt es, den Steuerhebel von der Leerlaufmarke *O* direkt auf die Stellung *I* zu bringen. Aus dem Vorhergeschriebenen geht hervor, daß – sofern die beiden Rückschlagventile einwandfrei abdichten – jede Zwischenstellung der Kolben in den Arbeitszylindern möglich und einstellbar ist.

Der Kraftheber als ein Maschinenelement, das mit Öldrücken bis zu 60 atü arbeitet und das infolgedessen mit äußerster Präzision gefertigt wird, verlangt eine gewisse pflegliche Behandlung und Wartung. Ein absolut reines Öl ist die Grundbedingung für eine einwandfreie Funktion und eine lange Lebensdauer der Anlage. Frisches Öl der gleichen Viskosität, wie es für den Schleppermotor vorgeschrieben ist, soll auch für den Kraftheber verwendet werden. Der genaue Ölstand im Sammelraum muß innegehalten werden. Hierzu dient eine entsprechende Markierung am Ölmeßstab. Ein Zuviel an Öl ist genau so schädlich wie ein Zuwenig. Wichtig ist auch, das im Ölverschlußdeckel vorhandene Entlüftungslöcher stets sauber zu halten.

Sofern mit schweren Geräten bzw. Vorrichtungen gearbeitet wird, empfiehlt sich der Einbau eines Druckhalteventils, das am besten zwischen Anschlußstutzen und Hydraulikleitung montiert wird. Keinesfalls darf ein solches Ventil zwischen das Ende der Leitung und den Anschluß am Arbeitszylinder gesetzt werden, da seine Funktion sonst umgekehrt wird, d. h., der Hub wird zurückgehalten und das Ventil spricht nicht an.

Sehr wünschenswert ist in jedem Falle der Einbau eines Öldruckmessers, der den Bedienungsmann jederzeit die einwandfreie Funktion seines Krafthebers – insbesondere bei höheren Öltemperaturen – erkennen läßt. Wenn das System warmes Öl enthält, soll der Öldruck 50 bis 55 atü betragen. Kann dieser Druck nicht gehalten werden, so liegen evtl. folgende Ursachen zugrunde:

- Ölverlust an den Leitungsverbindungen, zu großes Spiel zwischen Ölpumpenzahnradern und Gehäusen, schlecht abdichtender Steuerkolben (Ölrückfluß zum Sammelraum) oder
- Ölverlust an der Ölpumpenantriebswelle.

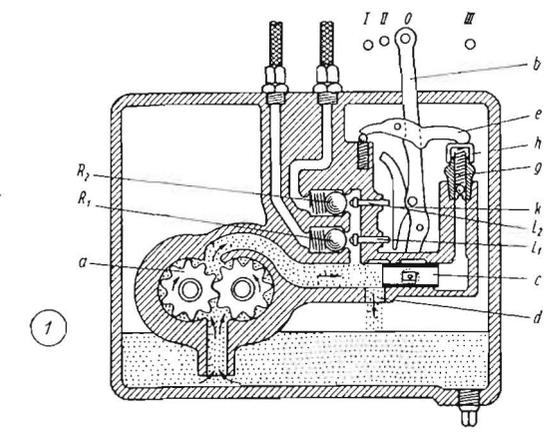
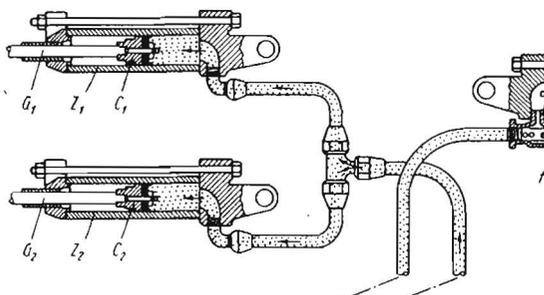


