

Leseprobe

Christiani

Technisches Institut für
Aus- und Weiterbildung

Hermann Geiss

Einführung in die Hydraulik

Einfach und praxisnah mit Aufgaben



Auszubildende

Dr.-Ing. Paul Christiani GmbH & Co. KG
www.christiani.de

1	Einführung und physikalische Grundlagen	1
1.1	Einführung	1
1.2	Physikalische Einheiten und Größen	2
1.3	Physikalische Grundlagen	4
1.4	Hydraulikflüssigkeiten	8
1.5	Aufbau einer Hydraulikanlage	10
1.6	Messwerterfassung	12
1.7	Übungen und Kontrollaufgaben	16
2	Hydraulikaggregat	21
2.1	Tank	22
2.2	Hydraulikpumpen	23
2.3	Druckbegrenzungsventil	24
2.4	Filter	25
2.5	Darstellung im Schaltplan	26
2.6	Übungen und Kontrollaufgaben	27
3	Hydraulische Arbeitselemente	33
3.1	Hydraulikzylinder	33
3.2	Rotierende Antriebe	36
3.3	Übungen und Kontrollaufgaben	37
4	Wegeventile	43
4.1	Aufbau eines Wegeventils	43
4.2	Anschlüsse an Wegeventilen	43
4.3	Betätigungsart	44
4.4	Grund- und Nullstellung	44
4.5	Ventilbauformen	44
4.6	Einsatzbeispiele für Wegeventile	45
4.7	Handhilfsbetätigung	47
4.8	Vorgesteuerte Wegeventile	47
4.9	Montage von Wegeventilen	48
4.10	Elektromagnete	48
4.11	Übungen und Kontrollaufgaben	49
5	Sperrventile	53
5.1	Rückschlagventil	53
5.2	Entsperrbares Rückschlagventil	54
5.3	Gleichrichtersteuerung	56
5.4	Übungen und Kontrollaufgaben	57

6	Stromventile	61
6.1	Drosselventil	61
6.2	Drossel-Rückschlagventil	62
6.3	Stromregelventil	65
6.4	Übungen und Kontrollaufgaben	69
7	Druckventile	81
7.1	Druckbegrenzungsventil	81
7.2	Druckregelventil	84
7.3	Druckschaltventile	86
7.4	Druckschalter	86
7.5	Übungen und Kontrollaufgaben	87
8	Hydrospeicher	95
8.1	Aufgaben im Hydrauliksystem	95
8.2	Funktion	95
8.3	Speicherbauformen	95
8.4	Speicherblock	96
8.5	Aufbau und Wirkungsweise	96
8.6	Praktische Ausführung einer Speicherschaltung	97
8.7	Überprüfung des Vorspanndruckes	99
8.8	Füllen der Speicherblase	99
8.9	Sicherheitsvorschriften	100
8.10	Übungen und Kontrollaufgaben	101
9	Hydrauliksteuerungen	105
9.1	Differentialsteuerungen	105
9.2	Eilgang-Vorschub-Steuerung	106
9.3	Gleichrichtersteuerung	106
9.4	Volumenstromteilung	107
9.5	Hydraulische Bremse	107
9.6	Halten einer Last	108
9.7	Umlaufsteuerungen	108
9.8	Übungen und Kontrollaufgaben	110

10	Inbetriebnahme, Instandhaltung, Fehlersuche	119
10.1	Inbetriebnahme hydraulischer Steuerungen	119
10.2	Instandhaltung	120
10.3	Begriffe und Definitionen nach DIN 31 051	121
10.4	Hydrauliksystem	121
10.5	Leitungen und Leitungsverbindungen	123
10.6	Schlauchleitungen	124
10.7	Übungen und Kontrollaufgaben	127
11	Schaltzeichen und Referenzkennzeichnung	131
11.1	Hydraulikschaltzeichen	131
11.2	Referenzkennzeichnung	134
	Anhang	135
	Sachwortverzeichnis	137

Vorwort

Dieses Buch soll Ihnen einen grundlegenden Einblick in die Steuerungstechnik der Hydraulik geben. Hydrauliksteuerungen und deren Komponenten finden in vielen Bereichen des Maschinen- und Fahrzeugbaus ihren Einsatz. Durch ihre präzise Steuerung und die Möglichkeit, sehr große Kräfte zu erzeugen, ist die Hydraulik ein fester Bestandteil der Steuerungstechnik.

