

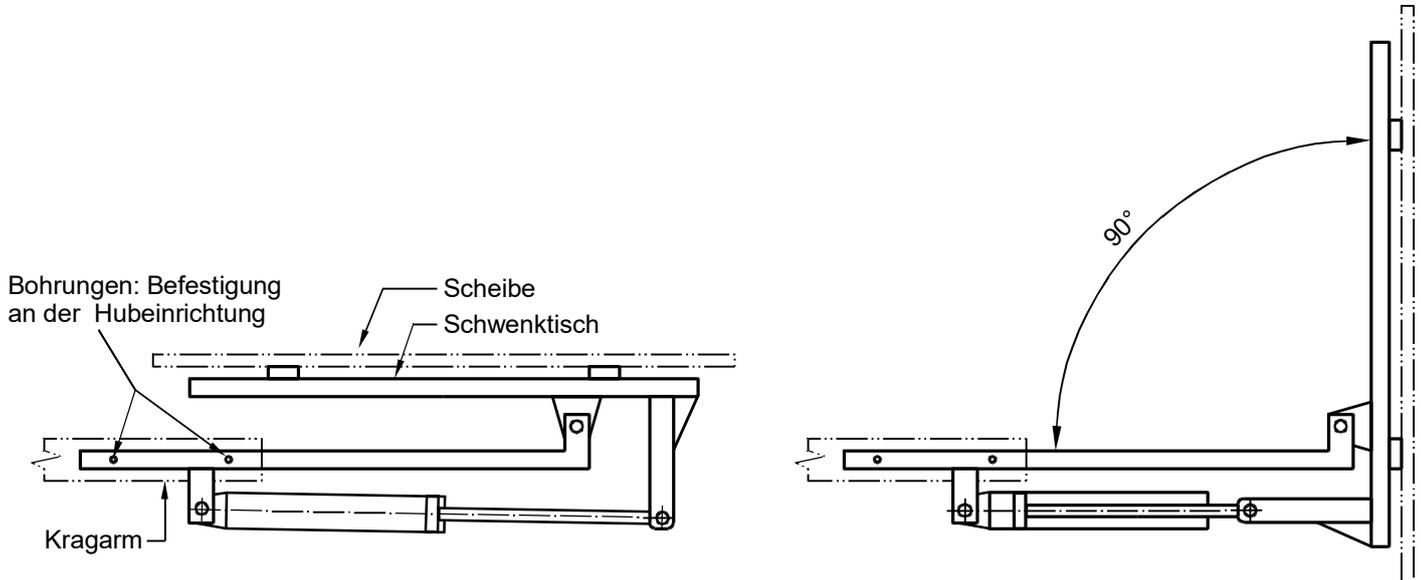


tgtm HP 2009/10-3: Schwenkmodul

(Wahlaufgabe)

Zur Montage von großen Fliesen und Scheiben an Hausfassaden wird ein pneumatisches Schwenkmodul für den Lastenlift angeboten.¹

Darstellung vereinfacht und unmaßstäblich



Waagerechte Lage des Schwenktisches

Senkrechte Lage des Schwenktisches

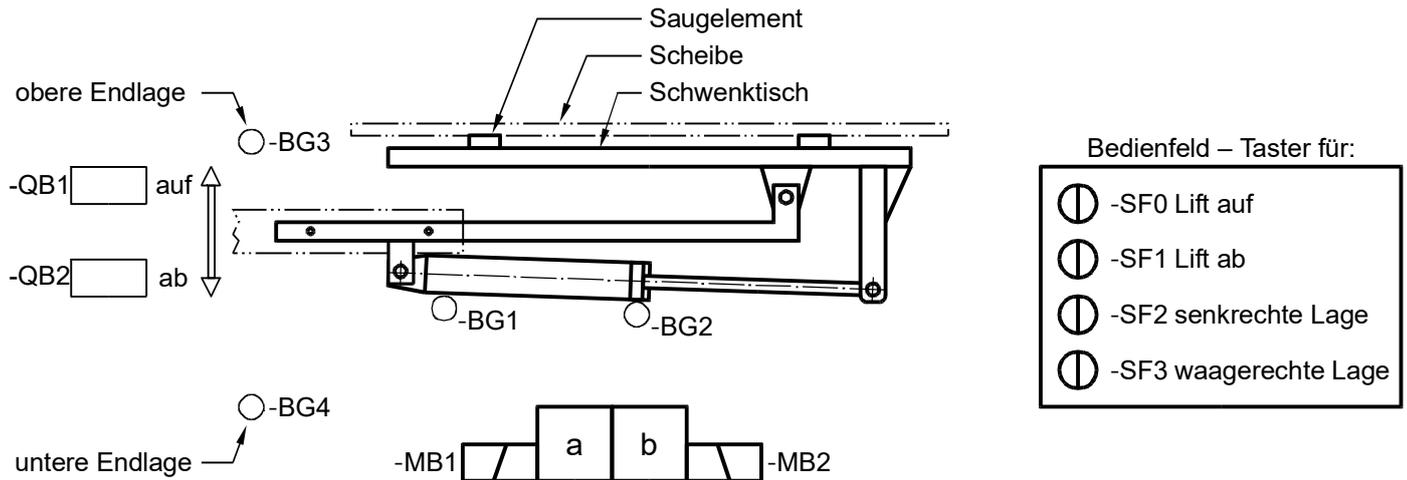
Zugkraft im Zylinder:	$F = 2000 \text{ N}$
Hub:	$s = 400 \text{ mm}$
Arbeitsdruck:	$p_0 = 4,5 \text{ bar}$
Wirkungsgrad:	$\eta = 0,9$

