



Name: _____ **Vorname:** _____

Matrikelnummer: _____

Wichtige Hinweise, bitte vor der Bearbeitung dieses Klausurteils lesen!!

- Zur Lösung dieses Aufgabenteils sind nachfolgende Hilfsmittel zugelassen:
 - nicht programmierbaren Taschenrechner (Tausch nicht zulässig)
 - Dubbel oder Hütte
 - Vorlesungsmitschrift
 - Ein Satz Übungsaufgaben WS bis SS
 - Projektordner ME Projekt
- Handys sowie alle Mobilgeräte sind auszuschalten und außer Reichweite zu verstauen!
- Bitte versehen Sie den Klausurteil mit Ihrem Namen und der Matrikelnummer!
- Ein Entfernen der Heftung ist nicht zulässig!
- Zur Bearbeitung der Aufgaben sind Füller oder Kugelschreiber erlaubt, Bleistift ist lediglich für Skizzen zulässig! Rotstifte sind nicht zulässig!
- Die Beantwortung der Aufgaben hat ausschließlich auf den ausgeteilten Klausurseiten zu erfolgen!
- Dieser Klausurteil ist auch abzugeben, wenn dieser nicht bearbeitet wurde!
- Dieser Klausurteil besteht aus Deckblatt sowie 12 weiteren Blättern.

Maschinen- bzw. Konstruktionselemente Prüfung WS 15/16

für die Fachrichtung Maschinenbau

Aufgabenteil - Prof. Dr.-Ing. Lohrengel

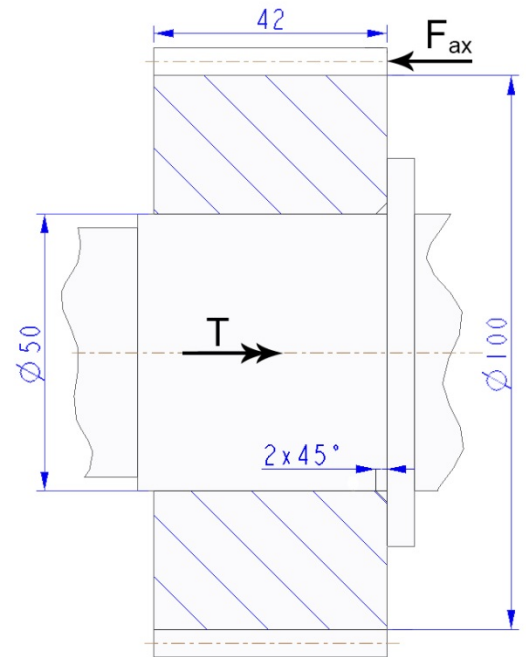
Aufgabe	1	2	3	Summe Aufgaben	Konstruktion	Summe Fragen	Gesamtsumme
Mögliche Punkte	15	16	19	50	25	25	100
Erreichte Punkte							

Aufgabe 1:

In einem Getriebe soll ein schrägverzahntes Zahnrad auf einer Vollwelle durch einen Querpressverband befestigt werden. Die Verbindung wird durch ein Drehmoment von $T = 300 \text{ Nm}$ sowie einer Axialkraft von $F_{ax} = 4 \text{ kN}$ belastet werden. Welle und Nabe sind aus Vergütungsstahl 34CrMo4 gefertigt.

Werte:

Haftbeiwert	μ_H	= 0,2
Sicherheit (Fließen)	j_F	= 1,3
Sicherheit (Rutschen)	j_{Rmin}	= 2
Rauhtiefe der Welle	$R_{zi,A}$	= 3 μm
Rauhtiefe der Nabe	$R_{za,l}$	= 3 μm
Wärmeausdehnungskoeffizient	α	= $12 \cdot 10^{-6} \text{ 1/K}$
Streckgrenze 34CrMo4	$R_{p0,2}$	= 450 MPa
E-Modul	$E_A = E_I$	= 210 GPa
Querkontraktionszahl	$\nu_A = \nu_I$	= 0,3



Nennmaß	H6	r6	s6	v6
von 40 bis 50 mm	+16 0	+50 +32	+59 +43	+97 +81

ISO-Passungen für Einheitsbohrungen nach DIN EN ISO 286-2 (Auszug), Angaben in μm .

