

### Allgemeine Hinweise zur Klausur

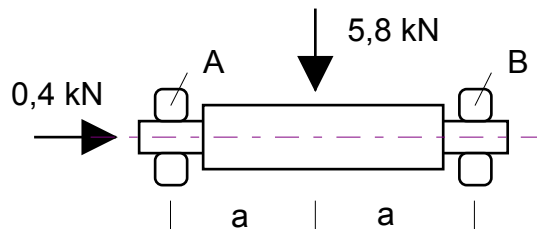
- Versehen Sie jedes Blatt mit Namen und Matrikel-Nr.
- Die Bearbeitungszeit beträgt 180 Minuten
- Beginnen Sie eine neue Aufgabe stets auf einem neuen Blatt
- Beschreiben Sie die Blätter nur einseitig
- Versehen Sie Ihre Lösungen mit kurzen Texten, aus denen der eingeschlagene Lösungsweg hervorgeht
- Alle Sicherheits- bzw. Anwendungsfaktoren, auf die in der Aufgabenstellung nicht ausdrücklich hingewiesen wird, können mit dem Wert 1,0 angesetzt werden.
- Als Hilfsmittel sind "ROLOFF/MATEK", Vorlesungsmitschriften und Firmen-Kataloge zugelassen

### AUFGABE 1

WS 92/93

10 Punkte

Die dargestellte Achse wird sowohl im Ruhestand als auch während des Betriebs durch die angegebenen Kräfte belastet. Das Rillenkugellager A (DIN 625-6205) ist als Festlager, das Rillenkugellager B (DIN 625-6204) ist als Loslager ausgeführt. Die Achse läuft mit der konstanten Drehzahl  $n=500$  U/min um.



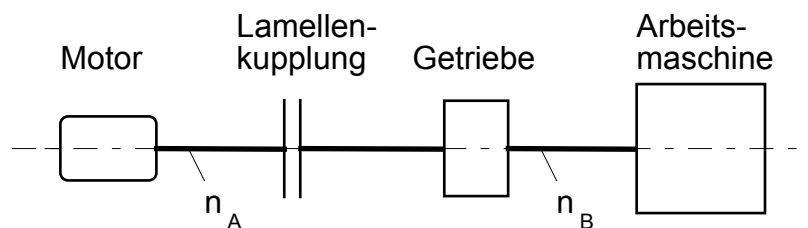
1. Welche dynamischen Tragzahlen haben die Lager A und B (Bitte die Quellen für die Lagerdaten angeben) ?
2. Welche Lebensdauer ergibt sich für Lager A und für Lager B ?
3. Statt des Rillenkugellagers B soll ein Zylinderrollenlager nach DIN 5412 (Bauart N) mit gleichem Bohrungs- und Wellendurchmesser verwendet werden. Welche dynamische Tragzahl und welche Lebensdauer ergibt sich für das Lager ?
4. Welche Verlustleistung wird in den Rillenkugellagern umgesetzt ? Eine überschlägige Berechnung reicht aus; als Reibbeiwert kann für beide Lager  $\mu = 0,002$  angenommen werden.
5. Welche Lebensdauer ergibt sich für Lager A und B, wenn das zeitliche Belastungsprofil folgendermaßen aussieht: 60% der Betriebszeit volle Belastung (wie in der Skizze) und restliche Zeit Betrieb mit halber Last ?

**AUFGABE 2**

WS 92/93

8 Punkte

Die skizzierte Arbeitsmaschine wird von einem Elektromotor A angetrieben, der mit der konstanten Drehzahl  $n_A=750\text{U/min}$  läuft. Die Arbeitsmaschine B wird jeweils aus dem Ruhezustand auf  $n_B=0.25 \cdot n_A$  beschleunigt (Getriebeübersetzung 1:4). Das drehzahlunabhängige Lastmoment der Arbeitsmaschine beträgt  $T_B=1.400\text{ Nm}$ . Das Massenträgheitsmoment der Arbeitsmaschine ist  $J_B=12\text{ kgm}^2$ . Das von der Lamellenkupplung übertragbare Moment beträgt  $T_{KNS}=500\text{ Nm}$ . Massenträgheit von Kupplung und Getriebe sowie Verluste von Getriebe und Lagern können vernachlässigt werden.