Bild 1. (links). System in Ruhelage



2

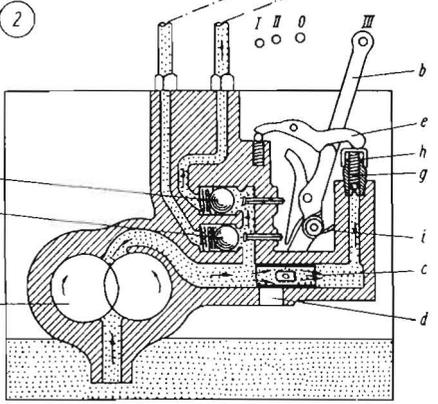
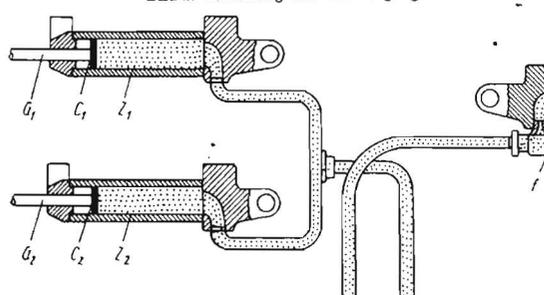


Bild 2. Einleitung des Hubvorganges



3

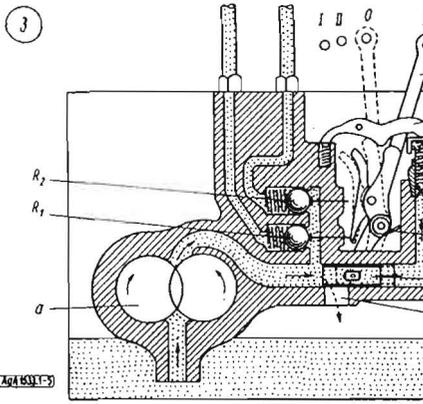
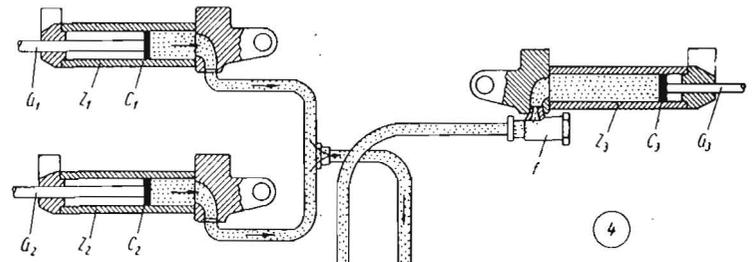
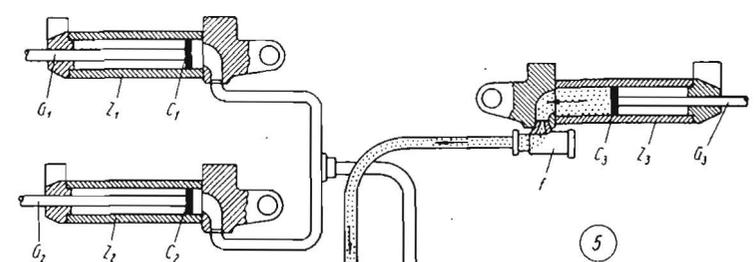


Bild 3. System in Endstellung verriegelt



4



5

Bild 4. Entlüftung der vorderen Kraftheber

Bild 5. Entlüftung des hinteren Krafthebers

- Zeichenerklärung:
- | | |
|-----------------------------------------|-------------------|
| a Ölpumpe | f Ausgleichventil |
| b Steuerhebel | g Überdruckventil |
| c Steuerkolben | h Kappe dazu |
| d Ölrücklaufbohrung | i Torsionsfeder |
| e Sperrhebel | k Knagge an b |
| C 1, C 2, C 3 Arbeitskolben | |
| S 1, S 2, S 3 Hubstangen | |
| L 1 und L 2 Bolzen für Rückschlagventil | |
| R 1 und R 2 Rückschlagventile | |
| Z 1, Z 2, Z 3 Arbeitszylinder | |

Wenn der Steuerhebel in Hubstellung (Einstellmarke *III*) nicht von selbst stehenbleibt, ist das ein Zeichen, daß entweder die Sperraste nicht sauber einklinkt oder daß die Kappe auf dem Ausgleichsventil klemmt.

