

**Allgemeine Hinweise zur Klausur**

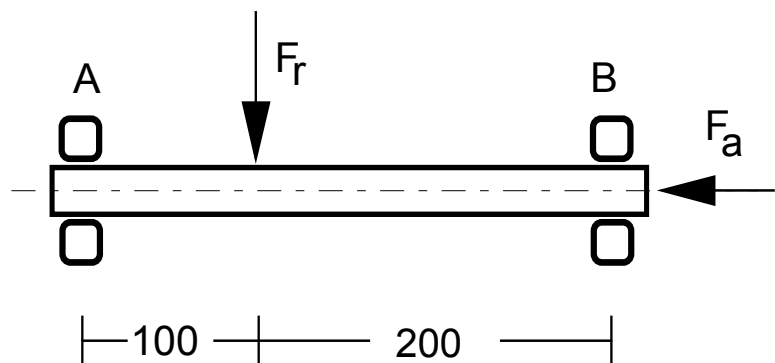
- Versehen Sie jedes Blatt mit Namen und Matrikel-Nr.
- Die Bearbeitungszeit beträgt 180 Minuten
- Beginnen Sie eine neue Aufgabe stets auf einem neuen Blatt
- Beschreiben Sie die Blätter nur einseitig; verwenden Sie keine rote Farbe
- Versehen Sie Ihre Lösungen ggf. mit kurzen Texten, aus denen der eingeschlagene Lösungsweg hervorgeht
- Alle Sicherheits- bzw. Betriebsfaktoren, auf die in der Aufgabenstellung nicht ausdrücklich hingewiesen wird, können mit dem Wert 1.0 angesetzt werden.
- Als Hilfsmittel sind "ROLOFF/MATEK", Vorlesungs-Mitschriften und Firmen-Kataloge zugelassen

**AUFGABE 1**

WS 94/95

21 Punkte

Die skizzierte Welle läuft mit einer Drehzahl  $n=1200$  U/min um und überträgt die Radialkraft  $F_r=6,0$  kN und die Axialkraft  $F_a=1,5$  kN. Das Lager A ist ein Zylinderrollenlager (DIN 5412, Bauform NU; Bohrungsdurchmesser  $d=30$  mm, Maßreihe 02). Lager B ist ein Rillenkugellager DIN 625, Bohrungsdurchmesser  $d=30$  mm, Maßreihe 02).



- Welche dynamischen Tragzahlen haben die Lager A und B ? (Bitte die Quelle der Lagerdaten angeben!)
- Welche Lebensdauer (in Stunden) haben die Lager A und B ?
- Welche Lebensdauer ergibt sich für das Zylinderrollenlager A, wenn das zyklisch auftretende Belastungsprofil folgendermaßen aussieht:

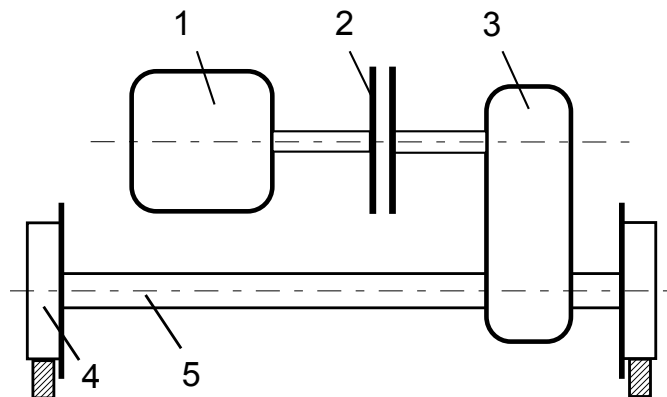
	Zeitabschnitt 1	Zeitabschnitt 2
Wirkungsdauer in %	80	20
zugehörige Drehzahl in U/min	1500	1200
Radialkraft $F_r$ (auf die Welle) in kN	0,8	6,0

**AUFGABE 2**

WS 94/95

16 Punkte

Ein Elektro-Motor (1) treibt über eine Lamellen-Kupplung (2) und ein Getriebe (3) ein schienen-gebundenes Transportfahrzeug an. Der Motor läuft mit der konstant anzunehmenden Drehzahl  $n=740$  U/min. Die Gesamtmasse des Fahrzeugs beträgt  $m_1=3,6$  t. Die Massenträgheitsmomente aller Räder (4) betragen zusammen mit der Welle bzw.