1. Welche Beschleunigungszeit erfordert der Hochlauf-Vorgang ?
2. Wie viel Hochlaufvorgänge pro Stunde sind möglich, wenn die zulässige mittlere Wärmemenge in der Kupplung 1000 kJ/Stunde beträgt ?
3. Wie groß ist bei der unter 2. genannten Wärmeentwicklung die erforderliche Kühlfläche A, wenn diese bei Konvektionskühlung maximal  $\Delta\delta=50\text{ K}$  wärmer als die Umgebungsluft sein darf (Wärmeübergangszahl:  $\alpha=20\text{ W/(m}^2\text{K)}$ ) ? Hinweis: Für den Wärmeübergang W gilt:  $W = \alpha \cdot A \cdot \Delta\delta$ .

**AUFGABE 3**

WS 92/93

ca. 12 Punkte

Zur Aufnahme der Axialkraft  $F_l=2200\text{ N}$  soll auf eine Hohlwelle (Außendurchmesser  $D_w=70_{h6}$ , Rauhtiefe  $R_z=1,5\text{ }\mu\text{m}$ , Innendurchmesser  $d_w=50\text{ mm}$ ) ein zylindrischer Ring (Außendurchmesser  $D_R=90\text{ mm}$ , Innendurchmesser  $d_R=70\text{ mm}$ , Rautiefe  $R_z=6\text{ }\mu\text{m}$ , Breite  $b=15\text{ mm}$ ) aufgepresst werden. Der Werkstoff von Welle und Ring ist E295 (Querdehnzahl  $\nu=0,3$ ); der Haftbeiwert ist  $\mu=0,08$ ; als Haftsicherheit ist  $S_H=1,8$  gefordert (Anwendungsfaktor:  $K_A=1,0$ ). Die Axialkraft kann als gleichmäßig auf den Ring-Umfang verteilt angesehen werden.

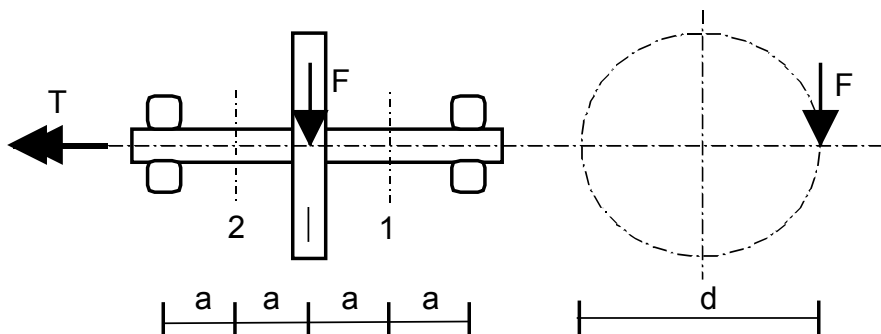
1. Welches Bohrungs-Passmaß der Grundtoleranz IT 7 darf für den Ring gewählt werden ?
2. Wird die übertragbare Axialkraft bei gegebener Presspassung größer oder kleiner, wenn davon ausgegangen wird, dass die Axialkraft näherungsweise punktförmig auf eine Stelle des Rings konzentriert ist (Antwort ohne Rechnung) ?

**AUFGABE 4**

WS 92/93

ca. 11 Punkte

Auf das Zahnrad der skizzierten Getriebewelle wirken die Zahnkraft  $F=60\text{ kN}$  und das Torsionsmoment  $T$ . Der Teilkreisdurchmesser ist  $d=180\text{ mm}$ . Der Abstand  $a$  beträgt  $100\text{ mm}$ . Als Biege-Dauerfestigkeit kann  $\sigma_{bW}=280\text{ Nmm}^{-2}$  und als zulässige Torsions-Spannung  $\tau_t=160\text{ Nmm}^{-2}$  angenommen werden.



