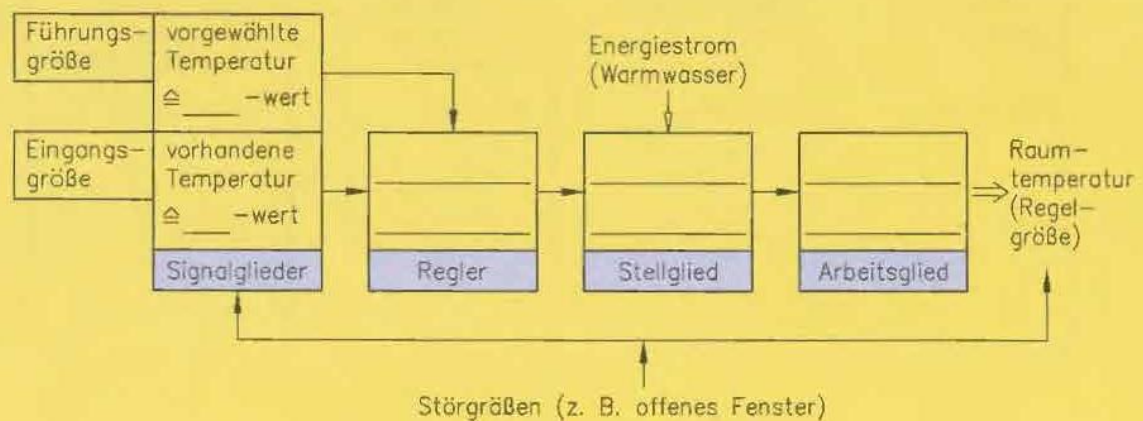
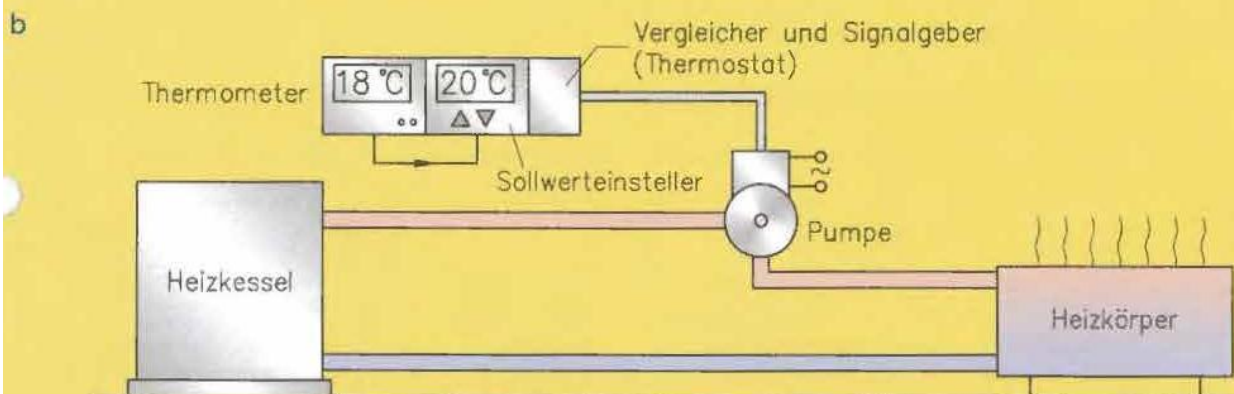
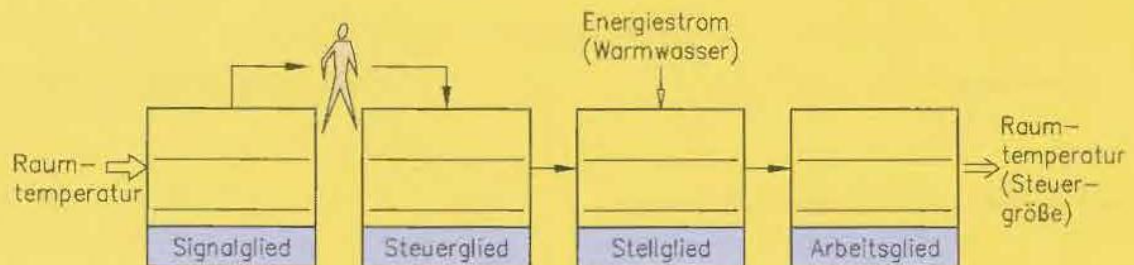
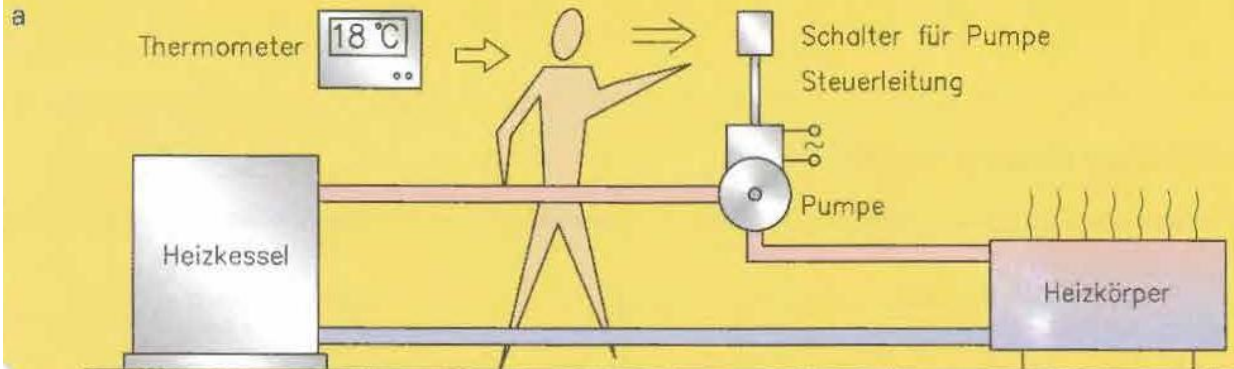


Problemstellung:

Zwei Heizungsanlagen, die unterschiedlich „gefahren“ werden.
Stellen Sie die Wirkungswege der Heizungsanlagen a und b fest, indem Sie die entsprechenden Bauteile aus den Zeichnungen in die darunterstehenden Blockschaltbilder übertragen.



Welche Heizungsanlage würden Sie vorziehen? Begründung?