Der Steuerhebel muß bei einem Öldruck zwischen 50 und 55 atü automatisch in die Leerlaufstellung zurückschnappen, wenn der Hubvorgang eingeleitet und der Steuerhebel arretiert ist. Geht der Steuerhebel auf die Nullstellung zurück, bevor 50 atü erreicht sind, dann können folgende Mängel vorliegen:

Ölverlust am Ausgleichsventil,
falscher Federdruck des Ausgleichsventils oder
fehlende Ausgleichsventilkappe.

Sollte ein in Hubstellung befindliches Gerät langsam absinken, wenn der Steuerhebel auf *O* steht, dürften aller Wahrscheinlichkeit nach die Rückschlagventile undicht sein. Seltener bilden Undichtigkeiten am Kolben des Arbeitszylinders die Ursache dafür. Dieser

Mangel ist offenbar, wenn Lecköl an der Führungsbüchse der Hubstange austritt.

Der Bedienungsmann sollte es sich stets zur Regel machen, den Steuerhebel nie länger in der Stellung *III* festzuhalten, als zur Sicherung durch den Sperrhebel nötig ist, da sonst die automatische Betätigung der Ausgleichsventilkappe verhindert und die Ölpumpe gezwungen wird, laufend hohe Drücke nutzlos zu erzeugen, um das Öl über das geöffnete Ausgleichsventil zum Sammelbehälter zu fördern.

Die beschriebene Anordnung der Ölhydraulik läßt sich sinngemäß abändern, sofern nur eine Hubvorrichtung am Schlepper vorhanden ist. Ebenso ist eine gewisse Konstruktionsänderung notwendig, wenn der Kraftheber nicht nur während der Fahrt, sondern auch beim Halt des Schleppers, also z. B. bei Stapel- oder Ladearbeiten zur Betätigung gelangen soll. In diesem Fall müßte der Antrieb der Ölpumpe über einen direkten Antrieb vom Motor, zweckmäßigerweise unter Einschaltung einer Sonderkupplung, erfolgen. AK 1533

Spannungsverluste in elektrischen Anlagen von Schleppern und Kraftfahrzeugen

DK 620114: 621.3.015.1

Unsere Traktoristen, Kraftfahrer sowie Kfz-Facharbeiter müssen ihre Aufmerksamkeit auch einmal den auftretenden Spannungsverlusten zuwenden. Diese Spannungsverluste schleichen sich leicht in elektrische Anlagen von Schleppern und Kfz ein und werden meistens zu spät erkannt. Restlos beseitigen kann man sie allerdings nicht, aber der Spannungsabfall muß auf ein erträgliches Maß gebracht werden, so daß sich größere Störungen nicht entwickeln können.

Der Spannungsabfall einer elektrischen Anlage ergibt sich nach dem Ohmschen Gesetz:

$$J = \frac{U}{R}$$

Hierbei bedeuten:

U die Spannung (Volt),
J die Stromstärke (Ampere),
R der Widerstand der Leitung (Ohm).

Man findet demnach den Widerstand eines Stromkreises, indem man die Kraft, die Spannung durch die Stromstärke teilt. Also

$$R = \frac{U}{J}$$

Ist also die Stromstärke *J* bekannt, und der Widerstand *R* für ein bestimmtes Leitungsteil berechnet, dann ist *U* die Spannung, die zur Überwindung des betreffenden Leitungswiderstandes nötig ist, d. h. der Spannungsabfall in diesem Leitungsteil.

Durch Umstellung der Formel bekommen wir den Wert für *U*

$$U = J \cdot R$$

d. h., die elektromotorische Kraft ist gleich dem Produkt aus Stromstärke und Widerstand.

1. Ursachen für den Spannungsabfall

Widerstand und damit Spannungsabfall treten hauptsächlich in den Leitungsdrähten selbst bzw. in der Masserrückleitung sowie an Kontaktstellen, Sicherungskästen usw. auf.

Die Ursachen können sehr unterschiedlich sein, wir wollen deshalb näher darauf eingehen.

