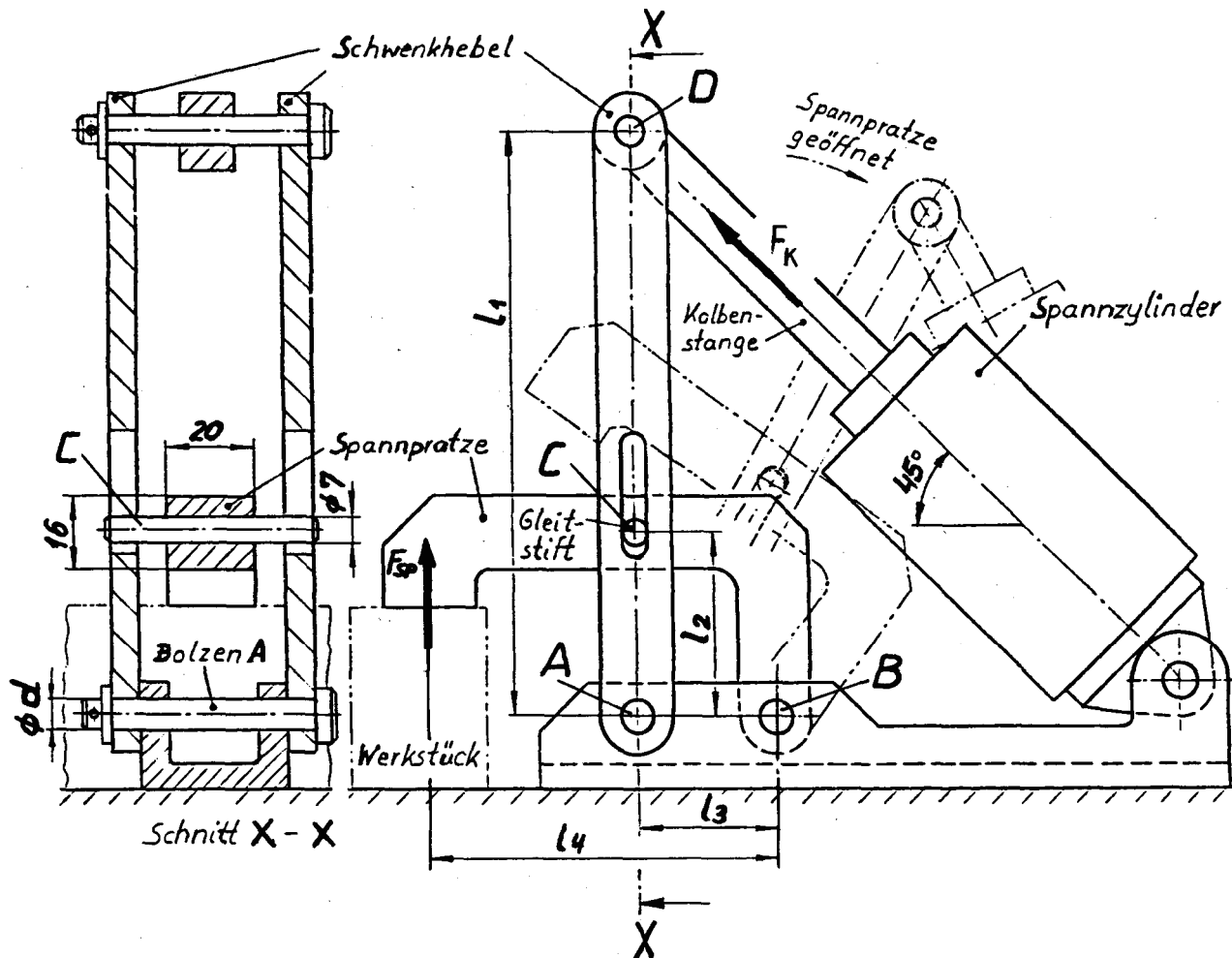




tgt HP 1991/92-2: Spannvorrichtung



Die Kolbenstange des pneumatischen Zylinders dreht beim Ausfahren die beiden Schwenkhebel nach links. Dadurch wird die Spannpratze auf das zu spannende Werkstück gedrückt. Wenn die Kolbenstange einfährt, schwenkt die Spannpratze nach oben. Das Werkstück kann entfernt werden.

Spannkraft  $F_{SP} = 1,5 \text{ kN}$   
 Hebellängen:  
 Schwenkhebel :  $l_1 = 125 \text{ mm}$   $l_2 = 40 \text{ mm}$   
 Spannpratze :  $l_3 = 30 \text{ mm}$   $l_4 = 75 \text{ mm}$

Die Lagerreibung und die Reibung durch den Gleitstift sollen vernachlässigt werden.

