

FACHPRÜFUNG

MASCHINENELEMENTE I

23.08.2006 - 9:00 bis 10:30 Uhr (1,5 Stunden)

Bearbeiter:
Matr.-Nr. :

Umfang:

Maschinenelemente I (78 Punkte)

$\Sigma = 78$ Punkte

Die Klausur ist bestanden, wenn mindestens 31 Punkte erreicht wurden.

Hinweise zur Bearbeitung:

- Alle Blätter sind mit dem Namen und der Matrikel-Nr. zu beschriften. **Bei fehlender Beschriftung werden die Aufgaben ggf. nicht bewertet.**
- Alle Aufgaben sind auf den Aufgabenblättern zu bearbeiten. Zusätzliche Blätter sind beim Aufsichtspersonal erhältlich.
- **Zugelassene Hilfsmittel: Keine**
(außer Taschenrechner, Schreib- und Zeichenwerkzeug)
- **Bitte schreiben Sie das Ergebnis der Berechnungen in das vorgesehene Lösungskästchen, zusätzlich muss der Lösungsweg nachvollziehbar sein; das Ergebnis alleine ist nicht ausreichend.**

Bewertung: (Nicht vom Bearbeiter auszufüllen)

E GG	E VE	E AW	E WN	Σ
P_{\max} 39	P_{\max} 8	P_{\max} 15	P_{\max} 16	P_{\max} 78

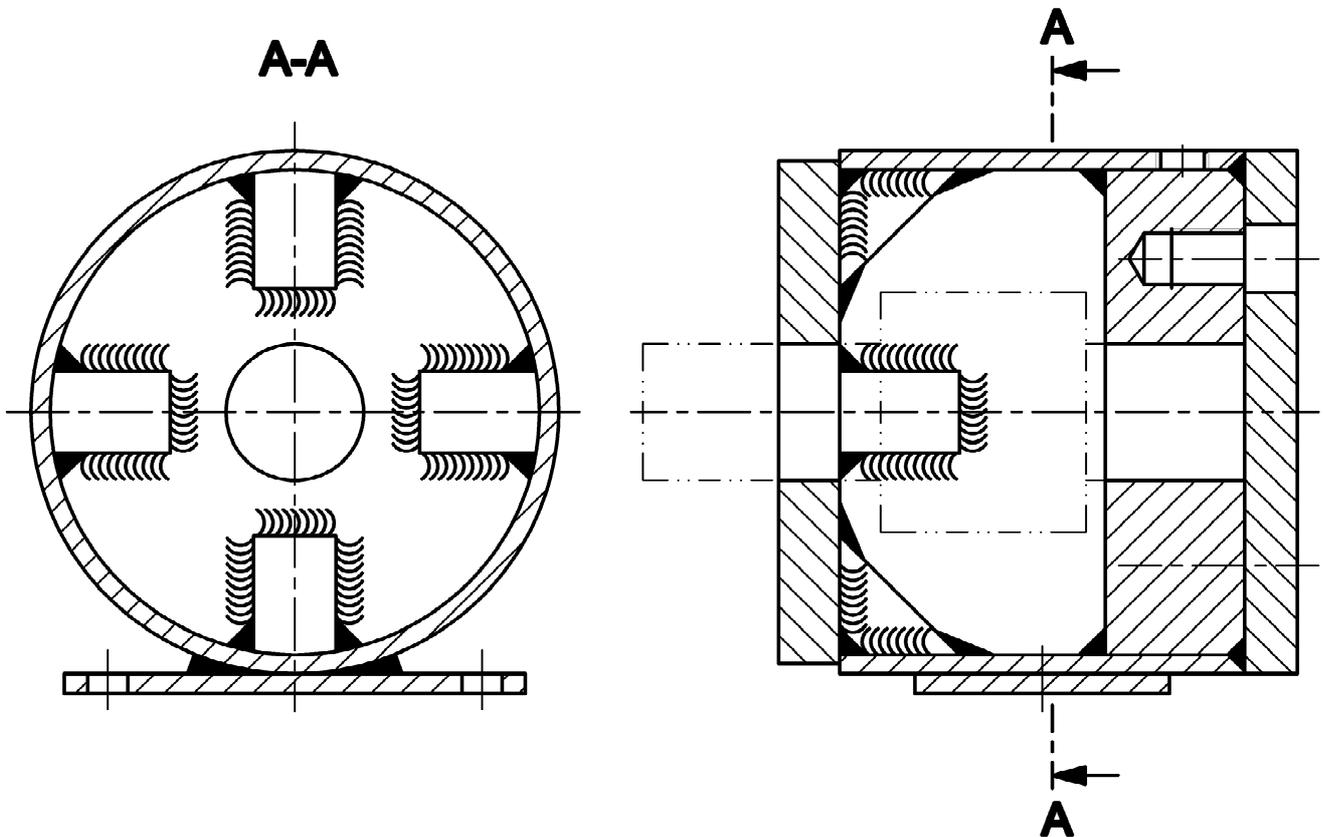
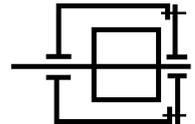
Name:

