


Allgemeine Hinweise zur Klausur

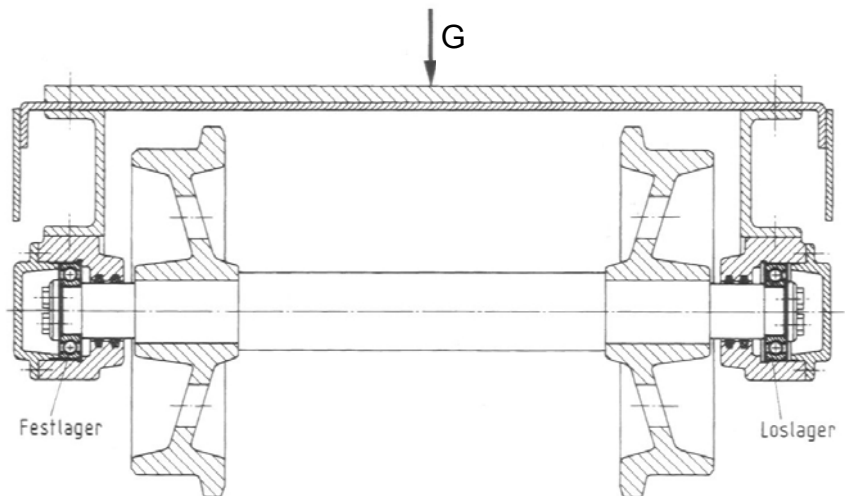
- Geben Sie die ausgefüllten Aufgabenblätter bitte mit ab!
- Versehen Sie jedes Blatt mit Namen und Matrikel-Nr.
- Beginnen Sie eine neue Aufgabe stets auf einem neuen Blatt!
- Beschreiben Sie die Blätter nur einseitig; verwenden Sie keine rote Farbe!
- Als Hilfsmittel sind Lehrbücher, Vorlesungsmitschriften, Formelsammlungen usw. zugelassen. Maschinenelemente- und Mechanik-Software ist **nicht** zugelassen!
- Alle Sicherheits-, Betriebs- oder Anwendungsfaktoren, auf die in der Aufgabenstellung nicht ausdrücklich hingewiesen wird, können mit dem Wert 1,0 angesetzt werden.
- Bitte keine Handys benutzen (auch nicht als Uhr)!
- Bitte kontrollieren Sie Ihre Lösungen sorgfältig! Für Aufgabenteile, die mit  gekennzeichnet sind, gibt es nur dann Punkte, wenn die Endergebnisse richtig sind (also keine Punkte für evtl. richtige Zwischenschritte)!

Aufgabe 1

WS 06/07

20 Punkte

Die dargestellte Achse eines Schienenfahrzeugs wird mit der mittig wirkenden Gewichtskraft $G=18\text{ kN}$ belastet. Die beiden Rillenkugellager haben den Bohrungs-Durchmesser $d=60\text{mm}$ und die Lagerreihe 62.



- a) Wie groß ist die Lebensdauer des Festlagers (Angabe in Stunden), wenn die Axialkraft auf das Festlager $F_a=1,5\text{ kN}$ beträgt und die Rad-Drehzahl $n=150\text{ U/min}$ beträgt? Bitte verwenden Sie nur Lagerdaten aus Roloff/Matek oder aus dem FAG-Katalog.
- b) Wodurch können Axialkräfte an dem Schienenfahrzeug auftreten und wie können die Axialkräfte berechnet werden? Bitte mehrere Gründe angeben (kurzer Text ohne Rechnung).
- c) Wie groß ist die Lebensdauer für das Loslager, wenn das zyklisch auftretende Belastungsprofil folgendermaßen aussieht:

Dauer:	4 Tage	2 Tage	1 Tag
Gewichtskraft G:	18 kN	6 kN	30 kN
Raddrehzahl n:	150 U/min	180 U/min	140 U/min