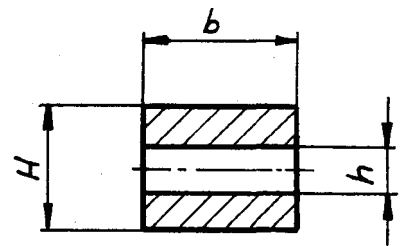
Teilaufgaben:	Punkte
1 Machen Sie die Spannpratze frei, und berechnen Sie die Kraft $F_C$ auf den Gleitstift C bei einer Spannkraft $F_{SP} = 1,5 \text{ kN}$ . Bestimmen Sie durch Rechnung den Betrag und die Richtung der Lagerkraft $F_B$ .	4,5
2 Bestimmen Sie zeichnerisch die erforderliche Kraft $F_K$ in der Kolbenstange und die Kraft $F_A$ der beiden Schwenkhebel auf den Bolzen A, wenn auf den Gleitstift C eine waagrechte Kraft $F_C = 3 \text{ kN}$ wirkt.	4,0



- 3 Berechnen Sie für den Bolzen A den erforderlichen Durchmesser  $d$ , wenn die beiden Schwenkhebel insgesamt mit  $F_A = 2,25 \text{ kN}$  auf den Bolzen drücken. 3,0  
 Bolzenwerkstoff : S235  
 6-fache Sicherheit gegen Abscherung

- 4 Prüfen Sie, ob bei der Spannpratze für die Stelle C im Schnitt X - X eine mindestens 3-fache Sicherheit gegen Verformung vorhanden ist. 4,0

Werkstoff: E295  $H = 16 \text{ mm}$   
 Spannkraft  $F_{SP} = 1,5 \text{ kN}$   $h = 7 \text{ mm}$   
 $b = 20 \text{ mm}$



Schnitt X - X bei C

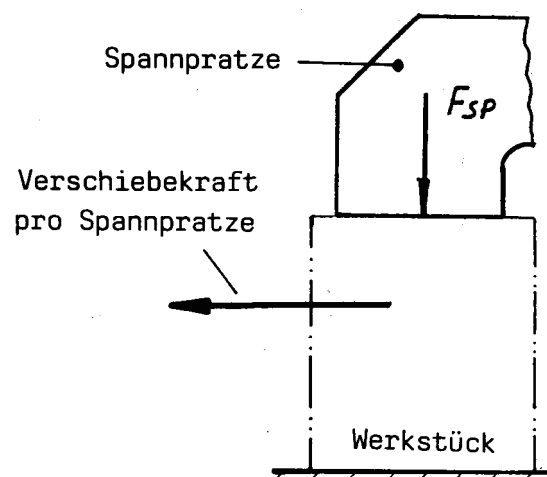
Widerstandsmoment  $W = \frac{b \cdot (H^3 - h^3)}{6 \cdot H}$

- 5 Welchen Durchmesser benötigt der Kolben des Pneumatikzylinders, um eine Kolbenkraft von  $F_{Kmin} = 1,4 \text{ kN}$  aufzubringen ? 2,0  
 Wirkungsgrad  $\eta = 0,9$

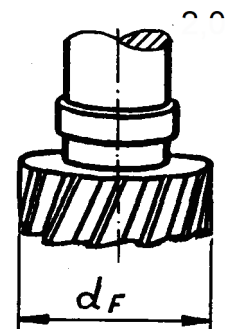
Betriebsdruck  $p_e = 6 \text{ bar}$

Wählen Sie aus den folgenden Durchmessern den geeigneten aus:  
 $D = 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160 \text{ mm}$

- 6 Ein größeres Werkstück soll auf einem Frästisch mit 10 Spannpratzen gespannt und allein durch Reibung festgehalten werden. Die bei der nachfolgenden Fräsbearbeitung auftretende Verschiebekraft beträgt  $F_{ges} = 3100 \text{ N}$ . Wie groß muss die Spannkraft  $F_{SP}$  für eine Spannpratze sein bei  $\mu_0 = 0,1$  ? 3,0



- 7 Berechnen Sie die Umfangskraft  $F_U$  eines Fräasers mit einem Durchmesser  $d_F = 120 \text{ mm}$  bei einer Drehzahl von  $n_F = 315 \text{ min}^{-1}$ . Der Antriebsmotor nimmt eine Leistung von  $8 \text{ kW}$  auf. Der Gesamtwirkungsgrad der Fräsmaschine beträgt  $\eta = 0,75$ . 2,0



Alle Teilaufgaben sind unabhängig voneinander lösbar.

