

Inhaltsverzeichnis

1	Vorwort.....	1
2	Lehrplanbezug.....	1
3	Methodisch-didaktische Überlegungen	2
3.1	Classroom-Management.....	2
3.2	Pädagogische Diagnose.....	3
3.3	Binnendifferenzierung.....	3
3.4	Coaching.....	3
4	Unterrichtsbeispiele	4
4.1	Grundlagen der Pneumatik	4
4.1.1	Pneumatikplan des Leitbeispiels analysieren	5
4.1.2	Physikalische Größe Druck und Kolbenkraftberechnung	6
4.1.3	Übungsaufgaben zur Kolbenberechnung und Zylinderauswahl.....	8
4.2	Luftverbrauch	9
4.2.1	Arbeitsauftrag	10
4.2.2	Lösung	11
4.2.3	Gestufte Lernhilfen	12
4.2.4	Kompetenzraster für Schülerinnen und Schüler.....	13
4.3	Sensoren in der Mechatronik.....	15
4.3.1	Unterscheidung in ihrer Wirkung	16
4.3.2	Aufbau und Ausgangssignale	18
4.3.3	Schaltzeichen	21
4.3.4	Umsetzungsbeispiele	23
4.4	Relais/Schütze	30
4.4.1	Der Schalter in der Steuerungstechnik	31
4.4.2	Aufbau und Funktionsweise von Relais bzw. Schütz als elektromagnetische Schalter	33
4.4.3	Verbindungsprogrammierte Steuerungen mit Relais bzw. Schütz – mögliche Umsetzung mit der Methode „Lernzirkel“	35
4.5	Selbsthaltung.....	40
4.5.1	Einstiegssituation	42
4.5.2	Arbeitsauftrag und Quellen Erarbeitungsphase	44
4.5.3	Arbeitsauftrag Partnerarbeit	46
4.5.4	Lösung der Einstiegsproblemstellung.....	47

1 Vorwort

Die Fachgruppe für die Umsetzung des Konzepts „Übergänge gestalten“ für die Eingangsklassen wird im Folgenden eine Lehrplaneinheit (LPE 7) mit möglichen methodisch-didaktischen Umsetzungen aufzeigen.

Im Vordergrund stehen hierbei vier wesentliche Komponenten:

- Individuelle Förderung bzw. Binnendifferenzierung
- Classroom-Management
- Pädagogische Diagnose
- Coaching

Im technischen Unterricht selbst können einige Dinge selbstverständlich schneller umgesetzt werden als andere. So ist ein Coaching ein fortlaufender Prozess, der über das komplette Schuljahr bzw. die komplette Schulzeit dauern kann. Andere Elemente, wie das der individuellen Förderung, können je nach Themengebiet besser in die einzelnen Unterrichtseinheiten integriert werden.

Die nachfolgend – nicht zwingend in dieser Form zusammenhängenden – Unterrichtssequenzen sollen eine Idee geben, wie der Bereich der Mechatronik in der Eingangsklasse des TG Mechatronik aussehen könnte.

2 Lehrplanbezug

Die nachfolgende Lerneinheit soll sich mit einer möglichen Umsetzung des methodisch-didaktischen Konzepts für die Eingangsklassen des technischen Gymnasiums beschäftigen. Der Themenbereich bezieht sich auf die Lehrplaneinheiten „**LPE 1 – Elektrotechnische Grundlagen**“, „**LPE 4 – Grundlagen der Pneumatik**“, „**LPE 7 – Mechatronische Systeme I: Steuerungstechnik I**“. Hierbei stehen zu Beginn verbindungsprogrammierte Steuerungen (VPS) im Vordergrund. Daran anschließend werden die Grundlagen der speicherprogrammierbaren Steuerungen (SPS) behandelt.

Im Folgenden soll ein möglicher Unterricht beschrieben werden, der sich mit Relais und Schützen auseinandersetzt. Zur Verdeutlichung der Inhalte hier einige Stichworte:

- Taster, Schalter
- Schließer, Öffner, Wechsler
- Was bedeutet VPS? Vergleich von Technologien Pneumatik – Elektrotechnik
- Funktionsweise und Aufbau elektromagnetisch betätigter Schalter – Schütze und Relais (Spule wird normalerweise erst später in der Physik bzw. LPE 11 behandelt)
- Schaltpläne von verbindungsprogrammierten Steuerungen mit Relais bzw. Schützen lesen und zeichnen
 - Exemplarische Schaltungen sind: einfaches Anschalten von Motoren oder Lampen, H – Brücke zur Drehrichtungsumkehr von Gleichstrommotoren, Ansteuerung von Ventilen in der Elektropneumatik, etc.
 - Haupt- und Steuerstromkreis
- Logische Grundverknüpfung mit Relais – UND, ODER, NICHT

3 Methodisch-didaktische Überlegungen

In den technischen Fächern wird von vielen Kolleginnen und Kollegen der Lehrervortrag oder ein Schüler – Lehrergespräch als Methode im Unterricht verwendet. Dieses hat sicherlich seine Berechtigung, hängt jedoch eher schwache Schülerinnen und Schüler schnell ab, da sie mehr Zeit zum Verinnerlichen der Inhalte benötigen.

Gerade in diesem Bereich bieten sich durch die **Binnendifferenzierung und individuelle Förderung** neue Möglichkeiten. Starke Schülerinnen und Schüler können sich hier sehr gut als „Experten“ in den Unterricht einbringen und profilieren. Möchte eine gute Schülerin oder ein guter Schüler dies jedoch nicht, sollte man dies respektieren und sie/ihn mit einer „Herausforderung“ in Form von weiterführenden oder schweren Aufgaben konfrontieren. Die Lernenden mit langsamerem Lern-tempo erhalten somit die Chance, die Lerninhalte durch die Lehrkraft selbst oder „Experten“ zu schließen.

Ohne Frage muss die Lehrkraft hier andere Wege gehen und klare Regeln für den Umgang untereinander und die Mitarbeit im Generellen finden, sodass sich manche Lernende nicht aus ihrer Verantwortung gegenüber ihrem Lernweg und gegenüber anderen stehlen können. Das Thema **Classroom-Management** sollte daher mit den Schülerinnen und Schülern diskutiert werden.

Um für alle Beteiligten eine Rückmeldung (Feedback) über das Gelernte zu erhalten, bieten sich kurze Tests, Interviews, etc. an.

3.1 Classroom-Management

Mit dem Prinzip des Classroom-Managements soll schon im Vorfeld vom Lehrerteam der Klasse gemeinsam mit den Lernenden ein Instrument installiert werden, welches eine angstfreie, respektvolle und störungsarme Lernumgebung schafft.

Hierbei ist es wichtig, gemeinsam mit den Schülerinnen und Schülern die Regeln und Verhaltensweisen während des Unterrichts zu entwickeln. Eine gewisse Steuerung dieses Entwicklungsprozesses durch das Lehrerteam ist hierbei jedoch unabdingbar.

Folgende Punkte sollten hierbei besprochen werden:

- Arbeits- und Verhaltensregeln während des Unterrichts
- Konsequenzen bei Verstoß gegen die Arbeits- und Verhaltensregeln
- Einrichtung des Klassenzimmers mit Blick auf selbstorganisierte Lernphasen und lehrerzentrierte Phasen
- evtl. weitere Punkte denkbar

In gängigen Fachliteraturen wird ebenso empfohlen, einen Reflexionsbogen für die Lernenden bereitzuhalten, um ihr Fehlverhalten in Ruhe reflektieren zu können.

3.2 Pädagogische Diagnose

Die Heterogenität in der Eingangsklasse stellt die Lehrenden und auch die Lernenden vor große Herausforderungen. Um diesen Herausforderungen bestmöglich zu begegnen, muss ein Bild dieser Heterogenität „gezeichnet“ werden.

Die gewonnenen Ergebnisse dienen als grundlegende Information, um die Förderung des Einzelnen optimal zu gestalten, d. h. Lernstrategien und/oder individuelle Fördermaßnahmen anzubieten.

Eine grundlegende Einführung in die Ziele und Instrumente der pädagogischen Diagnostik erhalten Sie bspw. unter folgendem Link:

https://lehrerfortbildung-bw.de/st_if/bs/if/paedagogische_diagnose/06_grundlagen_der_diagnostik/grundlagen_der_diagnostik.pdf (Stand: 23.10.2017)

3.3 Binnendifferenzierung

Bei der Binnendifferenzierung werden die Schülerinnen und Schüler innerhalb einer Klasse individuell entsprechend ihrem Vorwissen abgeholt und gefördert bzw. gefordert. Dabei kann die Differenzierung in unterschiedlichen Bereichen z. B. Aufgabenstellung, Medien, Sozialform, gestufte Lernhilfen... vollzogen werden.

Ein Ziel dabei ist, dass die Schülerinnen und Schüler Verantwortung für ihr Lernen übernehmen. Die Selbständigkeit soll vergrößert werden.

3.4 Coaching

Das Ziel des Coachings ist es, die Schülerinnen und Schüler so zu beraten, dass sie in der Lage sind, sich selbst zu helfen und dabei Verantwortung für das eigene Tun und Handeln zu übernehmen. Dabei werden die Stärken und Schwächen jedes Einzelnen herausgearbeitet und Maßnahmen formuliert. Eine systematische Herangehensweise an die vom Lernenden selbst gesetzten Ziele wird erarbeitet.

Zur Unterstützung des Coachinggesprächs können verschiedene Formulare, wie z. B. Gesprächsprotokoll, Zielvereinbarungen, ... eingesetzt werden (vgl. Methodisch-didaktisches Konzept für die Eingangsklassen zum Übergang in berufliche Vollzeitschulen).

4 Unterrichtsbeispiele

4.1 Grundlagen der Pneumatik

Kurzbeschreibung der Unterrichtseinheit	
Thema	Grundlagen der Pneumatik (LPE4)
Vorstruktur	Die Schülerinnen und Schüler haben in der Regel keine Vorkenntnisse im Bereich Pneumatik. Somit sollte ganz am Anfang angesetzt werden.
Methodische Überlegungen	<p>Suchen Sie ein Leitbeispiel, wenn möglich verwenden Sie eine Realanlage (je nach Ausstattung Ihrer Schule) Beispiele finden Sie in allen Fachbüchern z. B. Westermann, Europa,... Greifer, Türe, Presse...</p> <p>Je nach Beispiel und vorhandenen Unterlagen, können Sie technische Kommunikation mitunterrichten bzw. ansprechen, da eine technische Zeichnung gelesen werden oder einen Funktion beschrieben werden muss. Finden Sie dann den Übergang zum Pneumatikplan dieses Beispiels. Absprache mit der LPE 7 Mechatronische Systeme ist wünschenswert. Im Fachunterricht (ohne Klassenteilung) sollte gerechnet werden. Die Anwendung bzw. der Aufbau solcher Anlagen kann dann in Gruppenteilung durchgeführt werden. (Absprache nötig, wenn unterschiedliche Lehrer</p> <p>Diese Unterrichtsskizze ist für den Fachunterricht und die LPE 4 (ohne Klassenteilung) gedacht.</p>

4.1.1 Pneumatikplan des Leitbeispiels analysieren

Die Funktion des Leitbeispiels wird mit Hilfe von Druckluft realisiert. Diese kleine Steuerung könnte verwendet werden: (den Schülerinnen und Schülern sind einzelne Betriebsmittel bekannt, falls der Laborunterricht schon stattfand):

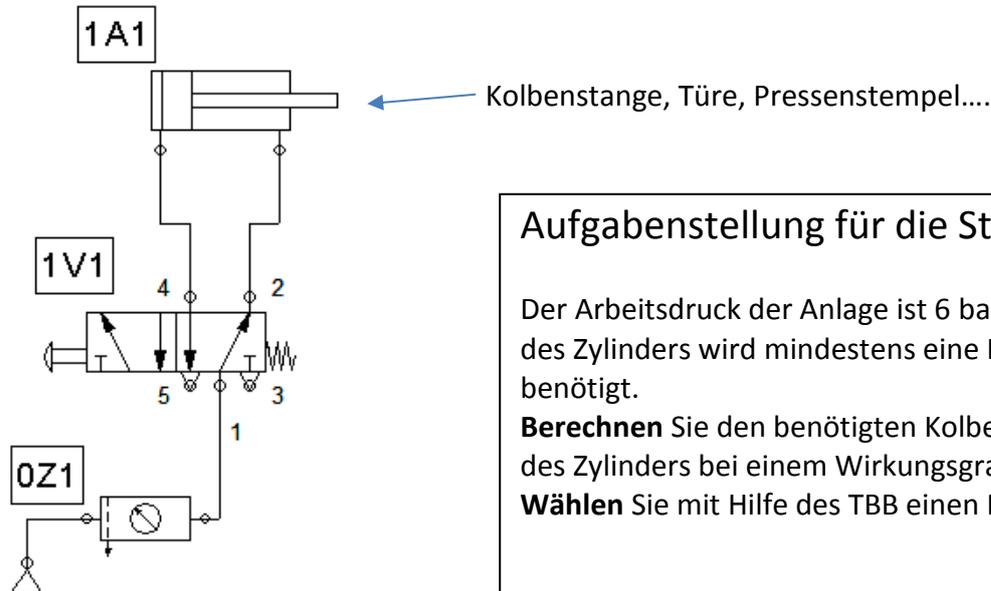


Abbildung 1: Pneumatikplan Leitbeispiel

Aufgabenstellung für die Stunde:

Der Arbeitsdruck der Anlage ist 6 bar. Zum Ausfahren des Zylinders wird mindestens eine Kraft von 1000 N benötigt.

Berechnen Sie den benötigten Kolbendurchmesser des Zylinders bei einem Wirkungsgrad von 0,88.

Wählen Sie mit Hilfe des TBB einen Normzylinder aus.

Wenn die Schule ein Realbauteil hat, diese der Klasse zeigen. Oder die Anlage wirklich aufbauen (evtl. Kooperation mit dem Laborunterricht, Mechatronische Systeme LPE 7).

Aufgabe für die Schülerinnen und Schüler:

- Benennen Sie mit Hilfe des Tabellenbuchs die verwendeten Bauteile.
- Erläutern Sie die Wege des Luftstroms in dieser Schaltung.

4.1.2 Physikalische Größe Druck und Kolbenkraftberechnung

Welche Einheiten für die physikalische Größe Druck sind den Schülerinnen und Schülern bekannt?
Erläuterung für die Größen und Anwenden der Umrechnungsfaktoren Pa, bar, ...

Comic:

Hast du die letzte Tafel Schokolade?

Jaha, ich krei-
re ein Pascahal!

Wie??

Lösung: Zerkleinert auf 1 m² verteilen.

Ermittlung der Kolbenkraft

Formeln aus dem Tabellenbuch oder Fachkundebuch den Schülerinnen und Schülern erläutern:

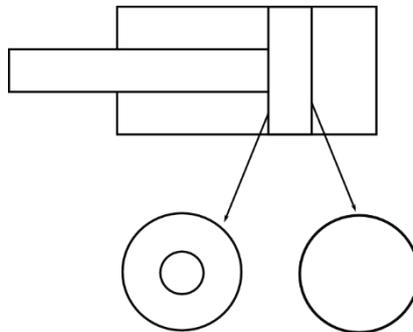


Abbildung 2: Pneumatikzylinder, Kreisring- bzw. Kreisfläche

Unterscheidung von Kreisringfläche und Kreisfläche besprechen.

Die jeweilige Formel üben. Wiederholung aus Mittelstufe. Viele Schüler haben dennoch hier bereits ihre Probleme. Unterschied zwischen $x^2 - y^2$ und $(x - y)^2$ mit Zahlen verdeutlichen.

Beispiel: $3^2 - 2^2 = 5$ ist nicht das gleiche wie $(3 - 2)^2 = 1$

Gemeinsam mit den Schülerinnen und Schülern Berechnung einer Beispielaufgabe, bevor zur einführnden Aufgabe zurückgekehrt wird.

Beispiel:

Ein Zylinder wird mit Anlagendruck von 6 bar betrieben.

Er hat einen Kolbendurchmesser von 60 mm, einem Kolbenstangendurchmesser von 15 mm und ein Wirkungsgrad von 0,75.

