

Praktikum: "Mechatronische Komponenten – Sensoren/Aktoren"

Versuch 5: Pneumatik - Grundlagen

Semester:

4

Gruppe:

2

Teilnehmer (Name, Vorname):

Peschke, Noah

Debray, Leonard

Jacobs, Christopher

Versuch durchgeführt am:

06.05.26

Testat für Durchführung:

Testat für Befragung:

Testat für Ausarbeitung:

Inhaltsverzeichnis

1	Versuchsvorbereitung	4
1.1	Bild 8.	4
1.2	Bild 7.	4
2	Versuchsaufgaben	5
2.1	Einfachwirkender Zylinder	5
2.1.1	Weg-Schritt-Diagramm	5
2.1.2	Systemschaltplan	5
2.1.3	Drossel-Rückschlagventil	5
2.1.4	Stick-Slip-Effekt	6
2.2	Doppeltwirkender Zylinder	6
2.2.1	Weg-Schritt-Diagramm	6
2.2.2	Systemschaltplan	6
2.2.3	Drossel-Rückschlagventil	6
2.3	Folgesteuerung mit einem doppeltwirkenden Zylinder	7
2.3.1	Weg-Schritt-Diagramm	7
2.3.2	Funktionsfähigkeit	7
2.4	Folgesteuerung mit zwei doppeltwirkenden Zylindern	7
2.4.1	Schaltplan	7
2.4.2	Wirkungsweise	8
2.5	Ausarbeitung: Berechnung und wirtschaftlicher Vergleich	8
2.5.1	Berechnung der Kolbenstangenkraft F	8
2.5.2	Berechnung der Arbeit W	8
2.5.3	Berechnung der Leistung P	8
2.5.4	Berechnung des Luftverbrauchs	9
2.5.5	Vergleich der Wartungseinheit	9
2.5.6	Betriebskosten der pneumatischen Steuerung	9
2.5.7	Vergleich der Betriebskosten	10

Abbildungsverzeichnis

1	Skizze des Zweidruckventils	4
2	Einfachwirkender Zylinder – Weg-Schritt-Diagramm	5
3	Einfachwirkender Zylinder – Systemschaltplan	5
4	Doppeltwirkender Zylinder – Weg-Schritt-Diagramm	6
5	Doppeltwirkender Zylinder – Systemschaltplan	6
6	Folgesteuerung mit einem doppeltwirkenden Zylinder – Weg-Schritt-Diagramm	7
7	Folgesteuerung mit zwei doppeltwirkenden Zylindern – Weg-Schritt-Diagramm	7

1 Versuchsvorbereitung

1.1 Bild 8.

Welche Richtung ist die Durchlassrichtung des Drosselrückschlagventils? Die Durchlassrichtung ist in dieser Darstellung von rechts nach links (freier Durchfluss). Die Luft drückt die Kugel aus ihrem Sitz nach links oben weg. Der Weg unten ist frei, und die Luft kann fast ungehindert am Drosselventil vorbeiströmen.

Welches ist das elektrisch vergleichbare Bauteil? Das elektrisch vergleichbare Bauteil ist hier die Diode. Schließt man die Bauteile parallel an, fließt der Strom in Durchlassrichtung fast komplett über die Diode. In der Gegenrichtung sperrt die Diode, und der Strom muss durch den Widerstand fließen.

1.2 Bild 7.

Funktionsweise Im Inneren des Ventils befindet sich ein beweglicher Kolben. Wenn nur von einer Seite Luft einströmt, drückt der Luftdruck den Kolben auf den gegenüberliegenden Sitz. Dadurch wird der Weg zum Ausgang versperrt. Liegt an beiden Seiten Druck an, blockieren sich die Kräfte gegenseitig. Die Luft kann nun von der Seite mit dem niedrigeren Druck am Kolben vorbei zum mittleren Ausgang strömen. Wenn beide Drücke exakt gleich sind, schaltet das Ventil ebenfalls durch.

Welche logische Funktion realisiert es? Das Zweidruckventil realisiert eine AND-Verknüpfung. Es erscheint nur ein Signal am Ausgang, wenn sowohl am Eingang links als auch am Eingang rechts Druckluft anliegt.