Matr.-Nr.:

Aufgabe E GG (Gestaltung)

Teilaufgabe	E-GG 1	E-GG 2	E-GG 3	E-GG 4	Σ
Max. Pktzahl	3	8	20	8	39
Erreichte Pktzahl					

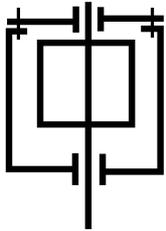
E-GG 1 Es soll ein kleines Gehäuse für eine Welle gemäß der nebenstehenden Skizze konstruiert werden. Ein unerfahrener Konstrukteur hat das Gehäuse als Schweißteil entsprechend der unten stehenden Darstellung mit mehreren Gestaltungsfehlern ausgeführt (Maßstab ca. 1:1; die Welle selbst ist nur angedeutet.) Kennzeichnen Sie mindestens 6 Fehler und erläutern Sie diese stichwortartig.



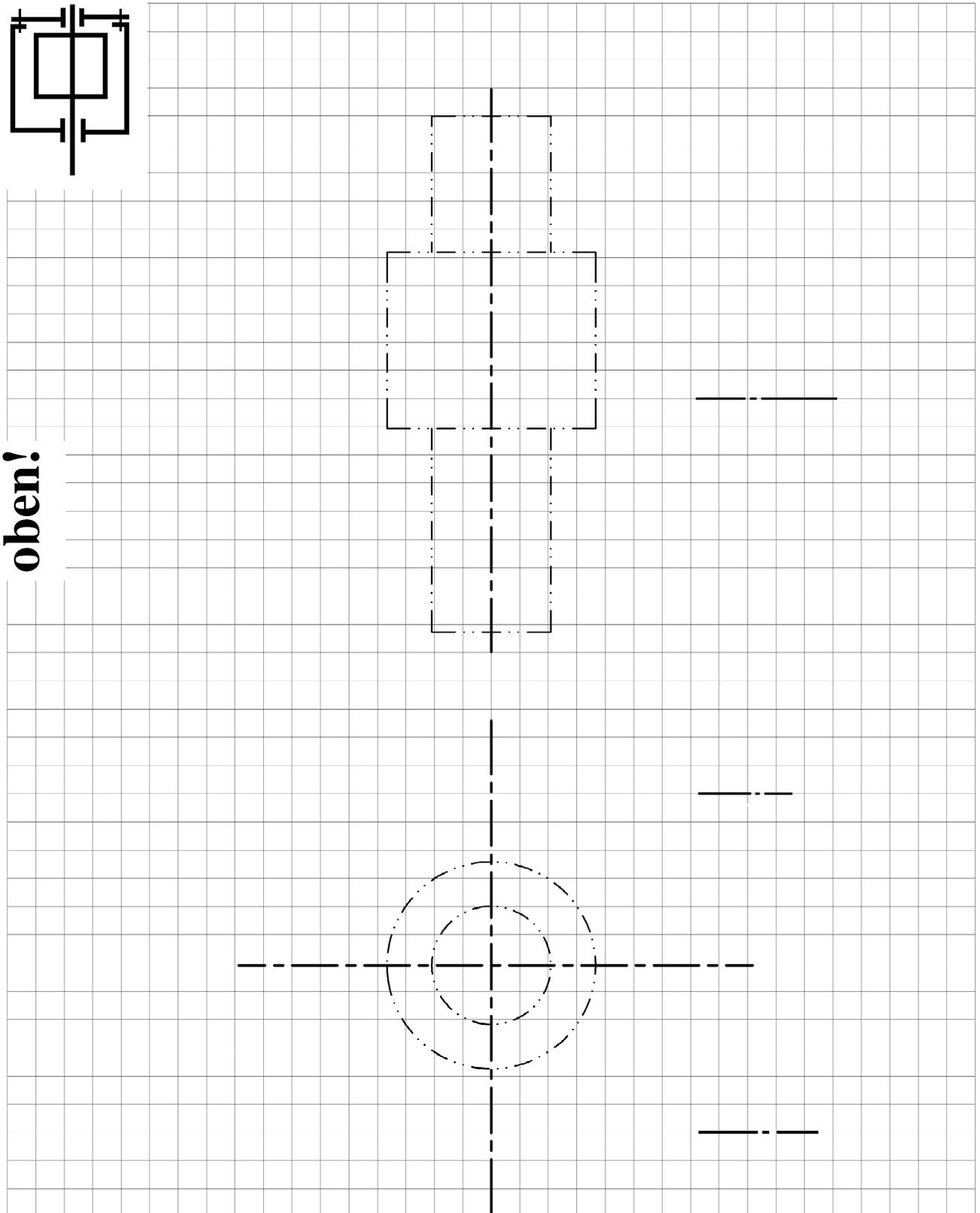
Name:

Matr.-Nr.:

E-GG 2 Gestalten Sie das Gehäuse aus Aufgabe E-GG 1 als Gussteil. Stellen Sie das Gehäuse entsprechend E-GG 1 in den beiden Schnittansichten dar. (Freihandskizze, Bleistift, Maßstab 1:1).
Achtung: Damit Ihnen mehr Platz zur Verfügung steht ist die Darstellung gedreht!



oben!

