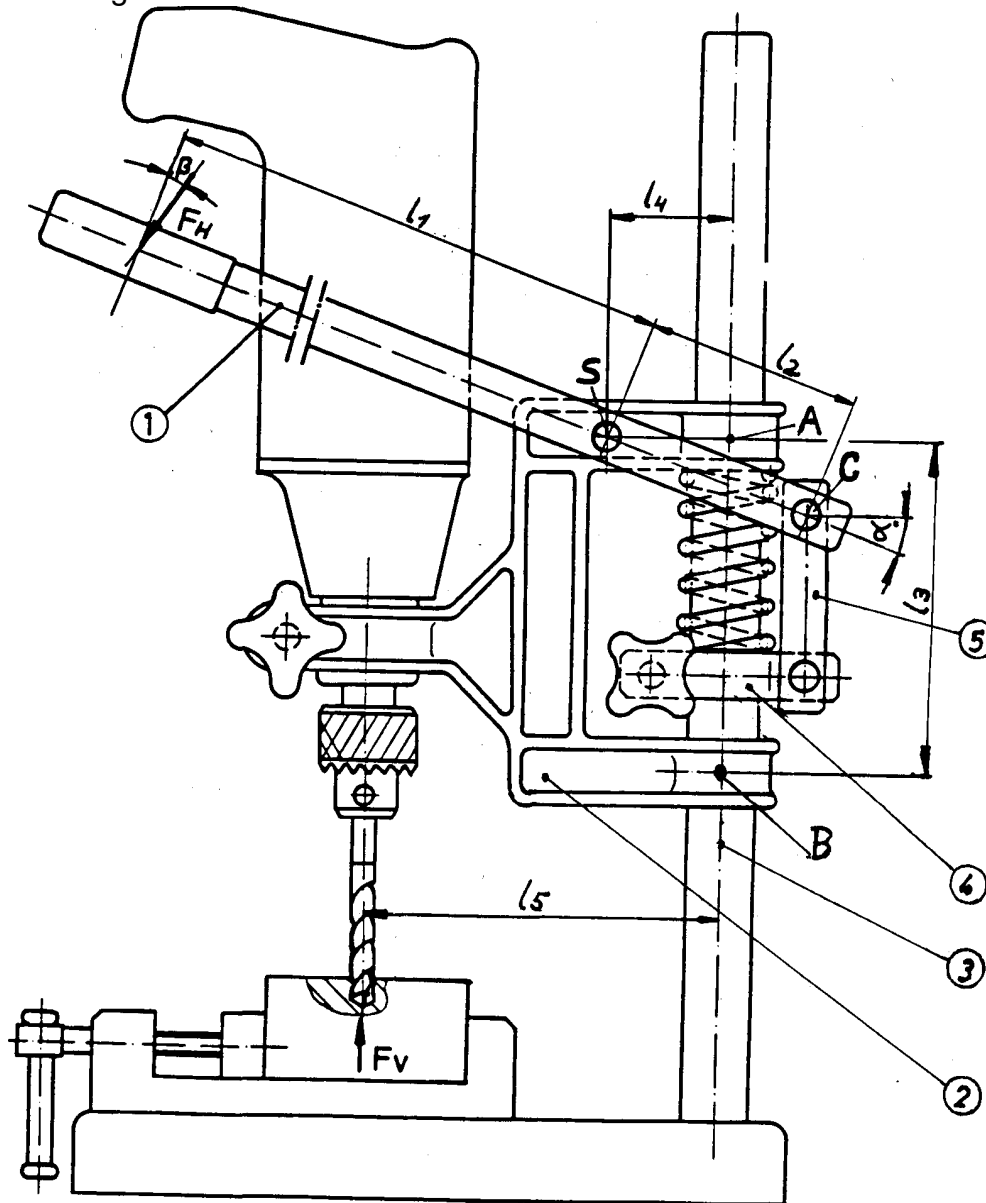




tgt HP 1994/95-1: Bohrmaschinenständer

Über den Handhebel (1) lässt sich eine Bohrmaschinenführung (2) gegen die Federkraft auf der Führungssäule (3) verschieben. Durch das Klemmstück (4) kann man die Höhenlage auf der Führungssäule verändern.



