

Keine Kavitation

Der Hydroquick-Zylinder von Lemacher Hydraulik hat sich als hydraulische Lösung bewährt

Hydraulikzylinder gibt es in den unterschiedlichsten Ausführungen. Doch welcher Zylinder ist für welche Aufgabe geeignet? Je nach Applikation kommen die Vorteile der verschiedenen Bauarten zur Geltung.

Die Einsatzbereiche für Hydraulikzylinder sind sehr verschieden. Und Hydraulikzylinder gibt es in unzähligen Bauformen. Im Beitrag werden Unterschiede dargestellt und die Vorteile beziehungsweise Nachteile der Zylinder erläutert. Zunächst sollen vorwiegend Zylinder für Hydraulische Pressen betrachtet werden.

Differentialzylinder

Der Differentialzylinder ist ein Hydraulikzylinder, bei denen das Flächenverhältnis von Kolbenfläche zu Ringfläche 2:1 ist.

Viele Hydraulische Pressen haben für die Schließbewegung einen Eilgang (Eilvorlauf) und einen Krafthub (Arbeitshub). Das Öffnen erfolgt dann wieder im Eilgang (Eilrücklauf).

Bei einem Flächenverhältnis von 2:1 ist die Kolbenstangenfläche genau so groß wie die Ringfläche. Die Kolbenfläche wird also in zwei gleiche Teile aufgeteilt. Verbindet man durch entsprechende Ventile den Kolbenraum mit dem Ringraum, dann spricht man von Differentialschaltung. Für den Krafthub wird die Verbindung getrennt, damit die gesamte Kolbenfläche wirksam wird.

Die Kolbengeschwindigkeit im Eilvorlauf und im Eilrücklauf ist gleich groß. Die Arbeitsgeschwindigkeit ist halb so groß.

Nachsaugzylinder

Bei hydraulischen Pressen ist das Flächenverhältnis von 2:1 in den meisten Fällen zu klein. Deshalb setzt man häufig Nachsaugzylinder ein. Bei Nachsaugzylindern wird die Ringfläche verkleinert, damit der Eilrückhub mit hoher Geschwindigkeit erfolgen kann. Die Ringfläche wird klein, wenn der Kolbenstangen-Durchmesser entsprechend groß ist. Um den Eilvorlauf zu ermöglichen wird die Schwerkraft oder ein kleiner Zylinder (Eilgangzylinder) eingesetzt. Der Kolbenraum wird durch ein Füll- oder Nachsaugventil mit Druckmittel gefüllt. Es wird also während des Eilvorlaufs ein Unterdruck im Kolbenraum erzeugt, und der atmosphärische Druck fördert das Druckmittel in den Kolbenraum.

Zur Beurteilung des Nachsaugverfahrens sollte die im Druckmittel gelöste Luft berücksichtigt werden. Sie ist erst schädlich, wenn sie in freien Bläschen auftritt. Durch den Unterdruck wird die Bildung von freien Bläschen verursacht oder gefördert. Die Folge ist Strömungskavitation. Es entstehen Kavitationsblasen. Beim Zusammenbrechen der Blasen (Implosion) schlagen Flüssigkeitsteilchen mit hoher Geschwindigkeit Krater, auch in harte Oberflächen. Außerdem werden Dichtungen zerstört.

Nach dem Eilvorlauf erfolgt die Umschaltung auf Krafthub. Dazu muss das Nachsaugventil schließen, damit der Krafthub ausgeführt werden kann. Dieser Übergang von Eilvorlauf auf Krafthub ist kritisch und wird mit unterschiedlichen Trickschaltungen ausgeführt. Eine Methode der Umschaltung ist zunächst das Abbremsen von Eilvorlaufgeschwindigkeit auf Arbeitsgeschwindigkeit. Dann wird das Nachsaugventil geschlossen. Häufig ist dieser Umschaltvorgang mit einer kleinen Stillstandszeit im Bewegungsablauf verbunden. Die Gefahr der Strömungskavitation wird durch diese Schaltvorgänge zusätzlich verstärkt. Leider wird die Kompressibilität des Druckmittels oft unterschätzt. Beim Nachsaugvorgang ist der

Der seit 40 Jahren bewährte Hydroquick-Zylinder wird jetzt auch mit angeflanschem Umwälzventil, in der Bauform HQE, oder als Dreikammer-Differentialzylinder mit drei Rohrschlüssen angeboten.