Berechnen Sie die Druck- und Zugkraft des Zylinders.

Lösung:

$$p_e = 6 \text{ bar} = 60 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2} (= 0,6 \text{ MPa})$$

Druckkraft F_1 :

$$F_1 = p_e \cdot A_1 \cdot \eta$$

$$F_1 = p_e \cdot \frac{d_1^2 \cdot \pi}{4} \cdot \eta$$

$$= 60 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2} \cdot \frac{(6 \text{ cm})^2 \cdot \pi}{4} \cdot 0,75$$

$$= 1272,3 \text{ N}$$

Zugkraft F_2 :

$$F_2 = p_e \cdot A_2 \cdot \eta$$

$$F_2 = p_e \cdot \frac{(d_1^2 - d_2^2) \cdot \pi}{4} \cdot \eta$$

$$= 60 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2} \cdot \frac{(36 \text{ cm}^2 - 2,25 \text{ cm}^2) \cdot \pi}{4} \cdot 0,75$$

$$= 1192,8 \text{ N}$$

Anschließend Zeit für die Schülerinnen und Schüler für die Berechnung des Einführungsbeispiels

Lösung:

$$F = p \cdot A \cdot \eta$$

$$A = \frac{F}{p \cdot \eta} = \frac{1000 \text{ N}}{60 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2} \cdot \eta} = \frac{1000 \text{ N}}{60 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2} \cdot 0,88}$$

$$A = 18,939 \text{ cm}^2$$

$$\frac{\pi \cdot d^2}{4} = 18,939 \text{ cm}^2$$

$$d = \sqrt{\frac{4A}{\pi}} = 4,91 \text{ cm}$$

Wählen Sie mit Hilfe des Tabellenbuchs einen Normzylinder nach DIN ISO 15552:

Lösung: 50/20/25

Vorrechnen durch eine Schülerin oder einen Schüler an der Tafel. So können die Schwächeren nochmal alles nachvollziehen.

Ergänzen durch die Auswahl des Normzylinders im Tabellenbuch. Besprechen, wann und wie die Tabelle (Tabellenbuch) verwendet werden kann und wie der Zylinder angegeben werden soll.

4.1.3 Übungsaufgaben zur Kolbenberechnung und Zylinderauswahl

Diese Übungsaufgaben werden ausgeteilt. Die Schülerinnen und Schüler werden für den Umgang mit Lösungen sensibilisiert. (Erst rechnen, dann nachschauen, ob es stimmt!)

Dem Lernenden wird freigestellt, mit welcher Aufgabe er beginnt.

Schülerinnen und Schüler die fertig sind und alle Lösungen richtig haben, melden sich bei der Lehrkraft.

Sie erhalten eine weitere Beschäftigung (Sudoku) oder können von den Langsameren als Unterstützer angefordert werden. Sie setzen sich still an ihren Platz, oder bleiben vorne am Pult und warten bis sich jemand meldet und um Hilfe bittet.

Übungsaufgaben: Zylinderkräfte mit Lösungen

- (1) Wie groß ist die wirksame Kolbenkraft F_1 und die wirksame Rückzugskraft F_2 des Pneumatikkolbens bei einem Druck von 5,5 bar und einem Wirkungsgrad von 80 %.

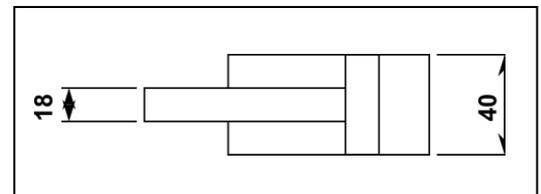


Abbildung 3: Pneumatikzylinder

- (2) Hydraulikzylinder arbeiten statt mit Luft (Pneumatik) mit Öl (Hydraulik). Wie groß sind die Kolbenkräfte der Zylinder a bis c beim Aus- und Einfahren des Kolbens? Es handelt sich um doppelwirkende Zylinder mit einseitiger Kolbenstange. Das Drucköl strömt einmal von der Kolbenseite und danach von der Kolbenstangenseite in den Zylinder. Der Wirkungsgrad beträgt 0,9.

Zylinder	a	b	c
P_e in bar	40	60	100
D in mm	100	160	50
d in mm	60	120	30

Abbildung 4: Wertetabelle bzgl. Zylinderauswahl

- (3) In einer Vorrichtung wird eine Spannkraft von 3500 N benötigt. Bei einem Druck von 6,5 bar und einem Wirkungsgrad von $\eta = 0,85$ ist der kleinstmögliche Zylinderdurchmesser zu bestimmen. Folgende Zylinderdurchmesser stehen zur Verfügung: 35 mm, 50 mm, 70 mm, 100 mm, 140 mm
- (4) Druckbegrenzung
Auf welchen Druck muss das Druckbegrenzungsventil vor einem Druckzylinder mit 60 mm Durchmesser eingestellt werden, wenn eine Druckkraft von 1200 N erzeugt werden soll und der Wirkungsgrad 83 % beträgt?

----- Bitte hier falten und erst nachschauen, wenn die Aufgabe gelöst ist. -----

Auf Einheit und Kommastellen achten! 1 kN = 1000 N 100 mm = 10 cm

- (1) $F_1 = 552,9 \text{ N}$ $F_2 = 475,2 \text{ N}$
 (2) a) 28,3 kN; 18,1 kN b) 108,6 kN; 47,5 kN c) 17,7 kN ; 11,3 kN
 (3) d = 100 mm
 (4) 5,1 bar

4.2 Luftverbrauch

Kurzbeschreibung der Unterrichtseinheit	
Thema	Luftverbrauch und deren Kosten in pneumatischen Anlagen
Motivation	Die Schülerinnen und Schüler bekommen von der Firma Drochs den Auftrag, eine linearwirkende Pneumatikpresse für das Einpressen von Buchsen in den Rahmen einer Werkzeugmaschine auszuwählen. Es wurden bereits zwei Pressen vorausgewählt, welche nun hinsichtlich der entstehenden Betriebskosten (Druckluftkosten) und den Anschaffungskosten berechnet und untersucht werden sollen. Die begründete Entscheidung müssen die Schülerinnen und Schüler anschließend der Geschäftsleitung (Lehrkraft) präsentieren.
Lernziele	<p>Fachliche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Technische Daten analysieren und verstehen • Auswahl eines doppelt- oder einfachwirkenden Zylinders hinsichtlich des Einsatzbereichs • Berechnung Zylinderdurchmesser • Berechnung Luftverbrauch • Berechnung der Kosten, welche durch den Luftverbrauch entstehen • Auswahl einer Presse hinsichtlich der berechneten Werte <p>Übergeordnete:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Teamarbeit • Zeitmanagement • Kaufentscheidung durch Berechnungen begründen • Präsentationstechnik üben • Selbstorganisation der Arbeit <p>Selbstreflexion des erlernten Wissens</p>
Vorstruktur	Druck, Kraft, Fläche, Wirkungsgrad
Methodische Überlegungen	<p>Die Auswahl der linearwirkenden Pneumatikpresse wird in Partnerarbeit durchgeführt. Hierbei können sich die Schülerinnen und Schüler austauschen um ihr vorhandenes Wissen einzubinden, sowie die neuen Inhalte zusammen zu erlernen. Anschließend wird in einer Präsentation die Auswahl der Pneumatikpresse anhand der erarbeiteten Lösungen begründet präsentiert.</p> <p>Für Schülerinnen und Schüler, die Schwierigkeiten bei der Erarbeitung und Lösung der Aufgabe haben, stehen gestufte Lernhilfekarten zur Verfügung, welche diese selbständig holen, wenn sie mit der Aufgabe nicht weiterkommen.</p> <p>Anschließend haben die Lernenden Zeit, mithilfe des Kompetenzrasters die neu erarbeiteten fachlichen Inhalte zu wiederholen und zu vertiefen. Dabei haben alle die Möglichkeit, die Inhalte dort zu wiederholen und zu üben, bei welchen er sich noch unsicher fühlt.</p>

4.2.1 Arbeitsauftrag

Sie bekommen von der Firma Drochs den Auftrag eine linearwirkende Pneumatikpresse für das Einpressen von Buchsen in den Rahmen einer Werkzeugmaschine auszuwählen. Es wurden bereits zwei Pressen vorausgewählt, welche Sie nun hinsichtlich der entstehenden Betriebskosten (Druckluftkosten) und den Anschaffungskosten berechnen und untersuchen sollen. Ihre begründete Entscheidung müssen Sie anschließend der Geschäftsleitung präsentieren.

Folgende Bedingungen sind gegeben:

- Notwendige Einpresskraft beim Ausfahren des Zylinders: 6,2 kN
- Zweischichtbetrieb mit jeweils 8 Arbeitsstunden
- 250 Arbeitstage pro Jahr
- Es wird mit einer Laufzeit der Presse von 16 Jahren gerechnet.
- Leckagen in der Pneumatikanlage 8 %
- Kompressorleistung: 15 kW/(m³/min)
- Strompreis: 0,15 €/kWh

Technische Daten beider Pressen:

	LP 426	LP 389
Betriebsdruck	6,3 bar	5,5 bar
Netzanschluss	90-240 V AC	90-240 V AC
Steuerspannung	24 V DC	24 V DC
Hubanzahl/min	6	4
Kolbenhub	100 mm	80 mm
Gewicht	86 kg	93 kg
Wirkungsgrad des Zylinders	87 %	84 %
Zylinder	einfach- oder doppeltwirkend	einfach- oder doppeltwirkend
Anschaffungskosten	12300 €	14100 €

Hinweise:

- Arbeiten Sie im Zweierteam.
- Achten Sie auf eine saubere und übersichtliche Darstellung.
- Behalten Sie die Bearbeitungszeit im Auge.
- Es stehen Ihnen gestufte Lernhilfekarten zur Verfügung, welche Sie sich selbständig holen, wenn Sie nach eingehender Überlegung keinen Lösungsansatz finden.

Bearbeitungszeit: 70 min (inklusive Präsentationsvorbereitung)

4.2.2 Lösung

Zylinderauswahl:	einfachwirkender Zylinder, da Presse nur in eine Richtung Arbeit verrichten muss	
Berechnung des Zylinders (Kolbendurchmesser):	$F = p_e \cdot A \cdot \eta$ $A_{\text{notw}} = \frac{F}{p_e \cdot \eta} = \frac{6,2 \text{ kN}}{63 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2} \cdot 0,87}$ $= 113,12 \text{ cm}^2$ $d = \sqrt{\frac{A \cdot 4}{\pi}} = \sqrt{\frac{113,12 \text{ cm}^2 \cdot 4}{\pi}}$ $= 12,0 \text{ cm}$ <p>→ gewählter Normzylinder: D = 125mm, d = 32 mm</p> $A_{\text{wirk}} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{\pi \cdot (125 \text{ mm})^2}{4}$ $= 12271,8 \text{ mm}^2$ $= 122,72 \text{ cm}^2$	$F = p_e \cdot A \cdot \eta$ $A_{\text{notw}} = \frac{F}{p_e \cdot \eta} = \frac{6,2 \text{ kN}}{55 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2} \cdot 0,84}$ $= 134,2 \text{ cm}^2$ $d = \sqrt{\frac{A \cdot 4}{\pi}} = \sqrt{\frac{134,2 \text{ cm}^2 \cdot 4}{\pi}}$ $= 13,07 \text{ cm}$ <p>→ gewählter Normzylinder: D = 160 mm, d = 40 mm</p> $A_{\text{wirk}} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{\pi \cdot (160 \text{ mm})^2}{4}$ $= 20106,2 \text{ mm}^2$ $= 201,06 \text{ cm}^2$
Berechnung Luftverbrauch	$Q_h = A \cdot s \cdot n \cdot \frac{p_e + p_{\text{amb}}}{p_{\text{amb}}}$ $= 122,72 \text{ cm}^2 \cdot 10 \text{ cm} \cdot 6 \frac{1}{\text{min}}$ $\cdot \frac{6,3 \text{ bar} + 1 \text{ bar}}{6,3 \text{ bar} + 1 \text{ bar}}$ $\cdot \frac{1 \text{ bar}}{1 \text{ bar}}$ $= 53751,36 \frac{\text{cm}^3}{\text{min}} = 0,0538 \frac{\text{m}^3}{\text{min}}$ $= 3,23 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$ $Q_{\text{Tag}} = Q_h \cdot 16 \frac{\text{h}}{\text{Tag}} = 51,6 \frac{\text{m}^3}{\text{Tag}}$ $Q_{\text{Jahr}} = Q_{\text{Tag}} \cdot 250 \frac{\text{Tag}}{\text{Jahr}}$ $= 12900,33 \frac{\text{m}^3}{\text{Jahr}}$ $Q_{16J} = Q_{\text{Jahr}} \cdot 16 \text{ Jahre}$ $= 206405,22 \text{ m}^3$ $Q_{\text{ges}} = Q_{16J} + \text{Verluste}$ $= Q_{16J} \cdot 0,08 + Q_{16J}$ $= 222917,64 \text{ m}^3$	$Q_h = A \cdot s \cdot n \cdot \frac{p_e + p_{\text{amb}}}{p_{\text{amb}}}$ $= 201,06 \text{ cm}^2 \cdot 8 \text{ cm} \cdot 4 \frac{1}{\text{min}}$ $\cdot \frac{5,5 \text{ bar} + 1 \text{ bar}}{5,5 \text{ bar} + 1 \text{ bar}}$ $\cdot \frac{1 \text{ bar}}{1 \text{ bar}}$ $= 41820,5 \frac{\text{cm}^3}{\text{min}} = 0,0418 \frac{\text{m}^3}{\text{min}}$ $= 2,51 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$ $Q_{\text{Tag}} = Q_h \cdot 16 \frac{\text{h}}{\text{Tag}} = 40,15 \frac{\text{m}^3}{\text{Tag}}$ $Q_{\text{Jahr}} = Q_{\text{Tag}} \cdot 250 \frac{\text{Tag}}{\text{Jahr}}$ $= 10036,92 \frac{\text{m}^3}{\text{Jahr}}$ $Q_{16J} = Q_{\text{Jahr}} \cdot 16 \text{ Jahre}$ $= 160590,64 \text{ m}^3$ $Q_{\text{ges}} = Q_{16J} + \text{Verluste}$ $= Q_{16J} \cdot 0,08 + Q_{16J}$ $= 173437,89 \text{ m}^3$
Berechnung Druckluftkosten	$\text{Druckluftkosten/m}^3 = \frac{15 \frac{\text{kW}}{\text{min}}}{60 \frac{\text{min}}{\text{h}}} \cdot 0,15 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} = 0,0375 \frac{\text{€}}{\text{m}^3} = 4 \frac{\text{ct}}{\text{m}^3}$	
Druckluftkosten für 16 Jahre:	$k_{\text{Druck}} = Q_{\text{ges}} \cdot 4 \frac{\text{ct}}{\text{m}^3} = 8916,70 \text{ €}$	$k_{\text{Druck}} = Q_{\text{ges}} \cdot 4 \frac{\text{ct}}{\text{m}^3} = 6937,52 \text{ €}$
Gesamtkosten:	$k_{\text{ges}} = k_{\text{Druck}} + k_{\text{ansch}} =$ $8916,70 \text{ €} + 12300 \text{ €} = 21216,70 \text{ €}$	$k_{\text{ges}} = k_{\text{Druck}} + k_{\text{ansch}} =$ $6937,52 \text{ €} + 14100 \text{ €} = 21037,50 \text{ €}$

Preisdifferenz:	21216,70 € – 21037,50 € = 179,20 €
Auswahl:	<p>Möglichkeit 1: Ich würde mich für die LP 389 entscheiden, da sie in 16 Jahren 179,20 € günstiger ist.</p> <p>Möglichkeit 2: Ich würde mich für die LP 426 entscheiden, obwohl sie in 16 Jahren 179,20 € teuer ist, da der Hub länger ist und somit größere Teile daruntergelegt werden können. Außerdem lässt sich mit ihr eine größere Taktzahl fahren als mit der LP 389.</p>

