

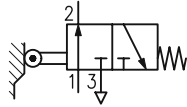
3.2.3 Grundregeln pneumatischer und hydraulischer Schaltpläne

Aufbau der Schaltpläne

Ein Schaltplan (*circuit diagram*) erfasst die **Betriebsmittel** (*equipment*) und ihre **Verschlauchung** (*piping*).

Vergleichen Sie die folgenden Regeln mit Bild 1.

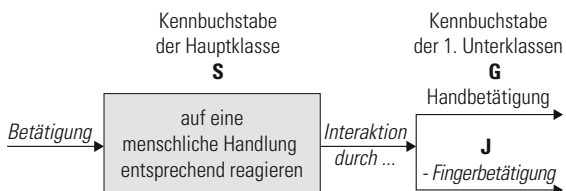
1. Geordnet nach Baugruppen der Druckluftenergieversorgung, Signaleingabe, Verarbeitung und Antrieb erfolgt eine von unten nach oben strukturierte Darstellung.
2. Die Darstellung im Schaltplan entspricht nicht der tatsächlichen Lage innerhalb einer Einrichtung.
3. Zur Darstellung der Baugruppen werden Symbole nach ISO 1219-1 verwendet (Kap. 3.2.2 oder Tabellenbuch).
4. Zylinder und Ventile werden in der Stellung dargestellt, in der sie sich vor dem Start der Steuerung befinden. Zylinder können deshalb im ausgefahrenen Zustand gezeichnet werden. Vor dem Start betätigte Ventile werden mit einem „Schaltnocken“ gekennzeichnet. Die Anschlussleitungen liegen dann an der aktivierten Seite des Symbols.
5. Druckluftleitungen werden rechtwinklig zueinander als Volllinien gezeichnet. Leitungen, die der Betätigung dienen, sind Steuerleitungen und werden als Strichlinien gezeichnet.



Kennzeichnung industrieller Objekte (DIN EN IEC 81346-2: 2020-10)

Diese Norm legt die Kennzeichnung industrieller Anlagen fest. Dazu zählen auch pneumatische, hydraulische oder elektrische Baugruppen. Jedes Teil (z. B. Ventile, Schalter, Kolben) erhält ein sogenanntes Referenzkennzeichen. Die Norm legt ein Klassifizierungsschema vor, das in allen industriellen Branchen anwendbar ist.

Ein elektrischer Handschalter und ein pneumatisches Ventil mit Schalthebel zum Beispiel erhalten den gleichen Kennbuchstaben. Ihre Funktionen sind identisch, denn beide wandeln eine Handbetätigung in ein Signal um. Sie erhalten den Kennbuchstaben „S“ für ihre Funktion (Bild 2).

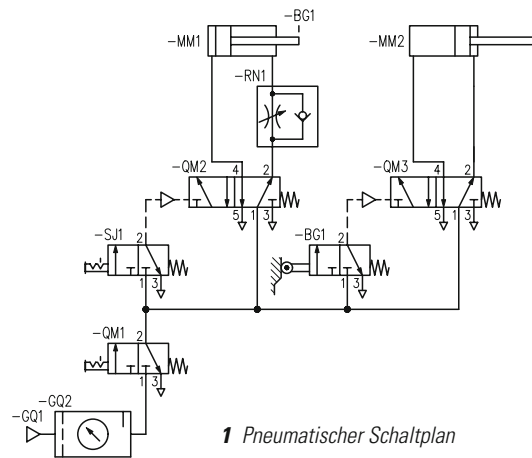


2 Konzept der Referenzkennzeichen

Wenn es erforderlich oder hilfreich ist, kann die Angabe um einen Buchstaben der 1. Unterklasse erweitert werden, der eine zusätzliche Information liefert.

Für ein pneumatisches Ventil mit Schalthebel lautet die Kennzeichnung **SG** und für einen elektrischen Schalter **SJ**. Um eine

höhere Detaillierung zu erzielen, ermöglicht die Norm die Angabe einer 2. Unterklasse, auf die hier verzichtet wird.



1 Pneumatischer Schaltplan

Das vollständige Referenzkennzeichen erhält noch ein Vorzeichen (-, + oder =) und eine Zählnummer, sodass das pneumatische Ventil die Kennzeichnung **-S1** oder **-SG1** und der elektrische Schalter die Kennzeichnung **-S2** oder **-SJ2** erhält.

Die Referenzzeichen der Baugruppen der pneumatischen Schaltung (Bild 1) wurden wie in der Tabelle (Bild 3) strukturiert. Sie machen deutlich, dass in dieser Steuerung zwei fast identische Ventile unterschiedliche Funktionen erfüllen. Das Ventil -SJ1 ist ein 3/2 Wegeventil und wird von den Fingern einer Hand betätigt, dagegen wird das Ventil -BG1 vom Kolben in einer bestimmten Position geschaltet.

Die Norm unterscheidet in ihrer Hauptklasse die Prozessaktivitäten der Objekte in siebzehn Funktionen und verteilt entsprechend siebzehn Kennbuchstaben. Jede Funktion kann in mehrere Unterklassen konkretisiert werden (Tabellen).

Vorzeichen als Strukturierungsangabe

- produktbezogene Struktur
- + ortsbezogene Struktur
- = funktionsbezogene Struktur

Hauptklasse

- S menschliche Handlung erkennen und entsprechend reagieren

Unterklasse

- J Interaktion durch Fingerbetätigung

Zählnummer

- 1 Fortlaufende Nummer für gleichartige Bauteile, z. B. -SJ1, -SJ2



3 Struktur der Referenzkennzeichen

Hinweis: Eine Auswahl von Kennzeichnungen industrieller Objekte gemäß DIN EN IEC 81346-2 ist im Anschluss an das Sachwortregister dargestellt.



