



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
 - Übungsaufgaben WS 14/15 bis SS 15
 - 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 11 weiteren Blättern.

**Maschinen- bzw. Konstruktionselemente Prüfung SS 15
für die Fachrichtung Maschinenbau
Aufgabenteil - Prof. Dr.-Ing. Lohrengel**

Aufgabe	1	2	3	Summe Aufgaben	Konstruktion	Summe Fragen	Gesamtsumme
Mögliche Punkte	19	19	12	50	25	25	100
Erreichte Punkte							

Aufgabe 1:

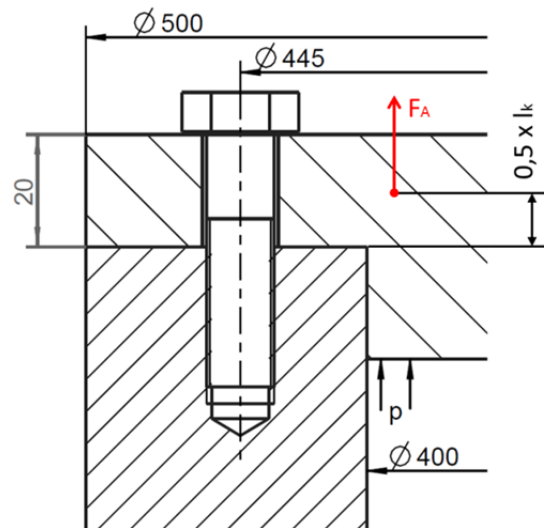
Der Wartungsdeckel eines Druckbehälters soll mit 10 Schrauben DIN EN ISO 4014 M12 x 45 - 10.9 verschraubt werden (vgl. Abbildung rechts). Der Reibwert zwischen den bewegten Teilen beträgt $\mu = 0,15$. Für die Betriebskraft des Wartungsdeckels wird aufgrund von möglichen Überdrücken, des am Behälter angeschlossenen Drucksystems, ein Sicherheitsfaktor von $S = 2$ gefordert. Die erforderliche Kraft, um die Dichtwirkung des Deckels zu gewährleisten beträgt 30250N. Behälter und Deckel sind aus Stahl (S500Q, $E = 210000 \text{ N/mm}^2$) mit einer Oberflächenrauheit von $R_z = 25\mu\text{m}$ gefertigt. Der Behälter wird im normalen Betrieb mit einem Druck von $p = 10 \text{ bar}$ beaufschlagt. Die Schrauben werden mit einem Drehmomentschlüssel mit geringer Streuung angezogen.



Druckbehälter [apl-apparatebau.com]

Daten:

Flanken ϕ Schraube	$d_2 = 10,86 \text{ mm}$
Kern ϕ Schraube	$d_3 = 9,85 \text{ mm}$
ϕ Durchgangsbohrung	$d_h = 14,5 \text{ mm}$
ϕ Schraubenkopfauflage	$d_w = 16,6 \text{ mm}$
Gewindelänge	$b = 30 \text{ mm}$
Steigung	$p = 1,75 \text{ mm}$
Anziehungsfaktor	$\alpha_A = 1,4$



Berechnen Sie (Kräfte jeweils pro Schraube):

- die Nachgiebigkeit der Schraube!
- die Nachgiebigkeit des Deckels!
- die maximale Betriebskraft!
- den Vorspannkraftverlust durch Setzen!
- die maximale Montagekraft!
- das maximale Anzugsdrehmoment!

Aufgabe 2:

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!

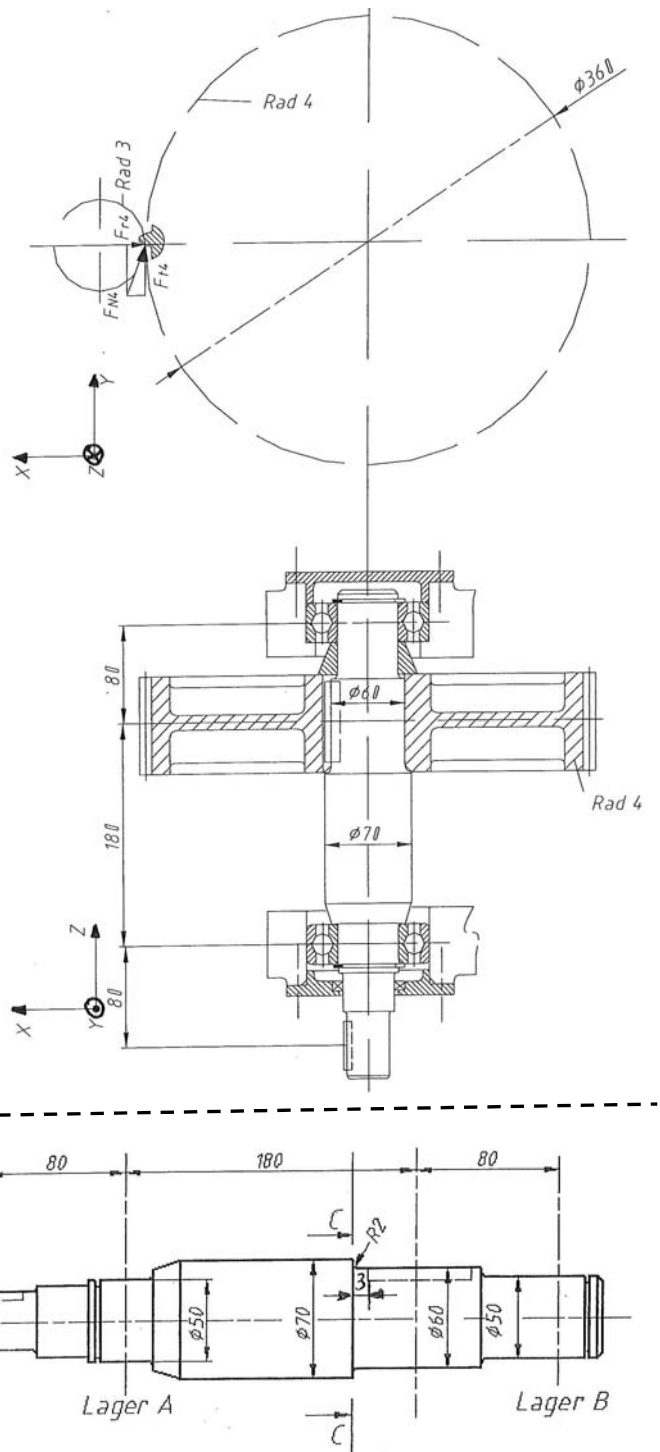
b) Führen Sie für die Stelle C einen statischen Festigkeitsnachweis nach FKM durch!