4.2.3 Gestufte Lernhilfen

Lernhilfe 1	Um die Druckluftkosten bestimmen zu können, muss der Luftverbrauch der Pressen bestimmt werden.
Lernhilfe 2	Um den Luftverbrauch der Presse bestimmen zu können, ist es notwendig den Zylinderdurchmesser berechnet zu haben. → Formeln im TBB unter Pneumatikzylinder
Lernhilfe 3	Bei der Berechnung der Druckluftkosten ist es wichtig, auf die Einheiten des Luftverbrauches zu achten. Mithilfe der Angaben Strompreis und Kompressorleistung können die Kosten in Cent pro m ³ berechnet werden.
Lernhilfe 4	<p>Entscheiden Sie sich im ersten Schritt ob Sie einen doppelwirkenden oder einfachwirkenden Zylinder auswählen.</p> <p>Berechnung des Zylinders (Kolbendurchmesser):</p> <p>Berechnung des Luftverbrauchs</p> <p>Berechnung der Druckluftkosten</p> <p>Berechnung der Gesamtkosten</p> <p>Auswahl einer Presse mit Begründung</p>
Lernhilfe 5	<ul style="list-style-type: none"> • Entscheiden Sie sich im ersten Schritt, ob Sie einen doppelwirkenden oder einfachwirkenden Zylinder auswählen. • Berechnung des Zylinders (Kolbendurchmesser): $F = p_e \cdot A \cdot \eta$ • Normzylinder mithilfe des TBB bestimmen • Berechnung des Luftverbrauchs $Q_h = A \cdot s \cdot n \cdot \frac{p_e + p_{amb}}{p_{amb}}$ • Berechnung Druckluftkosten Druckluftkosten/m³ = Kompressorleistung in Stunden · Stromkosten • Berechnung Gesamtkosten Gesamtkosten = Druckluftkosten + Anschaffungskosten • Auswahl mit Begründung einer Presse

4.2.4 Kompetenzraster für Schülerinnen und Schüler

	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3	Stufe 4
Formeln	Ich kenne die notwendigen Formeln bzw. weiß wo und wie ich sie nachschlagen kann.	Ich kenne die Formelzeichen und Einheiten der notwendigen Größen bzw. weiß wo ich sie nachschlagen kann.	Ich kann Formeln nach der Unbekannten umstellen.	Ich kann mithilfe einer Formel die unbekannte Zahl berechnen.
	Umgang mit dem TBB üben → TBB-Ralley	Übungsaufgaben: Geben Sie jeweils die Benennung und die Einheit folgender Formelzeichen an: F, t, V, ω, U, g, P, p	Übungsaufgaben RB → Umstellen von Formeln (S. 24 Aufg. 8)	Übungsaufgaben RB → Gleichungen berechnen (S. 24 Aufg. 1-7)
Druck	Ich kenne die Einheiten und das Formelzeichen der Größe Druck.	Ich kann die Größe Druck mit meinen eigenen Worten erklären.	Ich kann die verschiedenen Drücke (p_e , P_{abs} , p_{amb}) unterscheiden und mit ihnen Rechnen.	Ich kann die Einheit des Drucks in die verschiedenen anderen Druckeinheiten umwandeln.
	TBB nachschlagen	FKB nachschlagen	RB S. 201 durchlesen Übungsaufgaben RB (S. 203 Aufg. 1, 2, 3, 4)	Wandeln Sie den gegebenen Wert jeweils in die anderen Einheiten (bar, Pa, N/mm^2 , N/cm^2 , MPa) um: 5,5 bar; 0,3 Pa; 0,063 MPa; 0,48 N/cm^2 ; 6,8 bar; 72 N/mm^2 ; 2 Pa; 1,45 N/cm^2
Kolbenberechnung	Ich kenne die Formel zur Berechnung der Kolbenfläche und des Kolbendurchmessers.	Ich kann die Formel zur Berechnung der Kolbenfläche und des Kolbendurchmessers anwenden.	Ich kann entscheiden, ob in der Aufgabenstellung die große Kolbenfläche oder die Kolbenringfläche benötigt wird.	Ich kann anhand der Aufgabenstellung und den gegebenen Werten den Kolben- und Kolbenstangendurchmesser richtig berechnen.

	Suchen Sie im TBB die Seiten, (2) in welchen Formeln zur Berechnung der Kolbenkraft oder der Fläche stehen.	Übungsaufgaben RB → Druck, Kolbenkraft (S. 203 Aufg. 5-9)	Von einem doppeltwirkenden Zylinder sind folgende Angaben bekannt: Wirkungsgrad 87 %, Kolbenstangendurchmesser 16 mm, Kolbendurchmesser 40 mm, wirksame Kolbenkraft beim Ausfahren 500 N. Bei welchem Betriebsdruck wird der Zylinder betrieben und wie groß ist die Kolbenkraft beim Einfahren?	Berechnen Sie den Wirkungsgrad folgenden Zylinders: Rückstellfederkraft 150 N, Kolbendurchmesser 63 mm, Kolbenstangendurchmesser 20 mm, wirksame Kolbenkraft 2056 N, Betriebsdruck 5,8 bar.
Luftverbrauch	Ich kenne die Formel zur Berechnung des Luftverbrauchs und weiß wo sie zu finden ist.	Ich kann die verschiedenen Größen zur Berechnung des Luftverbrauchs unterscheiden und in der richtigen Einheit einsetzen.	Ich kann die Verluste durch Leckagen beim Luftverbrauch berechnen.	Ich kann den Luftverbrauch einer pneumatischen Anlage bestimmen.
	Suchen Sie im TBB die Seiten und markieren diese.	Ein doppeltwirkender Zylinder hat einen Durchmesser von 32 mm und einen Hub von 160 mm. Bei einem Druck von 4,5 bar wird er in der Stunde 1800-mal betätigt. Berechnen Sie den Luftverbrauch des Zylinders in einer Minute.	Übungsaufgaben RB (S. 212, Aufg. 2)	Übungsaufgaben RB (S. 212, Aufg. 3, 4)

Alle Rechenbuchaufgaben beziehen sich auf folgendes Buch:

Dillinger J.; Näher F. et al: Rechenbuch Metall, Lehr- und Übungsbuch; 30. Auflage 2008, Europa Lehrmittel

4.3 Sensoren in der Mechatronik

Kurzbeschreibung der Unterrichtseinheit	
Thema	Sensoren in der Mechatronik
Motivation	Automatisierte Produktionsgrundlagen
Lernziele	Kennenlernen unterschiedlicher binärer Sensoren Anwendungsbeispiele Funktionsprüfung der Sensoren Schaltplananalyse
Vorstruktur	Bekannt sind Grundlagen der Pneumatik, Grundlagen der Elektropneumatik
Methodische Überlegungen	Die Thematik Sensoren eignet sich in der Einführung besonders zur selbsterfahrenden Umsetzung. Die Schülerinnen und Schüler sollen über eigene Versuche mit unterschiedlichen Materialien die Schalteigenschaften der Sensoren kennenlernen. Diese sind hier nicht dargestellt, sondern müssen gemäß den örtlichen Gegebenheiten der Schulen individuell umgesetzt werden. Mit weiteren Übungen wird deren Wissen und der Umgang diesbezüglich vertieft. Am Ende können sie und die Lehrkraft über eine Lernwegliste den aktuellen Wissenstand checken und ggf. gezielte Nachschulungsmaßnahmen einleiten.

Im Folgenden werden die theoretischen Grundlagen zu Sensoren gesammelt.

Da dieser Bereich sehr umfangreich ist, werden nur die Gruppe der Näherungssensoren näher betrachtet. Diese werden nachfolgend als „Sensoren“ bezeichnet.

Sensoren sollen unterschiedliche Materialien und Schaltzustände von Anlagen erfassen und Signale an die Steuerung weitergeben. Daher ist eine fachgerechte Montage und Inbetriebnahme für deren störungsfreien Betrieb entscheidend.

Dies beinhaltet bei der Inbetriebnahme die Prüfung folgender Punkte:

- Korrekte Polung der elektrischen Anschlüsse
- Richtige Anschlussspannung (bspw. gewährleistet die anliegende Spannungshöhe eine einwandfreie Funktion des Sensors)
- Prüfung der Sensorart (bspw. Reaktion des Sensors auf unterschiedliche Materialien)
- Einfluss von Störgrößen (bspw. externe Lichtquellen auf optoelektrische Sensoren)
- Befestigung des Sensors (bspw. kann der Sensor bei der gewählten Einbauposition seine Aufgabe erfüllen oder kann ein Roboter Objekte ablegen/abholen, ohne den Sensor zu berühren)

4.3.1 Unterscheidung in ihrer Wirkung

Unterschiedliche Materialien haben auf Sensoren verschiedene Auswirkungen. Näherungssensoren erfassen die Anwesenheit eines Objekts innerhalb eines spezifizierten Abstands ohne dieses zu beschädigen.

Manche reagieren nur auf eine Materialsorte, andere wiederum auf mehrere. Über das Zusammenwirken verschiedener Sensoren kann eine Materialsorte automatisierungstechnisch erfasst werden und gezielte Produktionsabläufe hervorrufen.

Diese werden nachfolgend aufgelistet.

4.3.1.1 Induktive Sensoren

Induktive Sensoren reagieren aufgrund der Wechselwirkung eines metallischen Objekts auf einen LR-Schwingkreis.

Beim Eindringen eines metallischen Objekts in den Wirkungsbereich des Sensors wird dessen Magnetfeld beeinflusst.

Gegenüber nichtmetallischen Objekten sind sie blind.

4.3.1.2 Kapazitive Sensoren

Kapazitive Sensoren reagieren aufgrund der Wechselwirkung eines Objekts auf einen RC-Schwingkreis. Die Erfassung der Objekte ist materialunabhängig.

Beim Eindringen eines Objekts in den Wirkungsbereich des Sensors wird dessen Dielektrikum beeinflusst.

4.3.1.3 Optoelektrische Sensoren

Optoelektrische Sensoren reagieren aufgrund der Beeinflussung von Lichtwellen durch Objekte. Beim Eindringen eines Objekts in den Wirkungsbereich des Sensors werden, abhängig von der Funktionsweise des optischen Sensors, Lichtwellen reflektiert oder unterbrochen.

Man unterscheidet:

(a) Lichtschranken

Sender und Empfänger sind räumlich getrennt angebracht. Der Empfänger erfasst die Lichtwellensignale des Senders. Wird das Signal durch ein Objekt unterbrochen, dann reagiert der Empfänger. Der Abstand von Sender und Empfänger hängt von der Lichtstreuung ab, ist aber wesentlich größer als bei kapazitiven und induktiven Sensoren.

Die Erfassung von durchsichtigen Objekten ist nicht möglich oder sehr unzuverlässig.

(b) Reflexionslichtschranken

Sender und Empfänger sind räumlich nebeneinander angebracht. Der Empfänger erfasst die Lichtwellensignale des Senders, welche an einem gegenüberliegenden Reflektor zurückgeworfen werden. Wird das Signal durch ein Objekt unterbrochen, dann reagiert der Empfänger.

Der Abstand von Sender und Empfänger hängt auch hier von der Lichtstreuung ab. Die Erfassung von durchsichtigen, glänzenden und spiegelnden Objekten ist nicht möglich oder unzuverlässig.

Mit Polarisationsfiltern und/oder speziellen Klarglaserkennungssensoren ist dies aber auch zuverlässig möglich.

(c) Reflexionslichttaster

Sender und Empfänger sind räumlich nebeneinander angebracht. Der Empfänger erfasst die Lichtwellensignale des Senders, welche an einem Objekt zurückgeworfen werden. Wird das Signal nicht unterbrochen (durchsichtige Objekte) oder ist das reflektierte Signal zu schwach (dunkle Objekte), dann reagiert der Empfänger nicht.

4.3.1.4 Reed-Kontakte

Bei einem Reed-Kontakt wird ein Schließer-, Öffner- oder Wechselkontakt über einen Magneten betätigt, wenn dieser sich im Wirkungsbereich des Kontakts befindet.

4.3.1.5 Hall-Sensoren

Nutzen den Hall-Effekt aus und werden in der Automatisierungstechnik meist als berührungslose Signalgeber genutzt.

4.3.2 Aufbau und Ausgangssignale

4.3.2.1 Induktive Sensoren

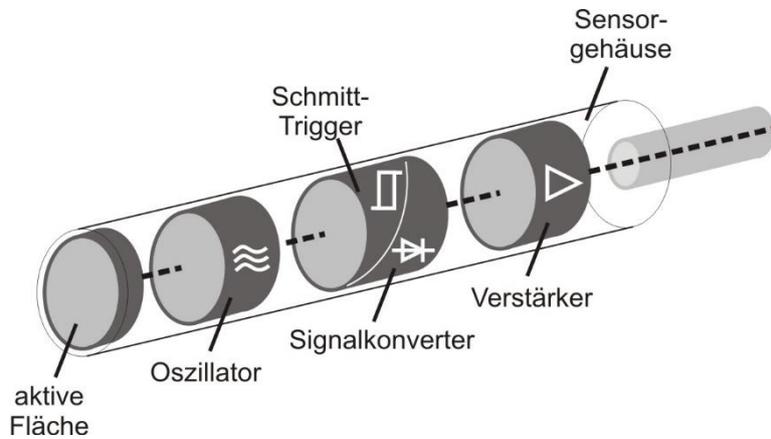


Abbildung 5: Aufbau induktiver Sensor

Der Oszillator erzeugt über einen Schwingkreis ein elektromagnetisches Wechselfeld. Dieses tritt an der aktiven Fläche aus.

In jedem metallischen Objekt, das sich im Wirkungsbereich des Sensors befindet, werden Wirbelströme verursacht. Diese schwächen das Magnetfeld des Sensors ab.

Digitale Sensoren: über einen Schmitt-Trigger wird das Ausgangssignal auf „1“ gesetzt.

Analoge Sensoren: ein Signalkonverter wertet den Objektabstand aus.

Der Ausgangsverstärker gibt die definierten Signalwerte aus.

4.3.2.2 Kapazitive Sensoren

Der kapazitive Sensor entspricht einem offenen Kondensator. Beim Eindringen eines Objekts in den Wirkungsbereich des Sensors wird dessen Dielektrikum beeinflusst. Seine Dielektrizitätszahl ϵ_r ändert sich und führt zu einer Reaktion des Sensors.

Digitale Sensoren: über einen Schmitt-Trigger wird das Ausgangssignal auf „1“ gesetzt.

Analoge Sensoren: ein Signalkonverter wertet den Objektabstand aus.

Der Ausgangsverstärker gibt die definierten Signalwerte aus.

4.3.2.3 Optoelektrische Sensoren

(a) Lichtschranken

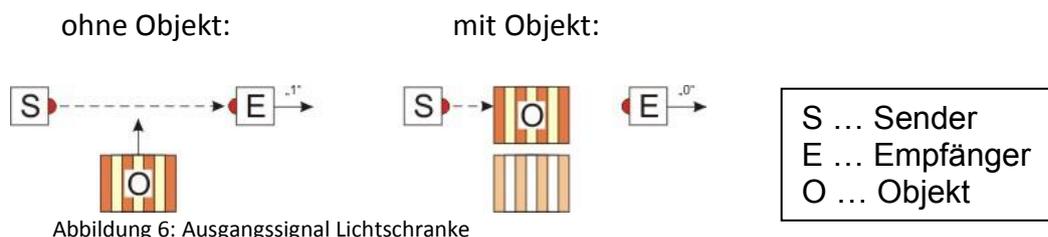


Abbildung 6: Ausgangssignal Lichtschranke

Digitale Sensoren:

Wird das Signal des Senders durch ein Objekt unterbrochen, dann wird meist vom Empfänger eine „0“ ausgegeben. Ohne Objekt wird eine „1“ ausgegeben.

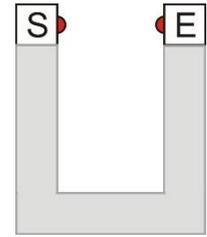


Abbildung 7: Gabellichtschranke

Gabellichtschranke:

Bis zu einem Abstand von ca. 20 cm gibt es Gabellichtschranken. Bei diesen Lichtschranken entfällt die aufwändige Justierung und ein zweiter Stromanschluss.