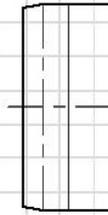
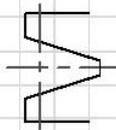
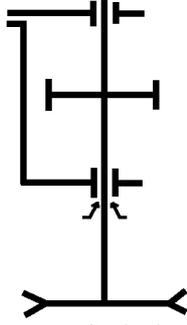


Name:

Matr.-Nr.:

E-GG 3 Konstruieren Sie freihändig eine Antriebswelle für einen Riementrieb gemäß Skizze (Freihandskizze, Bleistift, Maßstab 1:1, eine Schnittdarstellung der oberen Hälfte genügt). Beachten Sie hierbei folgendes:

- Das Getriebe ist ölgeschmiert (Dichtungen!); Kräfte und Drehzahlen sind klein bis mittel groß.
- Das Gehäuse ist als Gussteil, die Welle ist als Ritzelwelle und die Riemenscheibe ist als Schweißstück zu gestalten.
- Die Welle soll in Wälzlagern, Fest-Los-Lagerung gelagert werden.
- Stellen Sie mindestens eine Verschraubung vollständig dar.



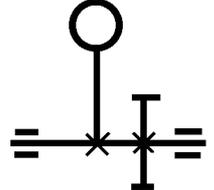
Grid area for drawing the shaft and its details.

Name:

Matr.-Nr.:

E-GG 4 Ein Schwingungserzeuger besteht aus einer Ritzelwelle und einem angeschraubten Arm mit Schwungmasse, s. Skizze. Es treten sowohl umlaufende als auch ortsfeste Kräfte auf. Das Gehäuse ist beidseitig mit Deckeln verschlossen. Skizzieren Sie eine für sehr hohe Belastungen geeignete Wälzlagerung (Freihandskizze, Bleistift, Maßstab 1:1, eine Schnittdarstellung der oberen Hälfte genügt). Beachten Sie hierbei folgendes:

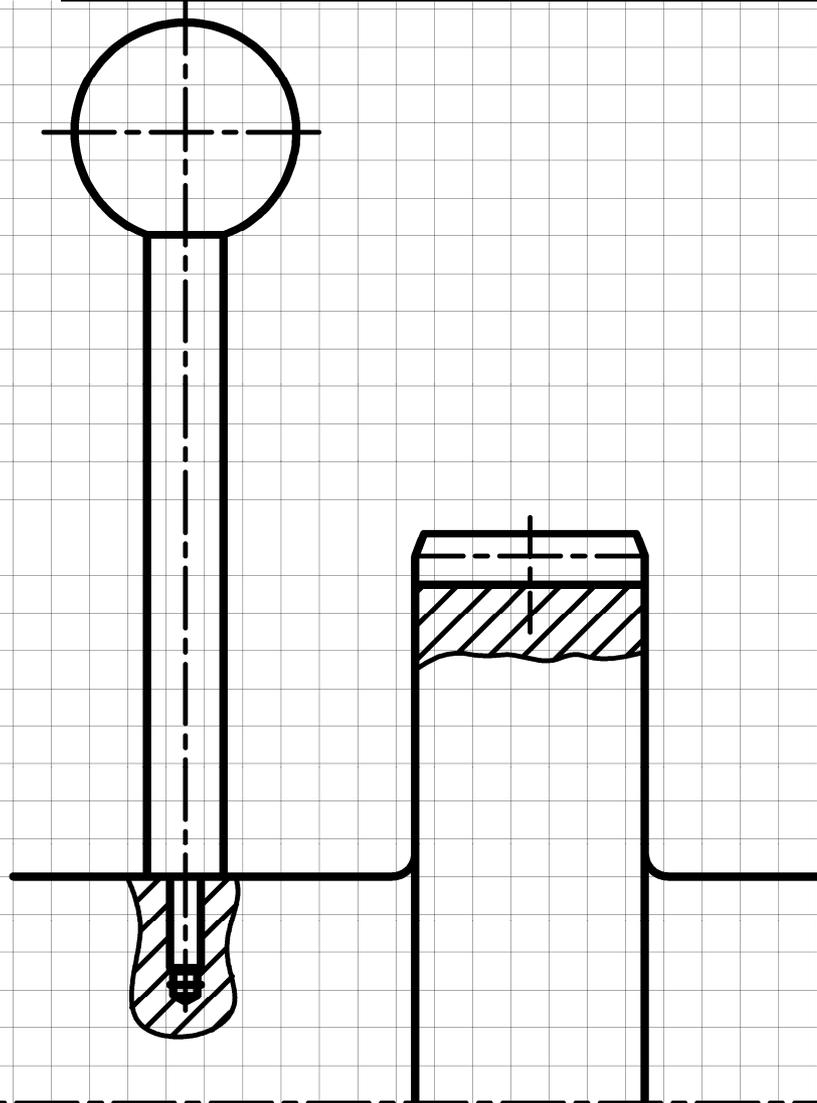
- Vom Getriebe ist nur die Lagerfestlegung und jeweils links und rechts ein Deckel mit Dichtung darzustellen.
- Die Welle soll in Wälzlagern, Fest-Los-Lagerung, gelagert werden.
- Verschraubungen sind nicht darzustellen.