Dieses Buch bringt Ihnen sowohl die physikalischen Eigenschaften, als auch den gerätetechnischen Aufbau und die Funktion dieser Technologie näher. Durch eine Vielzahl von Übungen werden die erworbenen Kenntnisse vertieft. Bei der Lösung der Aufgaben finden Sie auch im Tabellenbuch Unterstützung.



Differentialzylinder
 differential cylinder

Hydraulikplan
 hydraulic circuit diagram

Doppeltwirkender Zylinder mit durchgehender Kolbenstange

(Bild 3.4) Bei diesem Zylinder besteht die Möglichkeit, auf beiden Seiten Arbeit zu verrichten. Zudem ist die Führung durch die beiden Lagerstellen verbessert.

Eigenschaften:

- Gleiche Kräfte und Geschwindigkeiten beim Aus- und Einfahren des Zylinders

Einsatzbereiche:

Bei seitlicher Belastung; wenn gleiche Kräfte in beiden Richtungen gefordert werden; Anhalten mit Gegendruck; Anbringen von Signalgliedern auf der Rückseite.

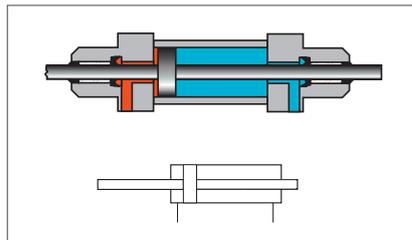


Bild 3.4 Zylinder mit durchgehender Kolbenstange

Plungerzylinder

(Bild 3.5) Bei dieser Zylinderbauform haben Kolben und Kolbenstange den gleichen Durchmesser.

Die Kolbenrückführung erfolgt durch äußere Kraft.

Eigenschaften:

- Einfachste Bauform
- Großer Stangendurchmesser, dadurch geringe Knickprobleme

Einsatzbereiche:

Zum Beispiel bei Hebebühnen.

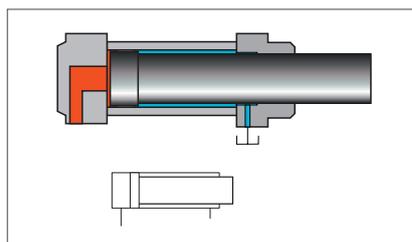


Bild 3.5 Plungerzylinder

Differentialzylinder

(Bild 3.6) Der Differentialzylinder ist ein doppeltwirkender Zylinder mit einem genau definierten Kolbenverhältnis von 2:1. In Verbindung mit einer Umlaufsteuerung können gleiche Kräfte und Geschwindigkeiten erreicht werden.

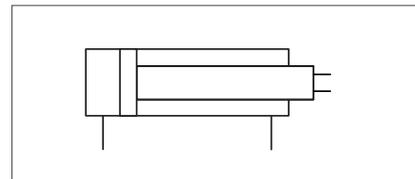


Bild 3.6 Differentialzylinder

Drehantriebe

(Bild 3.7) Drehantriebe wandeln lineare Bewegungen von Zylindern in eine begrenzte Drehbewegung um. Der Schwenkwinkel ist von der Hublänge des Zylinders und der Übersetzung von Ritzel und Zahnstange abhängig.

Eigenschaften:

- Lineare Bewegung wird in Drehbewegung umgesetzt
- Begrenzter Schwenkbereich

Einsatzbereiche:

Zum Drehen und Wenden von Werkstücken sowie zum Betätigen von Schiebern.

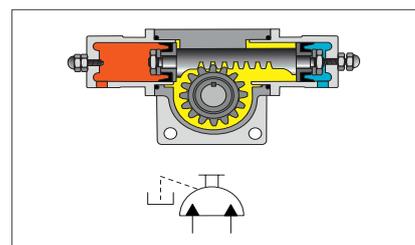


Bild 3.7 Schwenkmotor

Endlagendämpfung

(Bild 3.8) Um ein hartes Anschlagen des Zylinders an der Endlage zu verhindern, werden viele Zylinder mit Endlagendämpfung ausgeführt.