Video Kennzeichnung nach Norm

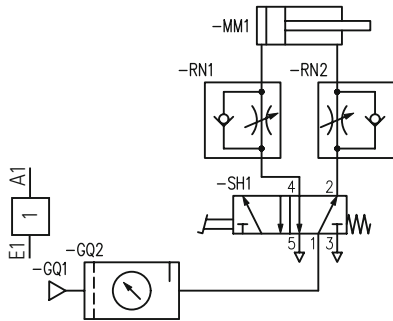
AH GK S. 89

Schritt 3: Entwickeln der Steuerung (control)

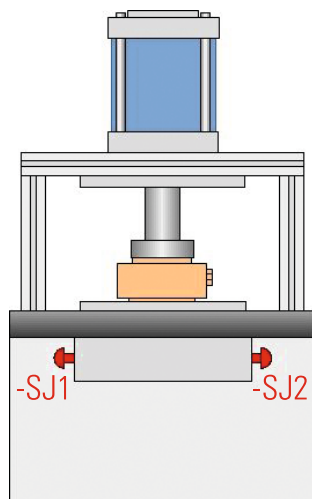
■ Geräteliste

-GQ1	Kompressor
-GQ2	Wartungseinheit
-SH1	Fußventil: 5/2-Wegeventil mit Fußbetätigung, Sperrruhestellung
-RN1	Drosselrückschlagventil
-RN2	Drosselrückschlagventil
-MM1	Schneidzylinder: doppeltwirkender Zylinder (Führungszylinder)

Hinweis: Durch Drehen des Funktionsplanes um 90° entsteht eine Vorlage für den Pneumatikplan:

**Planungsaufgabe 2 (planning assignment)**

Ein gefräster Zylinderkopf eines kleinen Pneumatikzylinders soll zur Dichtigkeitsüberprüfung in eine Vorrichtung (Prüfplatte) gepresst werden (Bild 1). Die Anpresskraft erzeugt ein Pneumatikzylinder. Er fährt aus, sobald zwei pneumatische Signalgeber gleichzeitig betätigt werden. Wird die Betätigung beendet, fährt der Zylinder zurück. Die Signalgeber müssen so angebracht werden, dass sie mit **beiden** Händen bedient werden müssen. Um eine Manipulation auszuschließen, ist Zweihandsicherheitsblock einzusetzen.



1 Spannvorrichtung

Schritt 1: Festlegen des Antriebsgliedes (actuator)

Es wird ein doppelt wirkender Pneumatikzylinder mit Endlagendämpfung verwendet. Der Kolben soll abluftgedrosselt ausfahren und ungedrosselt einfahren.

Schritt 2: Analysieren der Signalverknüpfungen (combination of signals)

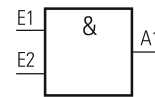
■ Zuordnungstabelle:

Gerät	Signal	Beschreibung
Handtaster, links	E1	E1 = 1: Signalgeber wird betätigt Durchfluss der Druckluft
Handtaster, rechts	E2	E2 = 1: Signalgeber wird betätigt Durchfluss der Druckluft
Spannzylinder	A1	A1 = 1: Werkstück wird gespannt A1 = 0: Werkstück wird entspannt

■ Herausarbeiten der Grundfunktionen:

Die Signale E1 und E2 müssen den Wert 1 haben, damit das Prüfstück gespannt werden kann. Dann gilt: A1 = 1. Ist die Bedingung nicht erfüllt, gilt: A1 = 0.

■ Funktionsplan

**Schritt 3: Entwickeln der Steuerung (control)**

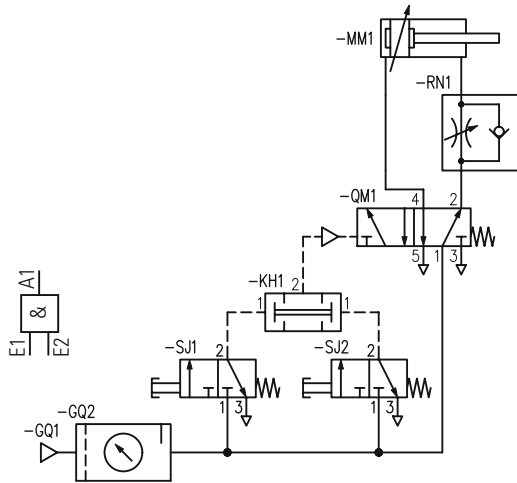
■ Geräteliste

-GQ1	Kompressor
-GQ2	Wartungseinheit
-SJ1	Handtaster, links 3/2-Wegeventil mit Sperrruhestellung, Fingerbetätigung durch Druckknopf und Feder
-SJ2	Handtaster, rechts 3/2-Wegeventil mit Sperrruhestellung, Fingerbetätigung durch Druckknopf und Feder
-KH1	Zweidruckventil
-QM1	5/2-Wegeventil mit mechanischer Betätigung durch Druckluft und Federrückstellung
-RN1	Drosselrückschlagventil
-MM1	Spannzylinder: doppeltwirkender Zylinder mit einstellbarer Endlagendämpfung



Video
Zweihand-
sicherheits-
steuerung

■ Schaltplan (circuit diagram)



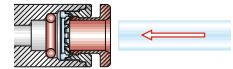
3.2.5 Montage pneumatischer Einrichtungen

Die Montage (*assembly*) pneumatischer Baugruppen erfolgt durch **Stecken** (*plugging*) und **Verschrauben** (*screwing*). Pneumatische Leitungen können **Schläuche** (*hoses*) aus Kunststoff oder Gummi aber auch Rohre (*pipes*) aus Stahl, Kupfer oder Aluminium sein. Metallrohre sind gegen äußere thermische und mechanische Einwirkungen widerstandsfähiger als Kunststoffrohre. Pneumatikschläuche zeichnen sich durch ihre hohe Biegsamkeit, Vielfalt und ihren verhältnismäßig geringen Preis aus, was ihre häufige Verwendung begründet. Schläuche können mit Steckverbindungen bequem und schnell angeschlossen werden. Das Bild 1 zeigt verlegte Leitungen mit unterschiedlichen Verbindungskomponenten. Das Bild 2 zeigt die fachgerechte Montage und Demontage einer Steckverbindung. Bei der Verlegung von Druckluftschläuchen ist zu beachten, dass dickwandige Schläuche sich besser biegen lassen als dünnwandige, die aber leichter knicken.

