

ZYLINDER BRAUCHT KEINE SONDERMASSNAHMEN

Für hydraulische Pressen stehen **Hydraulikzylinder** in verschiedenen Bauformen zur Verfügung. Um den geeigneten Zylinder zu finden, müssen die Unterschiede bekannt sein. Die Gegenüberstellung von drei unterschiedlichen Varianten zeigt, dass ein Eilgangzylinder die bessere Wahl sein kann.

Eduard Lemacher

Die Einsatzbereiche von Hydraulikzylindern sind sehr verschieden. Zudem gibt es sie in zahlreichen Bauformen. Deshalb sollen im folgenden Beitrag die Zylinder – vor allem für hydraulische Pressen – vorgestellt und deren Unterschiede sowie Vor- und Nachteile aufgezeigt werden.

Der Differenzialzylinder ist ein Hydraulikzylinder mit einem Flächenverhältnis von Kolben- zu Ringfläche von 2:1. Viele hydraulische Pressen haben für die Schließbewegung einen Eilgang (Eilvorlauf) und einen

Ing. grad. Eduard Lemacher ist Leiter der Abteilung Entwicklung bei der Lemacher Hydraulik in 65510 Idstein, Tel. (0 61 26) 5 01 94-10, info@lemacher-hydraulik.de

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 Kolben- mit dem Ringraum, dann spricht man von Differenzialschaltung. 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 halb so groß.

MIT NACHSAUGZYLINDER EILRÜCKHUB MIT HOHER GESCHWINDIGKEIT ERMÖGLICHEN

Bei hydraulischen Pressen ist das Flächenverhältnis von 2:1 in den meisten Fällen zu klein.

Deshalb nutzt man häufig Nachsaugzylinder, deren Ringfläche verkleinert ist, sodass der Eilrückhub mit hoher Geschwindigkeit erfolgen kann. Für den Eilvorlauf wird die Schwerkraft oder ein kleiner Zylinder (Eilgangzylinder) eingesetzt. Der Kolbenraum wird durch ein Füll- oder Nachsaugventil mit Druckmittel gefüllt. Während des Eilvorlaufs entsteht also ein Unterdruck im Kolbenraum und der atmosphärische Druck fördert das Druckmittel dorthin.

Zur Beurteilung des Nachsaugverfahrens sollte die im Druckmittel gelöste Luft berücksichtigt werden. Sie ist erst schädlich, wenn sie in freien Bläschen auftritt. Dies entsteht oder wird gefördert durch den Unterdruck.

Die Folge ist Strömungskavitation und es entstehen Kavitationsblasen. Beim Zusammenbrechen der Blasen (Implosion) schlagen Flüssigkeitsteilchen mit hoher Geschwindigkeit Krater – auch in harte Oberflächen. Außerdem kann das Dichtungen zerstören.



Bild 1: Mit den Hydroquick-Zylindern steht vor allem im Sondermaschinen- und Vorrichtungsbau eine wirtschaftliche Lösung für die hydraulische Kraftübertragung zur Verfügung.

Nach dem Eilvorlauf erfolgt die Umschaltung auf Krafthub. Dazu muss zunächst das Nachsaugventil schließen, damit der Krafthub auch 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 Vorgang mit einer kurzen Stillstandszeit im Bewegungsablauf verbunden.

Diese Schaltvorgänge verstärken die Gefahr der Strömungskavitation zusätzlich. Leider wird die Kompressibilität des Druckmittels oft unterschätzt. Beim Nachsaugvorgang ist der 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 HQ von Lemacher Hydraulik. Der wesentliche Unterschied zwischen den Zylindern ist die Anzahl der Wirkflächen. Während Differenzialzylinder und Nachsaugzylinder zwei Wirkflächen, also Kolbenfläche und Ringfläche, haben, besitzt der Hydroquick-Zylinder drei Wirkflächen. Die hohlgebohrte Kolbenstange weist einen ringförmigen Querschnitt auf. Diese Bohrung ist durch den eigentlichen Rückzugskolben nach außen verschlossen, sodass drei Wirkflächen beziehungsweise wirksame Kammern entstehen.

EILRÜCKLAUFLÄCHE IST GENAU SO GROSS WIE KOLBENSTANGENFLÄCHE

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 Differenzialschaltung werden für den Eilvorlauf alle drei Kammern miteinander verbunden. Das aus dem Zylinder ausfahrende Kolbenstangenvolumen beträgt 1/6 des Kolbenraumvolumens, das Ringraumvolumen zwischen Kolben- und Stangendurchmesser 4/6 und das Eilrücklaufvolumen ebenfalls 1/6. Zusammen mit dem Pumpenförderstrom ergibt das 6/6 der Fördermenge.

