Immer unter Druck

Falsche Größe und schlechte Verlegung können Hydraulik-Schlauchleitungen zum Bersten bringen. Wir haben mit Daniel Werner von der Internationalen Hydraulik Akademie (IHA) über falsch dimensionierte Leitungen gesprochen und zeigen wie es richtig geht.

Eben zwei Hydraulikschläuche an den Hydraulikmotor geschraubt, noch zwei Stecker montiert und schon kann es losgehen. Doch so einfach ist es nicht! Der Motor läuft unruhig, das Öl erwärmt sich stark und die Schläuche versagen vorzeitig. Genauso wie die Hauptkomponenten im Hydrauliksystem muss man Hydraulik-Kupplungen, -schläuche und -leitungen für jeden Einsatzzweck richtig auslegen.

Foto: Höner

Falsch verlegte und dimensionierte Leitungen bersten schneller. Ein gefährlicher Hochdruckstrahl kann austreten und menschliches Gewebe für immer schädigen.

Zu kleine Kupplungen: In der Landwirtschaft sind meist Schnellverschlusskupplungen (ISO 7241-1 Serie A), bestehend aus Kupplungsmuffe und -stecker mit je einem Kegelventil, im Einsatz. Am Schlepper sind normalerweise Kupplungsmuffen der Baugröße (BG) 3 (1/2“) verbaut. Dazu passen die üblichen Kupplungsstecker vom Anbaugerät mit 20,5 mm Außendurchmesser. Große Schlepper haben heute teils auch Muffen der Baugröße 4 (3/4“).

Wichtig: Die Norm gibt nur die Außenabmessungen vor. Die inneren Maße und Formen der Kupplungen variieren zwischen Baureihen und Herstellern. Genauere Angaben über die zulässigen Durchflussmengen enthält das Druckverlustdiagramm der jeweiligen Kupplung. Eine sortenreine Verarbeitung von Kupplungsstecker und -muffe ist daher empfehlenswert.

In den letzten Jahren sind die Hydraulikleistungen weiter gestiegen. Viele Schlepper drücken ca. 100 l/min, manche (z. B. Case Optum) sogar bis zu 165 l/min durch ein Steuerventil mit 1/2“-Kupplung. Als grobe Richtung gilt allerdings, dass Schnellverschlusskupplungen BG 3 eigentlich nur bis 70 l/min ausreichen. Für Ölmengen bis ca. 160 l/min sollten besser die 3/4“-Kupplungen montiert sein. In der Praxis muss man sich leider mit der vorhandenen Kupplungsgröße arrangieren.

Nur manche Hersteller, wie z. B. John Deere, haben mittlerweile auch teilweise Kupplungen der BG 4 (3/4“) in den größeren Schlepperbaureihen im Programm. Bei Fendt lassen sich seit Neuestem in manchen Baureihen diese großen Kupplungen sogar beliebig gegen die 1/2“-Kupplungen austauschen.

Fotos: Werkbilder

Fendt lässt bei den großen Baureihen seinen Kunden die Wahl. Die unterschiedlichen Kupplungen lassen sich gegeneinander tauschen.

Foto: Tastowe

Ein gebrauchter Kupplungsstecker mit Dreibeinstütze. Vorne verengt das Kegelventil den Querschnitt.

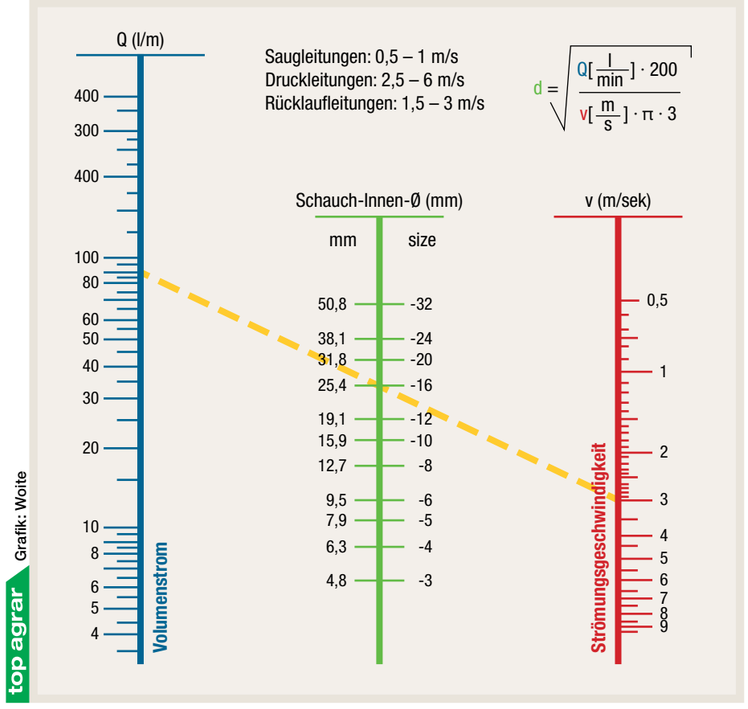
Als einziger Hersteller bietet Fendt zudem flachdichtende Hydraulik-Kupplungen (ISO 16028) für die Steuerventile an. Diese „Flat Face-5/8“-Kupplungen“ sollen bis zu 170 l/min durchlassen. Zudem lassen sich die flachdichtenden Kupplungen einfacher reinigen und beim Kuppeln gibt es geringere Leckölverluste. Andere Schlepperhersteller sollten auch unbedingt mehr Varianten anbieten. Nur so lässt sich das Potenzial der großen Pumpe richtig nutzen.