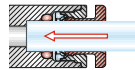
1. Rohrenden rechtwinklig abschneiden und außen sowie innen entgraten.



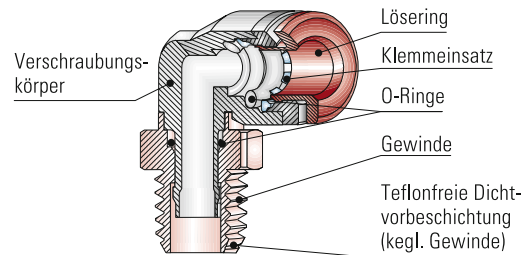
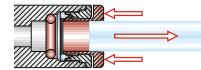
2. Rohrende (Aussenoberfläche frei von Beschädigungen) durch den Lösering schieben.



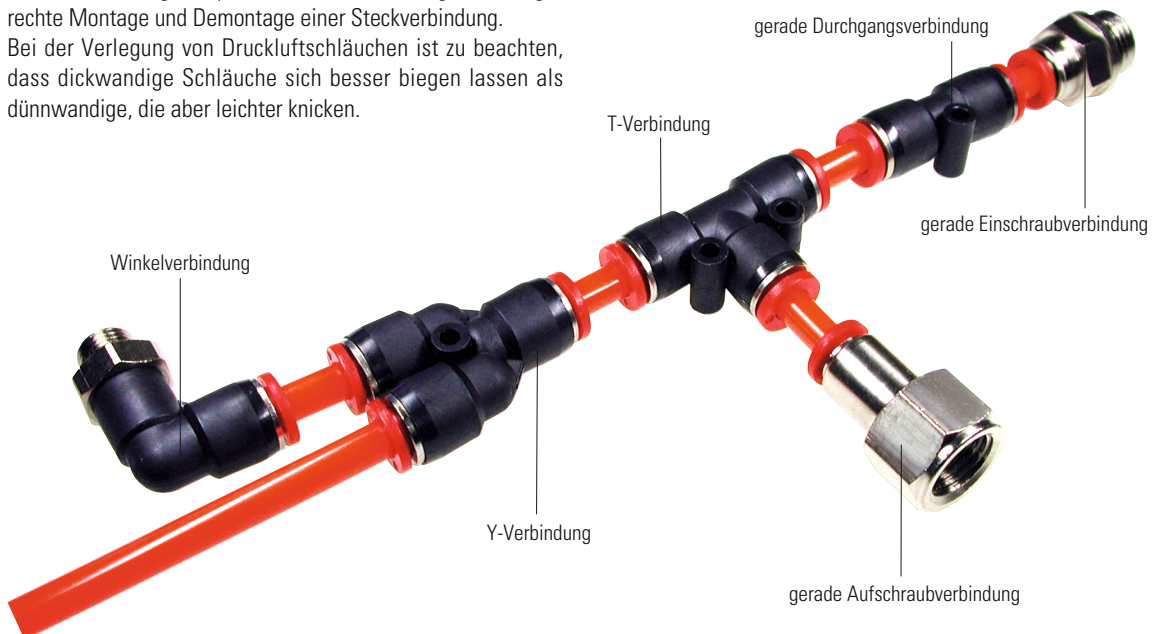
3. Leichten Widerstand vom O-Ring überwinden und Rohrende bis zum Anschlag durchschieben.



4. Lösering gegen die Armatur drücken und Rohr herausziehen.



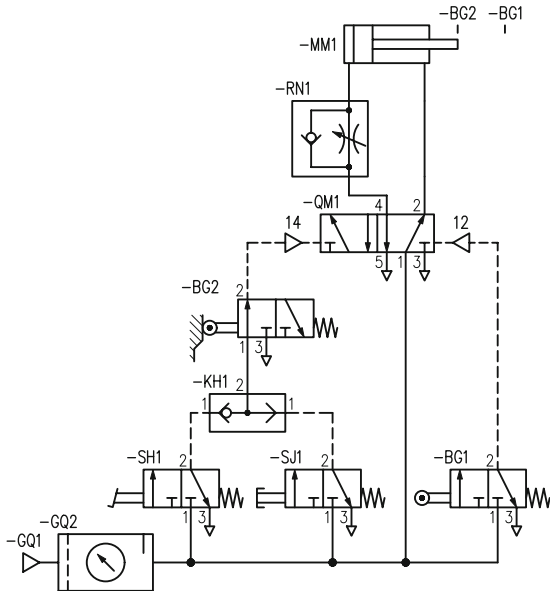
2 Montage und Demontage einer Steckverbindung