- Berechnen Sie den erforderlichen Passfugendruck für die Welle-Nabe-Verbindung!
- Bestimmen Sie den Übermaßverlust!
- Wie hoch darf der zulässige Passfugendruck sein?
- Bestimmen Sie das erforderliche und zulässige Übermaß!
- Wählen Sie eine geeignete Passung aus der Tabelle oben aus! Welches kleinste und größte wirksame Übermaß ergibt sich bei der gewählten Passung?
- Wie hoch ist die übertragbare Kraft bei der unter e) gewählten Passung in der Passfuge? Wird die geforderte Rutschsicherheit eingehalten?
- Wie hoch ist der maximale Passfugendruck bei der unter e) gewählten Passung?
- Führen Sie für die kritische Stelle des Schrumpfverbandes einen Festigkeitsnachweis durch! Die Spannung aus den am Zahnrad angreifenden Belastungen ist zu vernachlässigen!
- Was müsste neben dem geänderten Werkstoffgrenzwert beim Festigkeitsnachweis noch beachtet werden, wenn Zahnrad und Welle bei sonst gleichen Bedingungen aus durchgehärtetem Einsatzstahl gefertigt werden?
- Nennen Sie die erforderliche Fügetemperatur zur Montage des Zahnrades auf die Welle! Die Umgebungstemperatur beträgt 20°C .

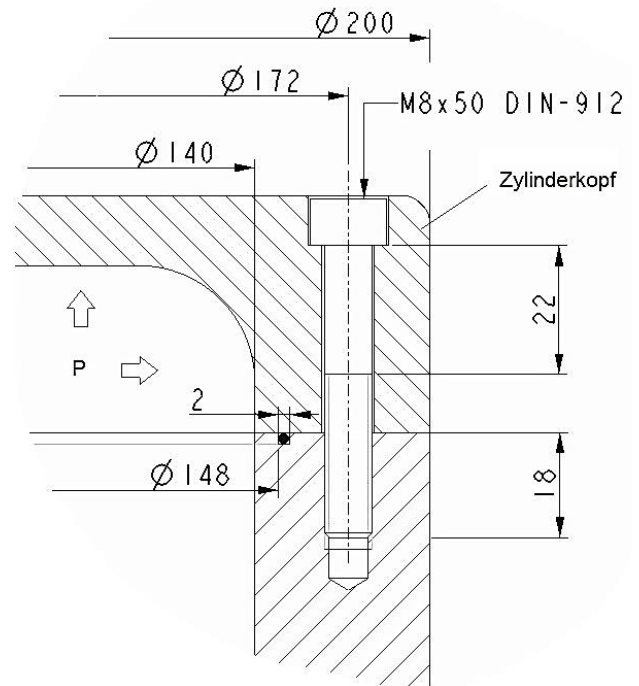
Aufgabe 2:

Bei einem Kolbenverdichter soll die Schraubenverbindung auf Tauglichkeit überprüft werden. Der Zylinderkopf soll mit 4 Schrauben M8x50-8.8 nach DIN 912 (Zylinderkopfschrauben) befestigt werden. Das Gehäuse ist aus Grauguss mit einem E-Modul von 110 GPa. Die maximale Druckdifferenz zur Atmosphäre kann bis zu 2 MPa betragen.