A Unterschied Steuern – Regeln

- ① Die Heizungsanlagen a und b stellen zwei Arten der „Lenkung“ eines technischen Systems dar. Wie bezeichnet man diese beiden Arten?

Heizungsanlage a

Heizungsanlage b

- ② Worin besteht der grundsätzliche Unterschied dieser beiden Arten der „Lenkung“?

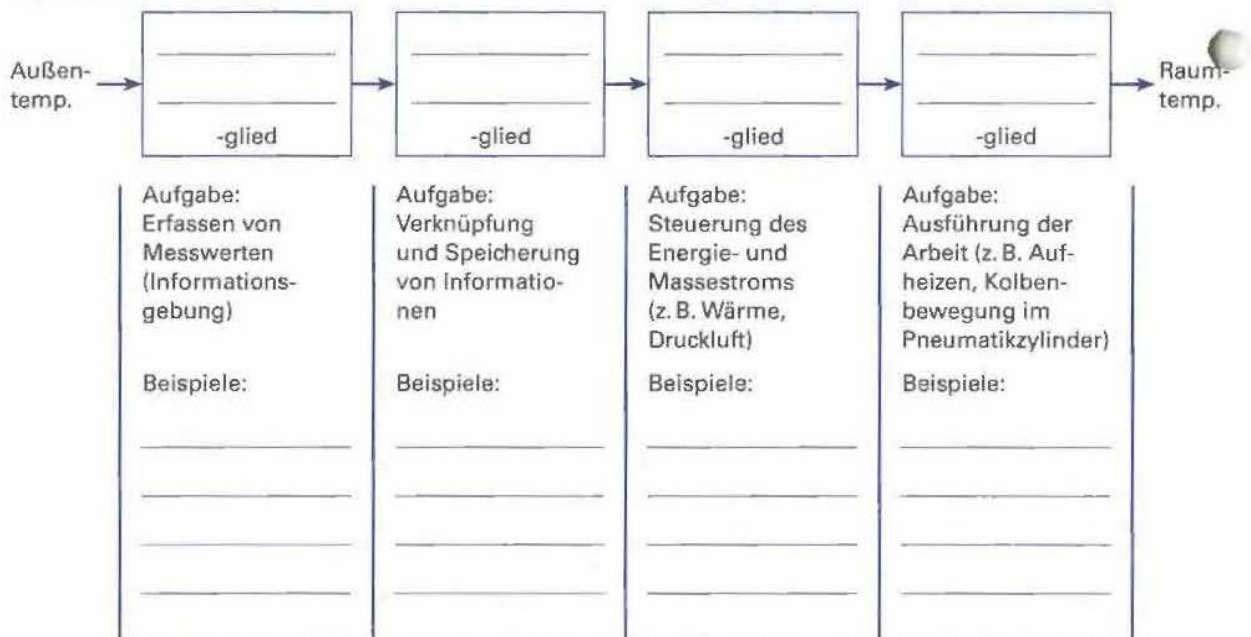
Der Wirkungsablauf beim Steuern ist

Der Wirkungsablauf beim Regeln ist

Wie wird der Wirkungsablauf deshalb bezeichnet?

B Wichtige Begriffe des Steuerns und Regelns

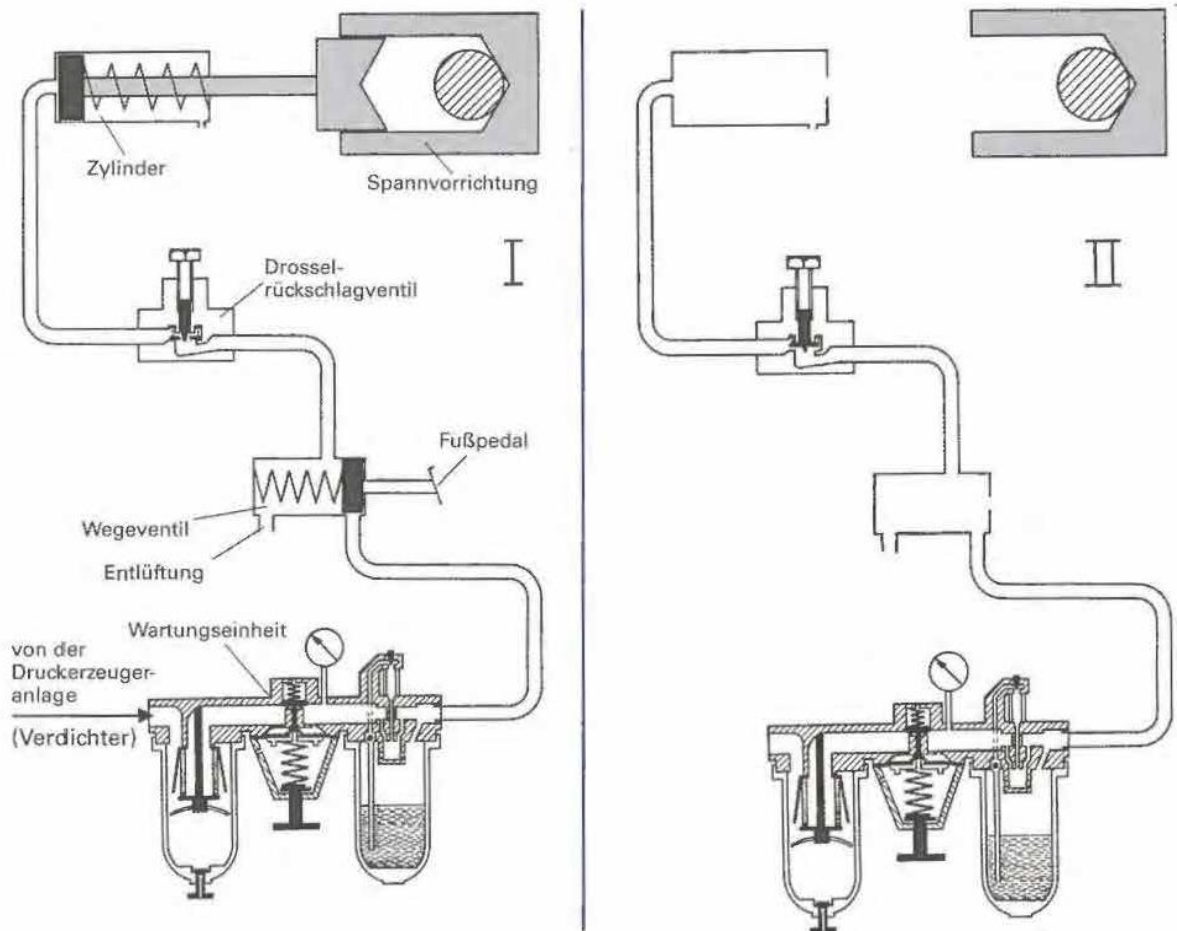
Die einzelnen Glieder einer gesteuerten bzw. geregelten Anlage werden nach ihrer Aufgabe (Funktion) bezeichnet. Ergänzen Sie die Übersicht.