Abmessungen

$$l_1 = 300 \text{ mm}$$

$$l_2 = 90 \text{ mm}$$

$$l_3 = 140 \text{ mm}$$

$$l_4 = 50 \text{ mm}$$

$$l_5 = 150 \text{ mm}$$

$$\alpha = 20^\circ$$

$$\beta = 10^\circ$$

Bild 1

Teilaufgaben:

- | | Punkte |
|---|--------|
| 1 Ermitteln Sie zeichnerisch die Kräfte F_S und F_C am Handhebel, wenn in der dargestellten Lage (Bild 1) eine Handkraft $F_H = 100 \text{ N}$ aufgebracht wird. | 4,0 |
| 2 Berechnen Sie für die Bohrmaschinenführung die Lagerkräfte F_A und F_B sowie die Vorschubkraft F_V . Es wirkt eine Federkraft $F_F = 80 \text{ N}$ und eine Lagerkraft $F_S = 450 \text{ N}$, die unter einem Winkel von $\gamma = 85^\circ$ zur Waagrechten nach links unten wirkt. Reibungskräfte sind zu vernachlässigen. | 5,0 |



- 3 Der Handhebel besteht aus einem Flachstahl S235 mit den Abmessungen 20 x 6 mm. An den Lagerstellen S und C befindet sich jeweils eine Bohrung zur Aufnahme der Verbindungsbolzen. Berechnen Sie die auftretende Biegespannung, wenn eine maximale Handkraft $F_{Hmax} = 200 \text{ N}$ unter einem Winkel $\beta = 10^\circ$ wirkt und der Einfluss der Bohrungen vernachlässigt wird.

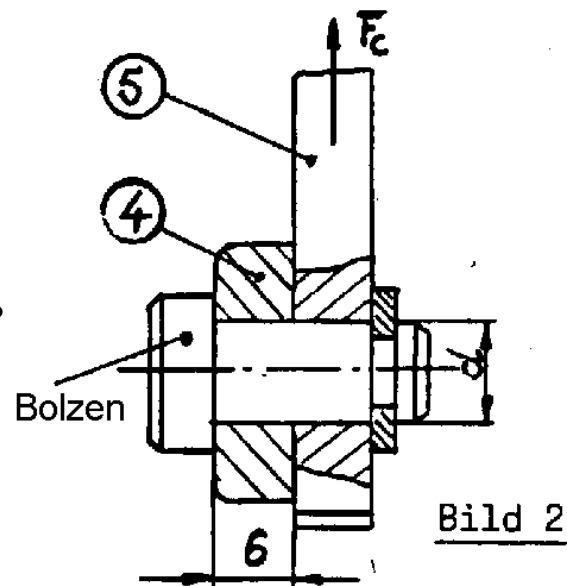
4,0

Die Lasche (5) ist durch einen Bolzen mit dem Klemmstück (4) verbunden (Bild 2). In der Lasche wirkt eine Zugkraft $F_C = 350 \text{ N}$.

- 4 Das gegossene Klemmstück (4) besteht aus dem Werkstoff AC-ALSi12 mit einer zulässigen Flächenpressung $p_{zul} = 8 \text{ N/mm}^2$. Bestimmen Sie den erforderlichen Bohrungsdurchmesser d .
- 5 Der Bolzen wird mit $d = 8 \text{ mm}$ aus dem Werkstoff 9 SMn 28 (ersatzweise S235 verwenden) hergestellt. Welche Sicherheit gegen Abscheren liegt vor?

