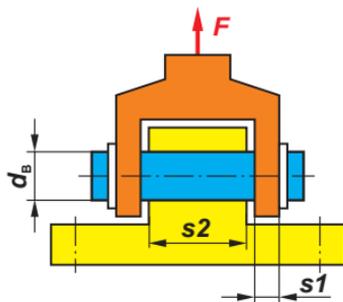


## 4.2 Bolzen, Stifte und Welle-Nabe-Verbindungen

**18** Bolzen, Niete und Stifte werden auf Abscheren und auf Flächenpressung (Lochleibung) belastet. Sollen sie nicht versagen, so ist deren Durchmesser ausreichend zu dimensionieren.



Geben Sie die Formeln für die Scherspannung an, wenn der Bolzen (Stift)

- nicht brechen soll, also nicht abgesichert werden darf.
- brechen soll, also ein Trennen durch Scherschneiden erfolgen soll.

Als Lochleibungspressung wird die auftretende Flächenpressung bei Bolzen und Nieten bezeichnet.

- Geben Sie die Formel zur Berechnung der Flächenpressung (Lochleibung) an.

- Allzweckformel gegen das Abscheren:

$$\tau_{\text{azul}} = \frac{\tau_{\text{aF}}}{\nu} > \tau_{\text{a}} = \frac{F}{n \cdot S}$$

$\tau_{\text{aF}}$  Scherfließgrenze

$$\tau_{\text{aF}} \approx 0,6 \cdot R_e$$

S Fläche parallel zur Kraft;

n Anzahl der Scherflächen

- Allzweckformel für das Abscheren:

$$\tau_{\text{azul}} = \frac{\tau_{\text{aB}}}{\nu} > \tau_{\text{a}} = \frac{F}{n \cdot S}$$

$\tau_{\text{aB}}$  Scherfestigkeit; mit

$$\tau_{\text{aB max}} \approx 0,8 \cdot R_m$$

S Fläche parallel zur Kraft;

n Anzahl der Scherflächen

Die Querschnittsfläche S besteht aus der Summe der Scherflächen, die beim Durchtrennen Bruchflächen ergeben.

- Flächenpressung (Lochleibung)

$$p_{\text{zul}} = \frac{F}{A_{\text{proj}}} = \frac{F}{d \cdot s \cdot n}$$

Bei der abgebildeten mehrschnittigen Verbindung wird die projizierte Fläche wie folgt berechnet:

$$A = d \cdot 2 \cdot s_1, \text{ wenn } s_2 > 2 \cdot s_1$$

F zu übertragende Kraft

d Niet- oder Bolzendurchmesser

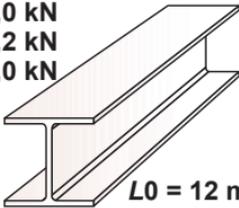
s kleinste Summe aller Blechdicken in einer Krafrichtung

n Anzahl der Bolzen, Stifte, Niete

## 4.8 Biegebeanspruchte Bauteile dimensionieren

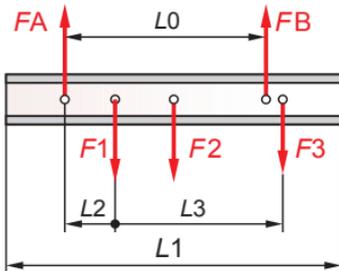
**103** Ein IPB-Träger wird wie dargestellt belastet.

$$\begin{aligned} F_1 &= 3,0 \text{ kN} \\ F_2 &= 5,2 \text{ kN} \\ F_3 &= 3,0 \text{ kN} \end{aligned}$$



IPB-Träger  
aus S235

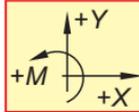
$$\begin{aligned} L_0 &= 12 \text{ m} \\ L_1 &= 20 \text{ m} \\ L_2 &= 3 \text{ m} \\ L_3 &= 10 \text{ m} \end{aligned}$$



- Berechnen Sie die Auflagerkräfte  $F_A$  und  $F_B$ .
- Bestimmen Sie den IPB-Träger für ein angenommenes maximales Biegemoment von 20 kNm bei einer Sicherheitszahl von 1,5 und bezeichnen Sie das gewählte Profil normgerecht.
- Bestimmen Sie grafisch sowie rechnerisch den Ort und Betrag des tatsächlichen maximalen Biegemoments.

a) Auflagerkräfte

Drehpunkt in A gewählt.