Aufgabe 2

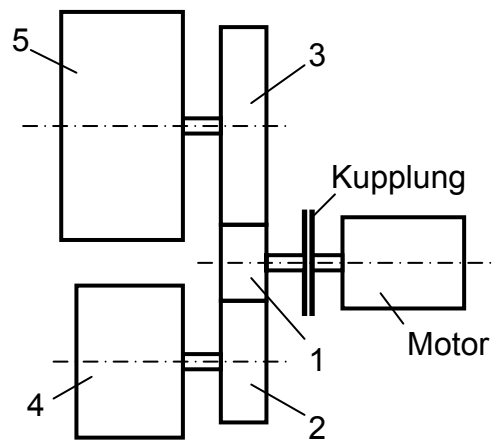
WS 06/07



17 Punkte

Ein Motor treibt über eine Kupplung die Zahnräder 1, 2 und 3 sowie die Misch-Trommeln 4 und 5 an. Der Motor läuft mit der konstanten Drehzahl 1500 U/min. Die Übersetzungen sind $n_1:n_2=1,6$ und $n_1:n_3=2,5$. Das schaltbare Nenn-Drehmoment der Kupplung beträgt $T_{KNs}=120$ Nm.

Die Massenträgheitsmomente haben folgende Werte: $J_1=0,01$ kgm², $J_2=0,05$ kgm², $J_3=0,08$ kgm², $J_4=0,42$ kgm² und $J_5=0,67$ kgm². Auf die Mischtrommeln wirken die konstanten Bremsmomente $T_4=70$ Nm und $T_5=110$ Nm.

Alle weiteren Massenträgheitsmomente und weitere Verluste können vernachlässigt werden.



-  a) Wie groß sind das auf die Kupplungswelle reduzierte Massenträgheitsmoment J_{red} und das Lastmoment T_L ?
-  b) Wie groß ist die Rutschzeit der Kupplung, wenn die Misch-Trommeln aus dem Stillstand beschleunigt werden ?
- c) Wie viel Wärme entsteht bei einem einmaligen Schaltvorgang ?
- d) Wie groß darf das Bremsmoment T_5 maximal werden, damit die Trommeln gerade noch beschleunigt werden können (T_4 bleibt konstant) ?

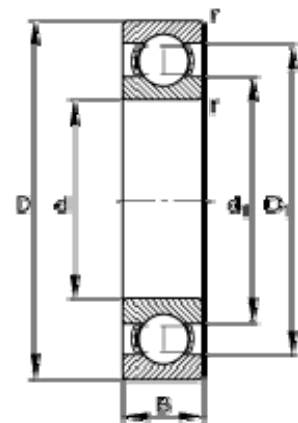
Aufgabe 3



WS 06/07

19 Punkte

Das abgebildete Rillenkugellager 6206 hat einen Innendurchmesser mit der Toleranz $d=30_{-10}^0$. Das Lager wird auf eine Vollwelle (Aluminium-Legierung, $E=70.000$ N/mm², $R_e=80$ N/mm², Durchmesser: 30_{p6} , Rautiefe außen: $R_Z=6$) kalt aufgepresst. Der Haftbeiwert ist $\mu=0,14$ und die Querdehnzahl für beide Werkstoffe ist $\nu=0,3$.

Der Innenring des Lagers kann als Zylinder (aus Stahl) mit dem Außendurchmesser $d_1=40$ mm und der Breite $B=16$ mm angesehen werden (Rautiefe $R_Z=4$).



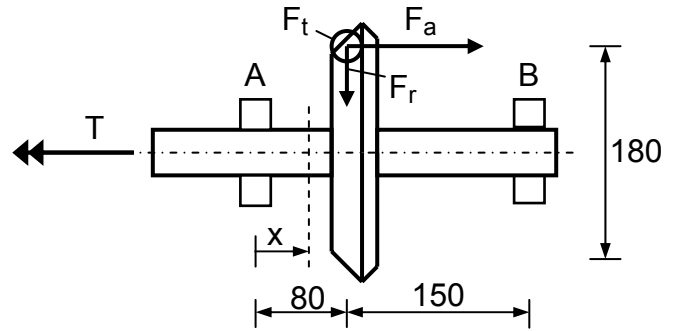
-  a) Wie groß ist das untere Übermaß \ddot{U}_u und das obere Übermaß \ddot{U}_o ?
-  b) Wie groß ist die maximale Längskraft, die (bei oberem Übermaß) ohne Rutschen zwischen Lager und Welle übertragen werden kann ? (Haftsicherheit $S_H=1,5$ und Anwendungsfaktor $K_A=1,3$).
- c) Wie groß ist die größte zulässige Fugenpressung p_{Fgl} auf die Welle (Sicherheit gegen plastische Verformung $S_{PI}=1$) ?
- d) Warum wäre es nicht sinnvoll, für die Berechnung der Längskraft nach b) auch den Außenring mit zu berücksichtigen ?