2,0

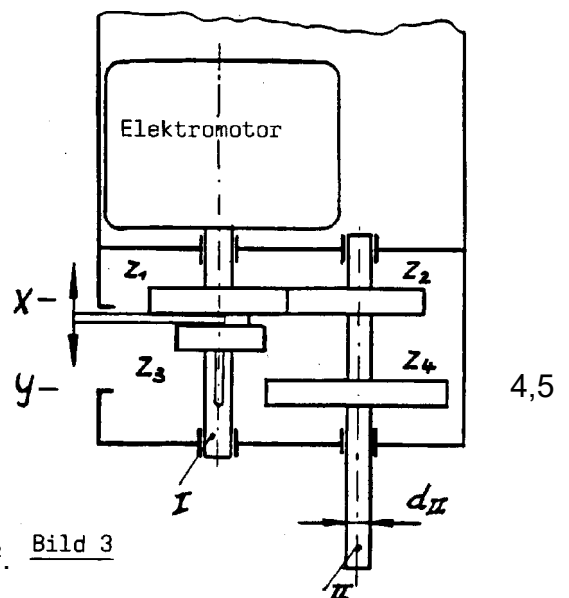
3,0



Die Bohrmaschine wird von einem Motor mit $n_M = 1400 \text{ 1/min}$ angetrieben. Über ein Getriebe mit den Schaltstellungen X und Y kann die Bohrspindel-drehzahl geändert werden (Bild 3).

- $Z_1 = 24$ Zähne
 $Z_2 = 24$ Zähne
 $Z_3 = 16$ Zähne
 $Z_4 = 32$ Zähne

- 6 Die vom Elektromotor an das Getriebe abgegebene Leistung beträgt $P_M = 600 \text{ W}$. Der Getriebewirkungsgrad wird mit $\eta = 0,9$ angenommen. Die Welle II wird aus C 35 gefertigt und vergütet. Die zulässige Torsionsspannung beträgt $\tau_{Tzul} = 120 \text{ N/mm}^2$. Bestimmen Sie den Wellendurchmesser d_{II} .



Alle Teilaufgaben sind unabhängig voneinander lösbar.

$\Sigma = 22,5$

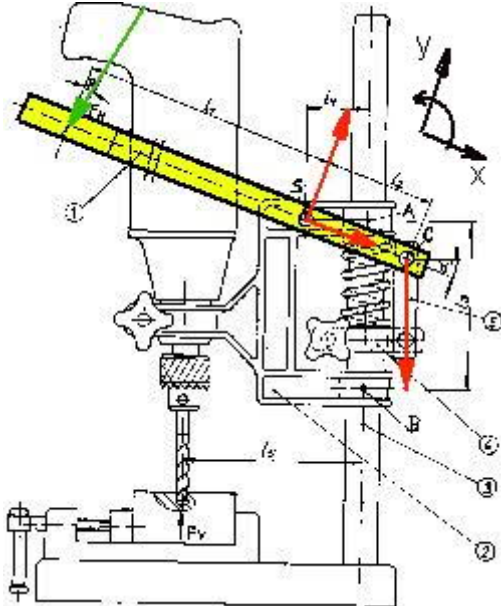


Lösungsvorschlag

Teilaufgaben:

Punkte
4,0

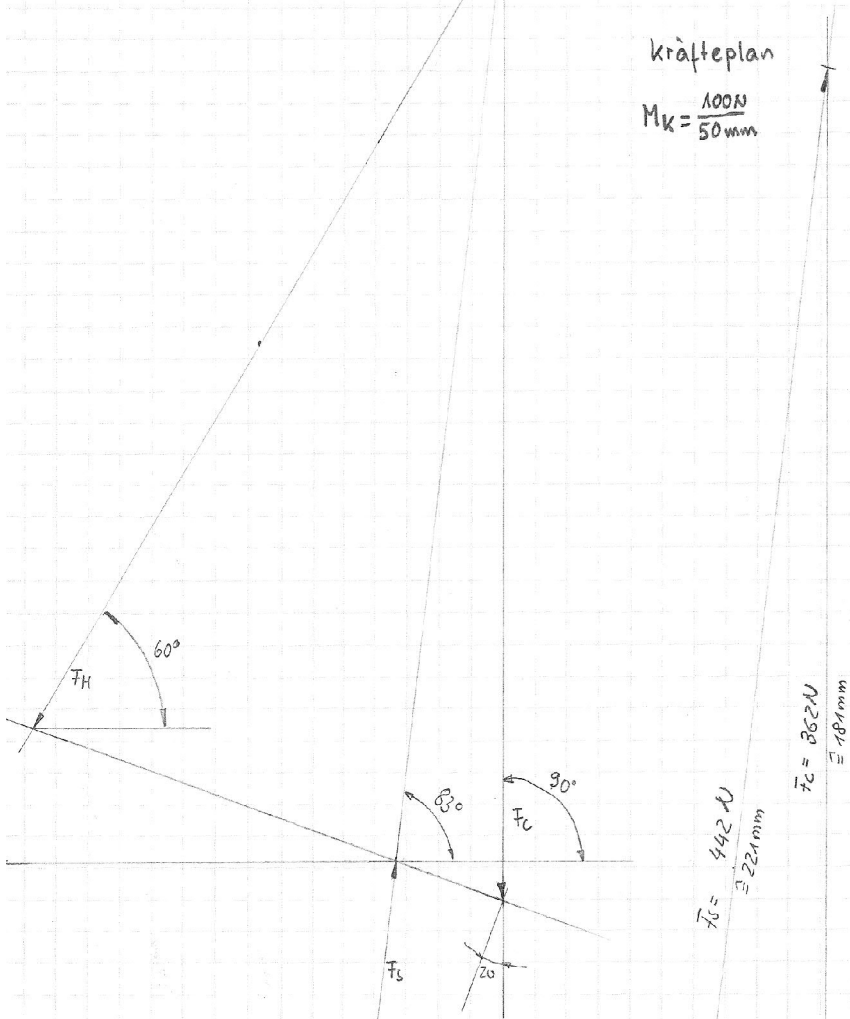
1 LS Handhebel



1.1 Lageplan Handhebel $M_L = \frac{1 \text{ cm}}{50 \text{ mm}}$

Kräfteplan

$$M_K = \frac{100 \text{ N}}{50 \text{ mm}}$$





Rechnerische Lösung (nicht gefordert):

$$\Sigma M_S = 0 = F_H \cdot \cos \beta \cdot l_1 - F_C \cdot l_2 \cdot \cos \alpha \Rightarrow$$

$$F_C = F_H \cdot \frac{l_1 \cdot \cos \beta}{l_2 \cdot \cos \alpha} = 100 \text{ N} \cdot \frac{300 \text{ mm} \cdot \cos 10^\circ}{90 \text{ mm} \cdot \cos 20^\circ} = 349,3 \text{ N}$$

$$\Sigma F_y = 0 = -F_{Hy} + F_{Sy} - F_{Cy} \Rightarrow$$

$$F_{Sy} = +F_H \cdot \cos \beta + F_C \cdot \cos \alpha = 100 \text{ N} \cdot \cos 10^\circ + 349,3 \text{ N} \cdot \cos 20^\circ = 426,7 \text{ N}$$

$$\Sigma F_x = 0 = -F_{Hx} + F_{Sx} + F_{Cx} \Rightarrow$$

$$F_{Sx} = F_H \cdot \sin \beta - F_C \cdot \sin \alpha = 100 \text{ N} \cdot \sin 10^\circ - 349,3 \text{ N} \cdot \sin 20^\circ = -102,1 \text{ N}$$

$$F_S = \sqrt{F_{Sx}^2 + F_{Sy}^2} = \sqrt{(-102,1 \text{ N})^2 + (426,7 \text{ N})^2} = 438,7 \text{ N}$$

$$\gamma_S = \arctan \frac{F_{Sy}}{F_{Sx}} = \arctan \frac{426,7 \text{ N}}{-102,1 \text{ N}} = -76,5^\circ$$

$\gamma_S = 76,5^\circ$ nach links oben gegen die negative x-Achse des gewählten Koordinatensystems bzw.

$\gamma_S = 103,5^\circ$ gegen die positive x-Achse des gewählten Koordinatensystems bzw.