$$\Sigma M_A = 0$$

$$\Sigma M_A = -F_1 \cdot L_2 - F_2 \cdot \frac{L_0}{2} + F_B \cdot L_0 - F_3 \cdot (L_2 + L_3)$$

$$F_B = \frac{F_1 \cdot L_2 + F_2 \cdot \frac{L_0}{2} + F_3 \cdot (L_2 + L_3)}{L_0}$$

$$F_B = \frac{3 \text{ kN} \cdot 3 \text{ m} + 5,2 \text{ kN} \cdot 6 \text{ m} + 3 \text{ kN} \cdot 13 \text{ m}}{12 \text{ m}}$$

$$F_B = 6,6 \text{ kN}$$

$$\Sigma F_Y = 0 = +F_A - F_1 - F_2 + F_B - F_3$$

$$\Leftrightarrow F_A = +F_1 + F_2 + F_3 - F_B$$

$$F_A = (+3 + 5,2 + 3 - 6,6) \text{ kN}$$

$$F_A = 4,6 \text{ kN}$$

b) I-Träger

mit S235  $\Rightarrow R_e = 235 \text{ N/mm}^2$

Biegefließgrenze

$$\sigma_{bF} = 1,2 \cdot R_e = 1,2 \cdot 235 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma_{bF} = 282 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

zulässige Biegespannung

$$\frac{\sigma_{bF}}{\nu} = \sigma_{bzul} > \sigma_b = \frac{M_{bmax}}{W}$$

$$\sigma_{bzul} = \frac{\sigma_{bF}}{\nu} = \frac{282 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{1,5} = 188 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

erforderliches axiales Widerstandsmoment

$$W_{\text{erf}} = \frac{M_{bmax}}{\sigma_{bzul}} = \frac{20 \text{ kNm}}{188 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} = 106,4 \text{ cm}^3$$

Gewählt mit  $W_x = 144 \text{ cm}^3$ :

Breite I-Träger (IPB), warmgewalzt  
I-Profil DIN 1025 – S235 – IPB 120  
oder nach  
EURONORM 53-62: HE 120 B

## 4.9 Vorrichtungen

**104** Welche Zwecke verfolgt man mit dem Einsatz von Vorrichtungen?

- Werkstückspannung
- Werkzeugführung
- Verkürzung der Nebenzeit
- Verbesserung der Wiederholgenauigkeit der Aufspannung (höhere Reproduzierbarkeit)

**105** Aus welchen Bauteilen bzw. Baugruppen besteht eine Vorrichtung mindestens?

- Lagebestimmelemente
- Spannelemente
- Bedienelemente
- Vorrichtungskörper

**106** Nennen Sie 2 Arten von Vorrichtungsbaukastensystemen, die in der Fertigungstechnik verwendet werden und erläutern Sie ihren Aufbau.

*Nutsystem:*  
Längs-T-Nuten, Quer-T-Nuten, Nutensteine  
*Bohrungssystem:*  
Passbohrungen und Gewindebohrungen, Passbohrungen in Gewindebohrungen, Passstifte, Schrauben

**107** Erläutern Sie, warum beim Spannen von Werkstücken auf unbearbeiteten Flächen Dreipunkt- und Pendelaufgaben vorteilhaft sind.

Unbearbeitete Flächen sind meist uneben, was zu Verformung der Werkstücke beim Spannen führen kann. Dreipunkt- und Pendelaufgaben passen sich an bzw. ermöglichen durch statisch bestimmte Auflage ein sicheres, verformungsfreies Spannen.

**108** Nennen Sie geeignete Spannmöglichkeiten, wenn ein quaderförmiges Werkstück aus Stahl in einer Aufspannung an fünf Seiten bearbeitet werden muss.

- Werkstückunterseite mit entsprechender Vorrichtung verschrauben
- Magnetspannplatte

**65** Zeichnen Sie das Schaltzeichen für einen induktiven Näherungssensor und beschreiben Sie dessen Funktion.

Er erfasst metallische Gegenstände, wenn der aktive Raum über dem Tastkopf durchfahren wird und gibt dann ein elektrisches Signal als Ausgangsgröße weiter.



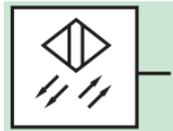
**66** Zeichnen Sie für folgende Sensoren das Schaltzeichen und geben Sie an, auf welche Stoffe sie reagieren:

- a) kapazitive,  
b) optische.

a) Kapazitive Näherungsschalter sprechen auf alle festen und flüssigen Stoffe an.



b) Optische Näherungsschalter reagieren auf reflektiertes Licht.



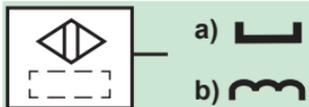
Zum Schutz vor Fremdlicht verwendet man z. B. gepulstes Infrarotlicht.

**67** Warum hat bei einem optischen Näherungsschalter (Reflektionslichttaster) die Werkstückoberfläche einen großen Einfluss auf den Schaltabstand?