Achse  $J_{\text{rad}}=16$  kgm<sup>2</sup>. Die Räder haben den Durchmesser  $D_{\text{rad}}=480$  mm. Der geschwindigkeitsunabhängige Fahrwiderstand des Fahrzeugs beträgt  $F_{\text{W}}=1,5$  kN. Das von der Lamellen-Kupplung während des Schaltvorganges übertragene Moment beträgt  $T_{\text{KNs}}=150$  Nm. Nach Abschluss des Schaltvorganges fährt das Fahrzeug mit der Geschwindigkeit  $v_1=2,4$  m/s. Massenträgheitsmomente von Kupplung und Getriebe sowie Verluste von Getriebe und Lagern können vernachlässigt werden.

- Welche Übersetzung  $i$  hat das Getriebe ?
- Wie groß ist die Rutschzeit der Kupplung, wenn das zunächst ruhende Fahrzeug auf die Geschwindigkeit  $v_1=2,4$  m/s beschleunigt wird ?
- Welche Leistung würde in der Kupplung in Wärme umgesetzt, wenn die Kupplung auch bei konstanter Fahrgeschwindigkeit noch etwas rutschen würde (Eingangsdrehzahl: 750 U/min, Ausgangsdrehzahl: 740 U/min, Eingangsmoment=Ausgangsmoment=150 Nm) ?
- Warum ist es auch bei einem nicht schaltbaren Getriebe normalerweise sinnvoll, die Kupplung zwischen Motor und Getriebe und nicht zwischen Getriebe und Antriebswelle vorzusehen ?

**AUFGABE 3**

WS 94/95

15 Punkte

Ein Anlaufbund aus Stahl (zylindrischer Ring mit dem Innendurchmesser  $45^{S7}$ , Außendurchmesser 60 mm, Breite 15 mm, Rauhtiefe  $R_z=8$ ) wird auf eine Hohlwelle (Stahl, Innendurchmesser 30 mm) unter Ölschmierung kalt aufgespresst. Die Welle hat die Toleranz  $45_{h6}$  und die Rauhtiefe  $R_z=5$ . Der Haftbeiwert ist  $\mu=0,08$ ; als Haftsicherheit ist  $S_H=1,5$  gefordert; für den Anwendungsfaktor gilt  $K_A=1,3$ .

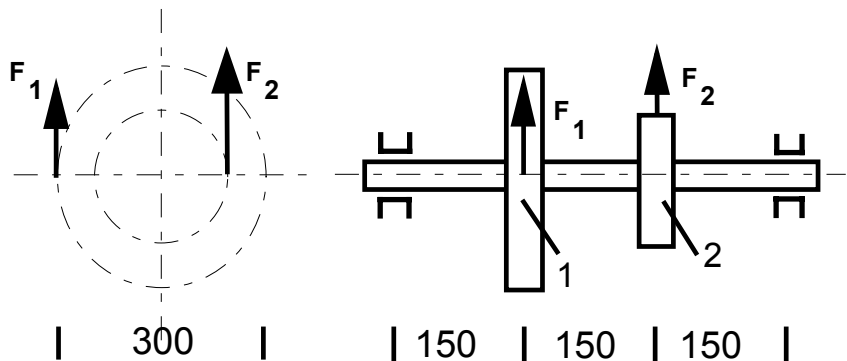
- Wie groß ist die minimale Längskraft  $F_l$ , die ohne Rutschen vom Anlaufbund auf die Welle übertragen werden kann ?
- Wie ändert sich die übertragbare Längskraft qualitativ, wenn die Drehzahl der Welle (z.B. 6000 U/min) berücksichtigt wird ? (Bitte begründen Sie die Antwort kurz.)