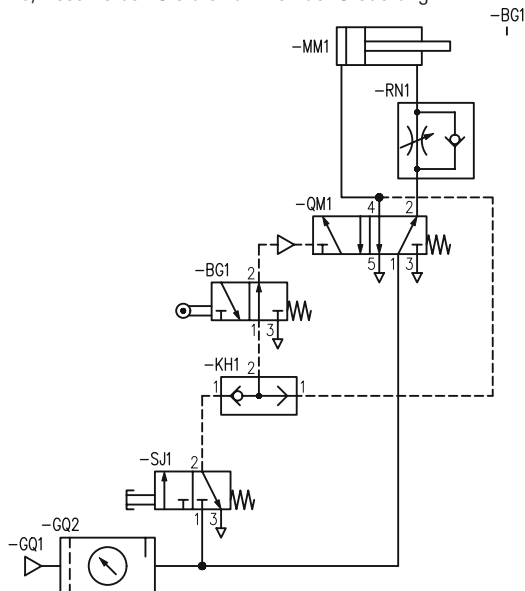
1 Steckverbindungen

ÜBUNGEN

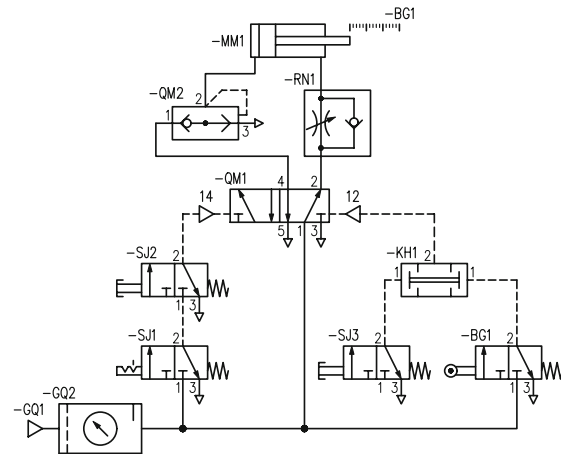
- Der Pneumatikplan soll analysiert werden.
 - Benennen Sie die verwendeten pneumatischen Baugruppen.
 - Beschreiben Sie die Bedingungen zum Ein- und Ausfahren des Zylinders.
 - Beschreiben Sie die Geschwindigkeitssteuerung des Kolbens.
 - Erstellen Sie den Funktionsplan der Steuerung.



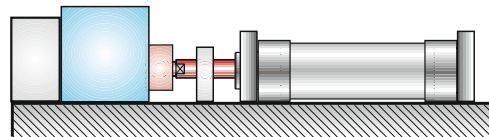
- Beschreiben Sie die Geschwindigkeitssteuerung des Kolbens.
 - Beschreiben Sie die Funktion der Steuerung.



- Beschreiben Sie die Funktion der Steuerung.
 - Beschreiben Sie die Geschwindigkeitssteuerung des Kolbens.



- Ein einfach wirkender Zylinder soll mit Betätigen des Signalgebers (Ventil mit Handbetätigung und Raste) ein Werkstück spannen.
 - Entwickeln Sie den Pneumatikschaltplan.
 - Leider steht Ihnen nur ein 5/2-Wegeventil zur Verfügung. Wie lösen Sie das Problem?



- Entwickeln Sie eine Steuerung mit zwei doppelt wirkenden Zylindern. Wenn zwei Signalgeber (Handtaster) betätigt werden, fahren beide Zylinder gleichzeitig aus, einer von ihnen abluftgedrosselt. Sie fahren erst dann wieder ein, wenn der langsamere Zylinder seine Endlage (Rollentaster) erreicht hat. Der zweite Zylinder fährt mit erhöhter Rückhubgeschwindigkeit ein.



Pneumatikplan Übung 1



Pneumatikplan Übung 2



Pneumatikplan Übung 3

3.3 Elektropneumatik

In elektropneumatischen Steuerungen (*electropneumatic controls*) wird **elektrische Energie** eingesetzt, um **Signale** zu erfassen, sie zu verarbeiten und als **Befehle** (*commands*) auszugeben.

Die elektrische Signalverarbeitung (*signal processing*) bietet den Vorteil, dass sie Informationen schneller verarbeiten und übertragen kann als es zum Beispiel mit Druckluft möglich wäre. Dieser Vorteil wird besonders bei langen Wegen deutlich. Weitere Vorteile sind der geringe Wartungsaufwand und die im Verhältnis kostengünstigeren elektrischen Baugruppen. Die Signalverarbeitung erfolgt entweder **verbindungsprogrammiert** durch **Relais** (*relays*), **elektronische Bauteile** (*electronic components*) oder **speicherprogrammiert** (*stored programmed*) auf der Grundlage eines geschriebenen Programms (*programs*), das von einem **Steuerg r t** (*control unit*) abgearbeitet wird (siehe Kap. 6.3.3).

Die **Antriebe** (*drives*) werden von pneumatischen Baugruppen (siehe Kap. 6.2.2) ausgeführt, die die zugeführte Energie in Bewegungsenergie umsetzen. Sie bestehen aus **Wartungseinheit** (*maintenance unit*), elektrisch betätigten Wegeventilen (*directional valves*), pneumatischen Antrieben (siehe Kap. 6.2.2.6) und aus Stromventilen (*flow control valves*) (Drosselr ckschlagventile oder Schnellentl ftungsventile; Bild 1).

3.3.1 Elektrisch betätigte Wegeventile

Merke

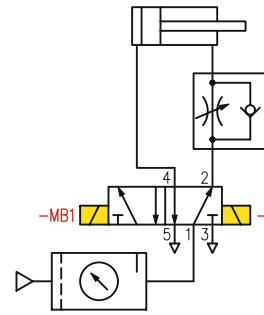
Das Bindeglied zwischen elektrischer Signalverarbeitung und dem pneumatischen Antrieb ist das elektrisch betätigte Wegeventil, das Magnetventil (*magnetic valve*) (Bild 2).

Die erforderlichen Schaltkr fte erhält das Wegeventil von den Elektromagneten (-MB1 und -MB2). Als Bindeglied erscheint es im Pneumatikplan und im Stromlaufplan (Bild 1).