$\Sigma = 22,5$

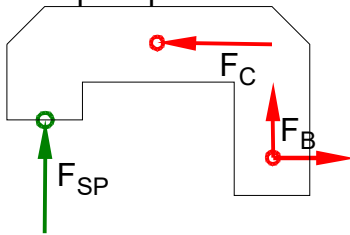


## Lösungsvorschlag

Teilaufgaben:

Punkte  
4,5

### 1 LS Spannpratze



Rechnerische Lösung:

$$\Sigma M_B = 0 = + F_C \cdot l_2 - F_{SP} \cdot l_4$$

$$F_C = F_{SP} \cdot \frac{l_4}{l_2} = 1,5 \text{ kN} \cdot \frac{75 \text{ mm}}{40 \text{ mm}} = 2,81 \text{ kN}$$

$$\Sigma F_x = 0 = F_{Bx} - F_C \Rightarrow F_{Bx} = F_C = 2,81 \text{ kN}$$

$$\Sigma F_y = 0 = F_{Sp} + F_{By} \Rightarrow$$

$$F_{By} = -F_{Sp} = -1,5 \text{ kN}$$

$$F_B = \sqrt{F_{Bx}^2 + F_{By}^2} = \sqrt{(2,81 \text{ kN})^2 + (-1,5 \text{ kN})^2} = 3,19 \text{ kN}$$

$$\alpha_A = \arctan \frac{F_{Ay}}{F_{Ax}} = \arctan \frac{-1,5 \text{ kN}}{2,81 \text{ kN}} = -28,1^\circ$$

$\alpha_A = 28,1^\circ$  nach links unten gegen die positive x-Achse bzw.

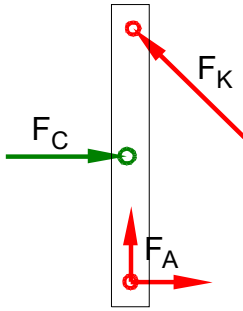
$\alpha_A = 331,9^\circ$  gegen die positive x-Achse

Statik rechnerisch (3-Kräfteverfahren)



## 2 LS Schwenkhebel

4,0



Rechnerische Lösung (nicht gefordert)

$$\Sigma M_A = 0 = -F_C \cdot l_2 + F_{Kx} \cdot l_1 = -F_C \cdot l_2 + F_K \cdot \cos 45^\circ \cdot l_1 \Rightarrow$$

$$F_K = -F_C \cdot \frac{l_2}{\cos 45^\circ \cdot l_1} = -3 \text{ kN} \cdot \frac{40 \text{ mm}}{\cos 45^\circ \cdot 125 \text{ mm}} = 1,357 \text{ kN}$$

$$\Sigma F_x = 0 = F_{Ax} + F_C - F_{Kx} \Rightarrow$$

$$F_{Ax} = -F_C + F_K \cdot \cos 45^\circ = -3 \text{ kN} + 1,357 \text{ kN} \cdot \cos 45^\circ = -2,04 \text{ kN}$$

$$\Sigma F_y = 0 = F_{Ay} + F_{Ky} \Rightarrow$$

$$F_{Ay} = -F_K \cdot \sin 45^\circ = -1,357 \text{ kN} \cdot \sin 45^\circ = -0,96 \text{ kN}$$

$$F_A = \sqrt{F_{Ax}^2 + F_{Ay}^2} = \sqrt{(-2,04 \text{ kN})^2 + (-0,96 \text{ kN})^2} = 2,25 \text{ kN}$$

$$\alpha_A = \arctan \frac{F_{Ay}}{F_{Ax}} = \arctan \frac{-0,96 \text{ kN}}{-2,04 \text{ kN}} = 25,2^\circ$$

$\alpha_A = 25,2^\circ$  nach links unten gegen die negative x-Achse bzw.