- | | | |
|---|---|-----|
| 1 | Dimensionieren Sie den erforderlichen Normzylinder. | 3,0 |
| 2 | In einer Stunde werden 15 Scheiben montiert. Die Verluste in den Leitungen betragen 15 %. Die Kosten für die Druckluftherzeugung belaufen sich auf $0,06 \text{ €/m}^3$.
Ermitteln Sie die Energiekosten für eine Stunde. | 3,0 |
| 3 | Die Pneumatikanlage wird mit einem Druckluftspeicher mit 50 Liter Inhalt und einem Manometerdruck nach der Aufladung von $p_e = 120 \text{ bar}$ betrieben.
Die Druckluft wird isotherm auf den Arbeitsdruck reduziert
Überprüfen Sie, ob eine Druckluftfüllung für einen Arbeitstag von 8 Stunden ausreicht. | 3,0 |
| 4 | Bestimmen Sie für den gewählten Normzylinder den erforderlichen Mindestdruck bei einer Mindestzugkraft von 2000 N. | 2,0 |

¹ Die Bezeichnungen der Originalaufgabe wurden hier an [EuroTabM47] angepasst.



Technologieschema



Der Lastenlift wird mit einem Schwenkmodul und einem elektrischen Hubantrieb ausgerüstet. Es ist folgende SPS-Steuerung zu projektieren.

Das Hochfahren erfolgt durch die Betätigung des Tasters -SF0. Dazu wird der Hubmotor mit -QB1 geschaltet. Wird der Taster -SF0 losgelassen, bzw. die obere Endlage bei -BG3 erreicht, wird der Motor abgeschaltet.

Das Herunterfahren erfolgt durch die Betätigung des Tasters -SF1. Dazu wird der Hubmotor mit -QB2 geschaltet. Wird der Taster -SF1 losgelassen, bzw. die untere Endlage bei -BG4 erreicht, wird der Motor abgeschaltet.

Das Schwenken des Schwenktisches in die senkrechte Lage wird durch die Betätigung des Tasters -SF2 eingeleitet.

Das Zurückschwenken des Schwenktisches in die waagerechte Lage wird durch die Betätigung des Tasters -SF3 eingeleitet.

Randbedingungen:

Der Lastenlift darf nur hoch- bzw. herunterfahren, wenn sich der Schwenktisch in waagerechter Position (-BG2) oder senkrechter Position (-BG1) befindet.

Der Schwenktisch darf nur schwenken, wenn er sich in der jeweiligen Endlage befindet und der Lastenlift sich vertikal nicht bewegt.

- | | | |
|---|--|-----|
| 5 | Stellen Sie auf dem Arbeitsblatt 1 die Zuordnungsliste dar. | 3,0 |
| 6 | Zeichnen Sie auf dem Arbeitsblatt 1 das Anschlussbild. | 3,0 |
| 7 | Entwickeln Sie die Funktionsgleichungen für:
Hochfahren, Herunterfahren, Schwenken in senkrechte Lage, Schwenken in waagerechte Lage. | 3,0 |



Die Firma Kronos-AG produziert im Bereich „Kleinlasten“ drei verschiedene fahrbare Lastenlifte.

Für einen Monat rechnet die Geschäftsleitung mit folgende Daten:

monatliche Fixkosten: 657.000 €.