Werte:

Klemmlängenfaktor	n	= 1
Anziehfaktor	α_A	= 1,6
Flankenwinkel	β	= 60°
Reibkoeffizient Gewinde/Kopf	μ	= 0,16
Erf. Restklemmkraft gesamt	F_{Kges}	= 4 kN

Setzbetrag pro Setzfuge	$f_{zi} = 4 \mu m$	E-Modul Schraube	$E_s = 210 \cdot GPa$
Steigung	$P = 1,25 \text{ mm}$	Flankendurchmesser	$d_2 = 7,19 \text{ mm}$
Kerndurchmesser	$d_3 = 6,47 \text{ mm}$	Spannungsquerschnitt	$A_s = 36,6 \text{ mm}^2$
Schraubenkopf ϕ	$d_w = 13 \text{ mm}$	Durchgangsbohrung	$d_h = 9 \text{ mm}$



- Bestimmen Sie die resultierende Betriebskraft pro Schraube für den max. auftretenden Betriebsdruck!
- Bestimmen Sie die Nachgiebigkeit der Schraube und des Flansches! Berechnen Sie das Kraftverhältnis!
- Bestimmen Sie den Vorspannungsverlust infolge Setzen!
- Berechnen Sie die minimale sowie maximale Montagevorspannkraft!
- Zeichnen Sie das Verspannungsschaubild für den Betriebszustand bei minimaler Montagevorspannkraft (Montagevorspannkraft, Betriebskraft, Restklemmkraft, Nachgiebigkeiten, Längenänderung Schraube und Flansch) in nachfolgendes Diagramm!
- Berechnen Sie das minimal erforderliche Anziehmoment einer Schraube!
- Überprüfen Sie, ob bei der Schraubenverbindung im Betriebszustand eine Sicherheit gegen Fließen von 1,4 vorliegt!

Aufgabe 3:

Die Ausgangswelle eines zweistufigen Zahnradgetriebes aus C45 ist mit einem stationären Drehmoment M_t belastet. Die Zahnkräfte rufen in der Welle zusätzlich umlaufende Biegemomente M_{bx} und M_{by} hervor. Das Zahnradgetriebe arbeitet primär im Höchstlastbereich und unterliegt einer regelmässigen Inspektion, die Auswirkungen auf den Antriebsstrang sind nicht gravierend.

Daten:

Biegemoment	M_{bx}	= 1241 Nm
Biegemoment	M_{by}	= 450 Nm
Drehmoment	M_t	= 5000 Nm
Bruchfestigkeit Normprobe	$R_{m,N}$	= 700 MPa
Streckgrenze Normprobe	$R_{p,N}$	= 490 MPa
Zugdruckwechselfestigkeit	$\sigma_{W,zd,N}$	= 315 MPa
Schubwechselfestigkeit	$\tau_{W,s,N}$	= 180 MPa
Technologischer Größenfak.	$K_{d,m}$	= 0,84
Technologischer Größenfak.	$K_{d,p}$	= 0,78
Anisotropiefaktor	K_A	= 1
Randschichtfaktor	K_V	= 1,0
Rauheitsfaktor	$K_{R,\sigma}$	= 0,85
Rauheitsfaktor	$K_{R,\tau}$	= 0,91
Konstruktionsfaktor Biegung	$K_{SK,b}$	= 0,6
Konstruktionsfaktor Torsion	$K_{SK,t}$	= 0,75
Kerbwirkungszahlen:		
Wellenabsatz Biegung	$K_{f,b1}$	= 1,8
Wellenabsatz Torsion	$K_{f,t1}$	= 1,33
Passfeder Biegung	$K_{f,b2}$	= 1,95
Passfeder Torsion	$K_{f,t2}$	= 1,55

a) Zeichnen Sie das mechanische Ersatzbild sowie qualitativ die Belastungsverläufe für die Ausgangswelle!