Technik im Detail

Der Hydroquick-Zylinder

Lemacher Hydraulik hat mit dem Hydroquick-Zylinder eine Marktlücke geschlossen, die es dem Maschinen- und besonders dem Sondermaschinen- und Vorrichtungsbau erlaubt, ohne eigene kostspielige Entwicklung eines Sonderzylinders, eine sichere und wirtschaftliche Lösung für hydraulische Kraftübertragung einzusetzen. Neben Standardausführungen sind eine Vielzahl von Sonderlösungen möglich, die sich in der Hauptsache auf die Zylinderbefestigungsart, die Ausführung der Kolbenstangenbefestigung und die verstellbaren Festanschläge beziehen.

Vorteile Hydroquick-Zylinder:

- hohe Energieeffizienz,
- geringere Wärmezeugung, somit ist keine Kühlung erforderlich,
- hohe Präzision,
- Ölvolumen um über 50 % reduziert gegenüber Normalzylinder,
- vereinfachte Wartung,
- kürzere Schaltzeiten,
- kleinere Antriebsaggregate,
- kleinere Rohrleitungen für eine einfachere Montage.

Druck im Kolbenraum von mehreren Faktoren abhängig. Wie groß ist der Querschnitt des Saugrohres, wie hoch ist der Nachsaugbehälter über dem Nachsaugventil, wie ruck- und schwingungsfrei arbeiten die Vortreibzylinder (Eilgangzylinder)? Diese Bewegungsabläufe beeinflussen auch den Strömungsverlauf im Nachsaugraum.

Damit Schmutz aus der Umgebungsluft nicht in den Behälter gelangt, ist ein ausreichend dimensionierter Luftfilter mit Unterdrucküberwachung zur Vermeidung von Kavitation beim Ansaugen erforderlich. Gewiss hat man Lösungen für diese Probleme gefunden, die Kosten dafür aber nicht dem Zylinder angelastet.

Die bessere Lösung gegenüber den zuvor beschriebenen Zylindern ist der Hydroquick-Zylinder.

Der Hydroquick-Zylinder

Der wesentliche Unterschied beim Hydroquick-Zylinder ist die Anzahl der Wirkflächen. Während Differentialzylinder und Nachsaugzylinder zwei Wirkflächen besitzen, also Kolbenfläche und Ringfläche, verfügt der Hydroquick-Zylinder über drei Wirkflächen. Die Kolbenstange ist hohlgebohrt, wodurch sie einen ringförmigen Querschnitt aufweist. Die Bohrung in der Kolbenstange ist durch den eigentlichen Rückzugskolben nach außen verschlossen, sodass drei Wirkflächen beziehungsweise wirksame Kammern entstehen.

Der Rückzugskolben ist über eine Zugstange mit dem Zylindergehäuse verbunden. Der Ringraum zwischen der Kolbenstangenbohrung und dem Zugstangen-Durchmesser ist der Eilrücklaufraum. Der Zugstangen-Durchmesser ist so gewählt, dass die Eilrücklauffläche 1/6 der Kolbenfläche beträgt und genauso groß wie die Kolbenstangenfläche ist. Nach dem Prinzip der Differentialschaltung werden für den Eilvorlauf alle drei Kammern miteinander verbunden. Das aus dem Zylinder ausfahrende Kolbenstangenvolumen beträgt 1/6 des Kolbenraumvolumens. Das



Die nach außen verlagerten Ventile machen es möglich, jede der drei Kammern unabhängig voneinander anzusteuern. Durch dieses neue Konzept können Hydroquick-Zylinder für große Pressen und für gleichlauferegelte Pressen eingesetzt werden.