Geben Sie die genaue Bezeichnung der verwendeten Wälzlager an.

Festlager:

Loslager:



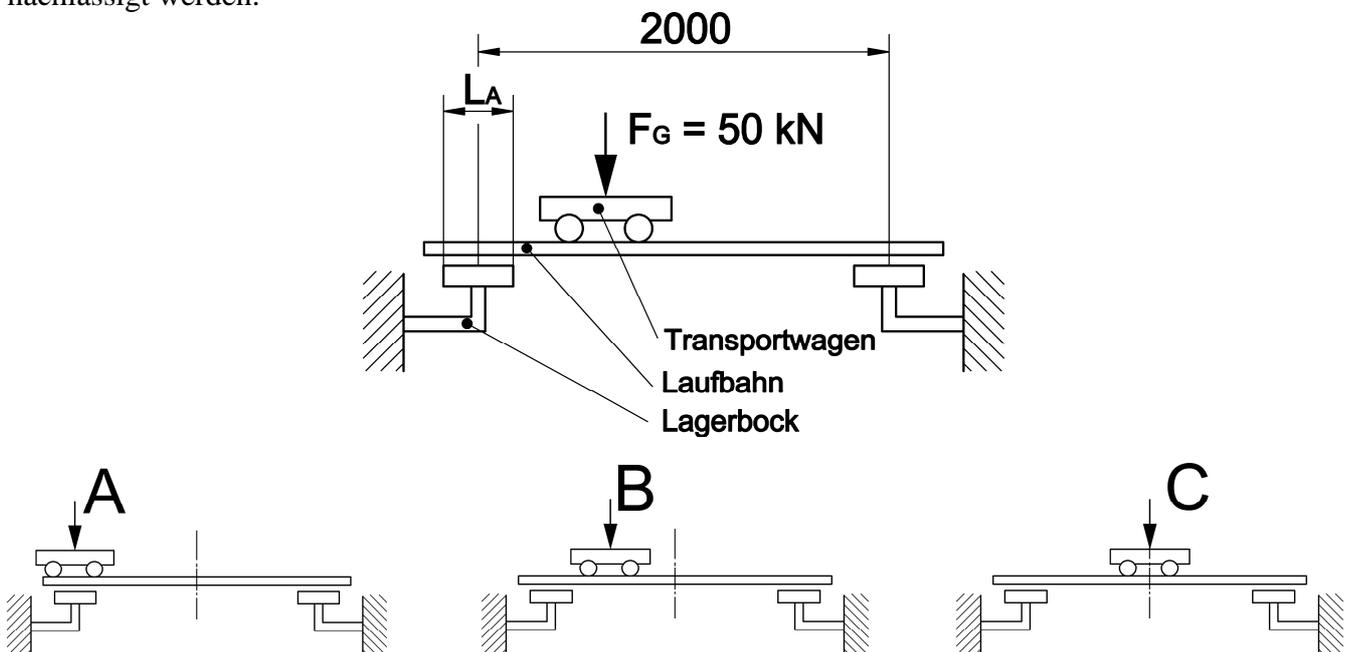
Name:

Matr.-Nr.:

Aufgabe E VE (Versagenskriterien)

Teilaufgabe	E-VE 1	E-VE 2	E-VE 3	E-VE 4	Σ
Max. Pktzahl	2	2,5	2,5	1	8
Erreichte Pktzahl					

Bei einer Transportanlage gemäß Skizze verfährt ein Transportwagen auf einer Laufbahn aus S235JR (St37), die auf Lagerböcken aus Stahlguss (GS) aufliegt. Der Transportwagen befährt die Laufbahn so selten, so dass von einem ruhenden Lastfall aufgegangen werden kann. Die Eigengewichte können vernachlässigt werden.



E-VE 1 In welcher Stellung des Transportwagens (A, B oder C) tritt die höchste Flächenpressung am linken Lagerbock auf? Die Breite der Auflagerfläche beträgt $B_A = 180 \text{ mm}$. Wie groß muss die Länge L_A mindestens sein, wenn die maximal ertragbare Flächenpressung $p_{zul} = 70 \text{ N/mm}^2$ bei einer zusätzlichen Sicherheit von $S = 10$ nicht überschritten werden soll?

A, B
oder C:

L_A :

E-VE 2 In welcher Stellung des Transportwagens (A, B oder C) tritt die höchste Biegebelastung in der Laufbahn auf? Kennzeichnen Sie die Stelle der Laufbahn, an der das maximale Biegemoment wirkt. Wie hoch ist dieses maximale Biegemoment?