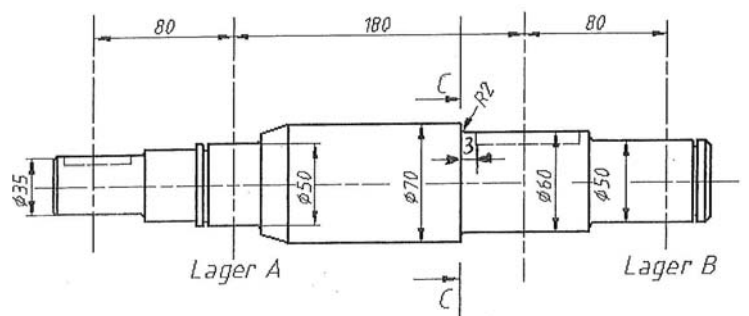
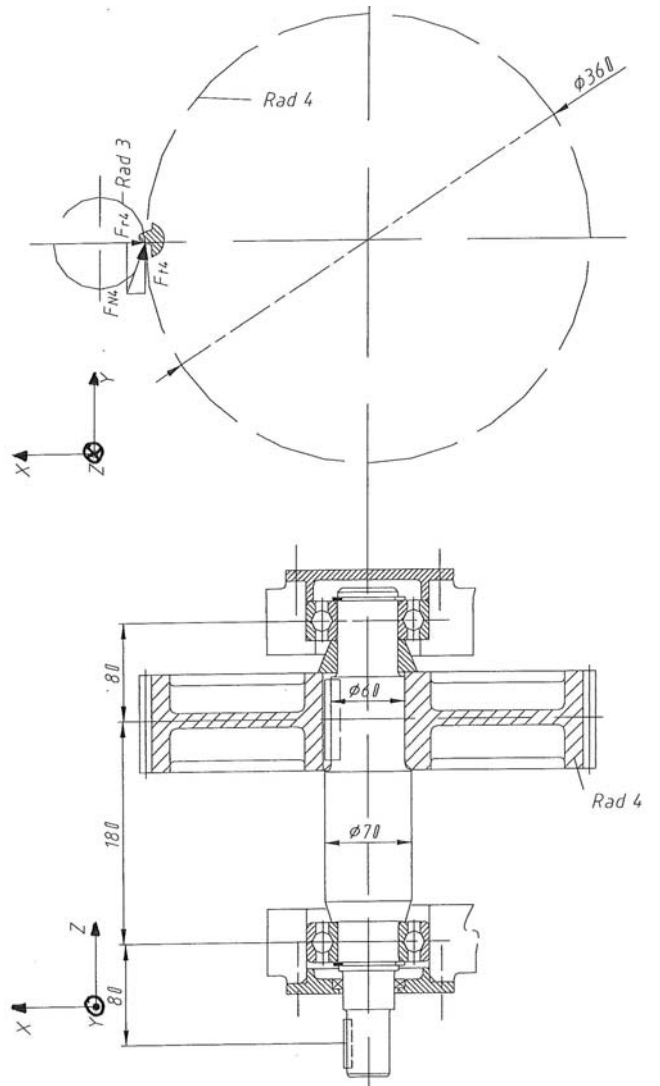
b) Führen Sie für die Stelle C einen statischen Festigkeitsnachweis nach FKM durch!

Hinweis: Querkräfte sind zu vernachlässigen!

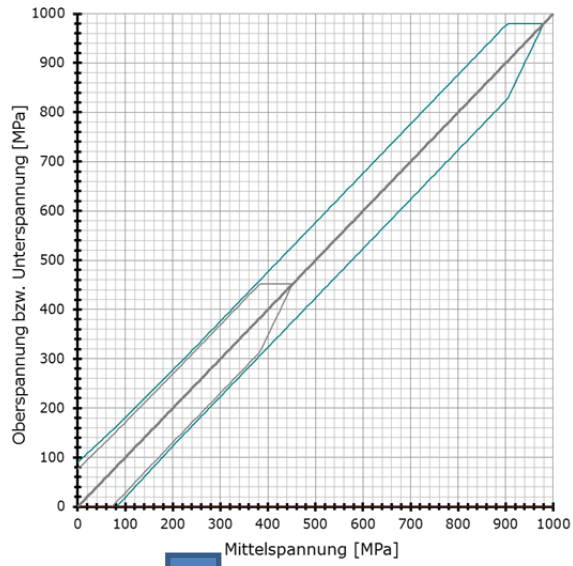
c) Führen Sie für die Stelle C einen dynamischen Festigkeitsnachweis nach FKM durch! Wählen Sie hierzu den korrekten Überlastfall und das zu den vorliegenden Bedingungen gehörige Smith-Diagramm aus!