$\gamma_S = 83,5^\circ$ gegen die Waagerechte

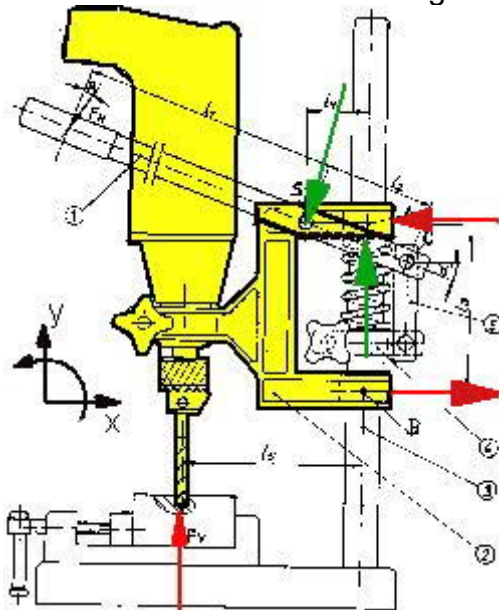
Zeichnerische Lösung nach dem 3-Kräfteverfahren



2

5,0

3 LS: Bohrmaschine mit Führung und Bohrer



Rechnerische Lösung (Drehpunkt im Schnittpunkt der Wirklinien von F_A und F_V):

$$\Sigma M_{AV} = 0 = -F_{Sy} \cdot (l_5 - l_4) + F_F \cdot l_5 + F_B \cdot l_3 \Rightarrow$$

$$F_B = \frac{F_S \cdot \sin \gamma_S \cdot (l_5 - l_4) - F_F \cdot l_5}{l_3} = \frac{450 \text{ N} \cdot \sin 85^\circ \cdot (150 - 50) \text{ mm} - 80 \text{ N} \cdot 150 \text{ mm}}{140 \text{ mm}} = 234,5 \text{ N}$$

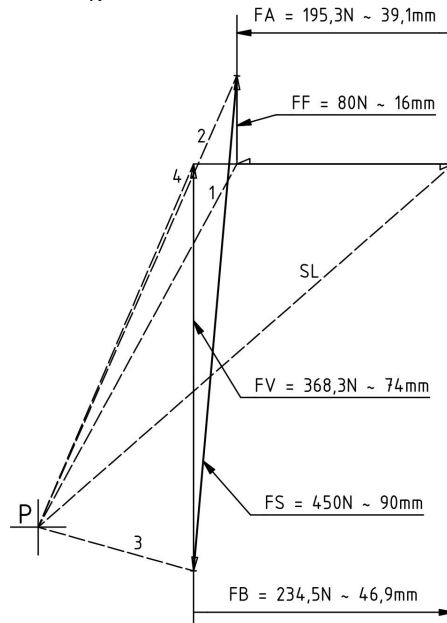
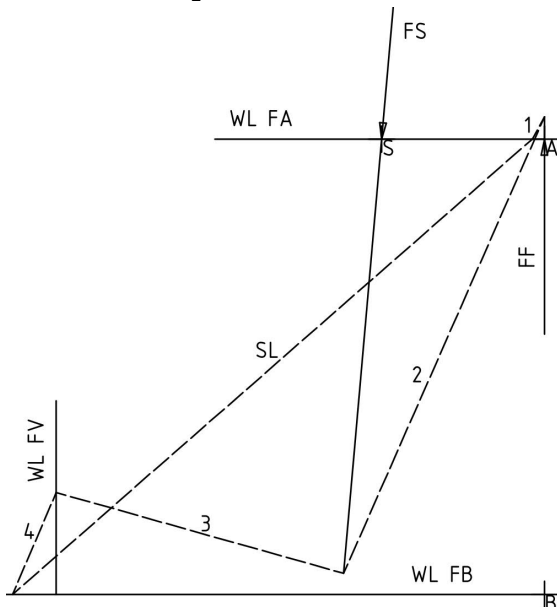
$$\Sigma F_y = 0 = F_V - F_{Sy} + F_F \Rightarrow F_V = F_S \cdot \sin \gamma_S - F_F = 450 \text{ N} \cdot \sin 85^\circ - 80 \text{ N} = 368,3 \text{ N}$$

$$\Sigma F_x = 0 = -F_{Sx} - F_A + F_B \Rightarrow F_A = F_B - F_S \cdot \cos \gamma_S = 234,5 \text{ N} - 450 \text{ N} \cdot \cos 85^\circ = 195,3 \text{ N}$$

Zeichnerische Lösung (nicht gefordert)