(b) Reflexionslichtschranken

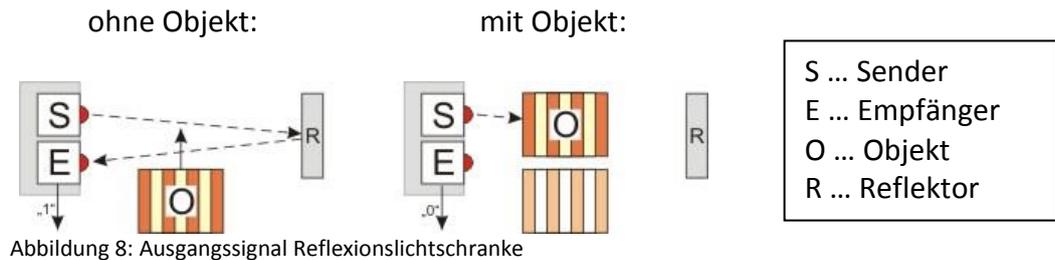


Abbildung 8: Ausgangssignal Reflexionslichtschranke

Digitale Sensoren:

Sender und Empfänger sind in einem gemeinsamen Gehäuse. Der Reflektor reflektiert das Licht des Senders für den Empfänger.

Wird das Signal des Senders durch ein Objekt unterbrochen, dann wird vom Empfänger eine „0“ ausgegeben. Ohne Objekt wird eine „1“ ausgegeben.

(c) Reflexionslichttaster

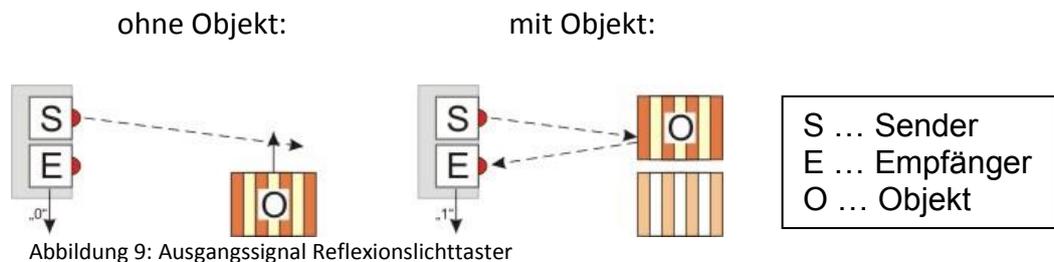


Abbildung 9: Ausgangssignal Reflexionslichttaster

Digitale Sensoren:

Sender und Empfänger sind in einem gemeinsamen Gehäuse. Das Objekt reflektiert das Licht des Senders für den Empfänger.

Wird das Signal des Senders durch ein Objekt reflektiert, dann wird vom Empfänger eine „1“ ausgegeben. Ohne Objekt wird eine „0“ ausgegeben, da der Empfänger kein Signal empfängt.

4.3.2.4 Reedkontakte

Ein hermetisch dichter Kontakt wird beim Reed-Kontakt über ein Magnetfeld beeinflusst. Dies erlaubt auch den Einsatz in bspw. stark verschmutzten Bereichen, ohne seine Funktionsfähigkeit zu beeinträchtigen, da kein Schmutz an den Kontakt gelangen kann.

Ein häufiges Einsatzgebiet ist die Lagenerfassung bei Pneumatikzylindern.

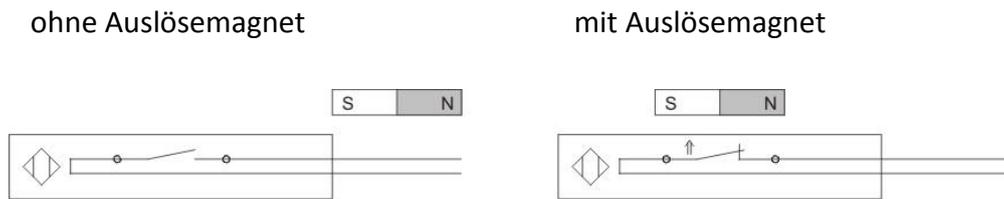


Abbildung 10: Schalten Reed-Kontakt

4.3.2.5 Hall-Sensoren

Hall-Sensoren finden bspw. in der Automobilindustrie (Gurtschloss, ...), Kraftwerkstechnik (Turbindrehzahl, ...) und bei bürstenlosen Motoren (Drehzahlerfassung, ...) Verwendung, da sie unempfindlich gegenüber Schmutz und Wasser sind.

4.3.3 Schaltzeichen

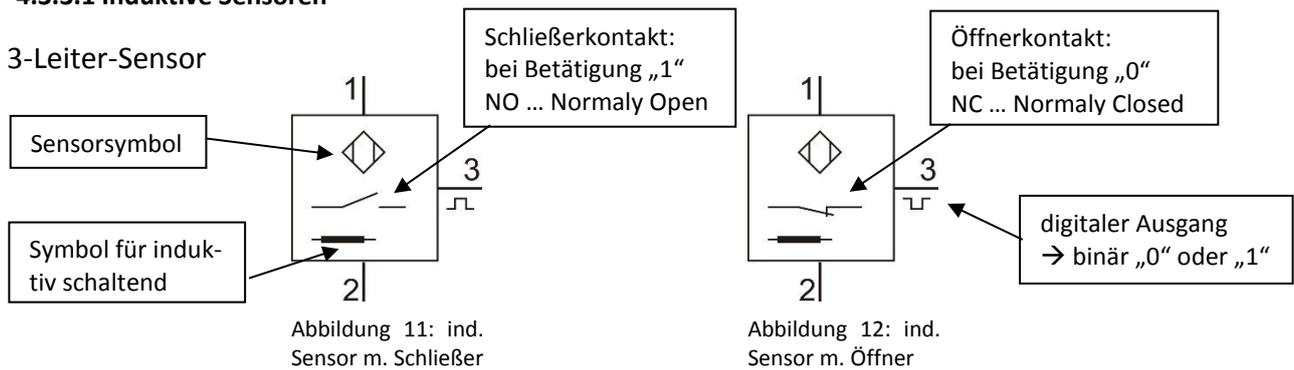
Nachfolgend werden nur die Schaltzeichen von digital schaltenden Sensoren aufgelistet.

Die 3-Leiter-Sensoren benötigen eine Versorgungsspannung (Klemme 1 – 2). Über ihren digitalen Ausgang geben sie ein Signal an eine Steuerung weiter oder schalten ein Relais, etc.

Die 2-Leiter-Sensoren benötigen keine Versorgungsspannung. Sie geben beim Schalten das am einen Anschluss anliegende Signal weiter (Schließerkontakt) oder unterbrechen es (Öffnerkontakt).

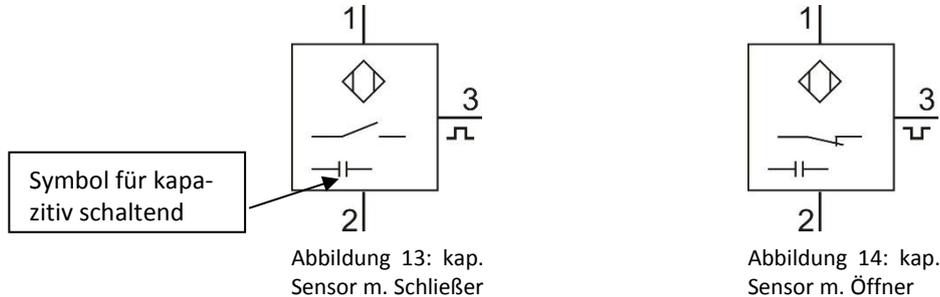
4.3.3.1 Induktive Sensoren

3-Leiter-Sensor



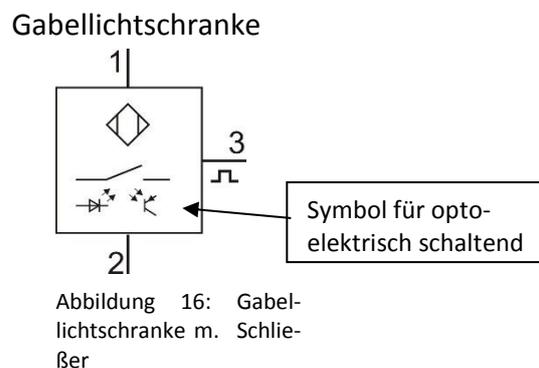
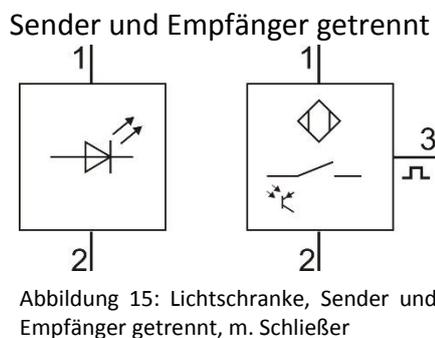
4.3.3.2 Kapazitive Sensoren

3-Leiter-Sensor



4.3.3.3 Optoelektrische Sensoren

(a) Lichtschranken



(b) Reflexionslichtschranken

3-Leiter-Sensor

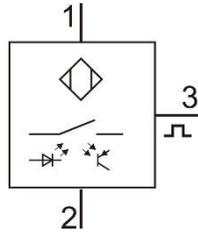


Abbildung 17: Reflexionslichtschranke m. Schließer

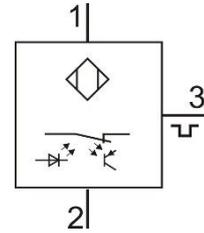


Abbildung 18: Reflexionslichtschranke m. Öffner

(c) Reflexionslichttaster

3-Leiter-Sensor

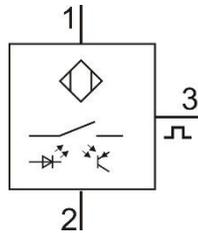


Abbildung 19: Reflexionslichttaster m. Schließer

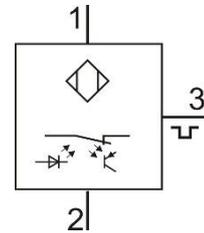


Abbildung 20: Reflexionslichttaster m. Öffner

4.3.3.4 Reed-Kontakte

3-Leiter-Sensor

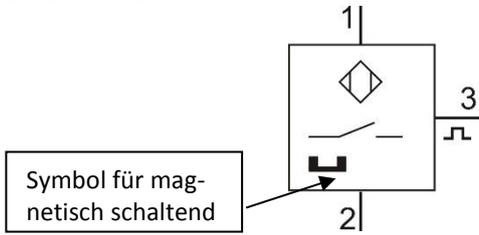


Abbildung 23: Reed-Kontakt m. Schließer

2-Leiter-Sensor

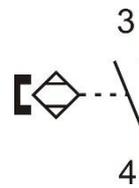


Abbildung 22: Reed-Kontakt Zweileiter m. Schließer

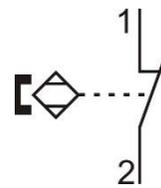


Abbildung 21: Reed-Kontakt Zweileiter m. Öffner

4.3.3.5 Hall-Sensoren

3-Leiter-Sensor

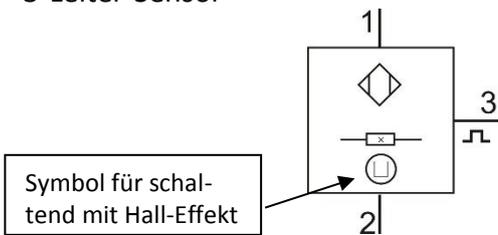


Abbildung 24: Hall-Sensor

4.3.4 Umsetzungsbeispiele

Nachfolgend werden einige Umsetzungsbeispiele aufgelistet.

4.3.4.1 Einführung

Einführend wird allgemein die Aufgabe von Sensoren in der Steuerungs- und Automatisierungstechnik erarbeitet und/oder erklärt. Wichtig sind dabei die nachfolgenden Punkte.

- Messprinzip:
Ein Sensor (Messwertaufnehmer) wandelt eine physikalische (Mess-)Größe in ein elektrisches Signal um, welches dann weiterverarbeitet und ausgewertet wird.
- Technische Bedeutung:
 - Ohne elektrische Signale (oder Informationen) über Positionen und Zustände aller Art können Regel- und Steuerelektroniken ihre Funktion nicht ausüben
 - Ohne Sensoren ist die Elektronik eine Black Box, d. h. blind und taub.
 - Ohne Sensorik gibt es keine selbsttätig ablaufenden industriellen Fertigungsprozesse.
 - Ohne Sensorik gibt es keine wirtschaftliche Null-Fehler-Qualität.
- Einsatzbereiche:
 - Haushaltsgeräte
 - Umwelttechnik (bspw. Luftmessstationen)
 - Gebäudesicherung
 - Automatisierungstechnik
- Unterscheidung:
 - Schallsensoren/frequenzanaloge Sensoren (Ultraschallsensoren)
 - Gas- und Feuchte-Sensoren
 - Optoelektronische Sensoren (Fotodiode)
 - Thermistoren
 - Näherungsschalter, Infrarotsensoren
 - Hall-Sensoren
 - Dehnmesssensoren – DMS
 - Drucksensoren
 - Beschleunigungssensoren
 - Radarsensoren
 - ...

Die nachfolgenden Beispiele sollen eine Unterstützung bei der Umsetzung der Inhalte sein.

(a) Beispiel 1

Erarbeiten Sie in Partnerarbeit die nachfolgenden Fragen mit Hilfe des Fachkunde-
buchs/Tabellenbuchs. Notieren Sie Ihre Lösungsvorschläge auf einem Konzeptpapier. Anschlie-
ßend werden die Ergebnisse in der Klasse gesammelt, besprochen und gemeinsam die Lücken des
Aufgabenblatts ergänzt.

Dauer Partnerarbeit: 20-25 Minuten

Erläutern Sie das Arbeitsprinzip eines Sensors.

Nennen Sie vier Bereiche, in denen Sensoren eingesetzt werden.

Nennen Sie acht unterschiedliche Sensoren.

Lösungsvorschlag:

Erläutern Sie das Arbeitsprinzip eines Sensors.

Ein Sensor (Messwertaufnehmer) wandelt eine physikalische (Mess-)
Größe in ein elektrisches Signal um, welches dann weiterverarbeitet
und ausgewertet wird.

Nennen Sie vier Bereiche, in denen Sensoren eingesetzt werden.

- Haushaltsgeräte
- Umweltmesstechnik
- Gebäudesicherung
- Automatisierungstechnik

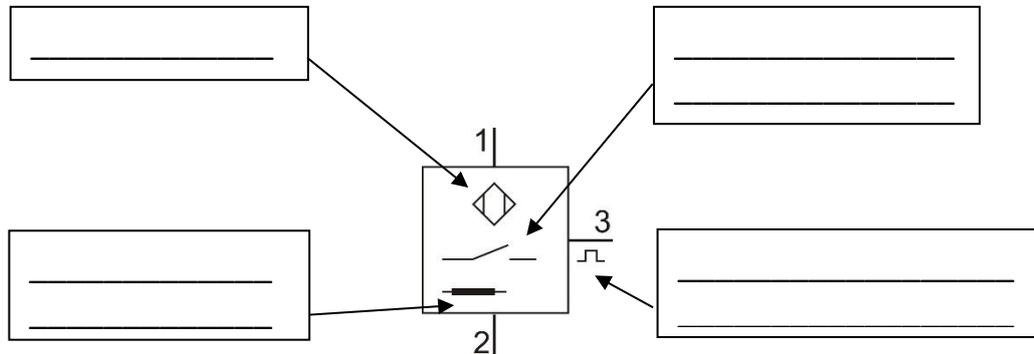
Nennen Sie acht unterschiedliche Sensoren.

Ultraschallsensoren // Gas- und Feuchte-Sensoren //
optoelektronische Sensoren (Fotodiode) // Thermistoren //
Näherungsschalter, Infrarotsensoren // Hall-Sensoren //
Dehnmesssensoren – DMS // Drucksensoren //
Beschleunigungssensoren // Radarsensoren //

...