A, B
oder C:

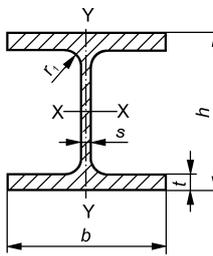
M_b :

Name:

Matr.-Nr.:

E-VE 3 Bei einer ähnlichen Anordnung beträgt das Biegemoment 30.000 Nm. Der Konstrukteur hat sich entschieden, für die Laufbahn einen IPB-Träger zu verwenden. Für den verwendeten Werkstoff S235JR (St37) ist $\sigma_b_{S237} = 200 \text{ N/mm}^2$, die Sicherheit soll $S = 5$ sein. Wie groß muss das Biege widerstandsmoment eines Trägers mindestens sein? Wählen Sie ein geeignetes IPB-Profil aus der Tabelle unten aus.

Warmgewalzte I-Träger – IPB-Reihe DIN 1025-2 (11.1995)



Kurzzeichen	Maße (in mm)					Querschnitt cm ²	W _b cm ³
	h	b	s	t	r ₁		
IPB 100	100	100	6	10	12	26,0	89,9
IPB 120	120	120	6,5	11	12	34,0	144
IPB 140	140	140	7	12	12	43,0	216
IPB 160	160	160	8	13	15	54,3	311
IPB 180	180	180	8,5	14	15	65,3	426
IPB 200	200	200	9	15	18	78,1	570
IPB 220	220	220	9,5	16	18	91,0	736
IPB 240	240	240	10	17	21	106	938
IPB 260	260	260	10	17,5	24	118	1150
IPB 280	280	280	10,5	18	24	131	1380
IPB 300	300	300	11	19	27	149	1680
IPB 320	320	300	11,5	20,5	27	161	1930
IPB 340	340	300	12	21,5	27	171	2160

W_b:

IPB

E-VE 4 Als Alternative für die Laufbahn steht ein Vierkant-Vollprofil zur Verfügung. Halten Sie dieses für besser oder schlechter geeignet? Geben Sie eine kurze Begründung an.

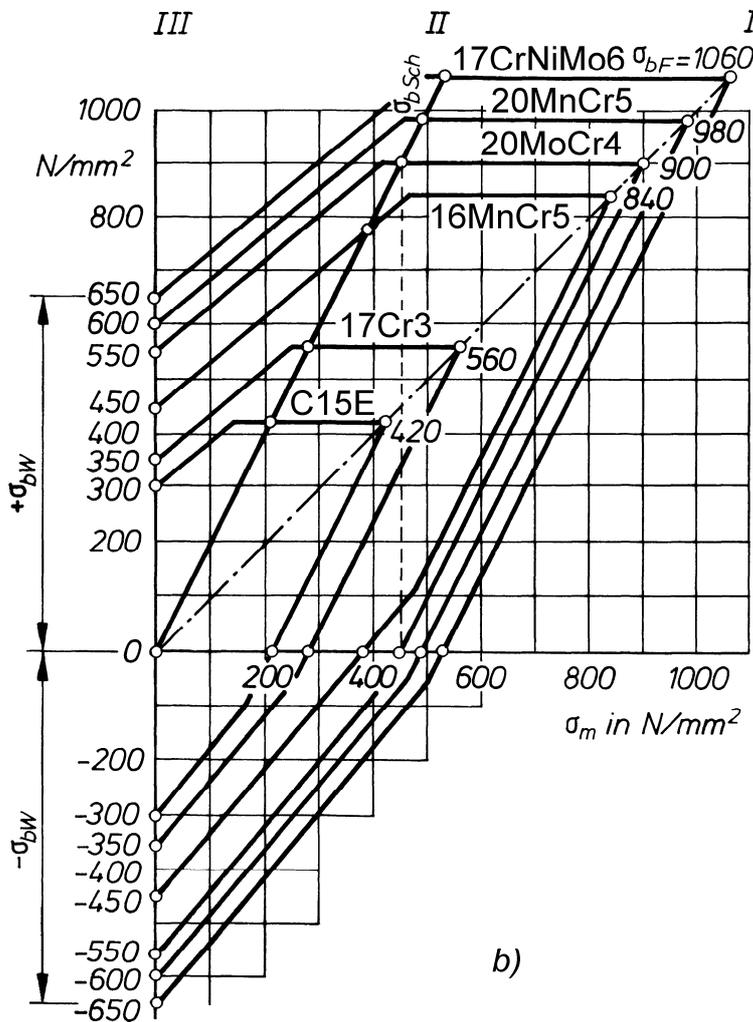
Name:

Matr.-Nr.:

Aufgabe E AW (Achsen und Wellen)

Teilaufgabe	E-AW 1	E-AW 2	E-AW 3	E-AW 4	Σ
Max. Pktzahl	3	2	6	4	15
Erreichte Pktzahl					

E-AW 1 Ermitteln Sie aus dem folgenden Diagramm die Biegedauerfestigkeit für den Werkstoff 20CrMo4 bei ruhender, schwellender und wechselnder Belastung. **Kennzeichnen** Sie im Diagramm die entsprechenden Punkte, an denen die Werte abgelesen werden, und geben Sie die abgelesenen Werte an.