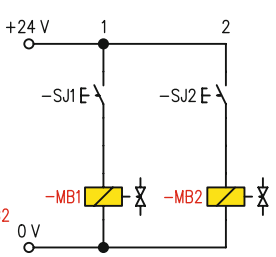
3.3.2 Elektrische Steuerung

Entsprechend der aktuellen Steuerbedingung werden in elektrischen Steuerungen (*electric open loop controls*) elektrische Baugruppen zur Informationsverarbeitung unterschiedlich miteinander verknüpft. Hierzu muss Strom (*current*) auf veränderlichen Wegen zu den Verbrauchern geführt werden. Dies geschieht entweder mit **mechanischen Kontakten** (*mechanical contacts*), die einen Stromkreis (*circuit*)  ffnen oder schließen, oder mit **Halbleitern** (*semiconductors*), wie z. B. mit Transistoren (*transistors*). Mechanische Kontakte unterliegen einem Verschleiß, während Halbleiter verschleißfrei sind, jedoch durch Spannungsspitzen und Vertauschen der Polarität zerstört werden können.

Darstellung im Pneumatikplan



Darstellung im Stromlaufplan



1 Elektrisch betätigtes Wegeventil mit den Magnetspulen -MB1 und -MB2



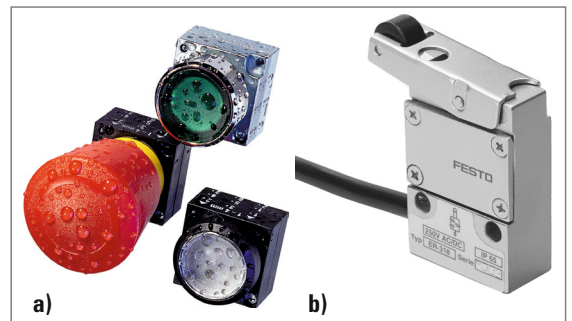
2 Wegeventil mit beidseitiger magnetischer Betätigung

3.3.2.1 Elektrische Kontaktsteuerung, Relaissteuerung

Zur Signalverarbeitung der Steuerungen können elektrische Kontakte (*electric contacts*) von Signalgebern oder Relais verwendet werden. In diesem Fall handelt es sich um elektrische Kontaktsteuerungen mit Relais, kurz: **Relaissteuerungen** (*relay controls*).

Die Signalgeber, die elektrische Signale liefern, werden in verschiedenen Ausführungsformen angeboten. Zu unterscheiden sind mechanische und elektronische Signalgeber (vgl. Seite 149 und Bild 3).

Mechanische Signalgeber (*mechanical signal transmitters*) haben einen oder mehrere elektrische Kontakte, die als Schließer, Öffner oder Wechsler ausgelegt sein können (Seite 161 Bild 1 und Lernfeld 4 Kap. 2 „Elektrotechnik“).



3 Mechanische Signalgeber a) Drucktaster b) Rollentaster

Regeln zum Stromlaufplan (flow diagram) am Beispiel der Schaltung in Bild 1.

- Im Stromlaufplan verläuft der **Signalfluss von oben nach unten**.
- Die obere waagerechte Leiterbahn ist mit dem Pluspol einer Spannungsquelle verbunden, die untere mit dem Minuspol.
- Die Stromwege sind geradlinig und im Verlauf parallel zu zeichnen und von links nach rechts fortlaufend zu nummerieren.
- Schaltzeichen und Schaltelemente sind senkrecht darzustellen.
- Die verwendeten Betriebsmittel werden in einem Symbol¹⁾ dargestellt und mit einem Buchstaben²⁾ gekennzeichnet. Wichtige elektrische Schaltsymbole finden Sie in Gerätebeschreibungen und im Tabellenbuch.
- Für Elemente eines Gerätes, z. B. Relais, sind die gleichen Gerätebezeichnungen vorzusehen.
- Hauptstromkreis und Steuerstromkreis werden getrennt angeordnet.

Logische Verknüpfungen elektrischer Steuerungen

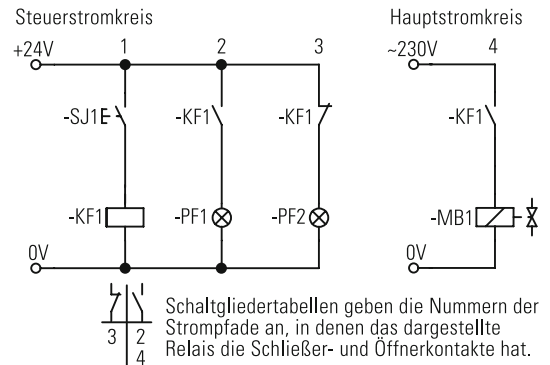
Wie logische Grundfunktionen (*basic logic functions*) (vgl. Kap 3.1.6) in der Kontaktsteuerung (*contact control*) realisiert werden, zeigt die Tabelle Bild 2 an Schaltungsbeispielen (*examples of circuits*).

Beispiel: Torsteuerung (*gate control*):

Zwei Hallen innerhalb eines Gebäudekomplexes sind durch ein Falttor (*folding gate*) miteinander verbunden (Bilder 3 und 4). Die Torflügel werden von pneumatisch betriebenen Zylindern (*cylinders*) auf- und zugeschoben. Auf jeder Hallenseite des To-



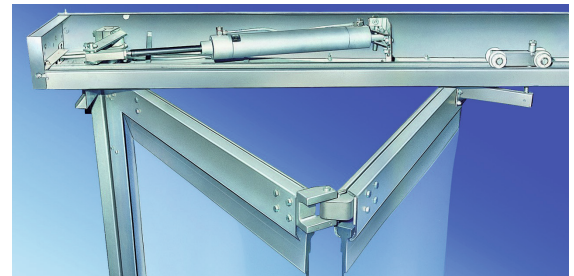
3 Hallentor



1 Stromlaufplan

Logische Funktion	Schaltungsbeispiel	Bemerkungen
UND-Funktion (AND-function)		Reihenschaltung von Signalgebern
ODER-Funktion (OR-function)		Parallelschaltung von Signalgebern
NICHT-Funktion (NOT-function)		Das eingegebene Signal wird umgekehrt

2 Logische Grundverknüpfungen



4 Einrichtung zum Öffnen und Schließen des Hallentors

1) Symbole der Elektrotechnik sind in DIN EN 60617 genormt.