Punkte	LTM-300	LTM-400	LTM-600
monatlicher Absatz [Stück]	100	90	150
Verkaufspreis [€/Stück]	4.200	4.500	5.500
Variable Stückkosten [€/Stück]	2.000	2.200	2.500
Kapazität [Stück]	100	160	150

- 8 Ermitteln Sie den Deckungsbeitrag und das Betriebsergebnis für einen Monat. 3,0
- 9 Ein Kunde erteilt einen Zusatzauftrag über 50 Stück Lastenlifte LTM-400, wenn diese zu einem Verkaufspreis von 4300 € geliefert werden können. 3,0
Berechnen Sie das durch den Zusatzauftrag entstehende neue Betriebsergebnis. Begründen Sie die Änderung des Betriebsergebnisses.
- 10 Ein wichtiger Kunde möchte den Lastenlift LTM-400 für 2.400 € kaufen.
- 10.1 Beurteilen Sie, ob die Kronos-AG den Auftrag annehmen sollte. 2,0
Stellen Sie dabei einen Zusammenhang zwischen Deckungsbeitrag und kurzfristiger Preisuntergrenze dar.
- 10.2 Beurteilen Sie, in welchen Situationen es für ein Unternehmen sinnvoll sein kann bei der Preisgestaltung bis zur kurzfristigen Preisuntergrenze zu gehen. 2,0
(2 Angaben)

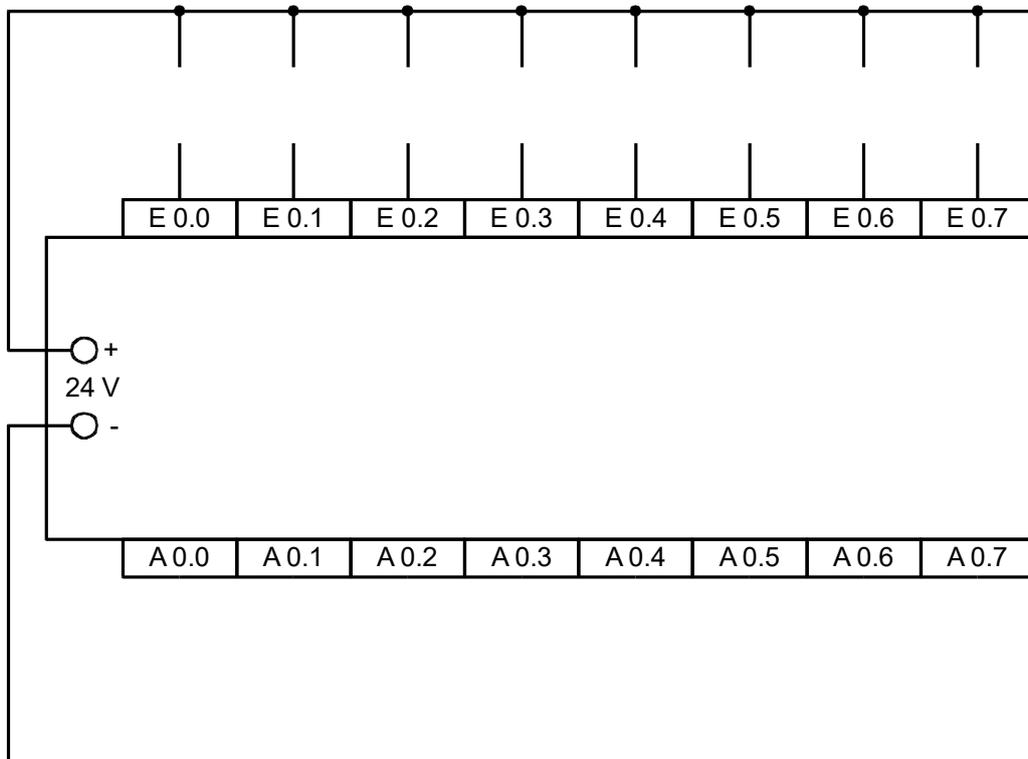


Arbeitsblatt

Zu Aufgabe 5: Zuordnungsliste

Bauteil	Anschluss	Funktion - Bemerkung
-SF0		
-SF1		
-SF2		
-SF3		
-BG1		
-BG2		
-BG3		
-BG4		
-QB1		
-QB2		
-MB1		
-MB2		

Zu Aufgabe 6: Anschlussbild





Lösungsvorschläge

SPS (17 P): Zylinder auswählen (Kolbenstange); Luftverbrauch und –kosten; Zylinderdruck; Zuordnungsliste; Anschlussplan; Funktionsgleichungen