$\alpha_A = 205,2^\circ$  gegen die positive x-Achse

Statik rechnerisch (3-Kräfteverfahren)

## 3 $\tau_{aB} = 235 \text{ N/mm}^2$ (S235 → Tabellenbuch Metall, Europa Verlag, 44. Auflage, S.44)

3,0

$$\frac{\tau_{aB}}{\sqrt{3}} = \tau_{azul} > \tau_a = \frac{F}{2 \cdot S} \Rightarrow$$

$$\tau_{azul} = \frac{\tau_{aB}}{\sqrt{3}} = \frac{290 \text{ N/mm}^2}{6} = 48,3 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$S_{erf} = \frac{F_A}{2 \cdot \tau_{azul}} = \frac{2,25 \text{ kN}}{2 \cdot 48,3 \text{ N/mm}^2} = 23,3 \text{ mm}^2$$

$$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \rightarrow d_{erf} = \sqrt{\frac{4 \cdot S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 23,3 \text{ mm}^2}{\pi}} = 5,5 \text{ mm}$$

Gewählt wird der nächstgrößere angebotene Bolzen  $\varnothing 6 \text{ mm}$  (→ TabB „Bolzen“)

Scherfestigkeit (Bolzen  $\varnothing$ )



4 Biegemoment (Lageskizze siehe Aufgabe 1) 4,0

$$M_{bC}(\text{links}) = |-F_{Sp} \cdot (l_4 - l_3) \cdot l_1| = 1,5 \text{ kN} \cdot (75 - 30) \text{ mm} = 67,5 \text{ Nm}$$

oder:

$$M_{bC}(\text{rechts}) = |F_{By} \cdot l_3 + F_{Bx} \cdot l_2| = -1,5 \text{ kN} \cdot 30 \text{ mm} + 2,81 \text{ kNm} \cdot 40 \text{ mm} = 67,5 \text{ Nm}$$

Biegemoment (einseitiger Hebel)

Widerstandsmoment

$$W = \frac{b \cdot (H^3 - h^3)}{6 \cdot H} = \frac{20 \text{ mm} \cdot ((16 \text{ mm})^3 - (7 \text{ mm})^3)}{6 \cdot 16 \text{ mm}} = 781,9 \text{ mm}^3$$

Widerstandsmoment

$\sigma_{bF} = 410 \text{ N/mm}^2$  (E295 → Tabellenbuch Metall, Europa, 44. Auflage, S.44)

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

$$\sigma_b = \frac{M_{bmax}}{W} = \frac{67,5 \text{ Nm}}{781,9 \text{ mm}^3} = 86,3 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\nu = \frac{\sigma_{bF}}{\sigma_b} = \frac{410 \text{ N/mm}^2}{86,3 \text{ N/mm}^2} = 4,75$$

ist größer als die geforderte Sicherheitszahl 3, also ausreichend

Sicherheitszahl prüfen (Biegung)

5  $p \cdot \eta = \frac{F}{A} \cdot \eta \Rightarrow A_{erf} = \frac{F_{Kmin}}{p_e \cdot \eta} = \frac{1,4 \text{ kN}}{6 \text{ bar} \cdot 0,9} = \frac{1,4 \text{ kN}}{6 \frac{\text{N}}{10 \text{ mm}^2} \cdot 0,9} = 2593 \text{ mm}^2$  2,0

$$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \Rightarrow d_{erf} = \sqrt{\frac{4 \cdot A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 2593 \text{ mm}^2}{\pi}} = 57,5 \text{ mm}$$

Gewählt: D = 63 mm (der nächstgrößere angebotene KolbenØ)

KolbenØ

6 Da das Werkstück oben und unten mit der Kraft  $F_{Sp}$  geklemmt ist und die Reibkraft  $F_R$  an beiden Flächen wirkt, muss  $F_{Sp}$  nur die halbe Verschiebekraft  $F_{ges}$  halten. 3,0

$$F_R = F_{Sp} \cdot \mu = \frac{F_{ges}}{2 \cdot n} \Rightarrow$$

$$F_R = \frac{F_{ges}}{2 \cdot n} = \frac{3100 \text{ N}}{2 \cdot 10} = 155 \text{ N}$$

$$F_{Sp} = \frac{F_R}{\mu} = \frac{155 \text{ N}}{0,1} = 1550 \text{ N}$$

Reibungskraft

7  $\eta = \frac{P_{ab}}{P_{zu}} \Rightarrow P_F = P_M \cdot \eta = 8 \text{ kW} \cdot 0,75 = 6 \text{ kW}$  2,0

$$P = 2\pi \cdot M \cdot n \Rightarrow M_F = \frac{P_F}{2\pi \cdot n_F} = \frac{6 \text{ kW}}{2\pi \cdot 315 \text{ min}^{-1}} = 181,9 \text{ Nm}$$

$$M = F \cdot \frac{d}{2} \Rightarrow F_U = \frac{2 \cdot M_F}{d_F} = \frac{2 \cdot 181,9 \text{ Nm}}{120 \text{ mm}} = 3032 \text{ Nm}$$

Umfangskraft aus Leistung

Alle Teilaufgaben sind unabhängig voneinander lösbar.

$\Sigma = 22,5$