2) Die Kennzeichnung elektrischer Betriebsmittel ist in DIN EN 81346 genormt.



1 Pneumatische Antriebseinheit der Torsteuerung

res befinden sich zwei elektrische Signalgeber, einer zum Öffnen und einer zum Schließen. Die Planung erfolgt nach dem im Kap. 3.2.4 dargestellten Konzept.

■ Festlegen des pneumatischen Antriebes (*pneumatic drive*) (Bild 1).

Schaltgliedertabellen geben die Nummern der Strompfade an, in denen sich Schließer- und Öffnerkontakte der dargestellten Relais befinden.

■ Analysieren der Signalverknüpfungen (*combination of signals*)

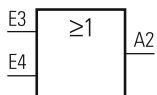
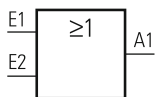
Zuordnungstabelle:

Gerät	Signal	Beschreibung
Handtaster Halle A: Öffnen	E1	E1 = 1: Signalgeber wird betätigt
Handtaster Halle B: Öffnen	E2	E2 = 1: Signalgeber wird betätigt
Handtaster Halle A: Schließen	E3	E3 = 1: Signalgeber wird betätigt
Handtaster Halle B: Schließen	E4	E4 = 1: Signalgeber wird betätigt
Wegeventil	A1	A1 = 1: Tor wird geöffnet
Wegeventil	A2	A2 = 1: Tor wird geschlossen

Herausarbeiten der Grundfunktionen:

Das Tor soll sich dann öffnen, wenn ein Signalgeber „Öffnen“ der Halle A oder Halle B betätigt wird. Es soll sich schließen, wenn ein Signalgeber „Schließen“ der Halle A oder Halle B betätigt wird.

Funktionsplan (*logic diagram*) erstellen:

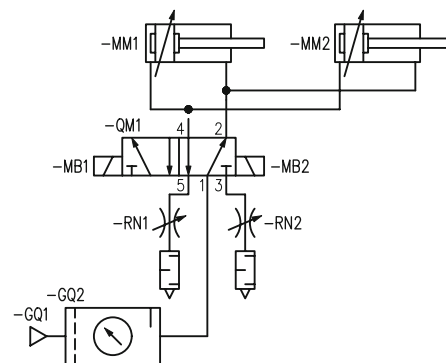


■ Entwicklung der Steuerung Geräteliste erstellen:

-GQ2	Wartungseinheit (<i>maintenance unit</i>)
-RN1	Drosselventil (<i>throttle valve</i>)
-RN2	Drosselventil
-QM1	5/2-Wegeventil (<i>directional valve</i>) mit beidseitiger elektrischer Betätigung
-MM1	Doppelt wirkender Zylinder mit einstellbarer Endlagendämpfung
-MM2	Doppelt wirkender Zylinder mit einstellbarer Endlagendämpfung
-SJ1	Handtaster (<i>manual push-button</i>) Halle A: Öffnen (Schließer)
-SJ2	Handtaster Halle B: Öffnen (Schließer)
-SJ3	Handtaster Halle A: Schließen (Schließer)
-SJ4	Handtaster Halle B: Schließen (Schließer)
-KF1	Relais
-KF2	Relais

Erstellen des Pneumatikplans:

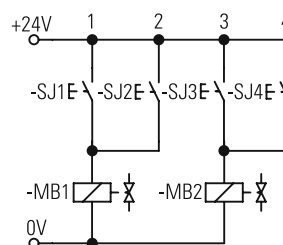
(*pneumatic circuit diagram*)



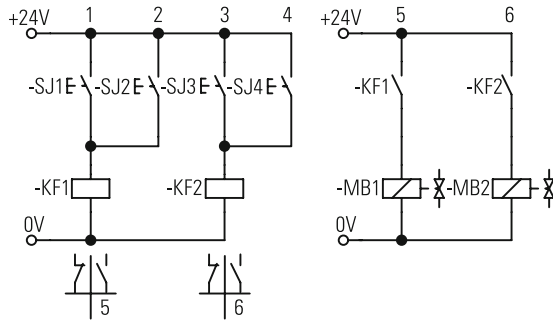
Video
Torsteuerung

Erstellen des Stromlaufplanes:

Variante 1: Stromlaufplan 1 mit direkter Steuerung des Ventils



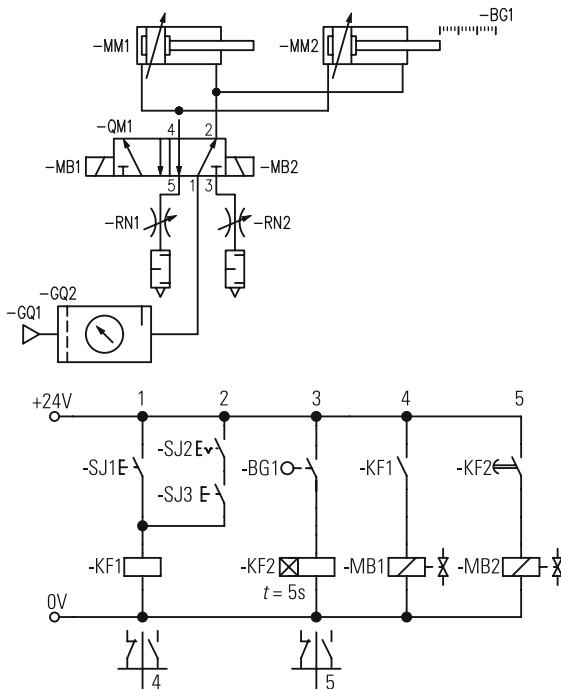
Variante 2: Stromlaufplan 2 mit indirekter Steuerung des Ventils



Wird für die Ansteuerung der Wegeventile eine hohe Spannung eingesetzt, so kann mithilfe eines Relais der Steuerstromkreis mit niedriger Leistung und ungefährlicher Spannung vom Hauptstromkreis höherer Leistung und Spannung getrennt werden. Die Schaltung ist eine **indirekte Steuerung**.