Ringraumvolumen zwischen Kolben- und Stangen-Durchmesser beträgt 4/6, das Eilrücklaufvolumen 1/6 des Kolbenraumvolumens. Zusammen mit dem Pumpenförderstrom ergibt das 6/6 der Fördermenge. Anstatt eines Nachsaugprinzips ist ein Umwälzprinzip wirksam. Alle Bewegungen finden oberhalb des atmosphärischen Druckes statt, sodass Kavitation ausgeschlossen ist. Es wurden in 40 Jahren Einsatz des Hydroquick-Zylinders keine Kavitationsschäden festgestellt.

In beide Bewegungsrichtungen sind zwei unterschiedlich große Wirkflächen. Eilvorlauffläche(1/6), Krafthub- oder Arbeitsfläche(6/6), Eilrücklauffläche(1/6) und Rückhubfläche(5/6).

In Ruhestellung kann die Ringfläche gemeinsam mit der Eilrückhubfläche abgesperrt werden.

Die mögliche Druckübersetzung ist dann $6:5 \times \text{Druck im Kolbenraum} = 6/5 = 1,20$. Dieses Flächenverhältnis ist für elektronisch geregelte Probier- und Produktionspressen von besonderer Bedeutung, weil es für Standard-Servoventile bestens geeignet ist. Außerdem ist dieses Verhältnis für Probierpressen von Vorteil. Ist die erforderliche Rückzugskraft größer als die Eilrückzugskraft, kann zuerst mit maximal 5/6 der Presskraft zurück, und dann mit Eilgeschwindigkeit nach OT gefahren werden. Die Dekompression des unter Druck stehenden Kolbenraumes kann in den Ringraum und Eilrücklaufraum erfolgen. Damit wird Kavitation im Ringraum verhindert, auch wenn starke Federkräfte die Kolbenstange mechanisch zurückdrücken. Denn Kavitation ist in der Hydraulik unerwünscht. Zum einen reduziert sie den Wirkungsgrad, zum anderen kann sie zu Beschädigungen führen, denn beim Implodieren der Hohlräume treten kurzzeitig extrem hohe Beschleunigungen, Temperaturen und Drücke auf, die das Material beschädigen.

Die Verbindung von Kolbenraum und Ringraum kann intern, also innerhalb des Zylinders, oder extern über Umwälzventil und Umwälzrohr erfolgen. Für kleine bis mittlere Kolben-Durchmesser ist die interne Umwälzung in den meisten Fällen sinnvoll. Bei großen Kolben-Durchmesser sollte die Umwälzung extern erfolgen. Für die Größe des Kolbendurchmessers gibt es keine systembedingte Begrenzung.

Die Dimensionen des Umwälzventiles und des Umwälzrohres richten sich nach den üblichen Strömungsgeschwindigkeiten von 5-10 m/s für den Druck von etwa 250 bar.

Der eventuell größere Aufwand für die Herstellung der Hydroquick-Zylinder wird durch den Wegfall der Sondermaßnahmen für Nachsaugzylinder und die größeren Gestaltungsmöglichkeiten wettgemacht. Wenn man nur den Zylinderpreis zum Beispiel ohne Nachsaugventil, ohne Saugrohr, ohne Nachsaugbehälter mit Luftfilter, ohne Druckbegrenzungsventil an der Ringseite usw. ansetzt, dann ist der Preisvergleich mit dem Hydroquick-Zylinder unkorrekt.

Konstrukteure, die diesen Zusammenhang verstanden haben, stehen dem Einsatz sehr positiv gegenüber, weil technische Perfektion und Zuverlässigkeit den Hydroquick-Zylinder seit 40 Jahren auszeichnen.

fa ■



Autor

Eduard Lemacher, Lemacher Hydraulik