Funktion:

Die Dämpfung wird durch den Druckaufbau in dem durch den Dämpfungskolben abgesperrten Kolbenraum erreicht. Drosselstellung und Kolbengeschwindigkeit beeinflussen den Druckaufbau und damit das Dämpfungsvermögen.

Drosselventil im Zufluss

Fall a)

(Bild 6.8) Der Zylinder soll ohne Belastung ausfahren. Das Drossel-Rückschlagventil ist so eingestellt, dass der Kolben mit halber Geschwindigkeit ausfährt. Die Hälfte des Pumpenfördervolumens fließt also über das Drossel-Rückschlagventil in den Zylinder und die andere Hälfte strömt über das Druckbegrenzungsventil in den Behälter zurück.

Wie werden sich die Drücke im Bild 6.8 aufbauen? Schreiben Sie die Drücke in der Reihenfolge ihrer Höhe auf:

Zwischen welchen Drücken wird die größte Differenz liegen?

Zwischen _____ und _____

Warum ist das so? Knüpfen Sie auch an Ihre Pneumatik-Kenntnisse an.

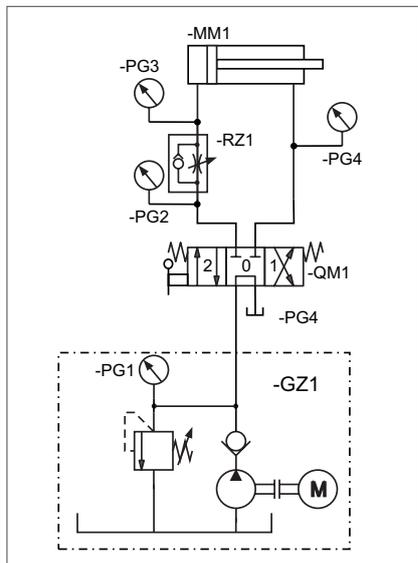


Bild 6.8 Versuchsaufbau

Unter bestimmten Bedingungen, z. B. bei sehr langsamen Kolbengeschwindigkeiten, die Sie später im Versuch simulieren werden, ergibt sich eine schrittweise oder „stotternde“ Kolbenbewegung. Diese wird als Stick-Slip-Effekt bezeichnet.

Dieser Effekt wird durch eine unterschiedliche Gleit- und Haftreibung des Kolbens herbeigeführt. Beim Umsteuern des Wegeventils -QM1 baut sich bei -PG3 der Druck so hoch auf, dass die Haftreibung des Kolbens überwunden wird. Durch den Druckaufbau wird die Flüssigkeit geringfügig komprimiert, Leitungen werden aufgeweitet. Das ist vergleichbar mit dem Zusammendrücken einer Feder. Wenn sich der Kolben in Bewegung gesetzt hat, ist die zu überwindende Gleitreibungskraft geringer. Der Druck -PG3 bewirkt jetzt in Ausfahr- richtung einen Kraftüberschuss. Dieser wird dadurch ausgeglichen, dass der Kolben einen kleinen Sprung nach vorn macht. Die Druckflüssigkeit dehnt sich wieder aus. Rohr und Schlauchleitungen ziehen sich zusammen (die hydraulische Feder hat sich entspannt). Der Kolben kommt kurzfristig zum Stillstand. Der Kolben bleibt allerdings nur so lange stehen, bis sich der Druck an -PG3 wieder so hoch aufgebaut hat, dass die Haftreibungskräfte wieder überwunden werden. Es entsteht eine ruckende Zylinderbewegung.

Fall b)

Der Zylinder soll mit entgegengesetzt wirkender Kraft ausfahren. Die Schaltung im Bild 6.8 bleibt unverändert. Die Stellung des Drosselventils bleibt ebenfalls unverändert. Der Druck von -PG3 wird gegenüber Fall a) also ansteigen. Der Anstieg ist abhängig von der zu überwindenden Kraft F .