Ein Reflektionslichttaster sendet Infrarotlicht aus, das vom zu erfassenden Gegenstand reflektiert wird. Je matter bzw. dunkler die Werkstückoberfläche des Gegenstandes ist, umso schlechter wird das gesendete Licht reflektiert und umso kürzer muss der Schaltabstand sein.

**68** Im gestrichelt gezeichneten Rechteck finden Sie die Eintragung a) oder b) vor.

Worüber gibt die jeweilige Eintragung Auskunft?

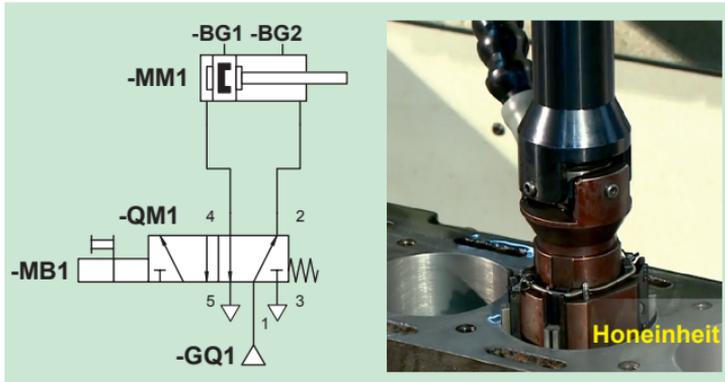


Die Eintragung gibt über die Wirkungsweise des Sensors Auskunft. So handelt es sich bei der Eintragung

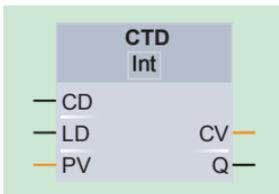
- a) um einen magnetischen Sensor (Reedschalter), der bei Annäherung eines Magneten reagiert.  
b) um einen induktiven Näherungssensor.

## 6.10.1 SPS-Projekt „Honeinheit (IEC-Zähler)“

**171** Zur Feinbearbeitung der Zylinderlaufflächen in einem Motorblock soll sich der Kolben des Honzyinders -MM1 fünfmal auf und ab bewegen.



**171.1** Zur Verwirklichung der Steuerungsaufgabe wird der Rückwärtszähler IEC CTD verwendet. Beschreiben Sie die Funktion des Zählers.



- CD** Flankengesteuerter Rückwärtszählereingang
- LD** Statischer Ladeeingang, um den Zählstand auf PV zu setzen  $\Rightarrow CV = PV$
- PV** Vorgabezählwert (Preset Value) für Ladeeingang
- CV** Aktueller Zählstand (Current Value)
- Q** Ausgang = true, falls  $CV \leq 0$

Am Ladeeingang PV wird der Vorgabezählwert vom Datentyp INT eingegeben.

Wechselt der Signalzustand am Ladeeingang LD von „0“ auf „1“ (positive Flanke), wird der aktuelle Zählerstand CV auf den Vorgabezählwert PV gesetzt.

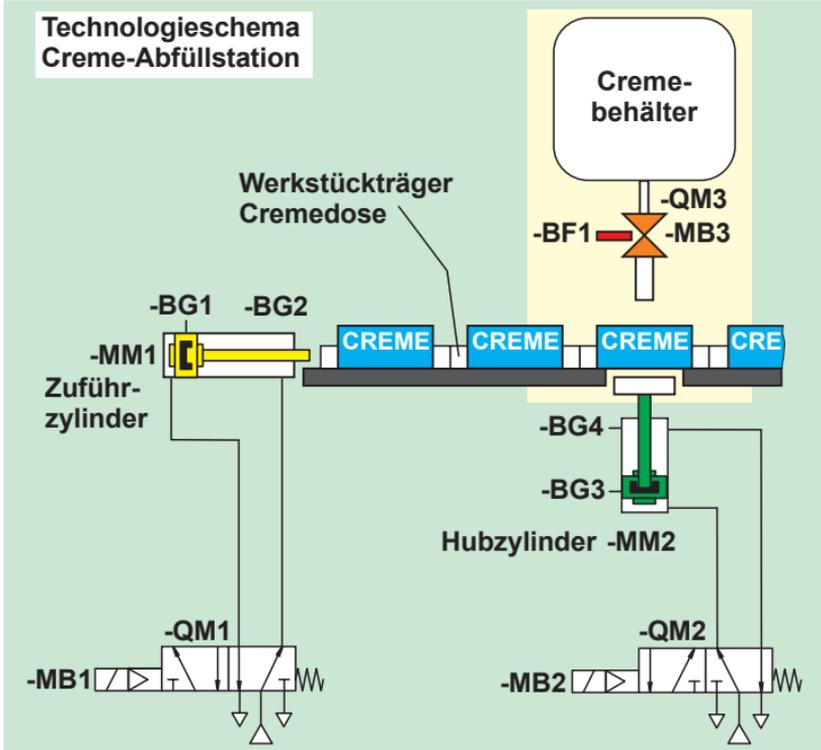
Wenn der Signalzustand des Operanden am flankengesteuerten Rückwärtszählereingang CD von „0“ auf „1“ wechselt, wird die Anweisung „Rückwärts zählen“ ausgeführt und der Wert am Ausgang CV um eins verringert. Bei jeder weiteren positiven Signalfanke wird der Wert weiter verringert, bis der untere Grenzwert erreicht ist.