(b) Beispiel 2

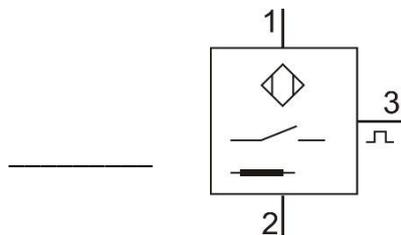
Ergänzen Sie mit Hilfe des Fachkundebuchs/Tabellenbuchs die Bedeutung der angegebenen Schaltzeichenbereiche. Recherchieren Sie ggf. im Internet.



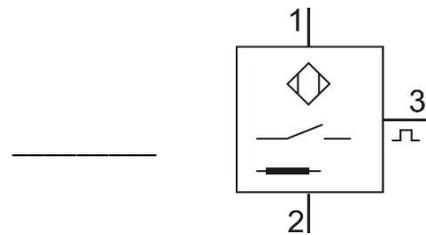
Bei einem Sensor handelt es sich um das vierte Bauteil im ersten Schaltplanteil.

Wie lautet die korrekte Bezeichnung des Bauteils nach:

DIN EN 81346-2

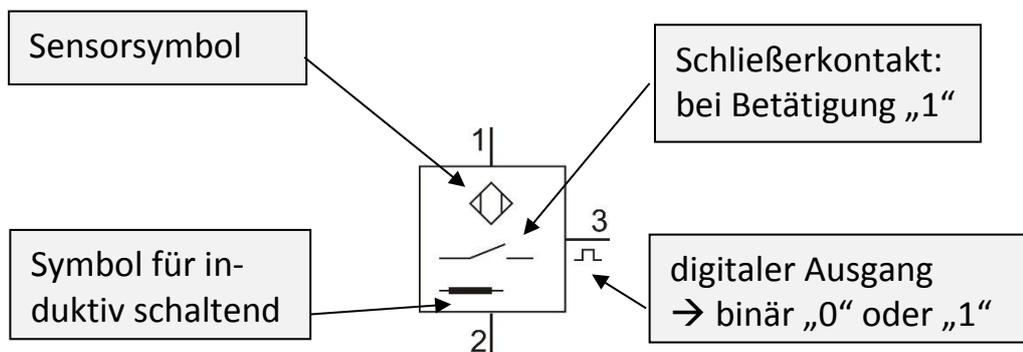


DIN ISO 1219-2



Lösungsvorschlag:

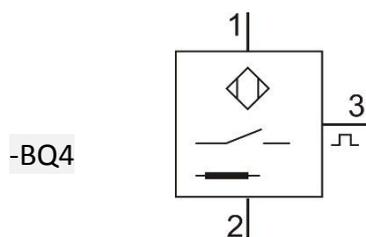
Ergänzen Sie mit Hilfe des Fachkundebuchs/Tabellenbuchs die Bedeutung der angegebenen Schaltzeichenbereiche. Recherchieren Sie ggf. im Internet.



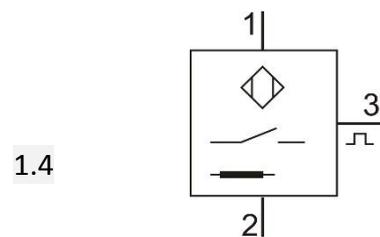
Bei einem Sensor handelt es sich um das vierte Bauteil im ersten Schaltplanteil.

Wie lautet die korrekte Bezeichnung des Bauteils nach:

DIN EN 81346-2



DIN ISO 1219-2



(c) Beispiel 3

Ergänzen Sie mit Hilfe des Fachkundebuchs/Tabellenbuchs die nachfolgende Tabelle zu Sensoren und erklären Sie kurz seine Funktionsweise.

Schaltzeichen	Bezeichnung	Erklärung
	induktiver Sensor, NC	
	Reflexionslichttaster, NO	
...

Lösungsvorschlag:

Schaltzeichen	Bezeichnung	Erklärung
	kapazitiver Sensor, NO	Schaltet bei jedem Objekt, das in seinem Wirkungsbereich ist. → Schaltsignal: „1“
	induktiver Sensor, NC	Schaltet bei metallischem Objekt, das in seinem Wirkungsbereich ist. → Schaltsignal: „0“
	Reed-Kontakt, NC	2-Leiter-Sensor: öffnet seinen Kontakt, wenn der magnetische Auslöser im Wirkungsbereich ist.
	Reflexionslichttaster, NO	Schaltet bei einem hellen Objekt, das in seinem Wirkungsbereich ist. → Schaltsignal: „1“
...

4.3.4.2 Vertiefung

(a) Beispiel 1 – Automatisierungstechnik

Die drei Sensortypen induktiv, kapazitiv und optisch sollen sowohl dunkle und helle Kunststoffbauteile als auch Aluminiumbauteile produktionstechnisch erfassen.

1. Aufgabe

Testen Sie die Auswirkung dieser Sensoren auf die drei Bauteilmaterialien.

2. Aufgabe

Übernehmen Sie diese Auswirkungen in eine Wahrheitstabelle.

Die Sensoren haben die Bezeichnungen BQ1 für den induktiven, BQ2 für den kapazitiven und BQ3 für den optischen Sensor. Dies sind die Eingangssignale.

Die Bauteilmaterialien werden als BLACK, WHITE und ALU bezeichnet. Für Bitkombinationen, die nicht vorkommen können, wird FALSE ausgegeben. Dies sind die Ausgangssignale.

3. Aufgabe

Erstellen Sie einen FC, der diese Messergebnisse ausgibt.

Geben Sie alle notwendigen Netzwerke an. Die Variablenbezeichnungen erfolgen gemäß der 2. Aufgabe mit einem kleinen „x“ vor jeder Variable als Kennzeichnung für boolesche (binäre) Größen.

Lösungsvorschlag:

1. Aufgabe

- Wenn ein Sensor auf ein Material reagiert, gibt er eine „1“ weiter.
- Induktiver Sensor: spricht nur bei Aluminiumbauteilen an.
- Kapazitiver Sensor: spricht nur bei allen Bauteilen an.
- Optischer Sensor: spricht nur bei hellen und Aluminiumbauteilen an.

2. Aufgabe

	BQ3	BQ2	BQ1	BLACK	WHITE	ALU	FALSE
0	0	0	0	0	0	0	1
1	0	0	1	0	0	0	1
2	0	1	0	1	0	0	0
3	0	1	1	0	0	0	1
4	1	0	0	0	0	0	1
5	1	0	1	0	0	0	1
6	1	1	0	0	1	0	0
7	1	1	1	0	0	1	0

3. Aufgabe

NW1: Erfassung Aluminium

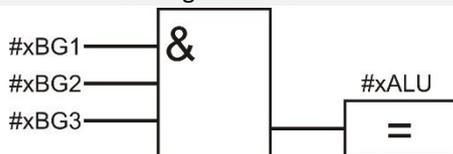


Abbildung 25: Erfassung ALU

NW2: Erfassung heller Kunststoff

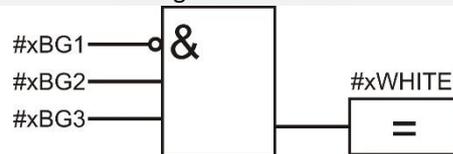


Abbildung 26: Erfassung WHITE

W3: Erfassung dunkler Kunststoff

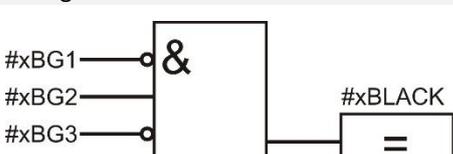


Abbildung 28: Erfassung BLACK

NW4: Erfassung Fehlmessungen

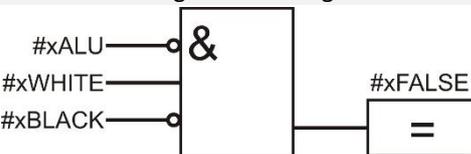


Abbildung 27: Erfassung FALSE

(b) Beispiel 2 – Elektropneumatik

Gegeben ist der angegebene Pneumatik- und Elektroplan.

Kennung	Komponentenbezeichnung
-QM1	5/2-Wege-Magnetventil
	Druckluftquelle
-MM1	Zylinder, doppeltwirkend
-RZ1	Drosselrückschlagventil
-RZ1	Drosselrückschlagventil
	Wegmaßstab
-BG1	Näherungsschalter, magnetisch
-SF1	Taster (Schließer)
	Spannungsquelle (24V)
	Spannungsquelle (0V)
-KF1	Schließer
-KF3	Offner
-KF1	Relais
-BG2	Näherungsschalter, magnetisch
-PF1	Leuchtmelder
-KF2	Relais
-KF2	Schließer
-KF3	Relais
-SF2	Taster (Schließer)
-KF1	Schließer
-MB1	Ventilmagnet

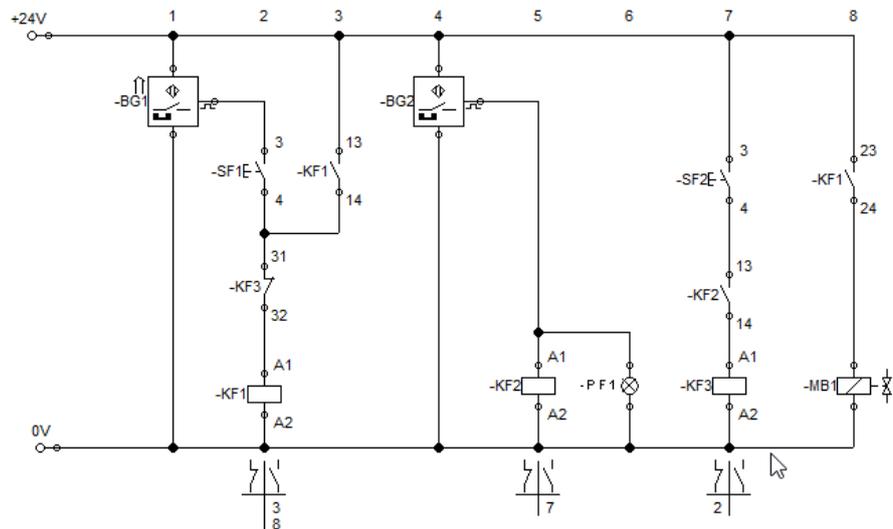
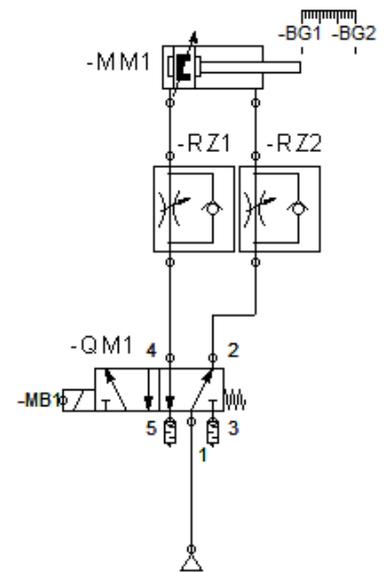


Abbildung 29: Elektropneumatikplan

- Erklären Sie die Funktion dieser Schaltung unter Verwendung der angegebenen Bauteilbezeichnungen.
- Warum werden Reed-Kontakte zur Endlagenerfassung bei Pneumatikzylindern verwendet?
- Nennen Sie die Bezeichnungsnorm gemäß der dieser Schaltplan erstellt wurde.
- Nennen Sie weitere Normen, welche in der Praxis noch vorkommen.

Geben Sie dabei die Bezeichnung des Zylinders im Pneumatikplan gemäß diesen Normen an. Der Zylinder ist dabei das vierte Bauteil im Pneumatikplan.

Lösungsvorschlag:

- Der Pneumatikzylinder –MM1 befindet sich in der hinteren Endlage.
Spalte 1: Daher ist der Sensor –BG1 betätigt und an seinem Ausgang 3 liegt ein Signal an.
Spalte 2: Mit der Betätigung des Tasters –SF1 wird das Relais –KF1 bestromt und zieht an. Der Öffnerkontakt von –KF3 ist unbetätigt.
Spalte 3: Die Selbsthaltung von –KF1 über den Schließerkontakt 13-14 ist aktiviert (Schließer geschlossen).

Spalte 8: Der Schließerkontakt 23-24 von –KF1 ist geschlossen und das Magnetventil –MB1 zieht an. Das 5/2-Wege-Ventil wird auf „Zylinder ausfahren“ umgestellt. Der Pneumatikzylinder –MM1 fährt aus. Der Sensor –BG1 ist jetzt unbetätigt. Die Selbsthaltung sorgt dafür, dass das Magnetventil –MB1 weiterhin angezogen bleibt.

Spalte 4: Der Pneumatikzylinder erreicht die vordere Endlage und aktiviert den Sensor –BG2. An dessen Ausgang liegt ein Signal an.

Spalte 5 und 6: Das Relais –KF2 wird bestromt und zieht an und die Signalleuchte –PZ1 ist an.

Spalte 7: Der Schließerkontakt 13-14 von –KF2 ist geschlossen. Bei Bedarf kann jetzt mit dem Taster –SF2 das Relais –KF3 für die Abschaltung des Vorgangs bestromt werden. Dies war vorher nicht möglich.

Spalte 2, 3 und 8: Wird –SF2 betätigt dann öffnet der Öffnerkontakt 31-32 und das Relais –KF2 fällt ab. Die beiden Schließerkontakte in Spalte 3 und 8 gehen auf. Die Selbsthaltung von –KF1 ist aufgehoben und das Magnetventil –MB1 unbestromt.

Die Federrückstellung am 5/2-Wege-Ventil sorgt für eine Rückstellung des Ventils. Der Pneumatikzylinder –MM1 fährt wieder ein. Der Sensor –BG2 ist jetzt wieder unbetätigt und der Sensor –BG1 wird beim Erreichen der hinteren Endlage des Zylinders wieder aktiviert.

Die Anlage ist wieder in Startposition.

- b.) Pneumatikzylinder haben bereits den Magneten an ihrer Kolbenfläche integriert, so dass nur noch der Schaltkontakt außen am Zylindergehäuse befestigt werden muss. Dadurch behindert kein Kontakt das Aus- und Einfahren des Zylinders.
- c.) DIN EN 81346-2 (2009-10)
- d.) ISO 1219-2 (2012-9): Bezeichnung Zylinder mit „1.4“
 alt: ISO 1219-2 (1995-12): Bezeichnung Zylinder mit „1A1“

4.3.4.3 Vertiefung

(a) Beispiel 1 – Lernwegliste

Grundlagen Sensoren				
Ich kann/kenne ...	SCHÜLER-SELBSTEINSCHÄTZUNG		LEHRER	
	JA	NEIN	JA	NEIN
die Funktionsweise eines induktiven Sensors.				
die Funktionsweise eines kapazitiven Sensors.				
die Funktionsweise eines optischen Sensors.				
die Schaltzeichen verschiedener Sensoren unterscheiden.				
die Funktionsweise eines Elektropneumatikschaltplans mit Sensoren beschreiben.				
einen defekten Sensor erkennen und tauschen.				
die Norm DIN ISO 1219-2 auf die Bezeichnung von Schaltplänen anwenden.				
...				