Wie wird sich die Kolbengeschwindigkeit verhalten?

Beurteilen Sie die Druckdifferenz an der Drosselstelle (-PG2 und -PG3).

Drossel-Rückschlagventile

Drossel-Rückschlagventile werden in den meisten Fällen im Rücklauf eingebaut. Diese Einbaulage wird als Ablaufdrosselung bezeichnet. Dieser Einbau ist mit der Ablaufdrosselung in der Pneumatik vergleichbar.

10.6 Schlauchleitungen

(Bild 10.3) Schlauchleitungen und deren Armaturen sind in der Hydraulik ein sehr sensibler Bereich. Sie sind zwar in sehr vielen Fällen unentbehrlich, bringen aber auch eine ganze Menge Sicherheits- und Präzisionsprobleme mit sich.

Definition

Schlauchleitungen für hydraulische Anlagen sind Schläuche, die funktionsfähig mit Schlaucharmaturen verbunden sind.

Schläuche im Sinne der Sicherheitsregeln sind flexible, rohrförmige Halbzeuge, die aus einer oder mehreren Schichten und Einlagen aufgebaut sind.

(DGV 113-020)

Berufsgenossenschaftliche Regeln (BG-Regel)

Die BG-Regel (DGV 113-020) findet Anwendung auf Betriebsmittel, in denen Hydraulikanlagen mit hydraulischen Schlauchleitungen zum Antrieb in Maschinen, mobilen Arbeitsmitteln, Anlagen, Fahrzeugen sowie Schiffen und Offshore-Anlagen zum Einsatz kommen.

Hydraulikschlauch

Als Werkstoff für Innen- und Außenschicht werden in der Regel Elastomere oder Thermoplaste verwendet. Für Einlagen kommen in der Regel Stahldraht oder Fasern zum Einsatz.

Kennzeichnung von Hydraulikschläuchen

(Bild 10.3) Schläuche für Hydraulik-Schlauchleitungen müssen fortlaufend mit folgenden Angaben dauerhaft gekennzeichnet sein.

(DGV 113-020)

- Name oder Kennzeichnung des Herstellers (z. B. Parker).
- Nummer der Produktionsnorm (EN853).

- Schlauchtyp (2SN).
- Nenndurchmesser in mm oder Zoll (DN10).
- Quartal und die letzten Ziffern des Herstellungsjahres (2Q07).
- Die Schlauchhersteller geben in der Regel vor der Quartalsangabe den maximalen Betriebsdruck in bar/MPa/PSI an.

Kennzeichnung von Hydraulik-Schlauchleitungen

(Bild 10.4) Jede Schlauchleitung muss unabhängig von der Schlauchkennzeichnung mindestens mit den folgenden Angaben dauerhaft gekennzeichnet sein.

(DGV 113-020)

- Name oder Kennzeichen des Herstellers (XXX).
- Betriebsdruck (maximaler Arbeitsdruck) der Schlauchleitung (z. B. 320 bar).
- Die zwei letzten Ziffern des Herstellungsjahres und Monat der Herstellung (1405 = Mai 2014).

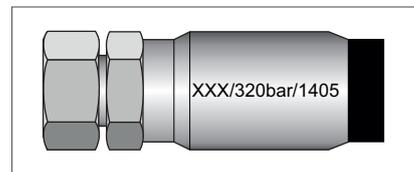


Bild 10.4 Kennzeichnung an der Armatur

Leitungsführung von Schlauchleitungen

Der sachgemäße Einbau einer Hydraulikschlauchleitung ist für die Lebensdauer von enormer Bedeutung.

Um die Funktionssicherheit von Hydraulik-Schlauchleitungen nicht durch verlegungsbedingte Beanspruchungen zu verkürzen, sind die folgenden Beispiele zu beachten:

(Bild 10.5) Eine Verdrehung des Schlauches ist zu vermeiden.

Hydraulikschläuche

Hydraulikschläuche müssen jährlich auf ihren Zustand überprüft werden. Diese Überprüfung muss durch eine befähigte Person vorgenommen und dokumentiert werden.

