

Produktion von Hydraulikventilen
-
Stand der Technik und Optimierungspotenziale

Andreas Bretz, PTW, TU Darmstadt

April 2019

Veröffentlicht unter CC BY-NC-ND

Einführung

Hydraulik wird vor allem dort eingesetzt, wo große Kräfte übertragen werden müssen. Gegenüber anderen Antriebskonzepten wie bspw. elektrischen Antrieben zeichnet sie vor allem die hohe Leistungsdichte aus. Die folgenden Vor- und Nachteile sind [Watter] und [Will] entnommen.

Vorteile sind u. a.:

- Erzeugung großer Kräfte und Momente bei gleichzeitig hoher Energiedichte
- einfache Anzeige der wirkenden Belastung durch Druckmessgeräte
- Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen möglich
- Überlastschutz durch Druckbegrenzungsventile
- Stufenlose Änderung der Antriebsgeschwindigkeit und -richtung

Nachteile sind hingegen:

- Benötigte Sauberkeit des verwendeten Fluids
- Leckage
- Abhängigkeit der Antriebseigenschaften von äußeren Einflüssen wie Temperatur

Trotz steigender Konkurrenz durch elektrische Antriebe, ist die Hydraulik für bestimmte Bereiche weiterhin unersetzlich. Eine der zentralen Komponenten in Hydrauliksystemen sind Hydraulikventile zur Steuerung von Aktoren. Abbildung 1 zeigt den schematischen Aufbau eines 3/2-Wegeventils. Je nach Stellung des Steuerschiebers kann das Fluid vom Druckbehälter (Anschluss P) in den Zylinder (Z) strömen oder vom Zylinder in den Tank (T) zurückfließen.

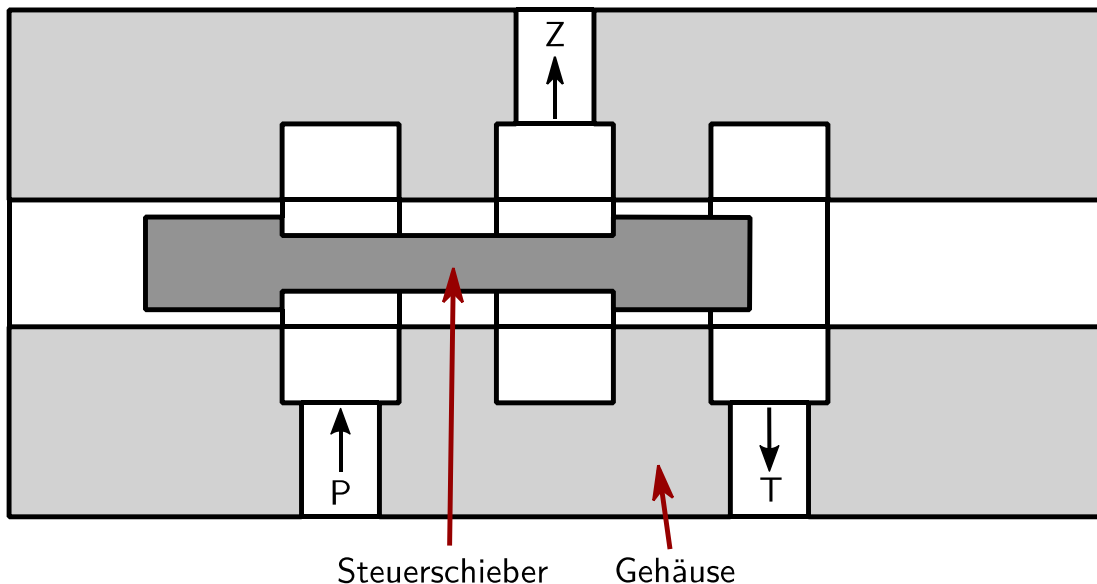


Abbildung 1: Aufbau eines 3/2-Wegeventils

Die Bohrung, in der sich der Steuerschieber bewegt, ist eine der zentralen Funktionsflächen des Ventils. Um den Schieber in der Bohrung bewegen zu können ist ein Spiel zwischen Steuerschieber und Gehäuse notwendig. Mit größerem Spiel

steigen allerdings auch die Leckageverluste, da Hydraulikflüssigkeit durch den Spalt der Steuerschieberbohrung austritt.