A Pneumatische Anlage

① Was versteht man unter Pneumatik?

- ② a) Skizzieren Sie bei II die Stellung des Wegeventils und des Arbeitszylinders, wenn die Anlage durch das Fußpedal betätigt wird, und tragen Sie mit Pfeilen den Zufluss der Druckluft ein.
b) Zeichnen Sie bei I mit Pfeilen den Abfluss der Druckluft ein, wenn der Fuß vom Fußpedal des Wegeventils genommen wird.



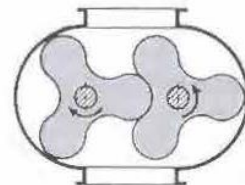
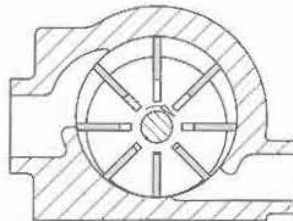
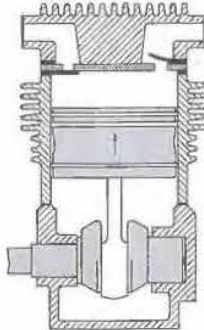
③ Welchen Zweck hat bei der pneumatischen Anlage oben das Drosselrückschlagventil?

Beim **Zurückfahren** des Zylinderkolbens (Entlüften):

Beim **Vorwärtsfahren** des Zylinderkolbens (Arbeitsgang):

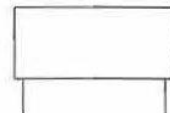
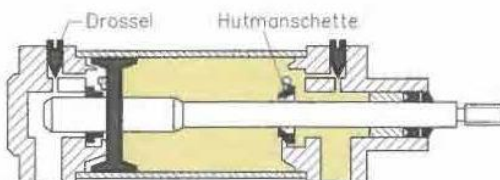
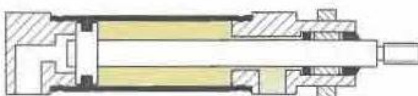
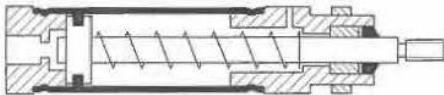
B Verdichter

- ① Wie bezeichnet man die abgebildeten Luftverdichter?
- ② Tragen Sie mit Pfeilen den Verlauf des Luftstroms ein und kennzeichnen Sie die Saugseite und die Druckseite an den Verdichteranschlüssen mit S bzw. D.



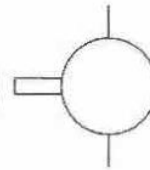
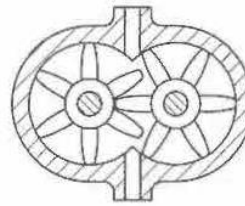
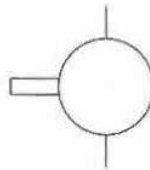
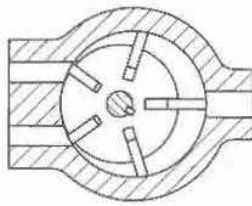
C Arbeitsglieder (Zylinder und Motoren)

- ① Welche grundsätzliche Aufgabe haben Druckluftzylinder und -motoren, die als Arbeitsglieder (Antriebsglieder) eingesetzt werden? (vgl. die Anlage S. 49)
- ② Informieren Sie sich über die Funktionsweise dieser Pneumatikzylinder. Geben Sie jeweils die fachgerechte Bezeichnung an und vervollständigen Sie die Symbole.



- ③ Welchen Zweck hat eine Endlagendämpfung?

- ④ Wie werden diese Druckluftmotoren bezeichnet?
Zeichnen Sie die Durchflussrichtung ein und ergänzen Sie die Symbole.



D Ventile (Steuer- und Stellglieder)

Wie bezeichnet man Ventile, die in einer pneumatischen Anlage die folgenden Aufgaben erfüllen?

Sie steuern Beginn, Ende und Richtung des Druckluftstroms.

Sie steuern die Menge der durchströmenden Druckluft.

Sie sperren den Druckluftstrom in einer Richtung.

Sie regeln den Druck in der pneumatischen Anlage.

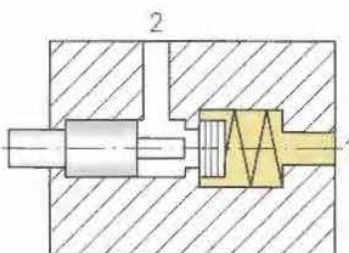
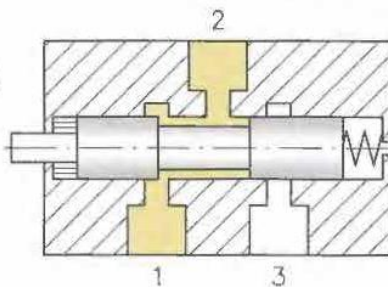
E Wegeventile

Die **Anschlüsse** bei pneumatischen Wegeventilen werden mit Ziffern bezeichnet.

Dabei bedeuten:

Druckanschluss (Zufluss):	1	(alte Norm: P)
Arbeitsanschlüsse:	2 (4, 6 ...)	(alte Norm: A (B, C ...))
Entlüftung (Abfluss):	3 (5, 7 ...)	(alte Norm: R (S, T ...))

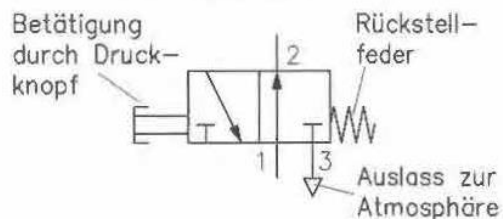
- ① Wie bezeichnet man die abgebildeten Wegeventile?
Markieren Sie bei den Sinnbildern jeweils mit x die Schaltstellung, welche in der Ventilabbildung dargestellt ist.