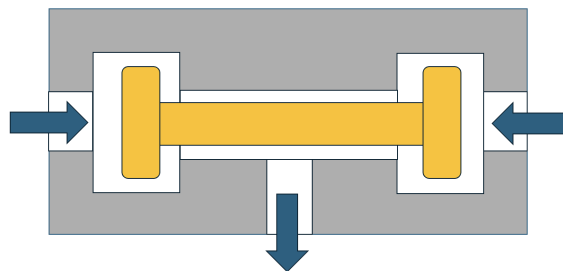


Abbildung 1: Skizze des Zweidruckventils

2 Versuchsaufgaben

2.1 Einfachwirkender Zylinder

2.1.1 Weg-Schritt-Diagramm

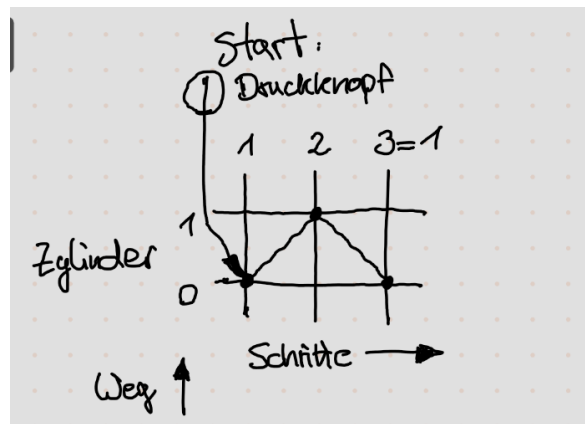


Abbildung 2: Einfachwirkender Zylinder – Weg-Schritt-Diagramm

2.1.2 Systemschaltplan

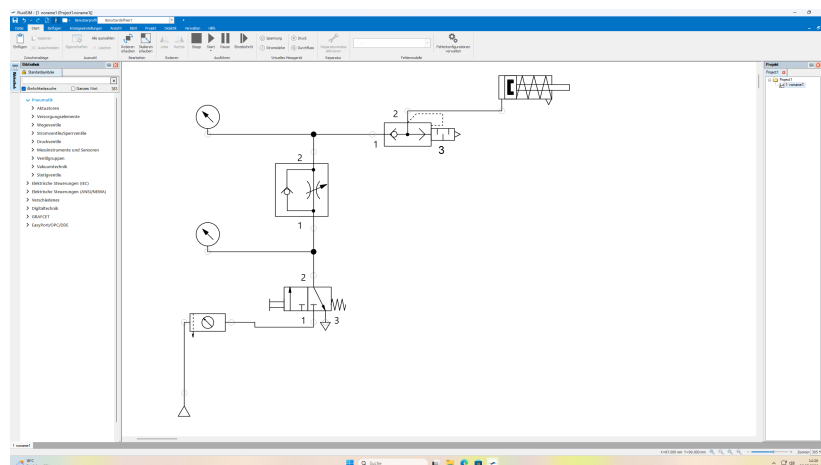


Abbildung 3: Einfachwirkender Zylinder – Systemschaltplan

2.1.3 Drossel-Rückschlagventil

Wenn man das Ventil aufdreht, wird die Zuluft erhöht. Hierdurch erhält man höhere Ausfahrgeschwindigkeiten des Zylinders. Allerdings kommt es bei kleineren Geschwindigkeiten zu einem Ruckeln.

2.1.4 Stick-Slip-Effekt

Der Stick-Slip-Effekt entsteht durch den Übergang von Haftreibung zur Gleitreibung. Beim langsamen Ausfahren des Zylinders kommt es zu einer ruckweisen Bewegung der Kolbenstange.

