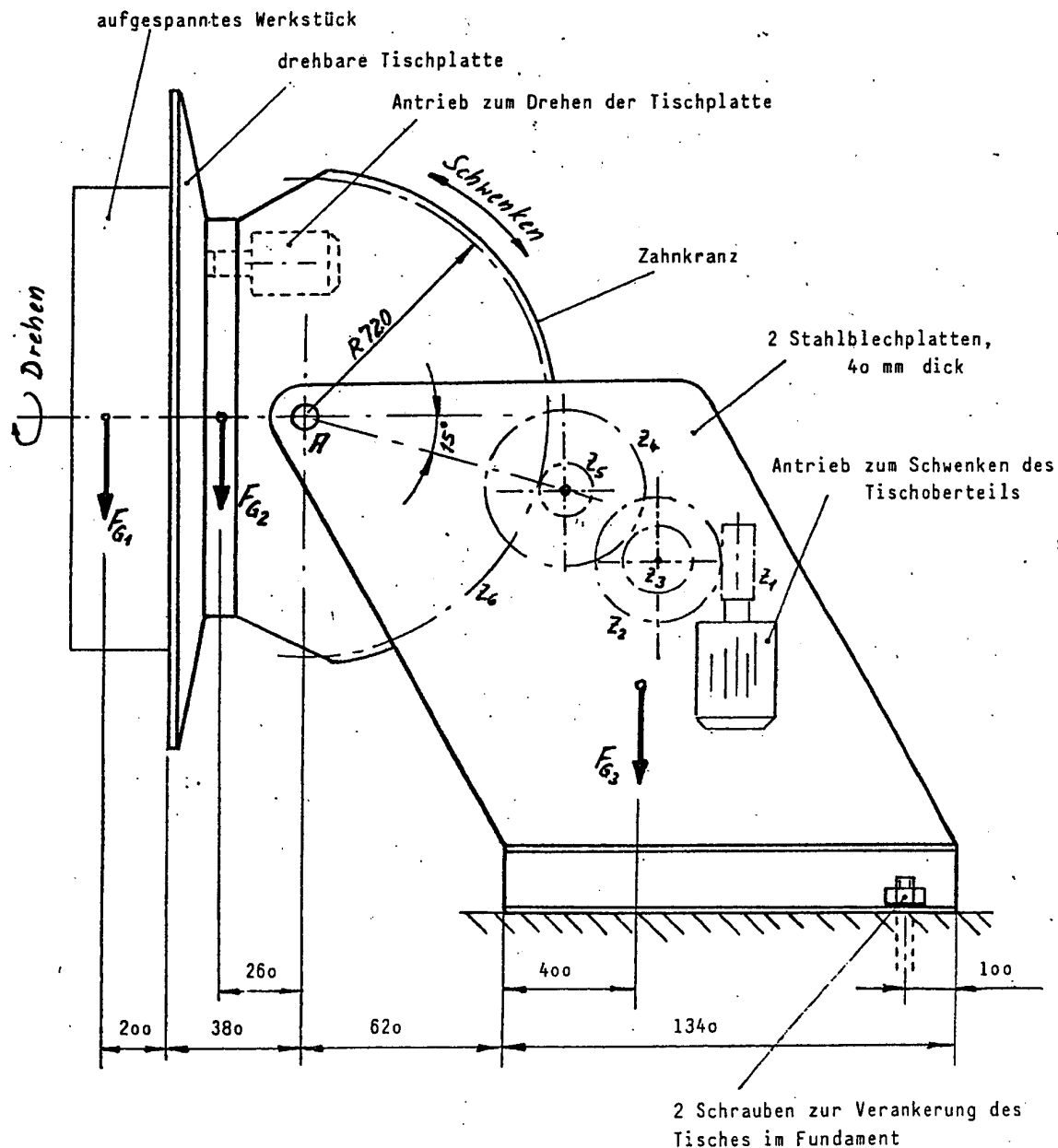




tgt HP 1987/88-1: Drehschwenktisch ...