Lebensdauer von Schläuchen

Laut einer Empfehlung der Berufsgenossenschaften ist die Lebensdauer von Hydraulikschläuchen auf max. 6 Jahre beschränkt.

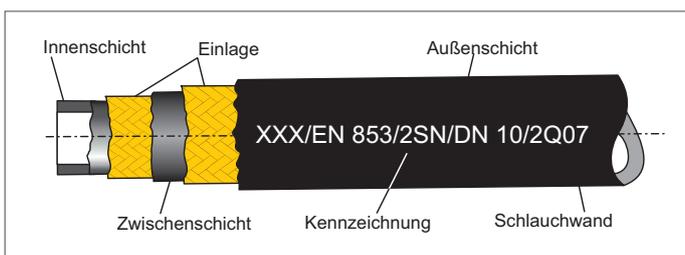


Bild 10.3 Kennzeichnung am Hydraulikschlauch

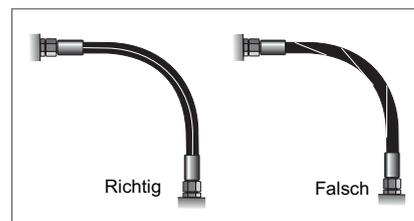


Bild 10.5 Verdrehung des Schlauches

Sachwortverzeichnis

A

Abnutzung 122
Abnutzungsvorrat 122
Arbeitselemente 131
Arbeitssicherheit/Unfallverhütung 119

B

Beruhigungsblech 22
Betätigungsart 44
Biegeradien 123
Blasenspeicher 103
Bypass 26

D

Differentialsteuerung 105
Differentialzylinder 34
Doppeltwirkender Zylinder 33
Drehantriebe 34
Drossel-Rückschlagventil 62
Drosselventil 61
Druckbegrenzungsventil 24, 81
Druckfilter 26
Druckmessung 13
Druckregelventil 84
Druckschalter 86
Druckschaltventile 86
Druckübersetzung 40
Druckventile 81
Durchflussgesetz 6

E

Eilgang-Vorschub-Steuerung 106
Einfachwirkender Zylinder 33
Elektromagnete 48
Endlagendämpfung 34
Energieerzeugung 131
Entsperrbares Rückschlagventil 54

F

Filter 25
Filterfeinheit 26
Flächenverhältnis 38
Flüssigkeitsanzeige 22

G

Gleichrichtersteuerung 56, 106

H

Halten einer Last 108
Handhilfsbetätigung 47
Hydraulik 1
Hydraulikaggregat 21
Hydraulikanlage 10
Hydraulikmotor 42
Hydraulikpumpen 23

Hydraulikrohre 123
Hydraulikschaltzeichen 131
Hydrauliksteuerung 11
Hydrauliksteuerungen 105
Hydraulische Arbeitselemente 33
Hydraulische Bremse 107
Hydraulische Druckübersetzung 6
Hydraulische Energie 7
Hydrospeicher 95
Hydrostatischer Druck 4

I

Inbetriebnahme hydraulischer Steuerungen 119
Inspektion 121
Instandhaltung 120
Instandsetzung 121

K

Kolbengeschwindigkeit 38
Kolbenkraft 38
Kompressibilität 9
Kraftübersetzung 39

M

Messturbine 14
Messwerterfassung 12
Mineralöle 9

P

Pumpenkennlinie 28

R

Referenzkennzeichnung 134
Rohrverschraubungen 123
Rotierende Antriebe 36
Rücklauffilter 25
Rücklaufleitung 22
Rückschlagventil 53

S

Saugfilter 25
Schlauchleitungen 124
Sicherheitsvorschriften 100
SI-Einheit 2
Speicherbauformen 95
Speicherblase 99
Speicherblock 96
Speicherschaltung 97
Sperrventile 53, 132
Stationärhydraulik 1
Stromregelventil 65
Stromventile 61, 132

T

Temperaturmessung 14

U

Umlaufsteuerungen 108

V

Ventilbauformen 44

Viskosität 8

Volumenstrommessung 14, 27

Volumenstromteilung 107

Vorspanndruck 99

W

Wartung 121

Wegeventile 43, 132

Z

Zahnradpumpe 24

Zylinderberechnung 37