2.2 Doppeltwirkender Zylinder

2.2.1 Weg-Schritt-Diagramm

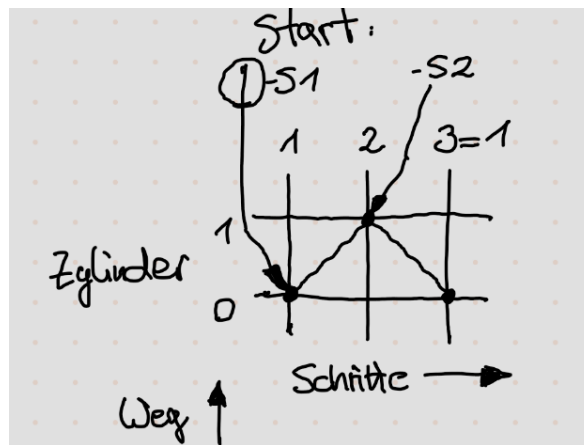


Abbildung 4: Doppeltwirkender Zylinder – Weg-Schritt-Diagramm

2.2.2 Systemschaltplan

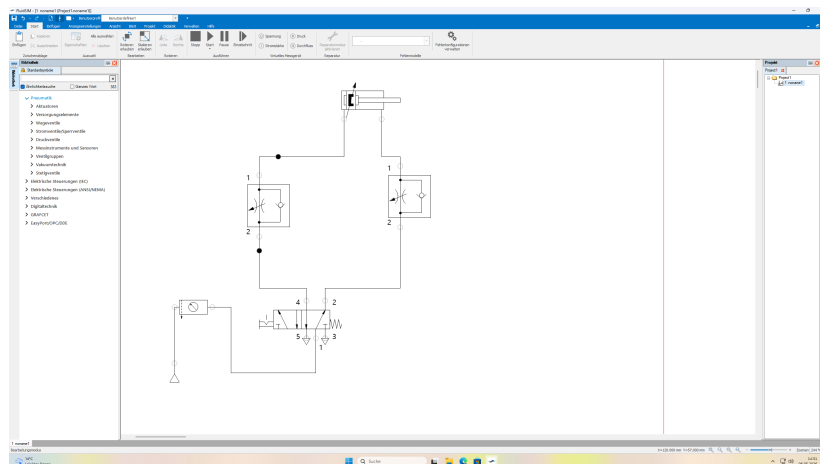


Abbildung 5: Doppeltwirkender Zylinder – Systemschaltplan

2.2.3 Drossel-Rückschlagventil

Durch die Abluftdrosselung zeigt sich, dass hierbei die Bewegung stabilisiert wird. Der Stick-Slip-Effekt wird minimiert. Bei geringen Geschwindigkeiten tritt dennoch ein Ruckeln auf.

2.3 Folgesteuerung mit einem doppelwirkenden Zylinder

2.3.1 Weg-Schritt-Diagramm

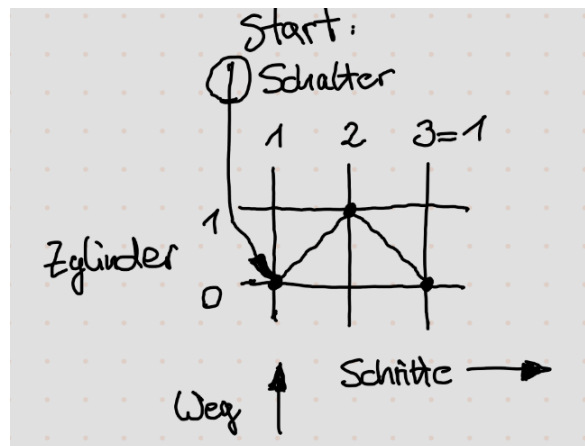


Abbildung 6: Folgesteuerung mit einem doppelwirkenden Zylinder – Weg-Schritt-Diagramm

2.3.2 Funktionsfähigkeit

Die Funktionsfähigkeit wurde erfolgreich abgenommen.

2.4 Folgesteuerung mit zwei doppelwirkenden Zylindern

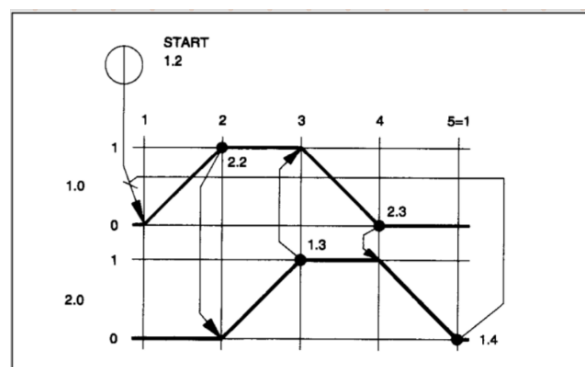


Abbildung 7: Folgesteuerung mit zwei doppelwirkenden Zylindern – Weg-Schritt-Diagramm

Das Weg-Schritt-Diagramm entspricht genau dem Diagramm aus der Versuchsvorbereitung, weshalb dieses hier eingefügt wurde.

2.4.1 Schaltplan

Der Schaltplan wurde realisiert.

2.4.2 Wirkungsweise

Wenn die End- oder Anfangsposition eines Zylinders erreicht wird, schaltet das Wegeventil, welches für die Zuluft des anderen Zylinders verantwortlich ist. Dadurch wird der eine Zylinder durch den anderen gesteuert. Wenn zum Beispiel der Zylinder 1 die Endposition 2.2 erreicht, wird das Wegeventil für den Zylinder 2 so gestellt, dass dieser ausfährt.