Energie (3 P): Luftbedarf bei isothermer Zustandsänderung

$$1 \quad \eta \cdot p = \frac{F}{A} \Rightarrow A_{\text{erf}} = \frac{F}{p \cdot \eta} = \frac{2000 \text{ N}}{4,5 \text{ bar} \cdot 90\%} = \frac{2000 \text{ N}}{4,5 \cdot 10 \text{ N/cm}^2 \cdot 0,90} = 49,4 \text{ cm}^2$$

$$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \Rightarrow d_{\text{erf}} = \sqrt{\frac{4 \cdot A_{\text{erf}}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 49,4 \text{ cm}^2}{\pi}} = 79,3 \text{ mm}$$

Der Normzylinder mit $d_1 = 80 \text{ mm}$ und $d_2 = 25 \text{ mm}$ ist knapp, da die Zugkraft mit dem Rückhub erzeugt wird, bei dem die Kolbenstange die wirksame Fläche verkleinert. Deshalb muss überprüft werden, ob die Fläche ausreicht:

$$A_{80, \text{Rück}} = \frac{\pi \cdot (d_1^2 - d_2^2)}{4} = \frac{\pi \cdot (80^2 - 25^2) \text{ mm}^2}{4} = 45,4 \text{ cm}^2$$

Die Fläche reicht nicht, deshalb wird der nächstgrößere Normzylinder gewählt mit $d_1 = 100 \text{ mm}$ und $d_2 = 25 \text{ mm}$ (\rightarrow [EuroTabM] „Pneumatikzylinder, Abmessungen“).

Hinweis 1: Eine wiederholte Kontrollrechnung verlange ich von einem TG-Schüler nicht; es genügt der Hinweis: „.. müsste nochmal gerechnet werden ..“

2 Annahme 2: Doppeltwirkender Zylinder mit vollem Druck in beiden Richtungen

$$A = \frac{\pi \cdot d_1^2}{4} = \frac{\pi \cdot (100 \text{ mm})^2}{4} = 7854 \text{ mm}^2$$

$$Q \approx 2 \cdot \frac{A \cdot s_1}{\eta} \cdot n \cdot \frac{p_0 + p_{\text{amb}}}{p_{\text{amb}}} = 2 \cdot \frac{7854 \text{ mm}^2}{1 - 15\%} \cdot 400 \text{ mm} \cdot 15 \frac{1}{\text{Stunde}} \cdot \frac{4,5 \text{ bar} + 1 \text{ bar}}{1 \text{ bar}}$$

$$= 0,610 \frac{\text{m}^3}{\text{Stunde}}$$

$$\text{Kosten} = Q \cdot k = 0,610 \frac{\text{m}^3}{\text{Stunde}} \cdot 0,06 \frac{\text{€}}{\text{m}^3} = 0,0366 \frac{\text{€}}{\text{Stunde}}$$

Hinweis 3: Die Berücksichtigung der Kolbenstange verlange ich bei Aufgaben zum Luftverbrauch nicht.

3 Kesselvolumen

Luftbedarf bei Umgebungsdruck

$$V_{\text{amb}} = Q \cdot t = 0,610 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \cdot 8 \text{ h} = 4,88 \text{ m}^3$$

Benötigtes Kesselvolumen bei 120 bar

$$p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2 \Rightarrow V_e = V_{\text{amb}} \cdot \frac{p_{\text{amb}}}{p_e} = 4880 \text{ dm}^3 \cdot \frac{1 \text{ bar}}{(120+1) \text{ bar}} = 40,3 \text{ dm}^3$$

Der Kessel mit 50 l reicht bei 120 bar aus.

$$4 \quad A_{100, \text{Rück}} = \frac{\pi \cdot (d_1^2 - d_2^2)}{4} = \frac{\pi \cdot (100^2 - 25^2) \text{ mm}^2}{4} = 7363 \text{ mm}^2$$

$$\eta \cdot p = \frac{F}{A} \Rightarrow p_{\text{min}} = \frac{F}{A \cdot \eta} = \frac{2000 \text{ N}}{73,63 \text{ cm}^2 \cdot 90\%} = 3 \cdot \frac{10 \text{ N}}{\text{cm}^2} = 3,0 \text{ bar}$$