4.4 Relais/Schütze

Kurzbeschreibung der Unterrichtseinheit	
Thema	Notwendigkeit von elektrisch betätigten Kontakten Aufbau und Funktionsweise von Relais/Schütz Grundsaltungen verbindungsprogrammierter Steuerungen
Motivation	sollte durch praxisnahe Beispiele aus dem Erfahrungsschatz der Schülerinnen und Schüler erfolgen – z. B. Hausautomation
Lernziele	<ul style="list-style-type: none"> • Grundlegende Unterscheidung verschiedener Kontaktarten beschreiben • Funktionsweise eines Relais/Schütz an einem Modell erläutern • Aufbau eines gesteuerten Laststromkreises durch einen Steuerstromkreis beschreiben und Funktionsweise erläutern Grundverknüpfungen mit VPS (Relaistechnik) aufbauen und analysieren
Vorstruktur	Grundlagen der Digitaltechnik – ohne konkreten Technologiebezug (Analyse, Synthese)
Methodische Überlegungen	<p>Gerade am Anfang einer neuen Lernphase sollte bei den Schülerinnen und Schülern ein Bewusstsein für die neue Thematik geschaffen werden. Hierbei bietet sich intensive Lehrer-Schüler-Gespräche an, in denen zusätzlich mit Bildern oder realen Anschauungsobjekten beobachtet bzw. diskutiert wird.</p> <p>Der letzte Teil der einzelnen Grundverknüpfungen und zusammengesetzten Grundverknüpfungen kann durch einen Lernzirkel (Stationenlernen) erfolgen. Binnendifferenzierung ist bei dieser Methode ebenso möglich wie individuelle Förderung durch verschiedene Schwierigkeiten bzw. Taxonomiestufen. Gerade starke Schülerinnen und Schüler können sich als „Experten“ in den Gruppen einbringen oder schwere Aufgaben lösen. Für den Lernzirkel ist eine effiziente Sicherung notwendig. Diese könnte beispielsweise mit Hilfe einer ausgelegten Musterlösung erfolgen. Alternativ kontrollieren sich zwei Schülerinnen und Schüler gegenseitig auf Richtigkeit.</p>

Vorausgesetzt wird, dass die Schülerinnen und Schüler wissen, was ein analoges und digitales bzw. binäres Signal ist. Es empfiehlt sich, auch einführende Beispiele für einfache Steuerungen zu thematisieren, in denen das „Eingabe – Verarbeitung – Ausgabe-Modell“ (auch EVA – Prinzip der Informationsverarbeitung) diskutiert und thematisiert wird.

Ziel dieser Einheit ist das Verständnis für die Notwendigkeit eines Schalt- und Steuerelements in der Automatisierungstechnik. Da sich die Funktionsweise von Schütz und Relais stark ähneln, wird vorrangig der Begriff des Relais als elektromechanischer Schalter verwendet.

Dieser Unterrichtsblock sollte je nach Einbeziehung der Schülerinnen und Schüler mit Versuchen drei bis vier Unterrichtsstunden dauern.

4.4.1 Der Schalter in der Steuerungstechnik

4.4.1.1 Der elektrische Schalter – Einführung

Um komplexere Steuerungsaufgaben mit Hilfe der Digitaltechnik zu lösen, benötigt man Schalter mit deren Hilfe binäre Zustände erzeugt werden können. Zunächst soll aber ein einfaches Beispiel betrachtet werden.

Lichtschtaltung im Schlafzimmer (Wechselschaltung)

Betrachtet man eine einfache Lichtschaltung im Schlafzimmer, so sieht man, dass die Lampe nur leuchtet, wenn der Stromkreis geschlossen ist und letztendlich Spannung an der Lampe abfällt.

Folgende Punkte sollten mit den Schülerinnen und Schülern erarbeitet werden:

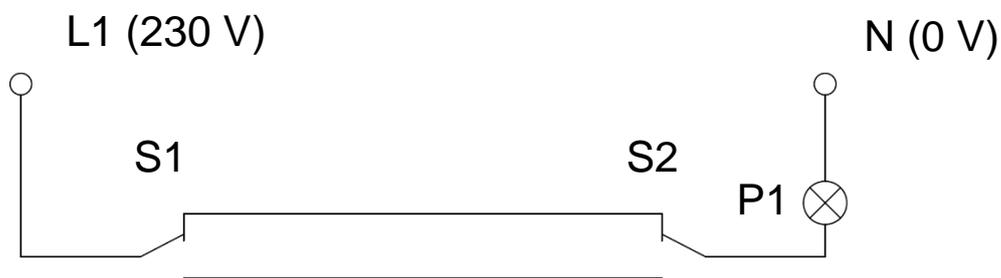


Abbildung 30: Schaltplan einer Wechselschaltung (z. B. Schlafzimmer)

- EVA-Prinzip
- Notwendigkeit eines Schalters zum Öffnen und Schließen von Stromkreisen (Was müsste man denn machen ohne Schaltelement, um die Lampe zum Leuchten zu bringen?)
- Welche technischen Realisierungen gibt es heutzutage in Hausinstallationen? (klassische Installationstechnik, Hausautomation)

Nach der Einführung kann eine Überleitung mit folgender Fragestellung erfolgen: Wie kann es sein, dass wir von unterwegs bei einem Zimmer in einem automatisierten Bereich in einer Wohnung oder einem Haus Licht einschalten können?

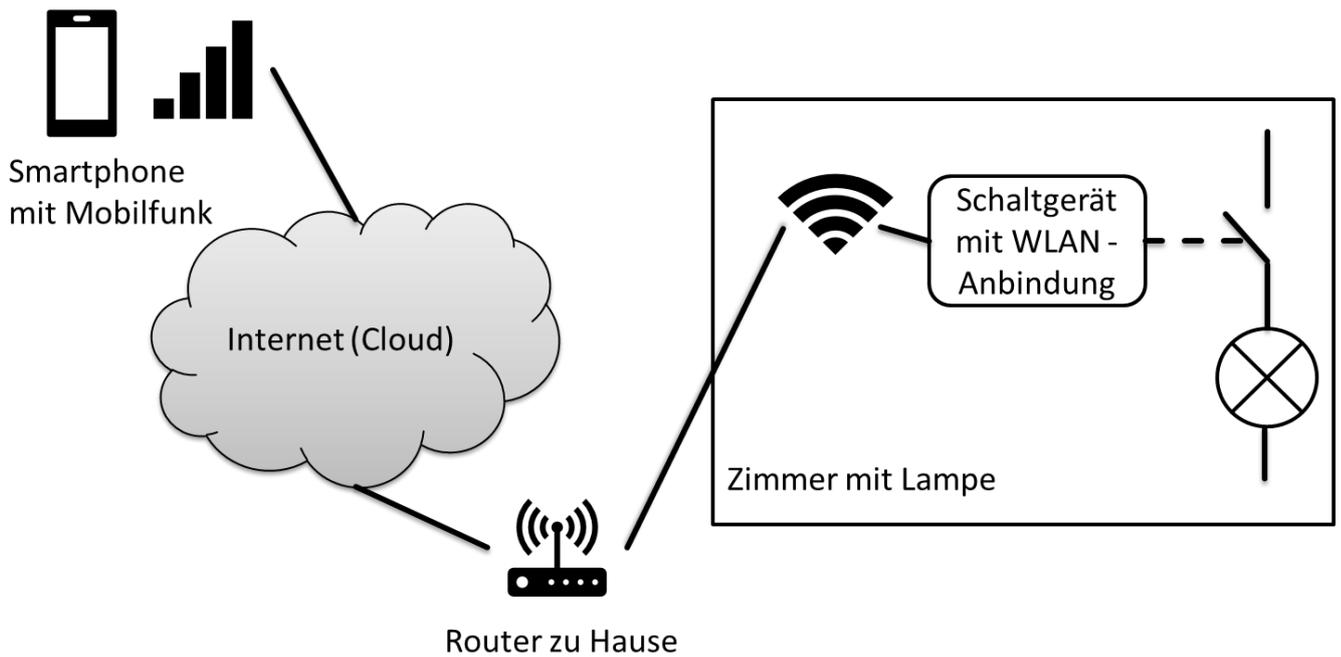


Abbildung 31: Smartphone schaltet eine Lampe ein

Mit Hilfe solcher Beispiele sollte den Schülerinnen und Schülern bewusst werden, dass wir einen Schaltkontakt benötigen, den man steuern kann, egal ob per Funk oder mit Steuerleitungen. Genau solch ein Element stellt beispielsweise ein Relais dar.

4.4.2 Aufbau und Funktionsweise von Relais bzw. Schütz als elektromagnetische Schalter

4.4.2.1 Grundlegende Funktionsweise – Modell

Eine Möglichkeit der Erarbeitung wäre, das Grundprinzip eines Elektromagneten mit Hilfe einer Spule und eines Weicheisenkerns zu zeigen. Dabei wird die Spule bestromt und der Weicheisenkern hält sich durch magnetische Kraft in der Mitte der Spule. Durch Ausschalten fällt der Elektromagnet aus der Spule, da das Magnetfeld sich sehr schnell abbaut. Die genaue Funktionsweise der Spule wird in Jahrgangsstufe 1 ausführlich behandelt. Hier sollte der Effekt im Vordergrund stehen.

Ist der Effekt ausreichend diskutiert, folgt die Überleitung zum Relais. Folgende Abbildung zeigt das Grundprinzip eines Relais bzw. eines Schützes.

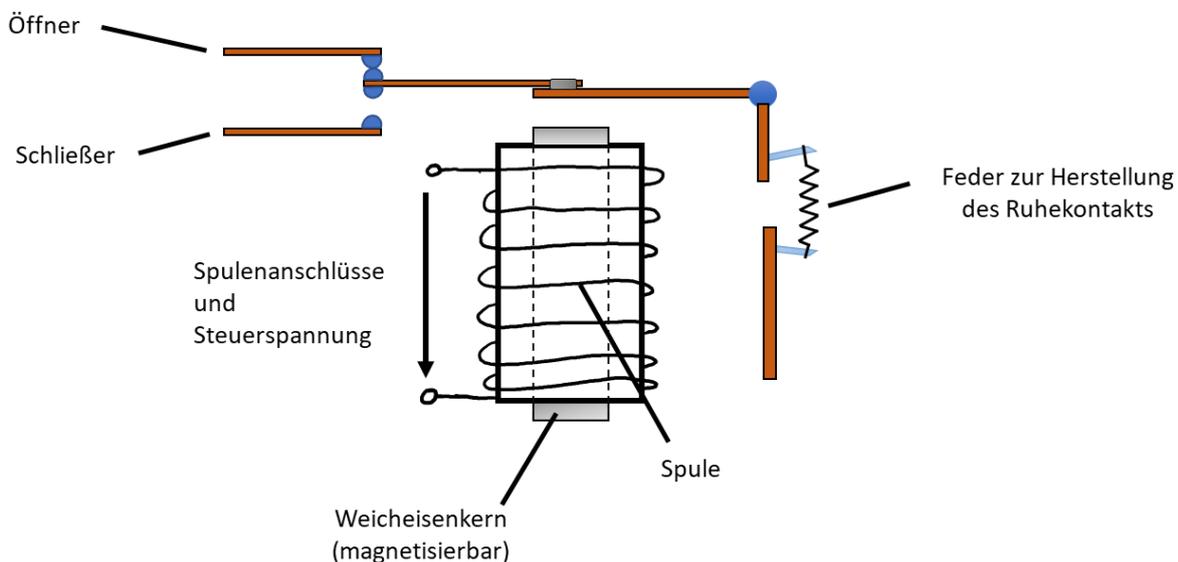


Abbildung 32: prinzipieller Aufbau und Funktionsweise eines Relais

Die Schülerinnen und Schüler sollen an dieser Stelle selbst aktiv werden und sich die Funktionsweise auf Basis einer kurzen mechanischen Beschreibung der Lehrkraft selbst überlegen und anschließend erläutern. Hierbei empfiehlt es sich, das Überlegte schriftlich zu fixieren, da gerade schwächere Schülerinnen und Schüler Probleme in der Formulierung technischer Zusammenhänge haben.

Als weitere Vertiefung wären weitere Kontaktarten wie z.B. Wechsler oder Folgewechsler an dieser Stelle möglich, sind aber für das Verständnis des Grundprinzips nicht notwendig. Hier könnten schnelle bzw. leistungsstärkere Schülerinnen und Schüler mit geeigneter Literatur, Internet, etc. aktiv werden und sich mit einem kurzen Vortrag verstärkt einbringen.

4.4.2.2 Steuer- und Laststromkreis

Nachdem die Schülerinnen und Schüler die grundlegenden Prinzipien verstanden haben, wird die Steuerungstechnik wieder in den Fokus gerückt.

Das Grundprinzip, dass Steuer- und Laststromkreis galvanisch getrennt sind und es sich tatsächlich um zwei verschiedene Stromkreise handelt, kann beispielsweise mit Hilfe von Lehrerexperimenten verdeutlicht werden, bei denen die Spannungsniveaus sowie unterschiedliche Verbraucher wechseln. Zur Verdeutlichung bietet sich die Anzeige der unterschiedlichen Spannungen im Steuer- und Laststromkreis an.

Den Schülerinnen und Schülern sollte hier bewusst werden, dass wir alle Arten von elektrischen Verbrauchern schalten können. Typische Beispiele wie Motoren und Lampen sollten im Vordergrund stehen.

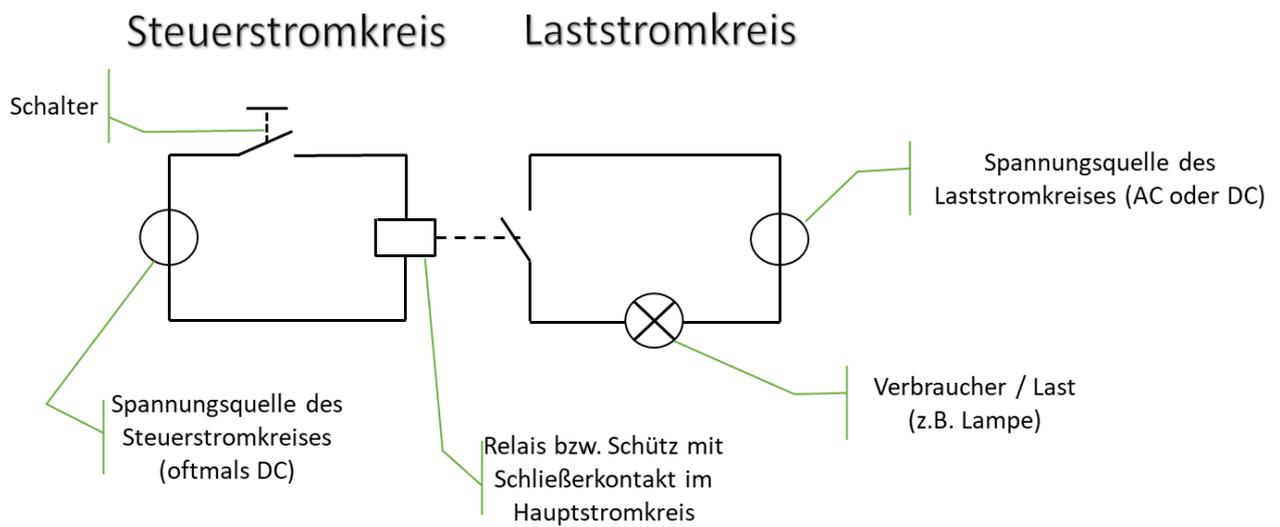


Abbildung 33: Steuer- und Laststromkreis eines elektromagnetischen Schalters

4.4.3 Verbindungsprogrammierte Steuerungen mit Relais bzw. Schütz – mögliche Umsetzung mit der Methode „Lernzirkel“

In diesem Abschnitt werden den Schülerinnen und Schülern einfache Steuerungen mit Beispielen aufgezeigt, die sie dann durch eigene Experimente und Aufgaben erfahren.

Die verschiedenen Verknüpfungsarten (UND, ODER, NICHT bzw. NAND, NOR, XOR, XNOR) werden für verschiedene Stationen eines Lernzirkels angeboten. Hierbei erhalten die Schülerinnen und Schüler die Möglichkeit, sich mit bereits aufgebauten Schaltungen zu befassen oder sie bauen selbst einfache Schaltungen auf. Leistungsstärkeren Schülerinnen und Schülern können Aufgaben mit höheren Taxonomiestufen angeboten werden.

Der Lernzirkel bietet bei diesem Thema gute Möglichkeiten der Binnendifferenzierung. Nachfolgend werden mögliche Ausgestaltungen eines solchen Lernzirkels aufgeführt. Dabei sollten sowohl starke, als auch eher schwächere Schülerinnen und Schüler die Möglichkeit erhalten, Erfolgserlebnisse zu erhalten.

Nachfolgend wird dabei ein „grundlegendes Niveau“ und ein „höheres Niveau“ unterschieden. Die Lehrkraft kann je nach Leistungsstärke der Klasse mehr oder weniger „höhere Niveaus“ integrieren.

Die Ausgestaltung eines Lernzirkels hängt stark von der Ausstattung der jeweiligen Schule ab. Die Durchführung kann beispielsweise auf Steckbrettern (Breadboards) mit LEDs, Relais, etc. erfolgen oder mit fertigen Lernsystemen von bekannten Lieferanten von Lernsystemen.