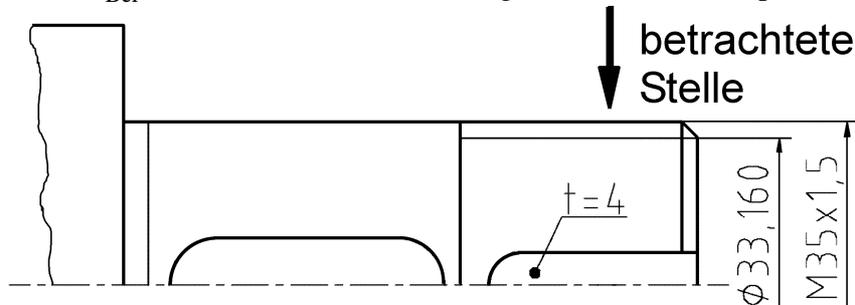
b)

ruhend:	≈	N/mm ²
schwellend:	≈	N/mm ²
wechselnd:	≈	N/mm ²

Name:

Matr.-Nr.:

E-AW 2 Bestimmen Sie für die dargestellte Welle an der gekennzeichneten Stelle (siehe Pfeil) den Durchmesser d_{Ber} , den man in die Berechnungsformeln für den Spannungsnachweis einsetzen muss.



d_{Ber} :

E-AW 3 Eine ähnliche Welle hat an der kritischen Stelle ein Gewinde mit einem Kerndurchmesser von 32 mm. Die Oberfläche ist geschlichtet, $R_z = 25 \mu\text{m}$. Die Welle ist aus E335 (St60) gefertigt. Es wirkt ein Biegemoment von 50 Nm und ein Torsionsmoment von 150 Nm (Zug-/Druck- sowie Scherkräfte werden vernachlässigt). Es ist ein Festigkeitsnachweis zu führen. Wie groß ist die Vergleichsspannung? Wie groß ist die zulässige Spannung bei einer Sicherheit $S = 2$? Hält die Welle der Belastung stand? **Kennzeichnen** Sie in den jeweiligen Diagrammen (s. nächste Seite) die ermittelten bzw. verwendeten Werte.

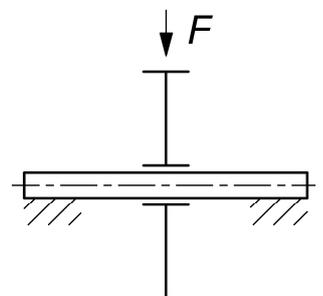
Vorh.

Spannung:

Zul.

Spannung:

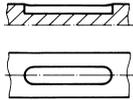
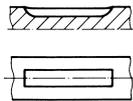
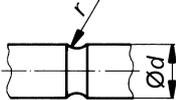
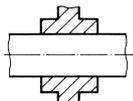
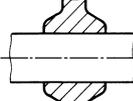
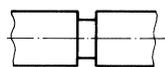
E-AW 4 Auf einer glatten, feststehenden Achse gemäß nebenstehender Skizze ist eine Umlenkrolle gelagert. Auf die Achse wirkt mittig ein Biegemoment von $M_b = 2,4 \text{ kNm}$ (Scherkräfte werden vernachlässigt). Die Achse hat eine zulässige Biegespannung von $\sigma_{b \text{ zul}} = 80 \text{ N/mm}^2$ (Sicherheiten usw. sind hierin bereits berücksichtigt). Wie groß muss der Achsendurchmesser mindestens sein?

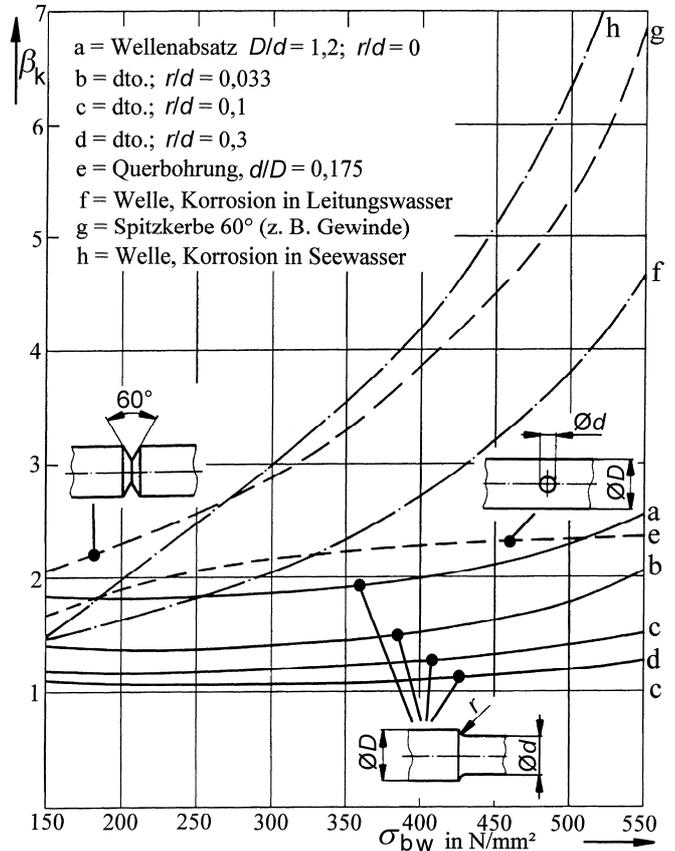


d_{min} :