... für Schweißarbeiten



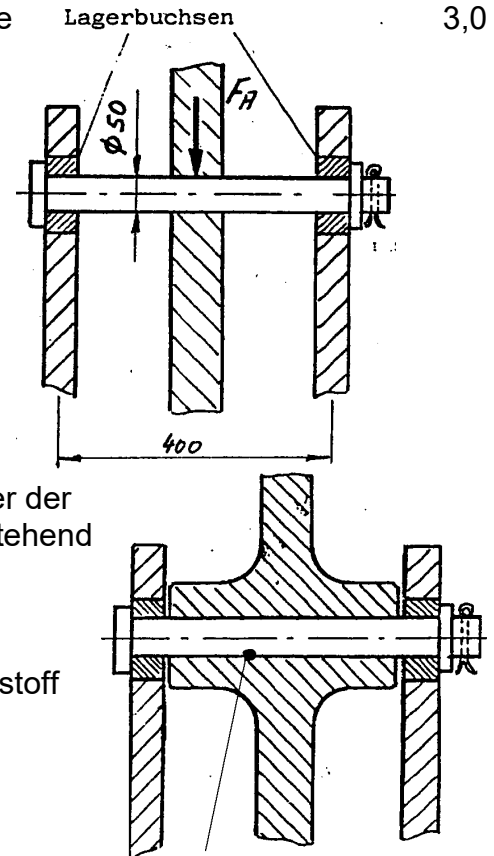
maximales Werkstückgewicht	$F_{G1} = 18 \text{ kN}$
Gewichtskraft des Tischoberteiles	$F_{G2} = 6 \text{ kN}$
Gewichtskraft des Tischunterteiles	$F_{G3} = 8 \text{ kN}$

Mit einem Drehschwenktisch werden aufgespannte Werkstücke in eine zum Schweißen besonders geeignete Lage gebracht.

Zum Schwenken des Tischoberteils sowie zum Drehen der Tischplatte steht je ein separater Antrieb zur Verfügung. Die Schwenkbewegung erfolgt durch einen Elektromotor, der mittels einer Schnecke und vier weiterer Zahnräder auf den Zahnkranz des Schwenktisches wirkt. Die Antriebseinheit zum Drehen der Tischplatte ist nicht Gegenstand dieser Aufgabe.



Teilaufgaben:		Punkte
1	Machen Sie das schwenkbare Tischoberteil einschließlich aufgespanntem Werkstück frei !	1,0
2	Ermitteln Sie rechnerisch und zeichnerisch die Lagerkraft im Lager A und die zwischen dem Zahnkranz und dem Zahnrad 5 auftretende Zahnkraft F_z , wenn sich der Tisch in der gezeichneten Lage befindet und mit maximalem Werkstückgewicht belastet wird !	6,0
3	Wie groß ist das maximale Biegemoment in der Lagerachse A, wenn die Belastung durch den Kipptisch $F_A = 40$ kN beträgt ? Überprüfen Sie, ob die Achse aus C45E mit 50 mm Durchmesser ausreichend bemessen ist, wenn die Sicherheit gegen Verformung mindestens $v = 1,5$ betragen soll !	3,0
4	Wie ändert sich die Beanspruchung in der Achse gegenüber der Ausführung in Aufg. 3, wenn die Tischlagerung wie nebenstehend dargestellt konstruktiv geändert wird ? Bestimmen Sie den in diesem Fall vorliegenden Sicherheitsfaktor ! (Belastung durch F_A , Achsendurchmesser und Achsenwerkstoff sind aus dem Aufgabe 3 zu übernehmen.)	
5	Um das Umkippen des Tisches zu verhindern, wird er mit 2 Schrauben der Festigkeitsklasse 5.6 im Betonfundament verankert. Berechnen Sie den notwendigen Schraubendurchmesser bei 4-facher Sicherheit gegen bleibende Verformung !	4,5
6	Berechnung der Antriebseinheit "Schwenken": Die Zahnkraft zwischen dem Zahnkranz des Tischoberteils und dem Zahnrad 5 beträgt $F_z = 17$ kN. Motordrehzahl: $n = 1440$ 1/min Gesamtwirkungsgrad von Motor und Getriebe: $\eta = 0,6$ Zähnezahlen: $z_1 = 1$ (Einzahnige Schnecke) $z_2 = 38$ $z_3 = 20$ $z_4 = 43$ $z_5 = 19$ $z_6 = 240$ (Zähnezahl des Zahnkranzes bezogen auf 360°): Bestimmen Sie die Aufnahmeleistung des Motors !	5,0
Alle Teilaufgaben sind unabhängig voneinander lösbar.		$\Sigma = 22,5$