Zur Herstellung solcher Ventile und insbesondere der Bohrung des Steuerschiebers wurde vom Autor ein Expertengespräch mit mehreren Teilnehmern aus der Industrie durchgeführt. Dabei ging es zum einen darum, wie die Fertigung Stand heute erfolgt und zum anderen um die möglichen Potentiale des Einsatzes sensorischer Reibwerkzeuge. Die Ergebnisse des Gesprächs werden im Folgenden zusammengefasst, Namen und Unternehmen können aus Geheimhaltungsgründen nicht genannt werden.

Externe Teilnehmer des Expertengesprächs

- A) Produktionsleiter, Hersteller von Hydraulikkomponenten
- B) Leiter Qualitätsmanagement, Hersteller von Mobilhydraulik
- C) Entwicklungsleiter, Werkzeughersteller 1
- D) Leiter Werkzeugentwicklung, Werkzeughersteller 2

Ergebnisse des Gesprächs

Wie werden die Ventile und insbesondere die Steuerschieberbohrung hergestellt?

- Die Bohrung des Steuerschiebers stellt aufgrund der Länge die kritischste Bearbeitung dar.
- Die dabei zu Grunde gelegten Toleranzen liegen im Mikrometerbereich.
- Eine typische Prozesskette zur Herstellung beinhaltet normalerweise
 - Aufbohren
 - Reiben
 - Mehrere Honbearbeitungen
- Ein Beispielprozess wäre:
 - Aufbohren auf Umschlag
 - Reiben
 - Vorhonen
 - Zwischenhonen
 - Fertighonen
- Das Honen ist im Vergleich zu den anderen Fertigungsverfahren sehr zeitintensiv.

Wie wird die Bauteilqualität überprüft?

- Im Prozess erfolgt stichprobenartig die Messung des Durchmessers der Steuerschieberbohrung mittels Staudruckmessung.
- Es werden einzelne Bauteile komplett auf Koordinatenmessgeräten vermessen, allerdings ist vorher eine Bauteilreinigung nötig. Sowohl die Reinigung als auch das Messen dauern im Vergleich zu den Bearbeitungszeiten sehr lange.
- Eine 100 %-Prüfung aller Bauteile während des Fertigungsprozesses ist für Standardkomponenten zu zeit- und kostenintensiv.

Diskussion bezüglich des Einsatzes sensorischer Werkzeuge. Was könnte ein sensorisches Reibahlensystem beitragen, um den Prozess zu verbessern, die Prozesskette zu verkürzen oder Kosten zu sparen?

- Eine 100 %-Prüfung aller Bauteile würde zu einer verbesserten Dokumentation des Herstellungsprozesses führen. Im Falle späterer Probleme/erkannter Fehler im Betrieb können die Daten aus dem Fertigungsprozess herangezogen werden, um Ursachenanalyse zu betreiben.
- Trends wie kontinuierlich zunehmende Abweichungen der Geradheit wären frühzeitig erkennbar, der Prozess kann schneller nachgeregelt werden.
- Bauteile außerhalb der Toleranz sind direkt erkennbar → Ausschuss wird aus dem Prozess genommen und nicht noch unnötigerweise weiter bearbeitet, Zeit und Kosten können gespart werden
- Bei Kenntnis der Bohrungsgeradheit ist eine Verkürzung der Prozesskette möglich. Das Vor- und Zwischenhonen könnte so angepasst werden, dass insgesamt statt 3 nur noch 2 Honbearbeitungen stattfinden. Damit könnten rund 29 % Bearbeitungszeit des Beispielprozesses eingespart werden.
- Eine Diskussion der Kosten gibt kein einheitliches Ergebnis. Während die Hydraulikhersteller durchaus bereit wären höhere Preise zu zahlen, sollte nach Meinung der Werkzeughersteller das Gesamtsystem den Preis bisheriger Reibahlensysteme nicht mehr als verdoppeln (Preis Reibahlesysteme = Preis Sensorsystem).

Quellen

[Watter] H. Watter. Hydraulik und Pneumatik: Grundlagen und Übungen - Anwendungen und Simulation. Springer, 2017.

[Will] D. Will und N. Gebhardt. Hydraulik Grundlagen, Komponenten, Systeme. 6. Springer, 2014.