Aufgabe 4

WS 06/07

19 Punkte

Das Bild zeigt eine Kegelrad-Welle aus Stahl (Biegezugfestigkeit $\sigma = 215 \text{ N/mm}^2$, Torsionsfestigkeit $\tau = 125 \text{ N/mm}^2$). Auf das Kegelrad wirken die Kräfte $F_t = 1750 \text{ N}$, $F_a = 640 \text{ N}$ und $F_r = 230 \text{ N}$. Die Tangentialkraft F_t ist aus der Zeichenebene heraus (zum Beobachter hin) gerichtet. A ist Loslager und B ist Festlager. Das Gewicht von Welle und Kegelrad ist vernachlässigbar.



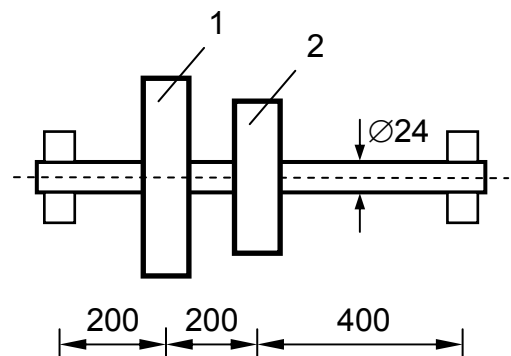
- !** a) Skizzieren Sie den Verlauf des Torsionsmomentes in der Welle und berechnen Sie den für die Torsions-Beanspruchung (ohne Biegung) erforderlichen Durchmesser (keine Überschlagsberechnung).
- !** b) Bestimmen Sie die resultierenden radialen Lagerkräfte F_A und F_B .
- c) Wie groß ist der erforderliche Wellendurchmesser an der Stelle $x = 60 \text{ mm}$ (keine Überschlags-Rechnung)?
- d) Skizzieren Sie qualitativ (ohne Berechnung) einen Ihnen sinnvoll erscheinenden Verlauf des Wellendurchmessers längs der gesamten Welle.

Aufgabe 5

WS 06/07

20 Punkte

Skizziert ist eine Welle (Stahl) mit den Zahnrädern 1 und 2. Die Zahnräder haben folgende Massen bzw. Massenträgheitsmomente: $m_1 = 16 \text{ kg}$, $J_1 = 0,24 \text{ kgm}^2$, $m_2 = 12 \text{ kg}$, $J_2 = 0,11 \text{ kgm}^2$. Die Masse der Welle sowie die Breite der Zahnräder und der Lager darf vernachlässigt werden.



- !** a) Wie groß ist die torsionskritische Drehzahl? (Bitte in U/min angeben.)
- !** b) Wie groß ist die biegekritische Drehzahl (in U/min)? Hinweis: Verwenden Sie hierfür das Verfahren von Dunkerley (Roloff/Matek Kap. 11.3.3).
- c) Warum können Eigenschwingungen von Zahnrädern gefährlich sein? Bitte begründen Sie Ihre Antwort kurz.

Lösungs-Vorschläge für die Klausur WS 06/07

Aufgabe 1:

- a) $L_{10h} = 21.400 \text{ h}$
- b) Kurvenfahrt, Seitenneigung, Seitenwind, ungerade Schienen...
- c) $L_{10h} = 17.800 \text{ h}$

Aufgabe 2:

- a) $T_L = 87,8 \text{ Nm}$
- b) $t_R = 1,53 \text{ s}$
- c) $\Delta W = 14,4 \text{ kJ}$
- d) $T_{5max} = 191 \text{ Nm}$

Aufgabe 3:

- a) $\ddot{U}_u = 22 \mu\text{m}; \ddot{U}_o = 45 \mu\text{m}$
- b) $F_L = 4.700 \text{ N}$
- c) $p_{Fgl} = 92,4 \text{ N/mm}^2$
- d) Die Lagerluft verhindert die Aufweitung des Außenrings.

Aufgabe 4:

- a) $d \geq 18,6 \text{ mm}$
- b) $F_A = 1,31 \text{ kN}; F_B = 0,69 \text{ kN}$
- c) $d \geq 19,1 \text{ mm}$
- d) -

Aufgabe 5:

- a) $n_k = 3.993 \text{ U/min}$
- b) $n_k = 1.180 \text{ U/min}$
- c) Weil Zahnflanken beschädigt werden können