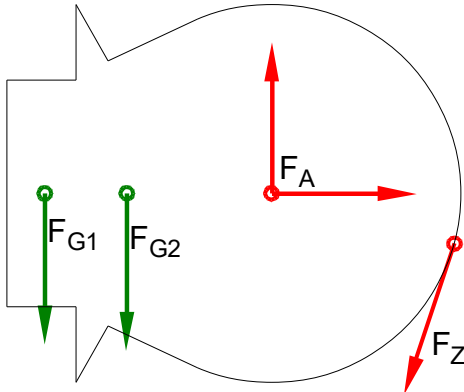


Lösungsvorschläge

Teilaufgaben:

Punkte
1,0

1 LS Schwenkbare Tischoberteil



2 Rechnerische Lösung

6,0

$$\Sigma M_A = 0 = F_{G1} \cdot (200 + 380) \text{ mm} + F_{G2} \cdot 260 \text{ mm} - F_Z \cdot 720 \text{ mm} \Rightarrow$$

$$F_Z = \frac{F_{G1} \cdot (200 + 380) \text{ mm} + F_{G2} \cdot 260 \text{ mm}}{720 \text{ mm}} = \frac{18 \text{ kN} \cdot 580 \text{ mm} + 6 \text{ kN} \cdot 260 \text{ mm}}{720 \text{ mm}} = 16,7 \text{ kN}$$

$$\Sigma F_x = 0 = F_{Ax} - F_{Zx} \Rightarrow F_{Ax} = F_{Zx} = F_Z \cdot \sin 15^\circ = 16,7 \text{ kN} \cdot \sin 15^\circ = 4,31 \text{ kN}$$

$$\Sigma F_y = 0 = -F_{G1} - F_{G2} + F_{Ay} - F_{Zy} \Rightarrow$$

$$F_{Ay} = +F_{G2} + F_{G1} + F_Z \cdot \cos 15^\circ = 18 \text{ kN} + 6 \text{ kN} + 16,7 \text{ kN} \cdot \cos 15^\circ = 40,1 \text{ kN}$$

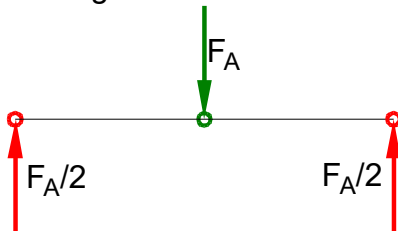
$$F_A = \sqrt{F_{Ax}^2 + F_{Ay}^2} = \sqrt{(4,31 \text{ kN})^2 + (40,1 \text{ kN})^2} = 40,3 \text{ kN}$$

$$\alpha_A = \arctan \frac{F_{Ay}}{F_{Ax}} = \arctan \frac{40,1 \text{ kN}}{4,31 \text{ kN}} = 83,9^\circ \text{ nach links oben gegen die x-Achse}$$

Rechnerische und zeichnerische Lösung gefordert (Schlusslinienverfahren)

3 LS Lagerachse

3,0



$$M_b = \frac{F_A}{2} \cdot \frac{400 \text{ mm}}{2} = \frac{40 \text{ kN} \cdot 400 \text{ mm}}{4} = 4 \text{ kNm}$$

$\sigma_{bF} = 700 \text{ N/mm}^2$ (C45E → Tabellenbuch Metall, Europa, 44. Auflage, S.44)

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

$$\sigma_{bzul} = \frac{\sigma_{bF}}{\sqrt{v}} = \frac{700 \text{ N/mm}^2}{1,5} = 466,7 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$W_{erf} = \frac{M_{bmax}}{\sigma_{bzul}} = \frac{4 \text{ kNm}}{466,7 \text{ N/mm}^2} = 8,57 \text{ cm}^3$$

$$W = \frac{\pi \cdot d^3}{32} \Rightarrow d_{erf} = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot W_{erf}}{\pi}} = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 8,57 \text{ cm}^3}{\pi}} = 44,4 \text{ mm}$$

$d_{erf} < d \rightarrow$ Der Durchmesser ist ausreichend

Biegemoment ermitteln und Dimensionierung prüfen



- 4 Nach der konstruktiven Änderung wird die Achse vor allem auf Scherung belastet. 3,0

$\tau_{aB} = 560 \text{ N/mm}^2$ (C45 → Tabellenbuch Metall, Europa Verlag, 44. Auflage, S.44)

$$S = \frac{\pi \cdot d_B^2}{4} = \frac{\pi \cdot 50^2 \text{ mm}^2}{4} = 1963 \text{ mm}^2$$