(Ventilbezeichnung)

Dieses Ventil hat _____ gesteuerte Anschlüsse.

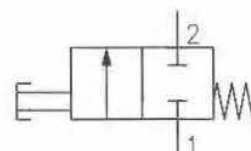
Dieses Ventil hat _____ Schaltstellungen.

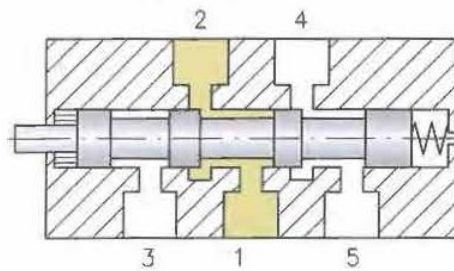
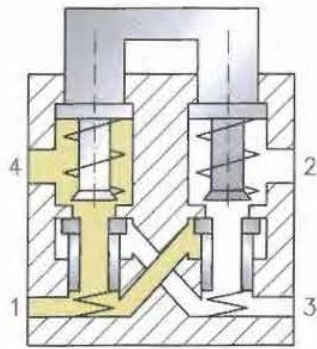


(Ventilbezeichnung)

Dieses Ventil hat _____ gesteuerte Anschlüsse.

Dieses Ventil hat _____ Schaltstellungen.

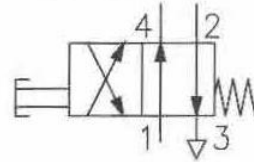




(Ventilbezeichnung)

Dieses Ventil hat _____ gesteuerte Anschlüsse.

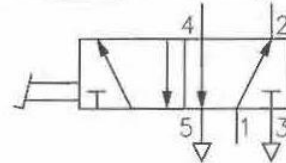
Dieses Ventil hat _____ Schaltstellungen.



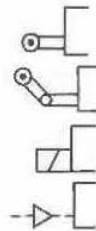
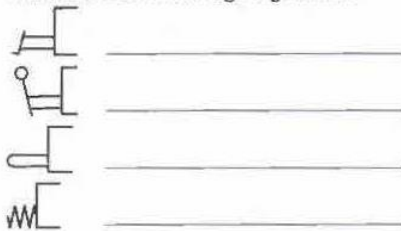
(Ventilbezeichnung)

Dieses Ventil hat _____ gesteuerte Anschlüsse.

Dieses Ventil hat _____ Schaltstellungen.

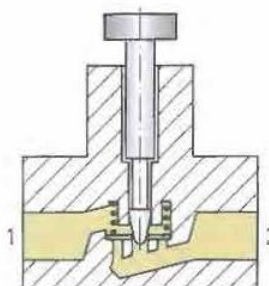
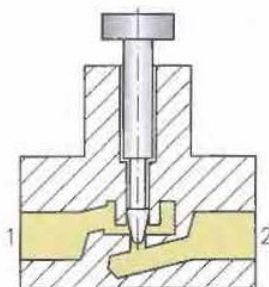


- ② Wegeventile können auf unterschiedliche Weise betätigt werden. Welche Betätigungen sind in den folgenden sinnbildlichen Darstellungen gemeint?



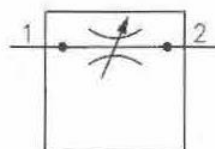
F Stromventile

- ① Welche genauere Bezeichnung haben die abgebildeten Ventile? Ergänzen Sie jeweils das Sinnbild.



(Ventilbezeichnung)

bedeutet: _____



(Ventilbezeichnung)

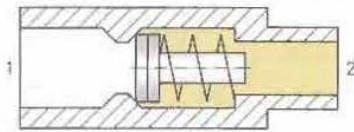
- ② Wie funktioniert ein Drosselrückschlagventil?

a) Wenn der Luftstrom **von 1 nach 2** fließt, _____

b) Wenn der Luftstrom **von 2 nach 1** fließt, _____

G Sperrventile

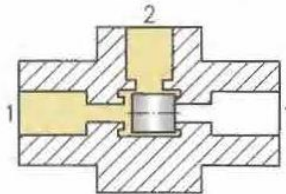
Welche genauere Bezeichnung haben die abgebildeten Ventile? Ergänzen Sie jeweils das Sinnbild.



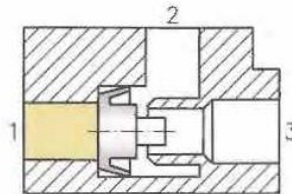
(Ventilbezeichnung)

a) Wenn der Luftstrom **von 1 nach 2** fließt, ist das Ventil _____.

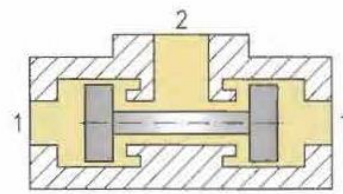
b) Wenn der Luftstrom **von 2 nach 1** fließt, ist das Ventil _____.



(Ventilbezeichnung)



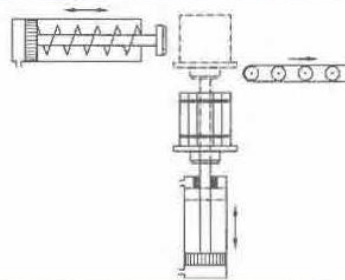
(Ventilbezeichnung)



(Ventilbezeichnung)

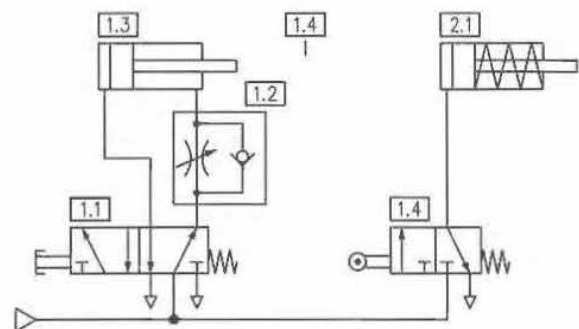
H Schaltplan

Beispiel:
Transportanlage
(Ein Paket soll angehoben und auf ein Förderband geschoben werden.)