Hinweis: Querkräfte sind zu vernachlässigen!

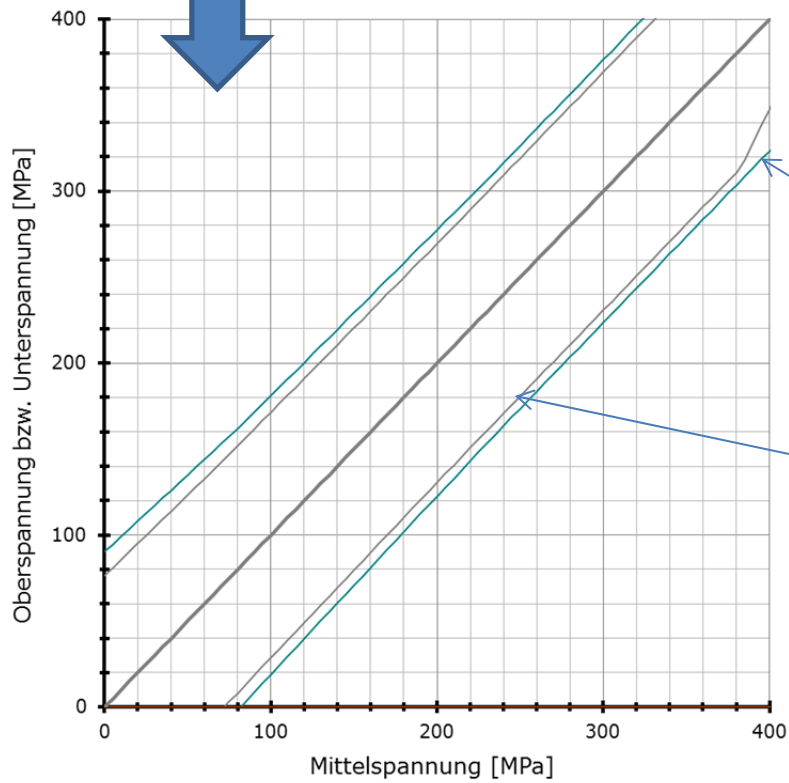
Smith-Diagramme nächste Seite!



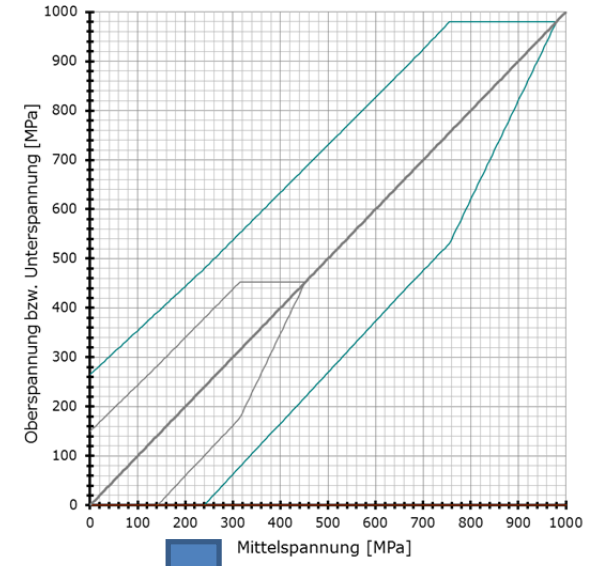
Smithdiagramm



Detaildarstellung



Smithdiagramm



Detaildarstellung