4.4.3.1 Station „UND-Verknüpfung“ – grundlegendes Niveau

Problemstellung:

Ein Bohrmotor (Ansteuerung durch K1) soll sich nur aktivieren, wenn der Schließer S1 für die Sicherheitstür aktiv ist (dies bedeutet ein Kontakt wurde hierbei geschlossen) und der Schalter S2 zum Starten des Vorgangs betätigt wurde. Die Anzeige P1 leuchtet, sobald der Bohrmotor aktiv ist.

Aufgabe:

Bauen Sie die Schaltung für die Ansteuerung der Anzeige P1 auf und analysieren das Schaltverhalten. Verwenden Sie zur Analyse eine Funktionstabelle.

Schaltung:

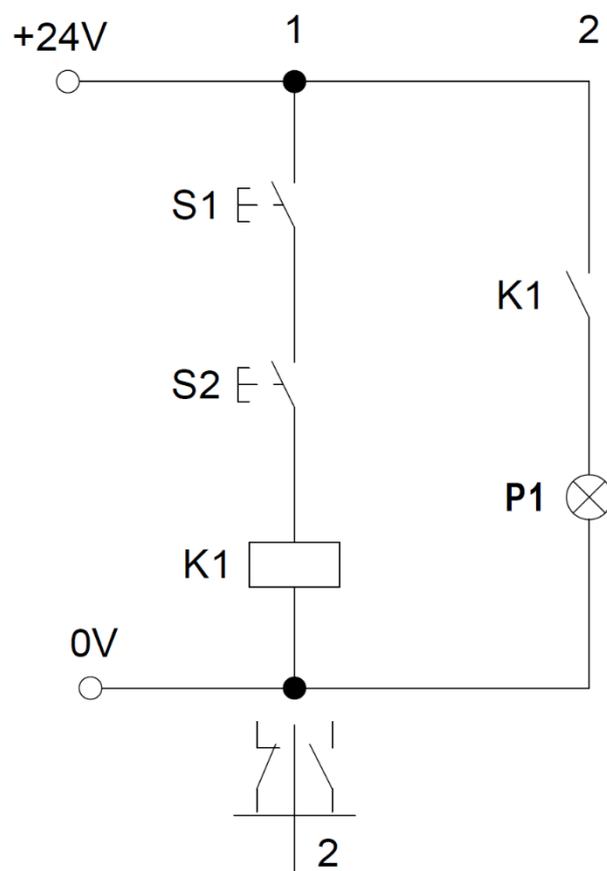


Abbildung 34: UND-Verknüpfung mit Relais-technik

4.4.3.2 Station „ODER-Verknüpfung“ – höheres Niveau

Hier kann für stärkere Schülerinnen und Schüler die Problematik mit Öffnerkontakten thematisiert werden.

Problemstellung:

Eine Alarmanlage einer Wohnung soll das unbefugte Öffnen einer Tür und eines Fensters mit Reed-Kontakten (Schließern) überwachen. Hierbei wird die Tür von einem Kontakt S1 und das Fenster von einem Kontakt S2 überwacht. Wenn einer der beiden oder beide Kontakte öffnen, wird ein Alarmsignal ALM ausgegeben. ALM wird mit Hilfe eines Leuchtmittels (LED, Lampe, etc.) dargestellt.

Aufgabe:

Bauen Sie die Schaltung mit Reed-Kontakten auf.

Überprüfen Sie das Schaltverhalten von S1 und S2 indem Sie verschiedene Materialien neben die Schließer halten. Notieren Sie, bei welchen Materialien S1 bzw. S2 schließen.

Daran anschließend soll eine Analyse in Form einer Funktionstabelle erfolgen.

Schaltung:

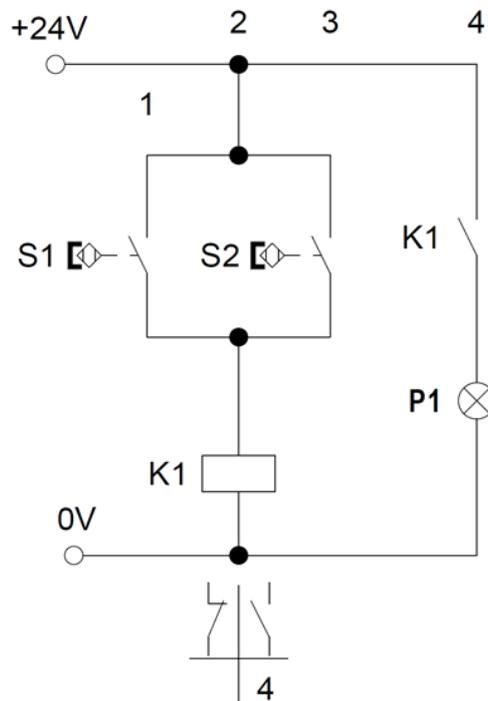


Abbildung 35: ODER- Verknüpfung mit Reed-Kontakten

Für diese Aufgabe müssen von der Lehrkraft verschiedene Materialien zur Verfügung gestellt werden, sodass die Schülerinnen und Schüler sich die Funktion des Reed-Kontakts selbst erschließen können.

4.4.3.3 Station „NICHT-Verknüpfung“ – grundlegendes Niveau

Problemstellung:

Die Beleuchtung eines Kühlschranks P1 wird aktiviert, wenn die Tür öffnet. Beim Ruhekontakt (geschlossene Tür) ist der elektrische Kontakt geschlossen; bei Betätigung öffnet er.

Aufgabe:

Bauen Sie die Schaltung auf und erstellen Sie eine Funktionstabelle für diese Aufgabe.

Schaltung:

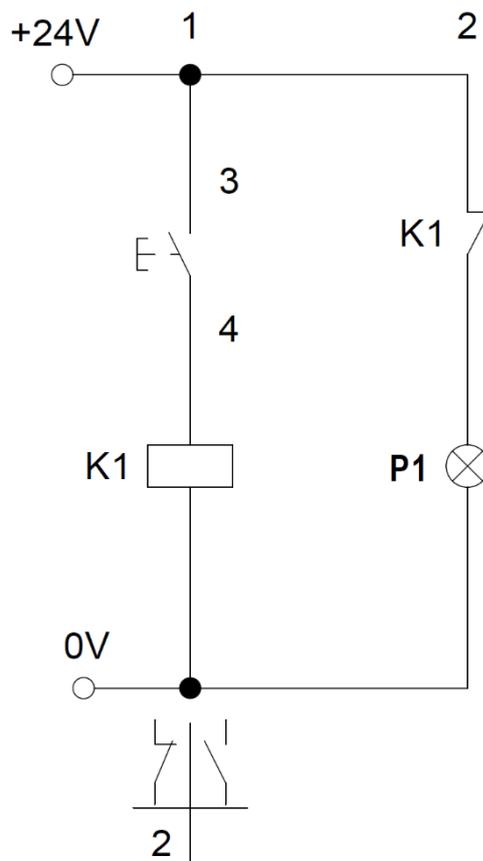


Abbildung 36: NICHT-Verknüpfung

4.4.3.4 Station „Zusammengesetzte Grundverknüpfung – NAND“ – höheres Niveau

Problemstellung:

Gegeben ist die folgende Schaltung:

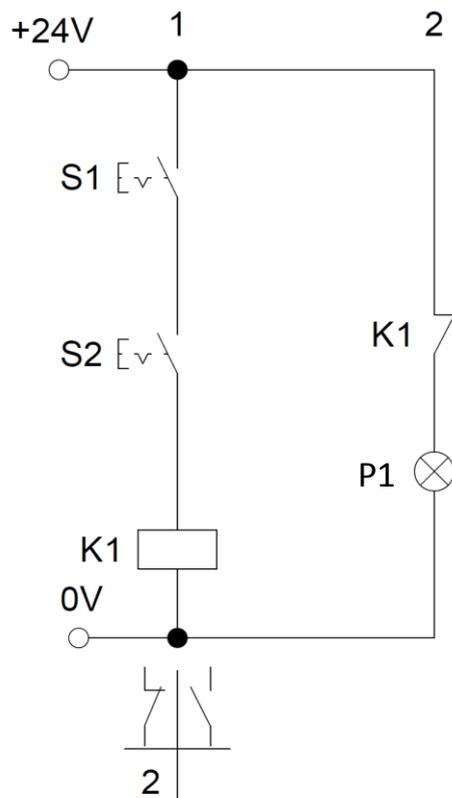


Abbildung 37: NAND-Verknüpfung

Aufgabe:

Bauen Sie die Schaltung auf. Ermitteln Sie anschließend die zugehörige Funktionstabelle.

Überlegen Sie sich ein Anwendungsbeispiel für diese Schaltung.

Könnte man die Funktion der Schaltung auch auf alternative Art und Weise aufbauen?

(TIPP: DeMorgan'sche Gesetze)

4.5 Selbsthaltung

Kurzbeschreibung der Unterrichtseinheit	
Thema	<p>Verbindungsprogrammierte Steuerungen zur Ansteuerung in der Elektropneumatik (LPE 7)</p> <p>Selbsthaltung (Speicher) eines kurzzeitig anstehenden Signals zur weiteren Verwendung im logischen Ablauf.</p>
Motivation	<p>In der bekannten Problemstellung „Hubeinrichtung“ ist es bereits möglich, die Startbedingungen über Verknüpfung einzelner Betriebsmittel (Schalter, Taster, Relaiskontakte) kombinatorisch zu entwickeln. Aus praktischer Sicht ist es jedoch notwendig, den Hebezyylinder zunächst vollständig auszufahren und ihn solange in dieser Stellung zu belassen, bis Zylinder 2A1 (für das Verschieben zuständig) das Paket/Werkstück vollständig vom Hebetisch geschoben hat. Daraus ergibt sich folgende Fragestellung:</p> <p>Wie ist ein Verharren des Hebezyylinder 1A1 in seiner Arbeitsstellung trotz der Federrückstellung möglich?</p>
Lernziele	<p>Fachliche Lernziele:</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler sollen ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • den Aufbau und die Wirkungsweise einer Selbsthalteschaltung kennen. • die Unterschiede zwischen setz- und rücksetzdominantem Verhalten benennen können. • die Einstiegsproblemstellung der bekannten VPS-Steuerung (Hubeinrichtung) um eine Selbsthaltung erweitern. <p>Übergeordnete Lernziele:</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler sollen ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • sich in Bezug auf die vorangegangenen Unterrichtssequenzen selbsteinschätzen und bei etwaige Problemen in der Erarbeitung des Stoffs selbstständig Hilfe in Form des Lehrer/der Lehrerin oder eines kompetenten Lernenden einholen. • bereitgestellte Materialien analysieren und durch die Durchführung von Simulationen neue Software-Tools kennenlernen. • Ergebnisse von Simulationen interpretieren.
Vorstruktur	<p>LPE 1 und LPE 4 sowie die Grundlagen der Elektropneumatik</p> <p>Darüber hinaus haben die Schülerinnen und Schüler bereits erste E-pneumatische Schaltungen (UND, ODER, NICHT) mit FluidSim-Pneum entworfen und simuliert. Ebenso ist die Hubeinrichtung bereits bekannt.</p>

<p>Methodische Überlegungen</p>	<p>Im Anschluss an die Einstiegsproblematik der Unterrichtsstunde und das Fixieren der Problemstellung an der Tafel (oder ähnlichem), werden den Schülerinnen und Schülern mehrere Wege der Informationsbeschaffung zur Verfügung gestellt. Dies soll den verschiedenen Lerntypen einer Klasse einen individuellen Zugang in das neue Problemfeld ermöglichen.</p> <p>Die verschiedenen Lerntypen einer Klasse kann die Lehrkraft anhand einer pädagogischen Diagnose zu Beginn des Schuljahres oder zu Beginn einer LPE identifizieren.</p> <p>Jeder Lernende kann so im Unterrichtsgeschehen das für ihn passende Informationsmedium wählen.</p> <p>Nach einer Phase der Informationsgewinnung werden die Schülerinnen und Schüler aufgefordert, ihre gewonnenen Erkenntnisse in Partner-/Gruppenarbeit auf einem Arbeitsblatt zu kanalisieren. Die Ergebnissicherung erfolgt in Form einer kurzen Präsentation des ABs von maximal zwei Gruppen.</p> <p>Im Anschluss wird zum Einstiegsbeispiel zurückgeführt und die dortige Problemstellung gelöst.</p> <p>Zum Abschluss werden die Schülerinnen und Schüler dazu angehalten, ihre FluidSim-Simulationen der letzten Unterrichtsstunden um die Problemlösung zu erweitern und somit zu verifizieren.</p>
---------------------------------	---

4.5.1 Einstiegssituation

Als Einstiegs-/Motivationsbeispiel dient eine Hubeinrichtung, welche den Schülerinnen und Schülern bereits aus den zuvor gehaltenen Unterrichtsstunden (Schaltungslogik UND/ODER/NICHT) bekannt ist.

Technologieschema

Pneumatische Schaltung

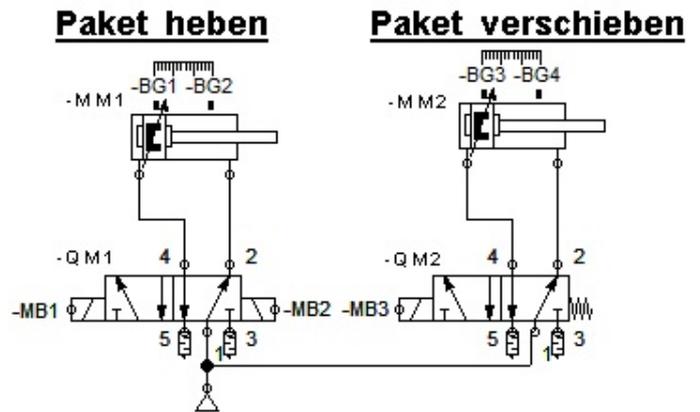
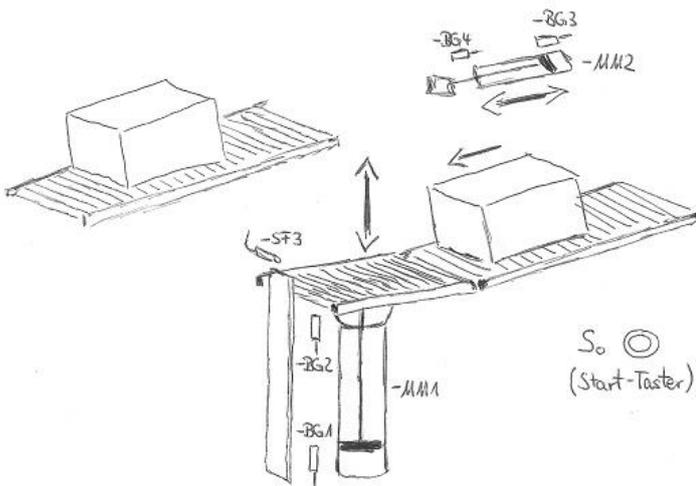


Abbildung 39: Pneumatikplan zur Hubeinrichtung

Abbildung 38: Einstiegsbeispiel Hubeinrichtung

Prozessbeschreibung:

Wird der Taster *-SF0* (Schließer als Tasterkontakt ausgeführt) betätigt, so startet der Hebe-Verschiebe-Prozess, falls folgende Bedingungen erfüllt sind:

1. sich Material auf der Hebeplattform (in FluidSim mittels Taster *-SF3* simuliert) befindet **und**
2. sich der Verschiebezylinder *-MM2* in seiner Grundstellung (Reed-Kontakt *-BG3* meldet TRUE) befindet.

Neue Forderung:

Aus prozesstechnischen Gründen muss in der weiteren Entwicklungsphase darauf geachtet werden, dass der Verschiebezylinder *-MM2* erst einfährt, wenn Zylinder *-MM1* seine Grundstellung erreicht hat.