Statt eines Nachsaugprinzips ist ein Umwälzprinzip wirksam. Alle Bewegungen finden oberhalb des atmosphärischen Druckes statt, sodass Kavitation ausgeschlossen ist.

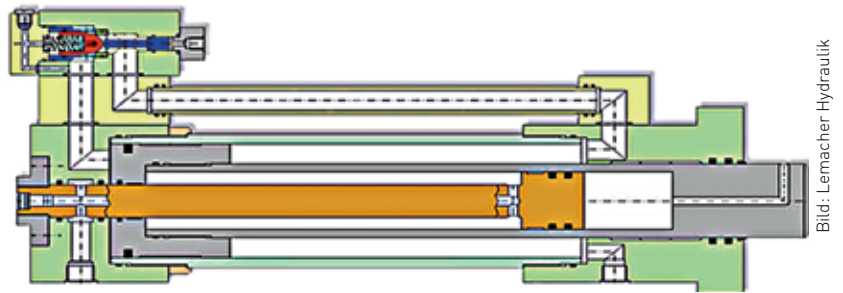


Bild 2: Die Hydroquick-Eilgangzylinder erreichen durch interne Differenzialschaltung eine sechsfache Geschwindigkeitssteigerung.

Bild: Lemacher Hydraulik

Für beide Bewegungsrichtungen können zwei unterschiedlich große Wirkflächen gewählt werden: Eilvorlauffläche (1/6), Krafthub- oder Arbeitsfläche (6/6), Eilrücklauffläche (1/6) und Rückhubfläche (5/6). Befindet sich der Zylinder in Ruhestellung, ist es möglich, die Ringfläche gemeinsam mit der Einrückhubfläche abzusperrn.

FLÄCHENVERHÄLTNISS VON 1,20 FÜR STANDARDSERVOVENTILE BESTENS GEEIGNET

Die mögliche Druckübersetzung beträgt dann $6:5$ Druck im Kolbenraum $i = 6/5 = 1,20$. Dieses Flächenverhältnis ist für elektronisch geregelte Probier- und Produktionspressen von besonderer Bedeutung, weil es für Standardservoventile bestens geeignet ist. Außerdem ist dieses Verhältnis für Probierpressen sehr vorteilhaft. Ist die erforderliche Rückzugskraft größer als die Eilrückzugskraft, kann zuerst mit maximal 5/6 der Presskraft zurück und dann mit Eilgeschwindigkeit zum oberen Totpunkt der Kolbenbewegung (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. Die Verbindung von Kolbenraum und Ringraum kann intern, also innerhalb des Zylinders, oder extern über Umwälzventil und -rohr erfolgen. Für kleine bis mittlere Kolbendurchmesser ist die interne Umwälzung in den meisten Fällen sinnvoll, während bei großen Kolbendurchmessern die Umwälzung extern erfolgen sollte. 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 bis 10 m/s für den Druck von etwa 250 bar.

Die nach außen verlagerten Ventile der Version HQE machen es möglich, jede der drei wirksamen Kammern unabhängig voneinander anzusteuern. Durch dieses neue Konzept können HQ-Zylinder für große und für gleichlaufgeregelt Pressen eingesetzt werden. Werden für den Rückhub, Ringraum und Eilrücklaufraum miteinander verbunden, entsteht eine große Rückhubfläche mit 5/6 der Kolbenfläche.

Der größere Herstellungsaufwand für die HQ-Zylinder wird durch den Wegfall der Sondermaßnahmen für Nachsaugzylinder und die größeren Gestaltungsmöglichkeiten wettgemacht. Würde man nur die Kosten beispielsweise ohne Nachsaugventil, Saugrohr, oder Druckbegrenzungsventil ansetzen, wäre der Preisvergleich mit dem HQ-Zylinder unkorrekt. **MM**

MM INFO

VORTEILE DES HYDROQUIKZYLINDERS

- Hohe Energieeffizienz
- Geringere Wärmeerzeugung, somit ist keine Kühlung erforderlich
- Hohe Präzision
- Ölvolumen wird um über 50 % gegenüber Normalzylinder reduziert
- Vereinfachte Wartung
- Kürzere Schaltzeiten
- Kleinere Antriebsaggregate
- Kleinere Rohrleitungen, also einfachere Montage