Generell gibt es noch ein 3/2-Wegeventil mit einem Wahlschalter, welcher die Zuluft für den Zylinder 1 steuert, da das Ventil mit einem Zweidruckventil (also einer AND-Verknüpfung) verschaltet ist.

2.5 Ausarbeitung: Berechnung und wirtschaftlicher Vergleich

2.5.1 Berechnung der Kolbenstangenkraft F

$$F = A \cdot p = \left(\frac{d}{2}\right)^2 \cdot \pi \cdot p \quad (1)$$

$$d = 20 \text{ mm}$$

$$p = 5 \text{ bar} = 0,5 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$F = 157,1 \text{ N}$$

2.5.2 Berechnung der Arbeit W

$$W = F \cdot s \quad (2)$$

$$F = 157,1 \text{ N}$$

$$s = 200 \text{ mm}$$

$$W = 31,42 \text{ Nm}$$

2.5.3 Berechnung der Leistung P

$$P = \frac{W}{T} \quad (3)$$

$$W = 31,42 \text{ Nm}$$

$$T = 2 \text{ s}$$

$$P = 15,71 \text{ W}$$

2.5.4 Berechnung des Luftverbrauchs

$$QZ = 2 \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^2 \cdot \pi \cdot s \cdot n \cdot \frac{p + 1 \text{ bar}}{1 \text{ bar}} \cdot \left(1 + \frac{\eta_v}{100 \%}\right) \quad (4)$$

$$QZ = 2 \cdot \left(\frac{20 \text{ mm}}{2}\right)^2 \cdot \pi \cdot 100 \text{ mm} \cdot 30 \frac{1}{\text{min}} \cdot \frac{5 \text{ bar} + 1 \text{ bar}}{1 \text{ bar}} \cdot \left(1 + \frac{20 \%}{100 \%}\right) \quad (5)$$

$$QZ = 13,6 \cdot 10^6 \frac{\text{mm}^3}{\text{min}} = 13,6 \frac{l}{\text{min}} \quad (6)$$

$$QS = k \cdot \left(\frac{d_S}{2}\right)^2 \cdot \pi \cdot l \cdot \frac{p + 1 \text{ bar}}{1 \text{ bar}} \cdot n \quad (7)$$

$$QS = 4 \cdot \left(\frac{2,6 \text{ mm}}{2}\right)^2 \cdot \pi \cdot 650 \text{ mm} \cdot \frac{5 \text{ bar} + 1 \text{ bar}}{1 \text{ bar}} \cdot 30 \quad (8)$$

$$QS = 2,5 \cdot 10^6 \frac{\text{mm}^3}{\text{min}} = 2,5 \frac{l}{\text{min}} \quad (9)$$

$$Q = QZ + QS = 13,6 \frac{l}{\text{min}} + 2,5 \frac{l}{\text{min}} = 16,1 \frac{l}{\text{min}} \quad (10)$$

2.5.5 Vergleich der Wartungseinheit

Da die Wartungseinheit auf $550 \frac{l}{\text{min}}$ spezifiziert ist, ist sie für unseren Einsatz von $16,1 \frac{l}{\text{min}}$ deutlich überdimensioniert.

2.5.6 Betriebskosten der pneumatischen Steuerung

$$BK = Q \cdot BD \cdot AT \cdot S \cdot AS \cdot EK \cdot \frac{60}{1000} \quad (11)$$

$$BK = 16,1 \frac{l}{\text{min}} \cdot 10 \text{ Jahre} \cdot 220 \frac{\text{Tage}}{\text{Jahr}} \cdot 2 \frac{\text{Schichten}}{\text{Tag}} \cdot 8 \frac{h}{\text{Schicht}} \cdot 7,3 \frac{ct}{m^3} \cdot \frac{60}{1000} \quad (12)$$

$$BK = 248223 \text{ ct} \quad (13)$$

$$BK = 2482,23 \text{ €} \quad (14)$$

Entgegen der Gl. 17 aus der Anleitung habe ich in Gleichung 11 anstatt durch 100.000 nur durch 1.000 geteilt. Diese Teilung dient der Umrechnung von Litern auf m^3 , wobei es sich um einen Faktor von 1000 handeln sollte.

2.5.7 Vergleich der Betriebskosten

Die Betriebskosten für den pneumatischen Zylinder sind mit 2482 € deutlich höher als die eines elektrischen Linearmotors, der nur 960 € kosten würde. Ein Betrieb mit Druckluft wäre also nicht wirtschaftlich.