Funktionsdiagramm: (bisheriger Stand der letzten Unterrichtsstunde)

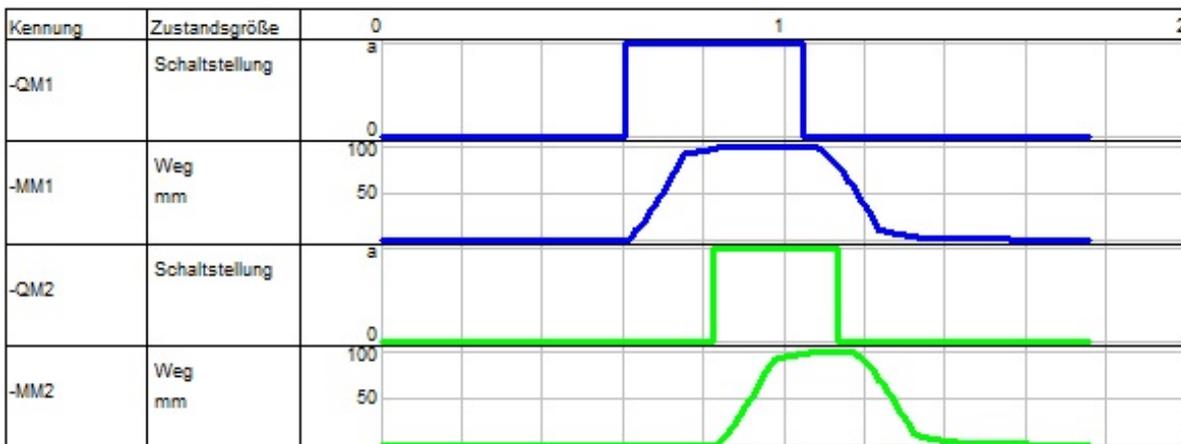
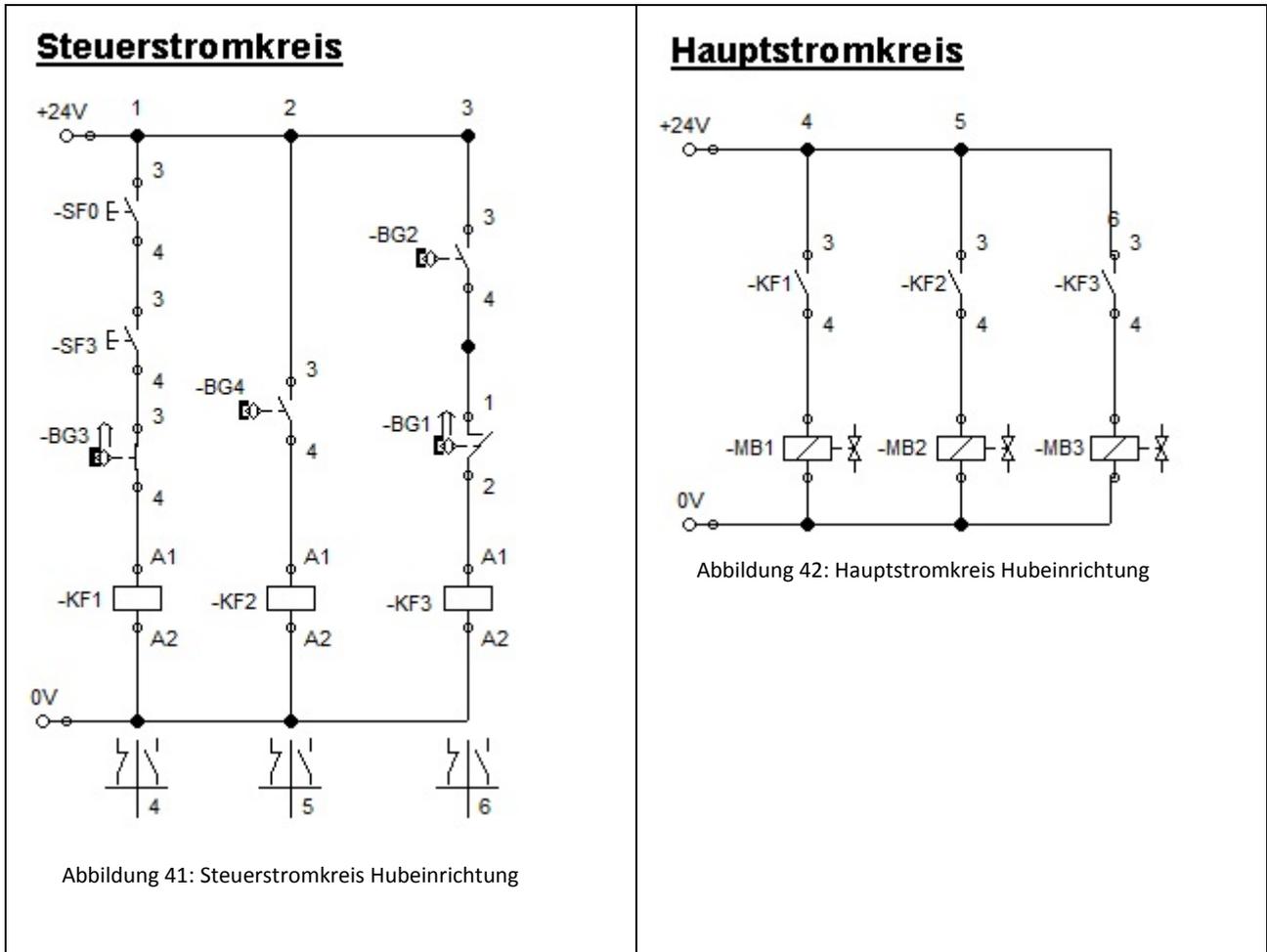


Abbildung 40: Funktionsdiagramm zur Hubeinrichtung

Steuer- und Hauptstromkreis wurden in zurückliegenden Unterrichtsstunden von den Schülerinnen und Schülern wie folgt entwickelt und im Unterrichtsverlauf thematisiert.



Die Problemstellung der Stunde sollte mit den Schülerinnen und Schülern anhand des aktuellen Projektstandes thematisiert werden.

Zur Verfügung stehende Informationsquellen:

Textbasiert

- <https://de.wikipedia.org/wiki/Selbthaltefunktion>
- www.elektrikerwissen.de/maschinen/steuerungstechnik/selbsthaltung/423/
- www.stripfenstrolch.de/1-4-5-selbsthaltung.html

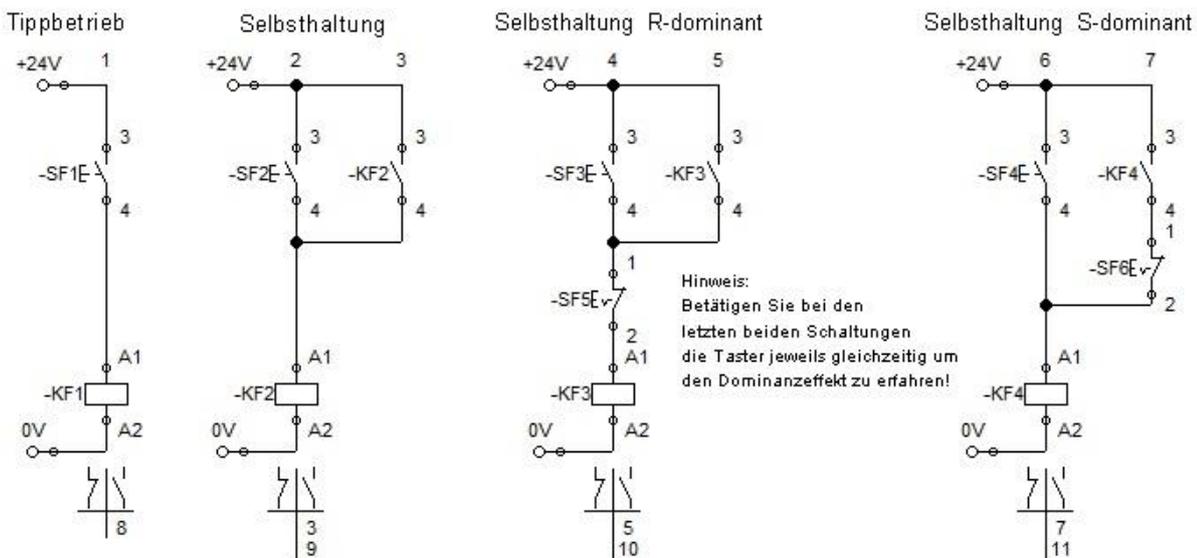
Audiovisuelle

- www.youtube.com/watch?v=336a4CfZYpl
- www.youtube.com/watch?v=jQeDJ2Xytk4
- www.youtube.com/watch?v=6kdtDoAzAjc

Simulation

- Auf Ihrem Homelaufwerk finden Sie die Datei Simu_Selbsthaltung.ct. Öffnen Sie diese und analysieren Sie die gegebenen Schaltungsbeispiele. Folgender Screenshot zeigt den Inhalt der Datei.

Steuerstromkreis



Hauptstromkreis

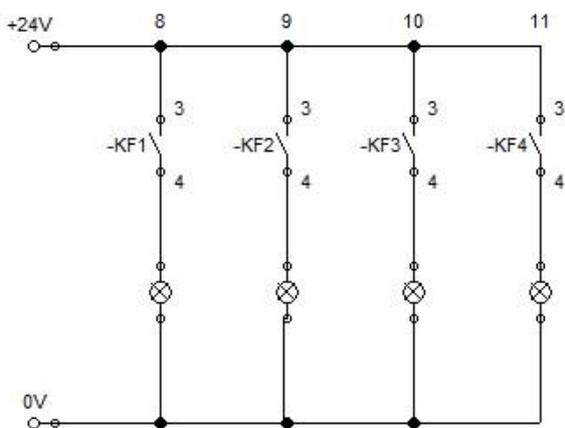


Abbildung 43: Vorlagendatei für Schülerinnen und Schüler aus FluidSim

4.5.3 Arbeitsauftrag Partnerarbeit

Arbeitsauftrag

Zeit: 15 min

Bearbeiten Sie in Partnerarbeit folgende Punkte und bereiten Sie sich auf eine Präsentation Ihrer Ergebnisse im Plenum vor!

Beschreiben Sie folgenden Schaltungen in Ihren eigenen Worten!

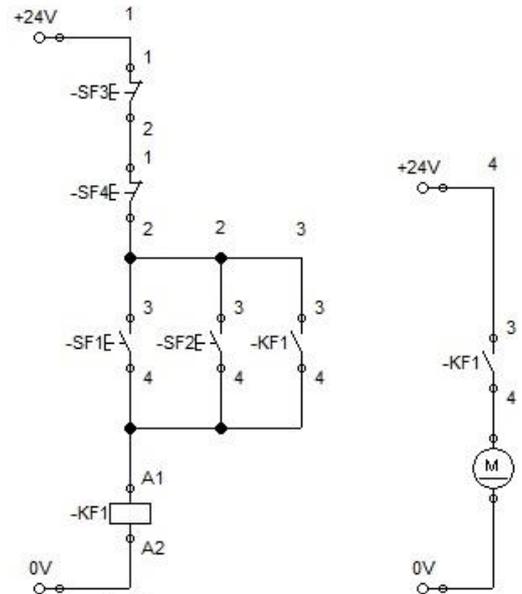


Abbildung 44: Selbsthalteschaltung mit zwei Bedienstellen

Zeichnen Sie den Energie- bzw. Stromfluss mit rotem Stift in die gezeigten Schaltungen ein, wenn die Taster wie dargestellt betätigt sind!

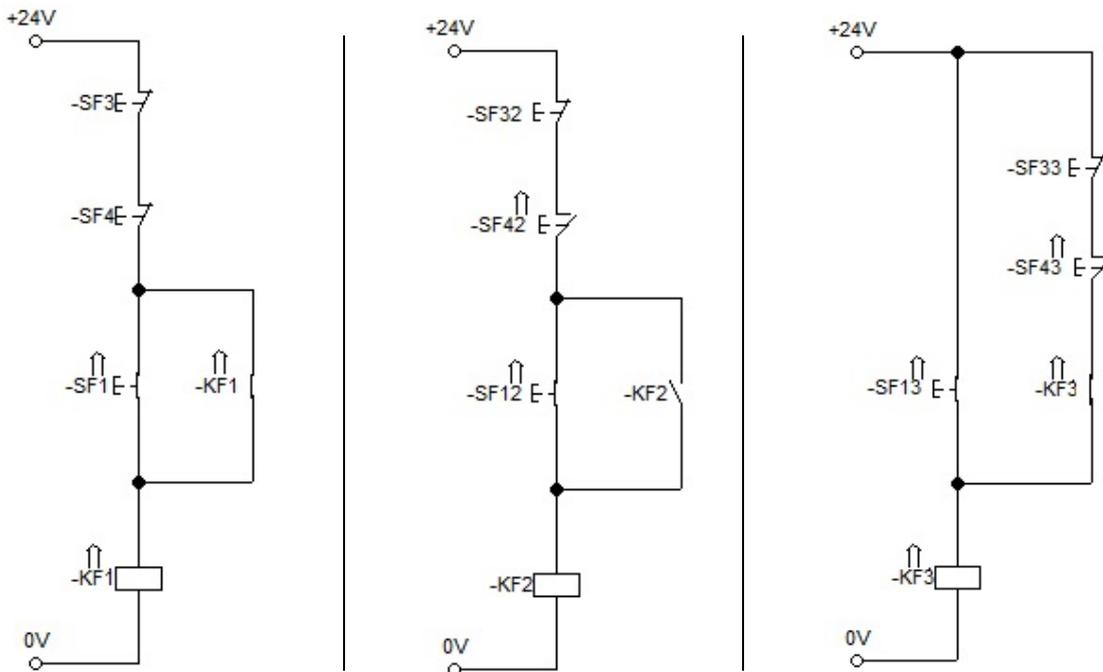
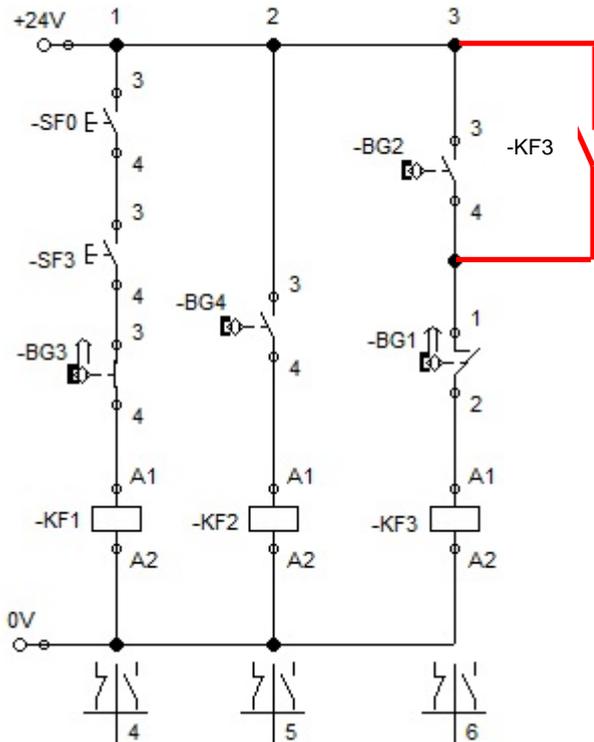


Abbildung 45: Selbsthalteschaltungen mit verschiedener Funktion

4.5.4 Lösung der Einstiegsproblemstellung

Steuer- und Hauptstromkreis zur Hubeinrichtung

Steuerstromkreis



Hauptstromkreis

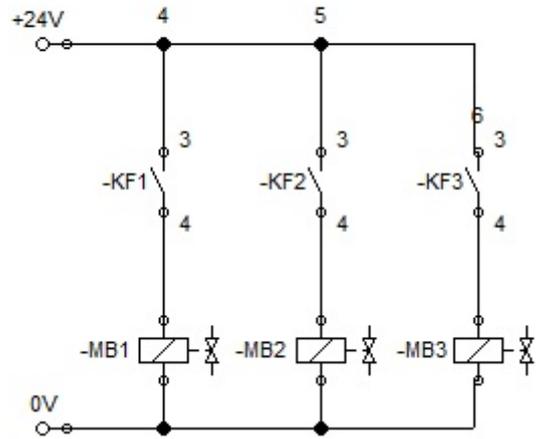


Abbildung 46: Musterlösung zu Unterrichtsende: Hubeinrichtung mit Selbsthaltung für Zylinder –MM2