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

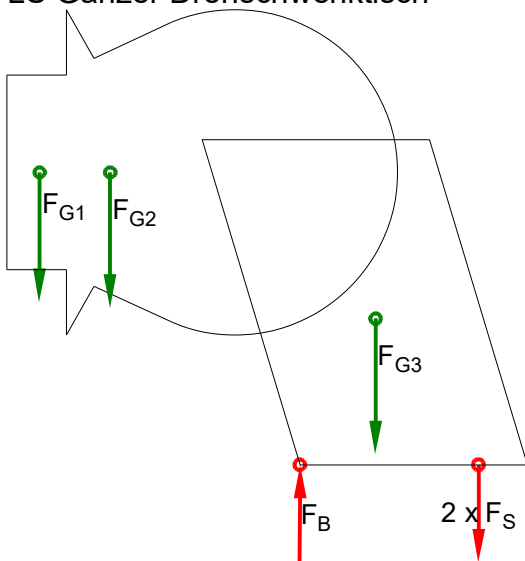
$$\tau_a = \frac{F_A}{2 \cdot S} = \frac{40 \text{ kN}}{2 \cdot 1963 \text{ mm}^2} = 10,2 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$v = \frac{\tau_{aB}}{\tau_a} = \frac{560 \text{ N/mm}^2}{10,2 \text{ N/mm}^2} = 55$$

Die Sicherheit ist hoch, weil Biegung stärker belastet als Abscherung.

Sicherheit gegen Abscheren (BolzenØ)

- 5 LS Ganzer Drehschwenktisch 4,5



$$\Sigma M_B = 0 = F_{G1} \cdot (200 + 380 + 620) \text{ mm} + F_{G2} \cdot (260 + 620) \text{ mm} - F_{G3} \cdot 400 \text{ mm} - 2 \cdot F_S \cdot (1340 - 100) \text{ mm} \Rightarrow$$

$$F_S = \frac{F_{G1} \cdot 1200 \text{ mm} + F_{G2} \cdot 880 \text{ mm} - F_{G3} \cdot 400 \text{ mm}}{2 \cdot 1240 \text{ mm}}$$

$$= \frac{18 \text{ kN} \cdot 1200 \text{ mm} + 6 \text{ kN} \cdot 880 \text{ mm} - 8 \text{ kN} \cdot 400 \text{ mm}}{2 \cdot 1240 \text{ mm}} = 9,55 \text{ kN}$$

Festigkeitsklasse 5.6 bedeutet (siehe auch [EuroTabM] „Festigkeitsklasse“):

$$R_m = 5 \cdot 100 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = 500 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$R_e = 0,6 \cdot R_m = 0,6 \cdot 500 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = 300 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\frac{\sigma_{zlim}}{v} = \sigma_{zzul} > \sigma_z = \frac{F}{S} \Rightarrow$$

$$\sigma_{zzul} = \frac{R_e}{v} = \frac{300 \text{ N/mm}^2}{4} = 75 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$S_{erf} = \frac{F_S}{\sigma_{zzul}} = \frac{9,55 \text{ kN}}{75 \text{ N/mm}^2} = 127,3 \text{ mm}^2$$

Gewählt: M16 mit S = 157 mm² (→ TabB „Gewinde“)

Berechnung einer Kraft und Auswahl einer Schraube mit Festigkeitsklasse



6 5,0

$$i = \frac{z_2}{z_1} \cdot \frac{z_4}{z_3} \cdot \frac{z_6}{z_5} = \frac{38}{1} \cdot \frac{43}{20} \cdot \frac{240}{19} = 1032$$
$$M_{ab} = F_Z \cdot R = 17 \text{ kN} \cdot 720 \text{ mm} = 12,24 \text{ kNm}$$
$$i \cdot \eta = \frac{M_{ab}}{M_{zu}} \Rightarrow M_{zu} = \frac{M_{ab}}{i \cdot \eta} = \frac{12,24 \text{ kNm}}{1032 \cdot 0,6} = 19,8 \text{ Nm}$$
$$P_{zu} = 2\pi \cdot M_{zu} \cdot n = 2\pi \cdot 19,8 \text{ Nm} \cdot 1440 \text{ min}^{-1} = 3,0 \text{ kW}$$

Leistung bei Drehbewegung mit Übersetzung

Alle Teilaufgaben sind unabhängig voneinander lösbar.

$\Sigma = 22,5$