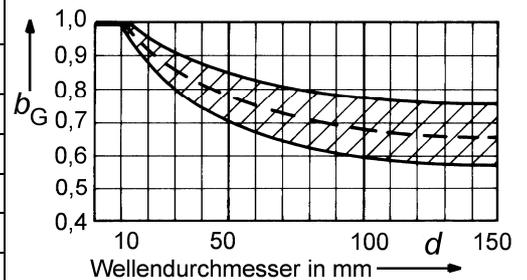
Name:

Matr.-Nr.:

Kerbenform	Kerb- faktor β_k
Welle glatt, poliert	1
Passfedernut, mit Fin- gräser gefertigt 	2
Passfedernut, mit Scheibenfräser gefe- tigt 	2
Rundkerbe, $r/d = 0,1$ 	2
Presssitz, Nabe steif 	2
Presssitz, Nabe nach- giebig ("entlastet") 	1,6
Sicherungsringnut 	3



Werkstoff	$\sigma_{z\ sch}$	$\sigma_{z\ w}$	$\sigma_{b\ sch}$	$\sigma_{b\ w}$	$\tau_{t\ sch}$	$\tau_{t\ w}$
Allgemeine Baustähle:						
St 37	240	175	340	200	170	140
St 42	260	190	360	220	180	150
St 50	300	230	420	260	210	180
St 60	340	270	470	300	230	210
St 70	370	320	520	340	260	240



$$\tau_t = \frac{T}{W_t} \quad \sigma_b = \frac{M_b}{W_b}$$

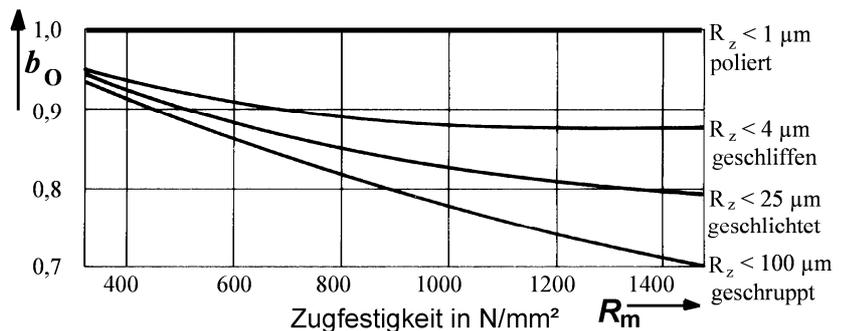
$$W_b = \frac{\pi}{32} \cdot d^3 \quad W_t = \frac{\pi}{16} \cdot d^3$$

$$\sigma_v = \sqrt{(\sigma_z + \sigma_b)^2 + 3 \cdot (\alpha_0 \cdot (\tau_t + \tau_s))^2}$$

$$\alpha_0 = \frac{\sigma_{b\ grenz}}{1,73 \cdot \tau_{t\ grenz}} = \frac{\sigma_{b\ w}}{1,73 \cdot \tau_{tsch}}$$

$$\sigma_{zul} = \frac{b_G \cdot b_O \cdot \sigma_{b\ grenz}}{\beta_k \cdot S} = \frac{b_G \cdot b_O \cdot \sigma_{b\ w}}{\beta_k \cdot S}$$

Oberflächenbeiwert b_O



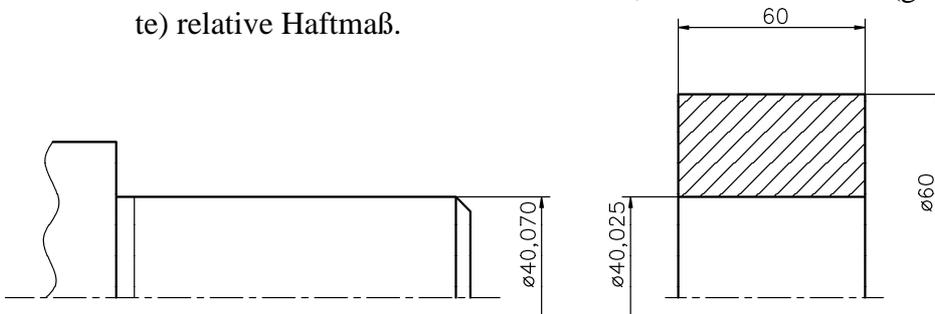
Name:

Matr.-Nr.:

Aufgabe E WN
(Welle-Nabe-Verbindungen)