1.1 Spannungsabfall im Ladestromkreis bzw. zwischen Sammler und Lichtmaschine

Das bedeutet also, daß zwischen dem Pluspol des Sammlers der im Dmr. stärkere Pol und der Plusklemme (51) an der Lichtmaschine ein Spannungsabfall während des Ladevorganges auftritt. Es ergeben sich hieraus folgende Nachteile:

- a) Wir haben nach dem Ohmschen Gesetz den größten Spannungsabfall zu verzeichnen, wenn der stärkste Strom in der Leitung fließt, also bei J_{\max} in Ampere.
- b) Bei Betrieb mit spannungsregelnden Lichtmaschinen wird bei zu hohem Spannungsabfall der Sammler nur mangelhaft bzw. zu langsam geladen.
Dabei ist zu bemerken, daß die Mehrzahl unserer Schlepper mit spannungsregelnden Anlagen ausgerüstet ist.

1.2 Spannungsabfall zwischen Lichtmaschine und Verbrauchern

Tritt in den Leitungen zu Scheinwerfer, Scheibenwischer, Winker, Horn usw. ein zu hoher Spannungsabfall auf, so geht z. B. die Lichtstärke zurück. Desgleichen sprechen z. B. die Winker, Scheibenwischer oder das Signalhorn nicht richtig an.

1.3 Spannungsabfall zwischen Sammler und Verbrauchern

Infolge oxydierter Sammleranschlüsse oder langer Leitungen treten in diesem Bereich oft Spannungsabfälle auf.

Da nach dem Ohmschen Gesetz der Spannungsabfall um so größer ist, je größer die Stromstärke ist, muß besonders auf einwandfreie Anschlüsse des Anlassers geachtet werden.

Der Anlasser nimmt den meisten Strom auf und doch soll der Spannungsabfall im Moment des Startens möglichst gering sein, um ein leichtes Anlassen zu gewährleisten.

Eine Messung des Spannungsabfalls in diesem Teil muß bei kalter Maschine erfolgen.

1.4 Spannungsabfall in den Masseverbindungen

In diesem Falle sind insbesondere die Teile zu überprüfen, die nicht direkt mit dem Motortrieblock bzw. mit dem Fahrgestell in Verbindung stehen:

- a) Masseverbindungen zwischen Sammler und Fahrgestell sowie zwischen Fahrgestell und Motortrieblock. Eine hundertprozentige Sammler-Masseverbindung findet man selten. Infolge begünstigter Oxydation (chemisch zersetzte Sammleranschlüsse) treten hier in der Mehrzahl die größten Verluste auf.
- b) Masseverbindung zwischen Sammlern und Verbrauchern. Von besonderer Wichtigkeit ist es, den Spannungsabfall in vollem Umfang zu erkennen und zu erfassen, d. h. über die gesamte Masseverbindung zwischen dem kleineren Minuspol des Sammlers und dem Masseanschluß der Verbraucher. Der Anlasser als Hauptstromverbraucher sowie die beiden vorderen Scheinwerfer müssen dabei vor allem beachtet werden. Ein einwandfreier Start ist selbstverständlich nur möglich, wenn keinerlei Widerstände auftreten können, d. h., wenn an allen Anschlußstellen metallisch einwandfreie Verbindungen bestehen.
- c) Masseverbindungen zwischen Fahrgestell und Verbraucher. Besondere Beachtung verdienen hier die folgenden Masseverbindungen:

die Winkeranschlüsse zum Fahrgestell,
die Scheinwerferspiegel zum Fahrgestell,
die Stopp- und Schlußlampen zum Fahrgestell und
die Scheibenwischer-Motorgehäuse zum Fahrgestell.

2. Wie werden nun Spannungsabfälle gemessen und welche Höhe dürfen sie erreichen?

Diese Messungen sind verhältnismäßig einfach. Man benötigt lediglich ein gutes Voltmeter sowie einen Zellenprüfer. (Meßvoltmeter unter Einschaltung eines Widerstandes).

Das Voltmeter schaltet man zwischen die zu messenden Punkte. Voltmeter werden bekanntlich parallel zu der zu prüfenden Verbindung geschaltet.

Der höchstzulässige Spannungsabfall soll im allgemeinen nicht mehr als 0,3 bis 0,5 V betragen.

Er ist abhängig von der verwendeten Anlage.

Bei Anlage 6 V also etwa 0,3 V,
bei Anlage 12 V also etwa 0,4 V,
bei Anlage 24 V also etwa 0,5 V.

Die angegebenen Werte gelten jeweils immer für den gesamten Stromkreis, also einschließlich der Masserrückleitung.