Skizze der wirklichen Lage der Arbeitsglieder











Aus der obigen räumlichen Skizze ergibt sich folgender **Schaltplan**:



- ① Wie heißen die einzelnen Teile der Anlage (Fachausdrücke)?

I Funktionsdiagramm (Weg-Schritt-Diagramm)

(Das Weg-Schritt-Diagramm ist nicht genormt.)

Bauelemente			Schritte			
Benennung	Nr.	Lage/Zustand	1	2	3	
doppelt wirkender Zylinder	1.3	2 1				
einfach wirkender Zylinder	2.1	2 1				
5/2-Wegeventil	1.1	a b				
3/2-Wegeventil	1.4	a b				

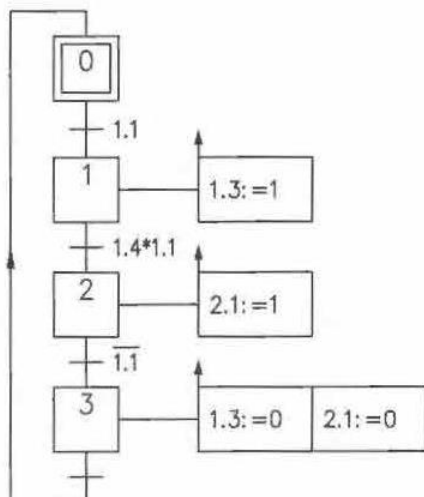
Beschreiben Sie den Ablauf der Steuerung, wie er im Funktionsdiagramm dargestellt ist.

K GRAFCET (Funktionsplan nach DIN EN 60848)

In einem GRAFCET werden Steuerfunktionen mit Schritten und Weberschaltbedingungen (Transitionen) dargestellt. An jeden Schritt können beliebig viele Aktionen angeschlossen werden. Es gibt auch verzweigte Abläufe. Der GRAFCET ist technologieunabhängig, d. h. die Realisierung kann z. B. pneumatisch, elektrohydraulisch oder durch eine speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) erfolgen.

Ergänzen Sie den folgenden GRAFCET, der sich auf den Schaltplan S. 53 bezieht, durch kurze Kommentare.

Kommentar:



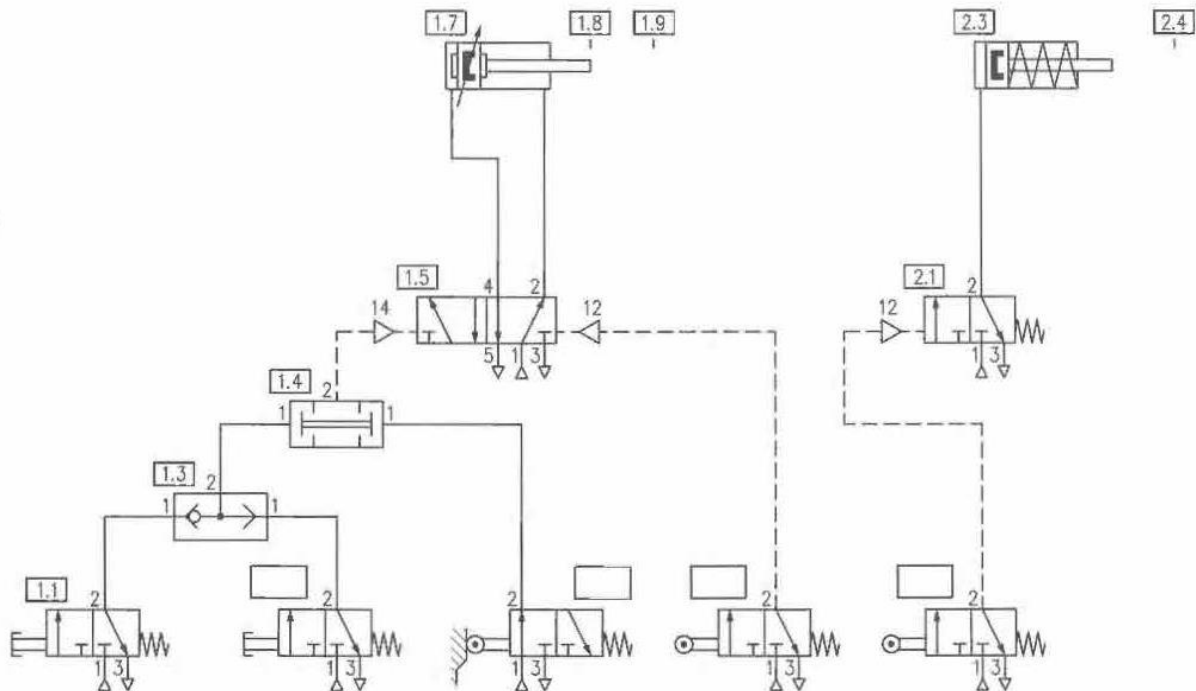
„Einschaltzustand“ (Ausgangsstellung)

L Ablaufsteuerung und logische Verknüpfungen

Problemstellung:

Die Transportanlage (S. 53) soll wahlweise durch kurze manuelle Betätigung von 1.1 oder 1.2 gestartet werden können. Dies soll aber nur möglich sein, wenn Zylinder 1.7 eingefahren ist.

- ① Ergänzen Sie den Pneumatikplan durch zwei Steuerglieder (1.6 und 2.2), mit denen die Ausfahrgeschwindigkeit der beiden Kolben stufenlos eingestellt werden kann, und vervollständigen Sie die Kennzeichnung der Bauteile.



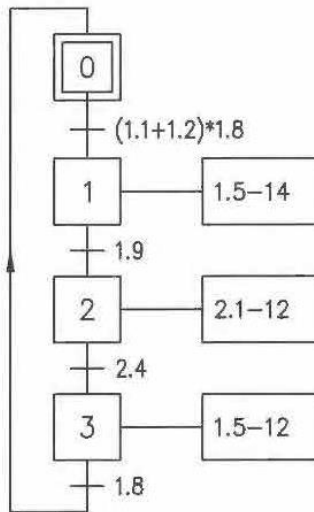
- ② Wie werden die beiden Bauteile 1.3 und 1.4 fachgerecht bezeichnet und welche logische Funktion haben sie?

- ③ Geben Sie die vollständige Bezeichnung des Bauteils 1.5 an und erklären Sie die Anschlussbezeichnung „14“.