LP Brücke $M_L = 450 \text{ N} / \dots$

KP $M_K = 450 \text{ N} / 90 \text{ mm}$





4 $M_{bS} = |F_{Hy} \cdot l_1 l_1| = F_{Hmax} \cdot \cos \beta \cdot l_1 = 200 \text{ N} \cdot \cos 10^\circ \cdot 300 \text{ mm} = 59,1 \text{ Nm}$ 4,0

$$W_x = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{6 \text{ mm} \cdot (20 \text{ mm})^2}{6} = 400 \text{ mm}^3$$

$$\frac{\sigma_{bF}}{v} = \sigma_{bzul} > \sigma_b = \frac{M_b}{W} \Rightarrow$$

$$\sigma_b = \frac{59,1 \text{ Nm}}{400 \text{ mm}^3} = 147,7 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Biegemoment und Biegespannung

5 Erforderlicher Durchmesser gegen Flächenpressung: 2,0

$$p_{zul} = \frac{F}{A} \Rightarrow A_{erf} = \frac{F_c}{p_{zul}} = \frac{350 \text{ N}}{8 \text{ N/mm}^2} = 43,75 \text{ mm}^2$$

$$A = d \cdot b \Rightarrow d_{erf} = \frac{A}{b} = \frac{43,75 \text{ mm}^2}{6 \text{ mm}} = 7,3 \text{ mm}$$

Gewählt wird der nächstgrößere angebotene BolzenØ 8mm (→ TabB „Bolzen“)

Scherfestigkeit (BolzenØ)

6 Sicherheit gegen Abscheren: 3,0

$\tau_{aB} = 290 \text{ N/mm}^2$ (S235 → Tabellenbuch Metall, Europa Verlag, 44. Auflage, S.44)

$$S = \frac{\pi \cdot d_B^2}{4} = \frac{\pi \cdot 8^2 \text{ mm}^2}{4} = 50,3 \text{ mm}^2$$

$$\frac{\tau_{aB}}{v} = \tau_{azul} > \tau_a = \frac{F}{2 \cdot S} \rightarrow$$

$$\tau_a = \frac{F_c}{2 \cdot S} = \frac{350 \text{ N}}{2 \cdot 50,3 \text{ mm}^2} = 3,48 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$v = \frac{\tau_{aB}}{\tau_a} = \frac{290 \text{ N/mm}^2}{3,48 \text{ N/mm}^2} = 83$$

Sicherheit gegen Abscheren (BolzenØ)

7 $i = \frac{z_2}{z_1} \cdot \frac{z_4}{z_3} = \frac{24}{24} \cdot \frac{32}{16} = 2$ 4,5

$$P = 2 \pi \cdot M \cdot n \Rightarrow M_M = \frac{P_M}{2 \pi \cdot n_M} = \frac{600 \text{ W}}{2 \pi \cdot 1400 \text{ min}^{-1}} = 4,1 \text{ Nm}$$

$$i \cdot \eta = \frac{M_{ab}}{M_{zu}} \Rightarrow M_{ab} = M_{zu} \cdot i \cdot \eta = 4,1 \text{ Nm} \cdot 2 \cdot 0,9 = 7,4 \text{ Nm}$$

$$\frac{\tau_{tF}}{v} = \tau_{tzul} > \tau_t = \frac{M_t}{W_p} \Rightarrow$$

$$W_{perf} = \frac{M_{ab}}{\tau_{tzul}} = \frac{7,4 \text{ Nm}}{120 \text{ N/mm}^2} = 61,4 \text{ mm}^3$$

$$W_p = \frac{\pi \cdot d^3}{16} \Rightarrow d_{Ierf} = \sqrt[3]{\frac{W_{perf} \cdot 16}{\pi}} = \sqrt[3]{\frac{61,4 \text{ mm}^3 \cdot 16}{\pi}} = 6,8 \text{ mm}$$

Gewählt: $d = 8 \text{ mm}$ aus Normzahlreihe R10

Erforderlicher Durchmesser bei Torsion mit Leistung und Übersetzung

Alle Teilaufgaben sind unabhängig voneinander lösbar.

$\Sigma = 22,5$