Hat der „drucklose“ Rücklauf an dem Schlepper auch nur eine Kupplung der BG 3? Dann rüsten Sie diese ruhig auf BG 4 oder größer um. Das ist bei vielen Modellen kein Problem. Dann ist der Rücklauf auch wirklich annähernd drucklos, und z. B. sensible Hydraulikmotoren laufen ruhiger.

Diagramm gibt Aufschluss. Über die inneren Werte einer Kupplung gibt das Druckverlustdiagramm Auskunft. Beim Kauf gibt es das Diagramm leider nur selten dazu – die meisten Händler haben es selbst nicht vorliegen. Aus dem Verlustdiagramm lässt sich ablesen, wie viel Druck bei einem bestimmten Volumenstrom sich vor der Kupplung staut. Daraus lässt sich eine Verlustleistung errechnen. Mit einer handelsüblichen BG 3-Kupplung und nur 70 l/min können diese Verluste schon mal bei 1 kW liegen. Gerechnet auf eine maximal mögliche Hydraulikleistung eines Schleppers von 21 kW (70 l/min bei 180 bar) sind das schon 5 % Verluste nur in einer Hydraulik-Kupplung. Dazu kommen noch Verluste in Schläuchen, Bögen, Hauptkomponenten und eventuell der zweiten Hydraulik-Kupplung. Bei einer Kupplung der BG 4 ist die Verlustleistung bei 70 l/min nur noch ungefähr 1/3 so groß.

Drückt man durch einen zu kleinen Kupplungsstecker mehr Volumen als zulässig, belastet das die umströmten Dichtungen stark. Sogar Kavitation kann auftreten (Bildung und Auflösung von Dampfblasen). Die Verlustleistung steigt überproportional stark an. Durch die Reibungsverluste entsteht Wärme und das Öl altert schneller. Der Ölkühler muss anschließend die Wärme wieder abführen. Diese Angaben beziehen sich natürlich nur auf neuwertige Kupplungen. Bei Hydraulik-Kupplungen mit verschlissenem Stößel am Kegelventil erhöht sich der Druckverlust, die Verlustleistung steigt dadurch bedeutend.

Übersicht 1: Ermittlung der Schlauch-Nennweite



Mit der Formel lässt sich der nötige Innendurchmesser errechnen. Im Beispiel (gelbe Linie) ergeben 3 m/s und 90 l/min einen Schlauchdurchmesser von 25 mm.

Übersicht 2: Auch die Montage entscheidet über die Lebensdauer

Korrekt verlegte Schläuche haben eine höhere Lebensdauer. Ebenso erwärmt sich und altert das Öl nicht so stark.

verengten Querschnitt. Hierbei leiden die Dichtungen in den Kupplungen stark und können frühzeitig versagen.

Bei Hydraulik-Kupplungen mit UDK-Funktion baut ein zweites, kleines Ventil in der Kupplung den Druck ab, bis das Hauptventil die beiden Seiten miteinander verbindet. Aber UDK-Kupplungen können nicht unbedingt bis zum Betriebsdruck unter Druck kuppeln. Beachten Sie das Datenblatt des Herstellers. Auch mit UDK-Funktion sollte man die Maschine, wenn es geht, entlastet abstellen. Beim Kuppeln muss man unbedingt auf saubere Anschlüsse achten. Diese lassen sich am besten mit einem Tuch reinigen. Benutzen Sie keinen Bremsenreiniger, dieser schädigt die Dichtungen. Ein sauberer Hydraulikkreislauf minimiert Störungen.

Unterschiedliche Schläuche: Vor dem Kauf eines Hydraulikschlauches sollten Sie folgende Punkte klären:

- Wird der Schlauch als Druck-, Rücklauf- oder Saugleitung eingesetzt?
- Welcher Betriebsdruck entsteht?
- Wie hoch ist die Durchflussmenge?
- Welche Umgebungsverhältnisse wirken auf das Material?
- Welche Biegeradien sind nötig?

Die Unterscheidung zwischen der Leitungsart ist zum einen für den zulässigen Hydraulikdruck sowie für den Durchmesser des Schlauches wichtig. Der maximale Betriebsdruck in vielen Landmaschinen beträgt ca. 200 bar. Da es zu Druckspitzen kommen kann, sollte ein Druckschlauch mindestens einen Betriebsdruck von 250 bar standhalten.