**AUFGABE 4**

WS 94/95

17 Punkte

Auf die skizzierte Welle sind zwei Riemenscheiben 1 und 2 aufgepreßt. Auf die Riemenscheibe 1 (Durchmesser  $d_1=300$  mm) wirkt die Kraft  $F_1=6$  kN. Die Riemenscheibe 2 hat einen Durchmesser von  $d_2=200$  mm. Als Biege-Dauerfestigkeit kann  $\sigma_{bW}=235$  Nmm<sup>-2</sup> und als zulässige Torsions-Spannung  $\tau_t=140$  Nmm<sup>-2</sup> angenommen werden.



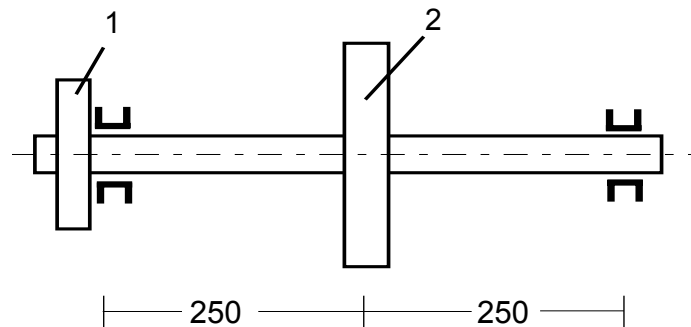
- Skizzieren Sie den Verlauf des Biege- und Torsionsmomentes in der Welle und berechnen Sie die jeweiligen Maximalwerte.
- Wie groß ist der Wellendurchmesser  $d$  mindestens zu wählen, damit ein dauerfester Betrieb gewährleistet ist? (Keine Entwurfs-Berechnung!)
- Warum sollte im vorliegenden Fall auch bei einem Anwendungsfaktor  $k_A=1,0$  und einer Sicherheit von 1,0 ein größerer Durchmesser als oben berechnet vorgesehen werden?

**AUFGABE 5**

WS 94/95

15 Punkte

Auf eine Vollwelle aus Stahl (Durchmesser  $d=24$  mm) sind wie skizziert zwei Scheiben (1) und (2) (Massen:  $m_1=20$  kg,  $m_2=40$  kg; Massenträgheitsmomente:  $J_1=0.4$  kgm<sup>2</sup> und  $J_2=0.5$  kgm<sup>2</sup>) montiert. Die Masse der Welle kann vernachlässigt werden.



- Wie groß ist die torsionskritische Drehzahl (in U/min)?
- Wie groß ist die biegekritische Drehzahl (in U/min), wenn der Einfluss von Masse 1 vernachlässigt wird?
- Werden die kritischen Drehzahlen größer oder kleiner, wenn die Masse der Welle berücksichtigt wird? Bitte begründen Sie die Antwort kurz.
- Wird die biege- oder die torsionskritische Drehzahl durch den Typ des Lagers (z.B. Pendelkugellager oder Nadellager) beeinflusst? Bitte begründen Sie die Antwort kurz.

## Lösungen der Klausur WS 94/95

### **Aufgabe 1:**

1. A:  $C=39,0$  kN,  $C_0=37,5$  kN; B:  $19,3$  kN,  $C_0=11,3$  kN
2. A:  $27.500$  h; B:  $2.990$  h
3.  $L_{10h}=136.700$  h

### **Aufgabe 2:**

1.  $i=7,75$
2.  $t=2,78$  s
3.  $P=157$  W

### **Aufgabe 3:**

1.  $F=500$  N
2. Längskraft wird durch Fliehkraft kleiner

### **Aufgabe 4:**

1.  $M_{b,max}=1.200$  Nm,  $T_{max}=900$  Nm
2.  $d_{min}=39,5$  mm

### **Aufgabe 5:**

1.  $n=2081$  U/min
2.  $n=1730$  U/min
3. Drehzahlen werden kleiner
4. Biegekritische Drehzahlen werden bei fester Einspannung erhöht