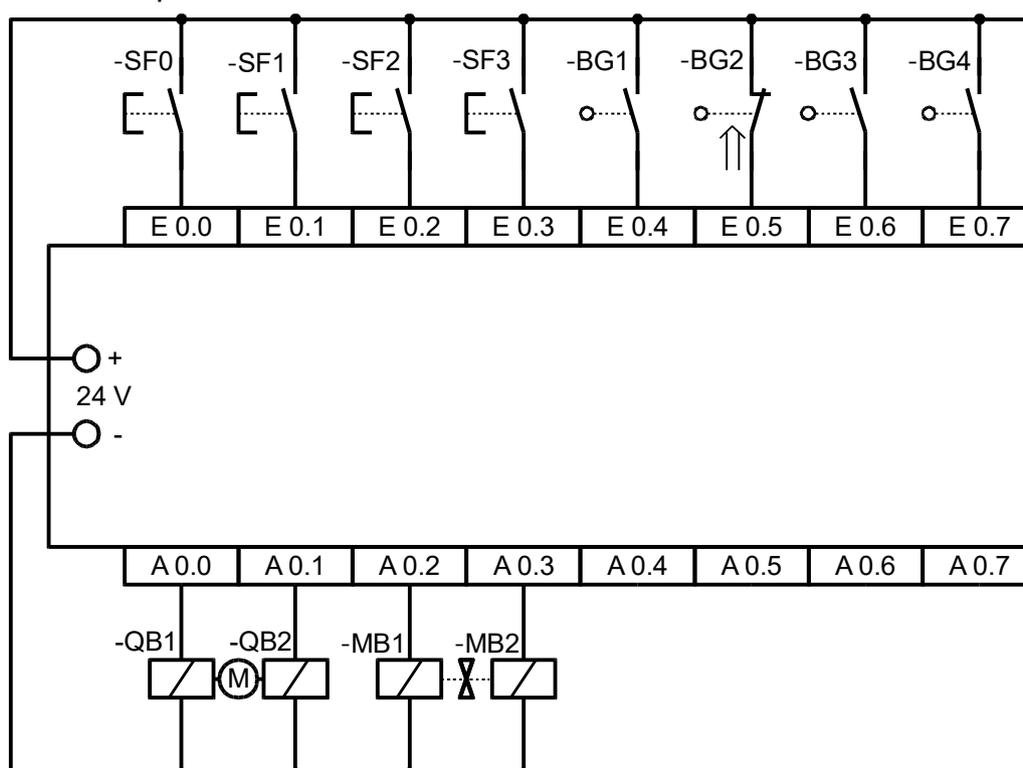


5 Zuordnungsliste

Bauteil	Anschluss	Funktion - Bemerkung
-SF0	E0.0	Schließer; 1-Signal → hebt Hubantrieb
-SF1	E0.1	Schließer; 1-Signal → senkt Hubantrieb
-SF2	E0.2	Schließer; 1-Signal → schwenkt Schwenktisch in die Senkrechte
-SF3	E0.3	Schließer; 1-Signal → schwenkt Schwenktisch in die Waagerechte
-BG1	E0.4	Schließer; 1-Signal ← Schwenktisch ist senkrecht, *)
-BG2	E0.5	Schließer; 1-Signal ← Schwenktisch ist waagrecht, *)
-BG3	E0.6	Schließer; 1-Signal ← Hubantrieb ist oben, *)
-BG4	E0.7	Schließer; 1-Signal ← Hubantrieb ist unten, *)
-QB1	A0.0	1-Signal → Hubantrieb hebt, Last auf
-QB2	A0.1	1-Signal → Hubantrieb senkt, Last ab
-MB1	A0.2	1-Signal → Schwenktisch schwenkt in die Senkrechte
-MB2	A0.3	1-Signal → Schwenktisch schwenkt in die Waagerechte

*) Sensor mit Rolle oder magnetischem Schalter

6 Anschlussplan



7 Funktionsgleichungen

Hochfahren (kontinuierlich): $QB1 = SF0 \wedge \overline{BG3} \wedge (BG1 \vee BG2) \wedge \overline{QB2}$

Herunterfahren (kontinuierlich): $QB2 = SF1 \wedge \overline{BG4} \wedge (BG1 \vee BG2) \wedge \overline{QB1}$

Schwenken in die Senkrechte (gespeichert): $MB2 = SF2 \wedge \overline{QB1} \wedge \overline{QB2} \wedge BG2$

Schwenken in die Waagerechte (gespeichert): $MB1 = SF3 \wedge \overline{QB1} \wedge \overline{QB2} \wedge BG1$

8 und Folgende fehlen