- ④ „Beschreiben Sie den Ablauf der Steuerung, nachdem das Stellglied 1.5 durch einen Startimpuls betätigt wurde.“

- ⑤ Ergänzen Sie die Wahrheitstabelle für die Startbedingung und ergänzen Sie den GRAFCET.

1.1	1.2	1.8	1.5-14
0	0	0	
0	0	1	
0	1	0	
0	1	1	
1	0	0	
1	0	1	
1	1	0	
1	1	1	



Kommentar:

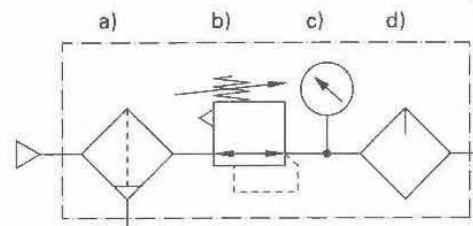
„Einschaltzustand“

„Startbedingung“

- ⑥ Wegen einer Störung klemmt der Kolben von Zylinder 2.3 in seiner vorderen Endlage und kann deshalb nicht mehr einfahren. Kann der Ablauf trotzdem neu gestartet werden? Begründen Sie Ihre Entscheidung.

M Wartungseinheit

- ① Aus welchen einzelnen Funktionen besteht die Druckluftaufbereitung?

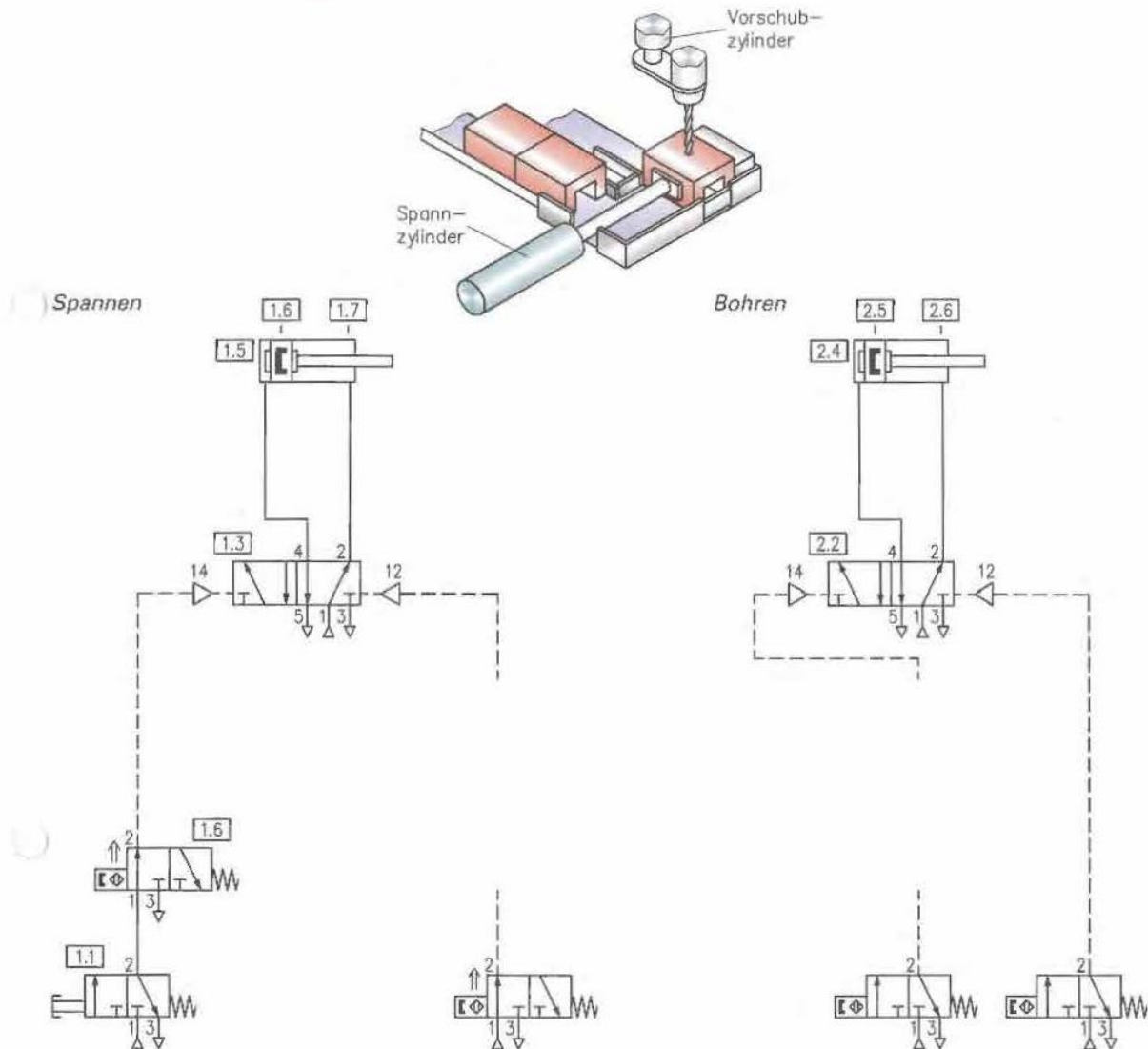


- ② Zeichnen Sie die vereinfachte Darstellung dieser Wartungseinheit.

N Steuerung einer Bohrvorrichtung

Problemstellung:

Mit der Bohrvorrichtung werden die manuell zugeführten Werkstücke pneumatisch gespannt und gebohrt. Wenn der Spannzylinder eingefahren ist, kann der Ablauf durch Betätigung eines Druckknopfs gestartet werden. Verbessern Sie den vorgegebenen Pneumatikplan.