In einer Rücklaufleitung entstehen nur geringe Drücke. Meist reicht theoretisch eine Druckbeständigkeit von 50 bar aus. Da die Schläuche aber mal vertauscht werden könnten, sollten Sie sich auch hier für 250 bar entscheiden. Der Saugschlauch an einer, z. B. zapfwellenbetriebenen Hydraulikpumpe, muss für Unterdruck ausgelegt sein.

Übers. 3: Verschiedene Bezeichnungen

DN	Zoll	Size
5	3/16	3
6	1/4	4
8	5/16	5
10	3/8	6
12	1/2	8
16	5/8	10
19	3/4	12
25	1	16
31	1 1/4	20
38	1 1/2	24
51	2	32

top agrar

Internationale Größentabelle von Querschnitten in der Hydraulik.

Der passende Schlauchdurchmesser ergibt sich aus zulässiger Strömungsgeschwindigkeit und dem Volumenstrom. Der DN-Wert eines Schlauches gibt den Innendurchmesser in Millimeter an. Demnach hat z. B. ein DN 12 er-Schlauch einen Innendurchmesser von 12 mm.

Die empfohlene Strömungsgeschwindigkeit bei Druckleitungen liegt zwischen 2,5 und 6 m/s. In Rücklaufleitungen soll die Geschwindigkeit zwischen max. 1,5 und 3 m/s betragen, Saugleitungen liegen zwischen 0,5 und 1 m/s. Kennen Sie zusätzlich zur empfohlenen Geschwindigkeit auch den nötigen Volumenstrom des Anbaugeräts, können Sie nun aus dem sogenannten Nomogramm (Übersicht 1) den benötigten Schlauchinnendurchmesser ablesen. Dazu verbinden Sie einfach die gewählte Strömungsgeschwindigkeit mithilfe eines Lineals mit dem vorgegebenen Volumenstrom. Diese Gerade trifft auf einen Wert auf der Schlauchinnendurchmesserskala. Diesen Wert muss man auf den nächsthöheren DN-Wert runden (Übersicht 3).

Die Auswahl des Hydraulikschlauches ist abhängig von den Umgebungsbedingungen. Die Hersteller geben in ihren Katalogen die Eigenschaften der Innen- und Außenschicht separat an. In der Landwirtschaft sollte die Außenschicht ozon- und wetterbeständig sein sowie eine hohe Abriebfestigkeit aufweisen. Meistens fällt die Wahl auf einen Hydraulikschlauch mit zwei Stahlgeflechteinlagen sowie einer ölbeständigen, synthetischen Gummischicht außen und innen. Schläuche mit Textileinlage haben meist einen kleineren zulässigen Biegeradius, dafür sind sie aber nicht so widerstandsfähig gegen mechanische Einflüsse.

Schläuche richtig verlegen. Zum Verlegen und Positionieren lassen sich gut Schlauchschellen nach DIN 3015-1 verwenden. Aber Vorsicht: Äußerlich sieht man Rohr und Schlauchschellen keinen Unterschied an. Rohrschellen sind innen geriffelt und können scharfkantig sein. Um den Schlauch nicht zu beschädigen, sind Schlauchschellen innen glatt, die äußere Kante ist angefast.

Wählen Sie die Schellengröße so, dass der Schlauch in den Schellen wandern kann, denn Hydraulikschläuche können und dürfen unter Druckbeaufschlagung sowohl Länge als auch Außendurchmesser ändern. Zugbeanspruchungen und Stauchungen sollte man vermeiden, ebenso Schellen in einem Schlauchbogen. Schläuche nicht über scharfe Kanten zu legen, ist selbstverständlich. Die Schlaucharmaturen sollten Sie so wählen, dass der Schlauch große Biegeradien macht und nicht direkt hinter der Verschraubung abknickt. Nicht umsonst gibt es Bogenarmaturen, standardmäßig in 45 und 90 Grad-Ausführung.

Ist der Biegeradius zu eng verlegt, spült der Schlauch langsam von innen aus. Die gelösten Partikel verschmutzen das Hydrauliksystem und können Ventile zerstören. Im schlimmsten Fall bildet sich am Schlauch ein winziges Loch, an dem ein Hochdruckstrahl austritt. Dieser kann ins menschliche Gewebe schneiden und für immer schädigen. In der Übersicht 2 sind deshalb Beispiele aufgeführt, wie die Schlauchverlegung aussehen sollte. Reparaturen an Hydraulikschläuchen sind übrigens nicht zulässig. *Florian Tastowe*

Foto: IHA

Unser Experte
Daniel Werner ist von der Internationalen Hydraulikakademie (IHA). Sie bietet herstellerunabhängige Analysen sowie praxisorientierte Weiterbildungen an.

Schnell gelesen

- Mit einem Nomogramm lassen sich Schläuche und Rohre ohne Rechnung dimensionieren.
- Sauberkeit und Sicherheit sind das A und O in der Hydraulik.
- Die Kupplungen an Schleppern sind häufig zu klein dimensioniert. Schlepperhersteller müssen hier mehr Optionen bieten.
- Beschädigte Schläuche sind sofort zu ersetzen.