Der Ausgang Q liefert den Signalzustand „1“, wenn der aktuelle Zählwert CV kleiner gleich Null ist.

In allen anderen Fällen führt der Ausgang den Signalzustand „0“.

### 6.10.4 SPS-Projekt „Creme-Abfüllstation“

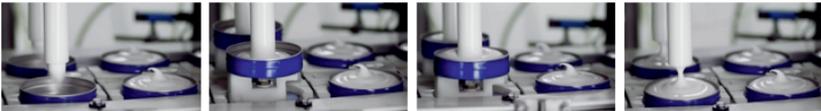
**183** Innerhalb eines Produktionsprozesses werden Dosen mit Creme befüllt.



#### Grundstellung der Anlage

- Zuführzylinder -MM1 ist eingefahren (-BG1 = 1).
- Hubzylinder -MM2 ist eingefahren (-BG3 = 1).
- Füllventil -QM3 ist geschlossen (-MB3 = 0; BF1 = 1).

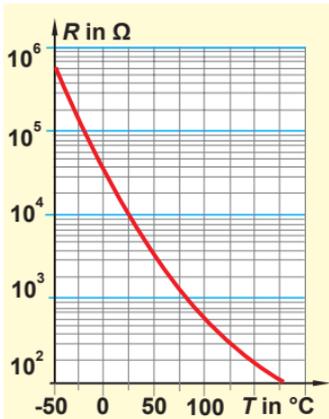
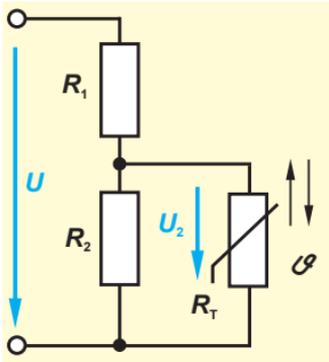
#### Funktionsablauf



Durch Betätigen des Start-Tasters -SF1 (Taster mit Raste) wird der Füllvorgang gestartet, sofern sich die Anlage in Grundstellung befindet.

## 9.5 Grundsaltungen

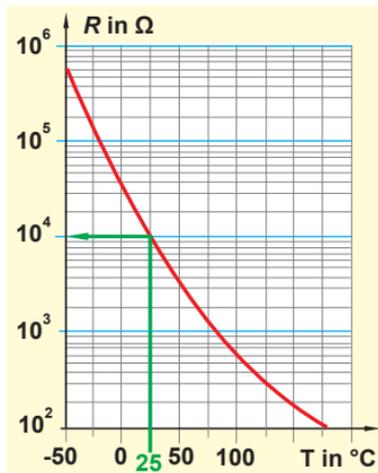
**57** Gegeben ist ein belasteter Spannungsteiler ( $U = 9\text{ V}$ ) bestehend aus den Ohm'schen Widerständen  $R_1 = 6\text{ k}\Omega$  und  $R_2 = 4\text{ k}\Omega$  und einem NTC Widerstand  $R_T$ .



- Wofür kann diese Schaltung verwendet werden?
- Bestimmen Sie mit Hilfe der NTC-Kennlinie die Spannung  $U_2$  für die Temperaturen  $\vartheta = 0^\circ\text{C}$ ,  $25^\circ\text{C}$  und  $100^\circ\text{C}$ .

a) Der eingebaute NTC-Widerstand sorgt für die Temperaturabhängigkeit dieses Spannungsteilers. NTC Widerstände (Heißeleiter) sind temperaturabhängige Halbleiterwiderstände. Sie verringern ihren Widerstandswert bei steigender Temperatur. Der sie durchfließende Strom erhöht sich. Dieses Verhalten kann zur Temperaturregelung angewendet werden.

b) Aus der Grafik



ergeben sich für  $R_T$  folgende Widerstandswerte und Teilspannungen  $U_2$  aus dem belasteten Spannungsteiler mit

$$U_2 = \frac{R_2 \cdot R_T}{R_1 \cdot R_2 + R_2 \cdot R_T + R_T \cdot R_1} \cdot U$$

$\vartheta [^\circ\text{C}]$	0	25	100
$R_T [\text{k}\Omega]$	32,65	10	0,68
$U_2 [\text{V}]$	3,25	2,9	0,79