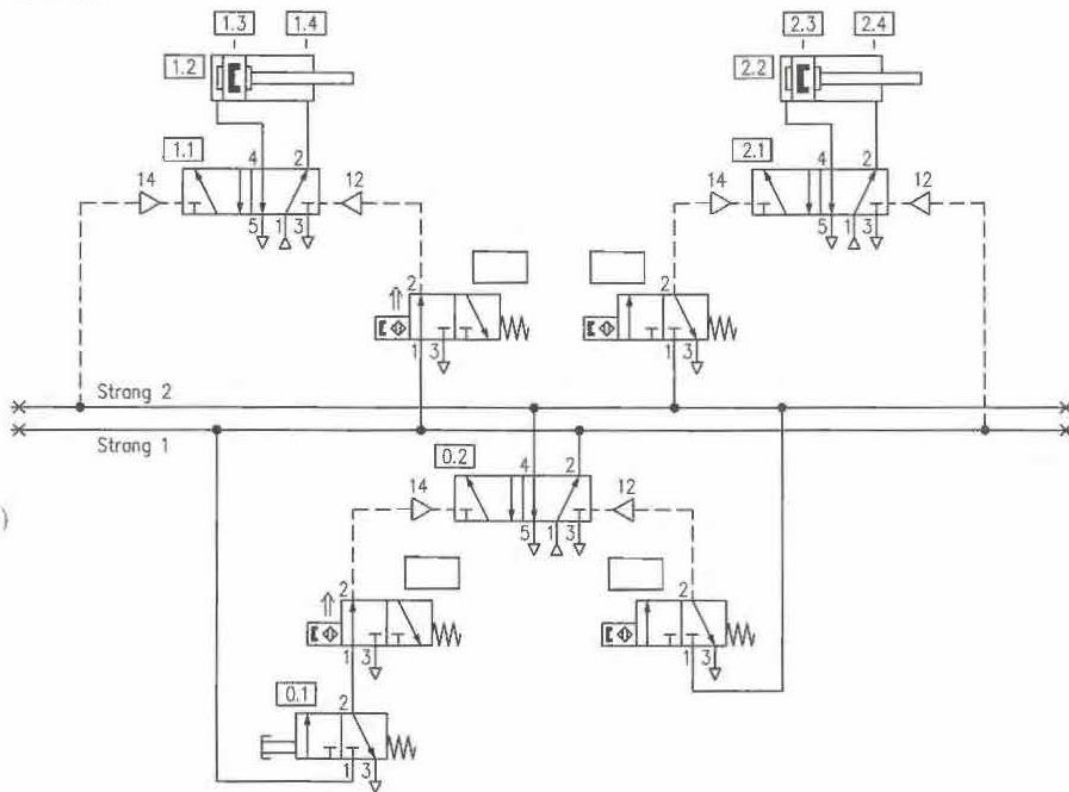
① Im Pneumatikplan wurde auf die Darstellung der Wartungseinheit und des Hauptventils verzichtet.

- Benennen Sie die einzelnen Schritte der Ablaufsteuerung.
- Zeichnen Sie in den Schaltplan Bauteile zur Geschwindigkeitssteuerung ein.
- Ergänzen Sie die Bezeichnungen der Bauteile.
- Die Steuerung oben funktioniert nicht (!). Erläutern Sie, warum nicht.

a) _____

d) _____

- ⑦ Bei dem Pneumatikplan für die Bohrvorrichtung S. 57 wird „Signalüberschneidung“ mit einem Umschaltventil verhindert.



- a) Welches Bauteil wird als Umschaltventil verwendet?
Beschreiben Sie auch, was die Umschaltung bewirkt.

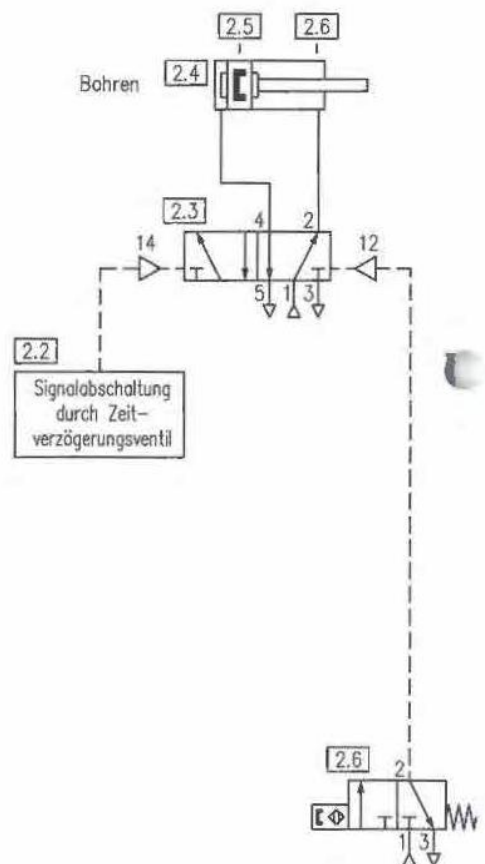
- b) Geben Sie in der Tabelle die Signalzustände der Verteilerstränge und der Stellglieder 1.1 und 2.1 an. Tragen Sie „1“ ein, wenn der Strang bzw. Steueranschluss unter Druck steht, und „0“, wenn er entlüftet ist. Schritt 0 entspricht der Ausgangsstellung.

	Strang		1.1-14	1.1-12	2.1-14	2.1-12
	1	2	1.2 +	1.2 -	2.2 +	2.2 -
Schritt 0						
Schritt 1						
Schritt 2						
Schritt 3						
Schritt 4						

- c) Woran ist ersichtlich, dass keine Signalüberschneidung auftritt?

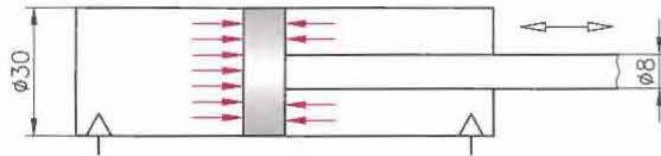
-

-



Berechnungen zur Kolbenkraft

Doppelt wirkender Zylinder:



Der Druck in pneumatischen und hydraulischen Anlagen wird gemessen in bar.

$$1 \text{ bar} = 10 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2}$$

- ① Warum ist bei gleichem Luft- oder Öldruck die Kolbenkraft des doppelt wirkenden Zylinders bei der Nach-rechts-Bewegung größer als bei der Nach-links-Bewegung?