Teilaufgabe	E-WN 1	E-WN 2	E-WN 3	E-WN 4	Σ
Max. Pktzahl	3	7	3	3	16
Erreichte Pktzahl					

E-WN 1 Bei einer Längspressverbindung gemäß Skizze soll (als Fernziel) der Reibbeiwert beim Einpressen bestimmt werden (Auszug aus Skript s. übernächste Seite). Beide Bauteile sind aus Stahl ($E = 210.000 \text{ N/mm}^2$) gefertigt. Beide Fügeflächen haben eine Oberflächenrauheit von $R_{zA} = R_{zI} = 10 \mu\text{m}$. Die Teile wurden vor dem Fügen exakt vermessen, s. Zeichnung. **Beachten Sie**, dass diese **exakten Maße** vorliegen und **keine Toleranzen** vorhanden sind. Ermitteln Sie zunächst das vorhandene Übermaß, berechnen Sie das (gesamte) Haftmaß und das (gesamte) relative Haftmaß.



Übermaß:

Haftmaß:

Relatives Haftmaß:

E-WN 2 Bei einer ähnlichen Verbindung besteht ein (gesamtes) relatives Haftmaß von 0,0008. Alle anderen Randbedingungen sind gleich. Wie groß ist die vorhandene Flächenpressung?

Flächenpressung:

E-WN 3 Bei einer ähnlichen Verbindung beträgt die Flächenpressung 35 N/mm^2 . Alle anderen Randbedingungen sind gleich (s. Skizze oben). Beim Fügen der Längspressverbindung wurde eine maximale Einpresskraft von 25 kN gemessen. Wie groß ist dabei der Reibbeiwert μ ?

Reibbeiwert:

Name:

Matr.-Nr.:

E-WN 4 Bei einer ähnlichen Verbindung beträgt die Flächenpressung 35 N/mm^2 . Alle anderen Randbedingungen sind gleich (s. Skizze oben). Für den Reibbeiwert gilt $\mu = 0,1$. Welches Drehmoment kann die Verbindung übertragen?

Drehmoment:

Auszug aus dem Skript:

Mindestflächenpressung p_{\min} :

$$p_{\min} = \frac{2 \cdot T}{D_F} \cdot \frac{1}{\mu \cdot \pi \cdot D_F \cdot b} = \frac{2 \cdot T}{\mu \cdot \pi \cdot D_F^2 \cdot b}$$

Durchmesserhältnisse Q_I und Q_A :

$$Q_I = \frac{D_{II}}{D_F} \quad \text{und} \quad Q_A = \frac{D_F}{D_{aA}}$$

Relatives Haftmaßes ξ :

$$\xi_{\text{ges}} = \frac{Z_{\text{ges}}}{D_F} \quad \xi_I = \frac{Z_I}{D_F} \quad \xi_A = \frac{Z_A}{D_F}$$

Relative Aufweitung des Außenteils:

$$\xi_{A \min} = \frac{p_{\min}}{E_A} \cdot \left(\frac{1 + Q_A^2}{1 - Q_A^2} + m_A \right) \quad \xi_{A \max} = \frac{p_{\max}}{E_A} \cdot \left(\frac{1 + Q_A^2}{1 - Q_A^2} + m_A \right)$$

Rel. Zusammendrückung d. Innenteils:

$$\xi_{I \min} = \frac{p_{\min}}{E_I} \cdot \left(\frac{1 + Q_I^2}{1 - Q_I^2} - m_I \right) \quad \xi_{I \max} = \frac{p_{\max}}{E_I} \cdot \left(\frac{1 + Q_I^2}{1 - Q_I^2} - m_I \right)$$

Relatives Gesamt-Haftmaß ξ_{ges} :

$$\xi_{\text{ges min}} = \xi_{I \min} + \xi_{A \min} \quad \xi_{\text{ges max}} = \xi_{I \max} + \xi_{A \max}$$

Vereinfachung für gleiche Werkstoffe für Vollwelle und Nabe ($E_A = E_I = E$; $m_A = m_I = m$):

$$\xi_{\text{ges min}} = \frac{p_{\min}}{E} \cdot \frac{2}{1 - Q_A^2} \quad \xi_{\text{ges max}} = \frac{p_{\max}}{E} \cdot \frac{2}{1 - Q_A^2}$$

Haftmaß Z_{ges} :

$$Z_{\text{ges min}} = \xi_{\text{ges min}} \cdot D_F \quad Z_{\text{ges max}} = \xi_{\text{ges max}} \cdot D_F$$

Übermaße U_{\min} und U_{\max} :

$$U_{\min} = Z_{\text{ges min}} + \Delta U = \xi_{\text{ges min}} \cdot D_F + 0,8 \cdot (R_{ZA} + R_{ZI})$$

$$U_{\max} = Z_{\text{ges max}} + \Delta U = \xi_{\text{ges max}} \cdot D_F + 0,8 \cdot (R_{ZA} + R_{ZI})$$

Einpresskraft:

$$F_{L \max} = \mu \cdot F_N = \mu \cdot p_{\max} \cdot \pi \cdot D_F \cdot b$$