Überlegen Sie

In den folgenden Plänen ist eine Torsteuerung abgebildet, die weitere Funktionen erfüllt. Was wurde verändert?



Video Torsteuerung verändert

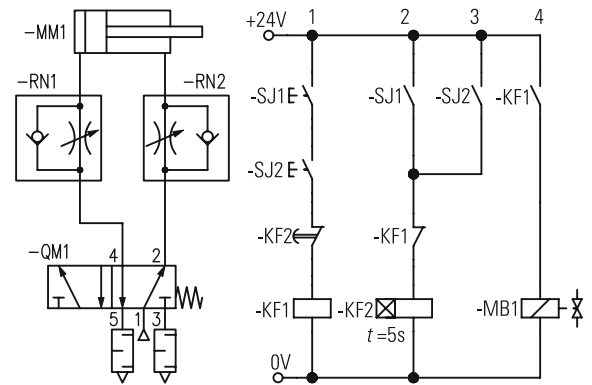


Video Presse Übung 6

ÜBUNGEN

Analyse einer elektropneumatischen Kontaktsteuerung

Die folgenden Bilder zeigen Foto und Pläne einer pneumatischen Presse, deren Aufbau und Funktion festgestellt werden soll.



1. Erstellen Sie eine Geräteliste der eingesetzten Betriebsmittel.
2. Machen Sie grundsätzliche Angaben zur Geschwindigkeit des Pressenstempels.
3. Erstellen Sie die Schaltgliedertabellen für die Relais -KF1 und -KF2.
4. In welchem Strompfad und zwischen welchen Signalgebern liegen eine UND-, eine ODER- und eine NICHT-Verknüpfung vor?
5. Welcher Teil der Steuerung gehört zum Hauptstromkreis?
6. Wie reagiert die Steuerung
 - a) wenn beide Signalgeber innerhalb von 4 s betätigt werden?
 - b) wenn nur -SJ1 oder -SJ2 betätigt wird?
 - c) wenn -SJ1 sechs Sekunden später als -SJ2 betätigt wird?
 - d) wenn im ausgefahrenen Zustand des Kolbens nur ein Signalgeber betätigt wird?
 - e) Warum wird eine Steuerung dieser Art von der Berufsgenossenschaft vorgeschrieben?

Programmierung

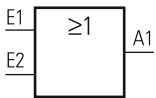
Für die **Eingabe des Steuerprogramms**, der Programmierung (*programming*), dient ein PC (Personalcomputer), ein Handprogrammiergerät oder die Programmeingabe erfolgt direkt an der SPS (Seite 166 Bild 1). Das Programm legt die Steuerfunktionen fest, die sich aus den **logischen Grundfunktionen** (*basic logic functions*) (Kap 3.1.6) zusammensetzen. Programmiersoftware und Steuergeräte sind für mehrere Programmiersprachen vorbereitet, aus denen der Anwender wählen kann. Durch **Simulation** (*simulation*) werden die erstellten Programme vor dem Einsatz kontrolliert.

Programme können in graphischen Sprachen, in Textsprachen und in einer Kombination aus beiden geschrieben werden.

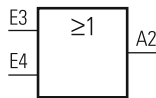
Funktionsbausteinsprache (FBS)

Die in der Fertigungstechnik gebräuchlichste graphische Programmiersprache (*programming language*) ist die Funktionsbausteinsprache. Grundlage der Programmierung sind **Funktionspläne** (FUP¹⁾) (*operational diagrams*). Symbole der logischen Grundfunktionen werden zu kleinen Gruppen, den Funktionsbausteinen, zusammengesetzt und beschreiben im Verbund mit weiteren Funktionsbausteinen die gesamte Steuerfunktion. Im Beispiel der Torsteuerung von Seite 162 kann der entwickelte Funktionsplan in zwei Funktionsbausteine geteilt werden:

FBS1:



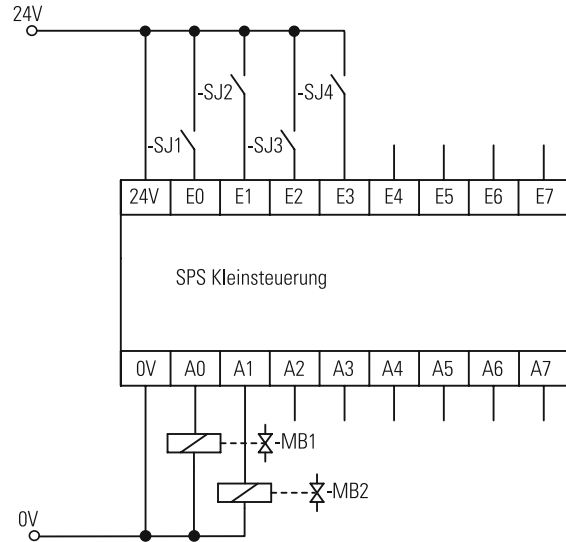
FBS2:



Anweisungsliste

Eine gebräuchliche Textsprache ist die Programmierung einer Anweisungsliste (**AWL**) (*instruction set*). Durch Angabe der Operationen und der Operanden werden zeilenweise Anweisungen geschrieben. Die AWL für die Torsteuerung sieht wie folgt aus:

L	E1	Laden des Eingangs E1
O	E2	ODER-Verknüpfung mit Eingang E2
=	A1	Zuweisung des Ausgangs A1
L	E3	Laden des Eingangs E3
O	E4	ODER-Verknüpfung mit Eingang E4
=	A2	Zuweisung des Ausgangs A2
PE		Programm Ende



1 Anschlussplan einer SPS zur Torsteuerung von Seite 162



Video Torsteuerung SPS

3.4 Hydraulik

In hydraulischen Systemen (*hydraulic systems*) wird Hydraulikflüssigkeit durch Rohre (*pipes*) und Schläuche (*tubes*) in einem geschlossenen Kreislauf aus einem Tank (*tank*) zu Antrieben (*drives*) und wieder zurück in den Tank gepumpt. Die Hydraulikflüssigkeit besitzt eine hohe Druckstabilität. Sie kann zähflüssig sein und ihre Umweltschädlichkeit erfordert besondere Maßnahmen. Hydraulische Antriebe werden mit hohem Druck ($p = 40$ bis 250 bar) beaufschlagt und erzeugen bei kleinen Baugrößen hohe Kräfte. Weiterhin können sie Positionen auch unter Last genau anfahren. Die Kolbengeschwindigkeiten sind allerdings geringer als die der pneumatischen Antriebe.