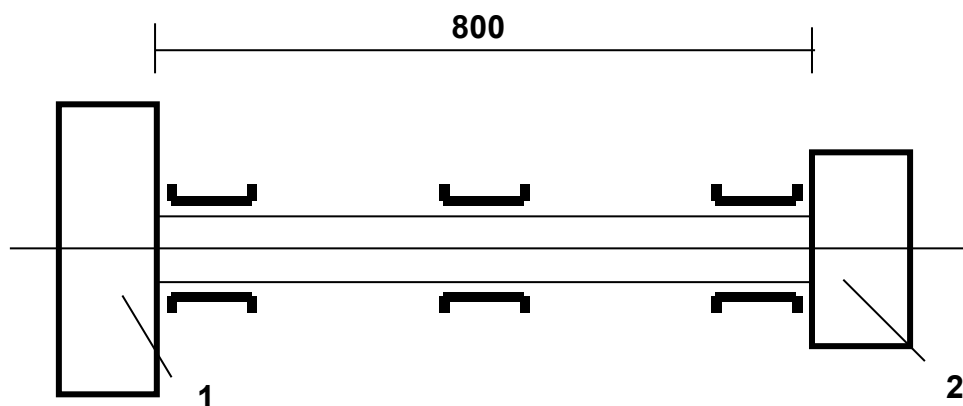
1. Skizzieren Sie den Verlauf von Biege- und Torsionsmoment in der Welle und geben Sie die Maximalwerte an.
2. Wie groß sind die erforderlichen Wellendurchmesser in den Querschnitten 1 und 2 ? (Exakte Rechnung; keine Entwurfsberechnung)

**AUFGABE 5**

WS 92/93

ca. 8 Punkte

Eine Vollwelle aus Stahl (Gleitmodul  $G=81.000\text{ Nmm}^{-2}$ , Durchmesser  $d=36\text{ mm}$ ) ist wie skizziert dreifach gelagert. Die Welle trägt zwei Endscheiben mit den Massenträgheitsmomenten  $J_1=0.2\text{ kgm}^2$  und  $J_2=0.05\text{ kgm}^2$ .



1. Welcher Schwingungstyp kann für diese Welle in erster Linie gefährlich werden ?
2. Wie groß ist die kritische Drehzahl für diesen Schwingungstyp ?
3. Was ist zu beachten, wenn der betreffende Drehzahlbereich dennoch durchfahren werden muss ?

## Lösungen der Klausur WS 92/93

### **Aufgabe 1:**

1. A:  $C=14,0$  kN,  $C_0=7,8$  kN; B:  $12,7$  kN,  $C_0=6,55$  kN
2. A:  $3.750$  h; B:  $2.800$  h
3.  $C=27,5$  kN;  $L_{10h}=60.200$  h
4. A:  $3,8$  W; B:  $3,0$  W
5. A:  $L_{10h}=5.800$  h; B:  $L_{10h}=4.300$  h

### **Aufgabe 2:**

1.  $t=0,39$  s
2.  $n=130/h$
3.  $A=0,278$  m<sup>2</sup>

### **Aufgabe 3:**

1. Bohrung  $70^{T7}$ ,  $70^{U7}$  oder  $70^{X7}$
2. Axialkraft wird durch Verkanten größer

### **Aufgabe 4:**

1.  $M_{b,max}=6.000$  Nm,  $T_{max}=5.400$  Nm
2.  $d_1=47,8$  mm;  $d_2=58,8$  mm

### **Aufgabe 5:**

1. Torsionsschwingungen
2.  $n=6170$  U/min
3. möglichst schnell durchfahren