Für die Berechnung der wirksamen Kolbenkraft gilt:

$$F = p_e \cdot A \cdot \eta \quad [\text{N}]$$

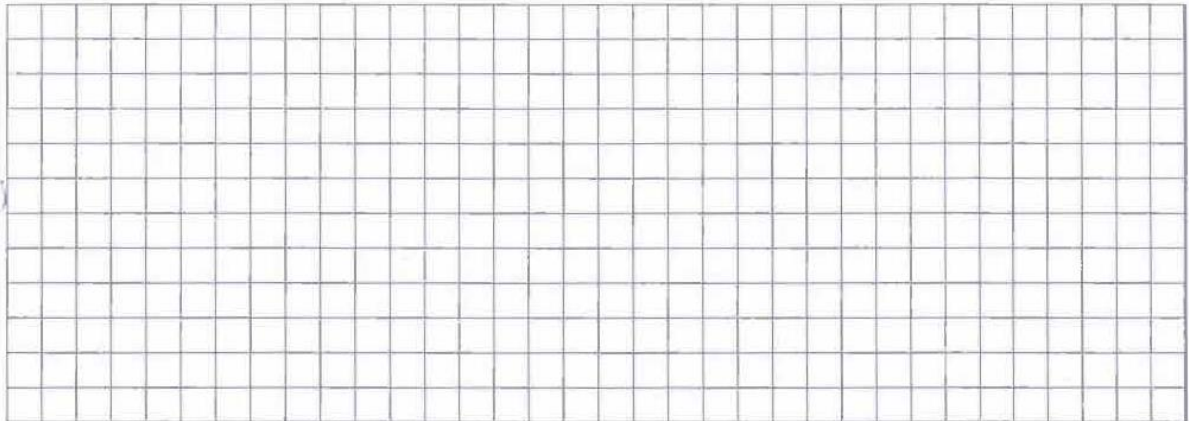
F wirksame Kolbenkraft [N]

p_e Überdruck (über atmosphärischem Druck $\approx 1 \text{ bar}$) [bar]

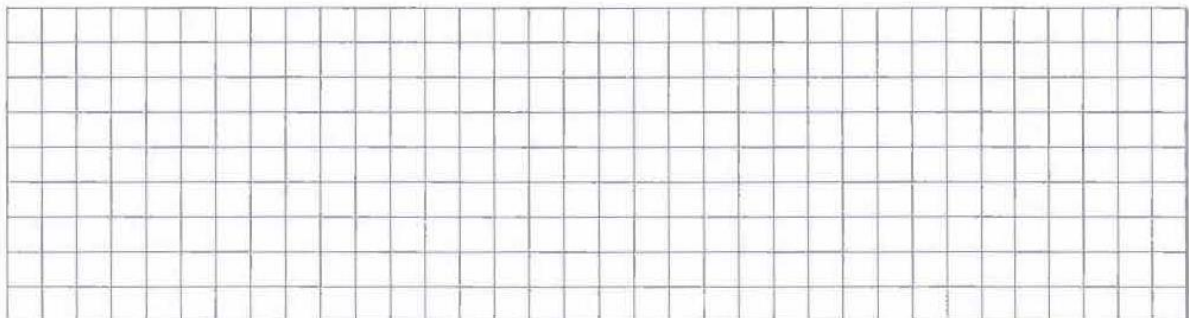
A druckbeaufschlagte Kolbenfläche [cm²]

η Wirkungsgrad (η berücksichtigt Kolbenkraftverluste, z. B. durch Reibungskräfte zwischen Kolben und Zylinder)

- ② Berechnen Sie an dem doppelt wirkenden Zylinder oben
a) die druckbeaufschlagten Kolbenflächen bei beiden Bewegungen,
b) die jeweiligen Kolbenkräfte, wenn der Anlagendruck 6 bar und der Wirkungsgrad 0,85 betragen.



- ③ Welchen Durchmesser muss der Kolben eines einfach wirkenden Zylinders haben, wenn die Kolbenkraft 450 N groß sein soll? Der Anlagendruck ist 6 bar, der Wirkungsgrad 0,8.



Berechnungen zum Luftverbrauch pneumatischer Zylinder

Der Luftverbrauch bei Pneumatikzylindern hängt ab vom Zylinderdurchmesser, der Hublänge, dem absoluten Luftdruck und der Hubzahl.

einfach wirkender Zylinder

$$Q = A \cdot s \cdot n \cdot \frac{p_e + p_{amb}}{p_{amb}}$$

doppelt wirkender Zylinder

$$Q = 2 \cdot A \cdot s \cdot n \cdot \frac{p_e + p_{amb}}{p_{amb}}$$

Q Luftverbrauch in cm^3/min oder l/min

A Kolbenfläche in cm^2 oder dm^2

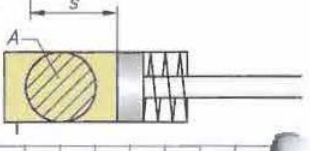
s Hublänge in cm oder dm

n Hubzahl pro Minute

p_e Überdruck in bar

p_{amb} Luftdruck in bar

- ① Ein einfach wirkender Zylinder hat einen Kolben- \varnothing von 50 mm und einen Betriebsdruck von 4 bar. Die Hublänge beträgt 120 mm, die Hubzahl 40 pro Minute. Berechnen Sie den Luftverbrauch des Zylinders.



- ② Der Kolben eines doppelt wirkenden Zylinders hat einen \varnothing von 40 mm und arbeitet bei einem Betriebsdruck von 10 bar und 50 Hübren pro Minute. Die Hublänge ist 140 mm. Wie groß ist der Luftverbrauch des Zylinders?

Der Luftverbrauch pneumatischer Zylinder kann auch mithilfe des **spezifischen Luftverbrauchs** berechnet werden. Er kann Tabellen oder Diagrammen im Tabellenbuch entnommen werden. Die Formeln für den einfach und doppelt wirkenden Zylinder sind:

einfach wirkender Zylinder

$$Q = q \cdot s \cdot n$$

doppelt wirkender Zylinder

$$Q = 2 \cdot q \cdot s \cdot n$$

q spezifischer Luftverbrauch in l/cm Hub
(Der spezifische Luftverbrauch gibt für verschiedene Kolbendurchmesser die Luftmenge für 1 cm Hub an.)

- ③ Berechnen Sie den Luftverbrauch des Zylinders von Aufgabe ① mithilfe des spezifischen Luftverbrauchs. (Tabellenbuch benutzen!)

- ④ Berechnen Sie den Luftverbrauch des Zylinders von Aufgabe ② mithilfe des spezifischen Luftverbrauchs. (Tabellenbuch benutzen!)