In hydraulischen und pneumatischen Systemen (*pneumatic systems*) gibt es viele Übereinstimmungen. So sind die verwendeten Symbole²⁾ im Hydraulikplan (*hydraulic circuit diagram*) nahezu identisch mit denen in der Pneumatik (vgl. Kap. 3.2.3). Der Schaltplanaufbau gliedert sich ebenfalls von unten nach oben in einen

- Versorgungsteil
- Steuerteil und
- Antriebsteil

Deutliche Unterscheidungsmerkmale zur Pneumatik sind die Rücklaufleitung in den Tank und eine Versorgungseinheit, die sich wesentlich von der der Pneumatik unterscheidet.

Die folgende hydraulische Steuerung (*hydraulic control*) (Seite 168 Bild1) zeigt den grundlegenden Aufbau und die Funktion einer hydraulischen Steuerung.

AH GK S. 94

1) Der Funktionsplan wird in Kapitel 3.1.6 „Planung einer Steuerung“ behandelt.

2) Symbole für Pneumatik- und Hydraulikpläne sind in ISO 1219-1 genormt. Sie finden Sie in Ihrem Tabellenbuch.

Kennzeichnung industrieller Objekte gemäß DIN EN IEC 81346-2: 2020-10

Hinweis: Die Norm unterscheidet zwei Unterklassen, die eingesetzt werden sollen, um Kennzeichnungen eindeutig zu machen. Eine dritte Unterklasse kann bei bestehender Notwendigkeit, eine detailreichere Auskunft zu geben, verwendet werden (z.B. Druckluftquelle: -GQA1). Diese Option wird in diesem Buch nicht berücksichtigt.

Klassendefinition	1. Unterklasse	Komponente
B Erfassen und Darstellen von Informationen	F Durchfluss	Durchflusssensor BF
	G Abstand, Position, Länge	Näherungssensor, rollenbetätigtes Ventil BG
	P Druck	Drucksensor, Druckschalter BP
	T Temperatur	Temperatursensor, -schalter BT
C Speichern für ein späteres Abrufen	M im stationären, geschlossenen System	Druckspeicher, Hydrauliktank CM
E Aussenden	A Lichtobjekt	Leuchte EA
F Schützen	B vor Erdschlussströmen	Fehlerstromschalter FB
	C vor Überströmen	elektrische Sicherungen FC
	L vor zu hohem Druck	Sicherheitsarmatur FL
G Bereitstellen eines steuerbaren Durchflusses	A mechanische Energie erzeugt elektrische	Generator GA
	B chemische Energie erzeugt elektrische	elektrische Batterie, Brennstoffzelle GB
	P Flüssigkeiten	Pumpe GP
	Q Druckluft	Kompressor, Wartungseinheit GQ
H Behandeln von Stoffen	Q durch Filtern	Filter HQ
K Eingangssignale verarbeiten, Ausgang bereitstellen	F elektrisch, elektronisch	Relais, SPS, KF
	H fluidtechnisch	UND-, ODER-, Zeitventil KH
M mechanische Bewegung oder Kraft ausüben	A elektromagnetisch durch Rotation erzeugt	Elektromotor MA
	B elektromagnetisch im Linearantrieb erzeugt	Elektromagnet Stellantrieb MB
	M pneumatisch, hydraulisch erzeugt	Pneumatik/Hydraulikzylinder, -motor MM
N Einschließen eines Objektes	B Schließen einer Öffnung	Tankdeckel, Wartungsklappe NB
P Informationen wahrnehmbar bereitstellen	F visuell - Einzelzustände	Signallampe PF
	G visuell mittels Skalaranzeige	Temperatur-, Spannungs-, Strom-, Druckanzeige PG
	J mit einem akustischen Gerät	Hupe, Lautsprecher PJ
Q Durchfluss und Zugang steuern	A elektrischen Strom schalten	Schütz, Schutzschalter QA
	B elektrische Stromkreise trennen	Hauptschalter QB
	M Druckluft, Hydraulikstrom schalten	Absperrarmatur, Schnellentlüftungs-, Wegeventil QM
	N Druckluft, Hydraulikstrom variieren	Druckregelventil, Stromregelventil QN
R Begrenzen oder Stabilisieren	M Rückfluss von Fluiden verhindern	Rückschlagventil Klappe RM
	N Durchfluss von Fluiden begrenzen	Drossel, Drosselrückschlagventil, Stromregelventil RN
S Menschliche Handlung erkennen und entsprechend reagieren	G Interaktion durch Handbetätigung	Schalthebel SG
	H Interaktion durch Fußbetätigung	Pedalschalter SH
	J Interaktion durch Fingerbetätigung	Kippschalter, Tastatur, Druckknopf SJ
T Transformieren		
U Verortung anderer Objekte (Halten in definierter Lage)		
W Leiten von Ort zu Ort	Q mechanische Energie leiten	hydraulische und pneumatische Schlauch- und Rohrleitung WQ
X Schnittstelle bereitstellen	M versiegeltes Durchflussverbindungsobjekt	Rohr- und Schlauchkupplung XM