Hinweis: Querkräfte sind zu vernachlässigen!

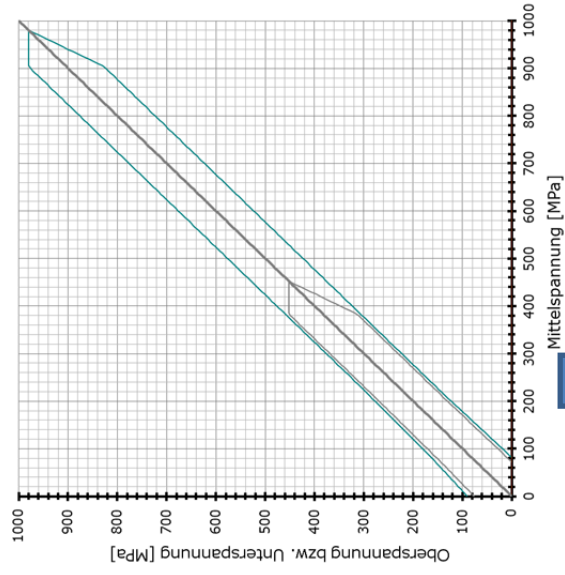
c) Führen Sie für die Stelle C einen dynamischen Festigkeitsnachweis nach FKM durch! Wählen Sie hierzu den korrekten Überlastfall und das zu den vorliegenden Bedingungen gehörige Smith-Diagramm aus!

Hinweis: Querkräfte sind zu vernachlässigen!

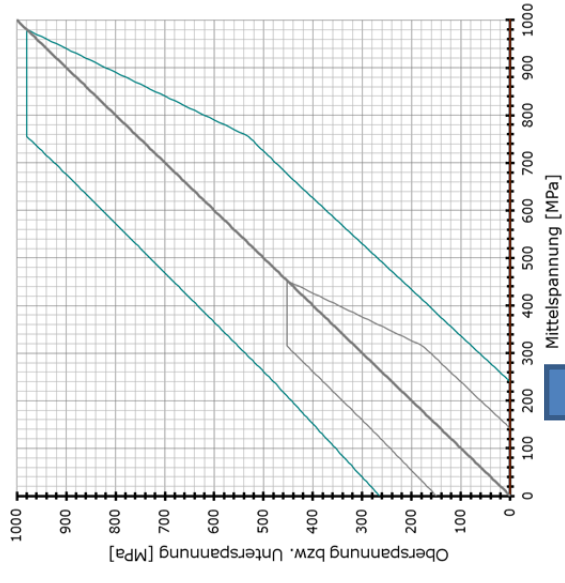
Smith-Diagramme nächste Seite!



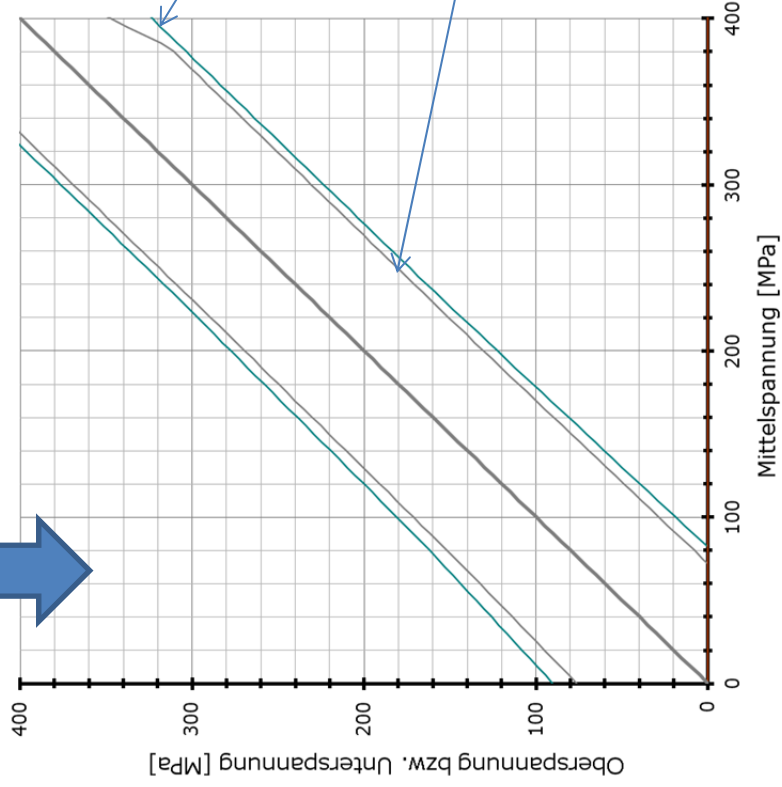
Smithdiagramm



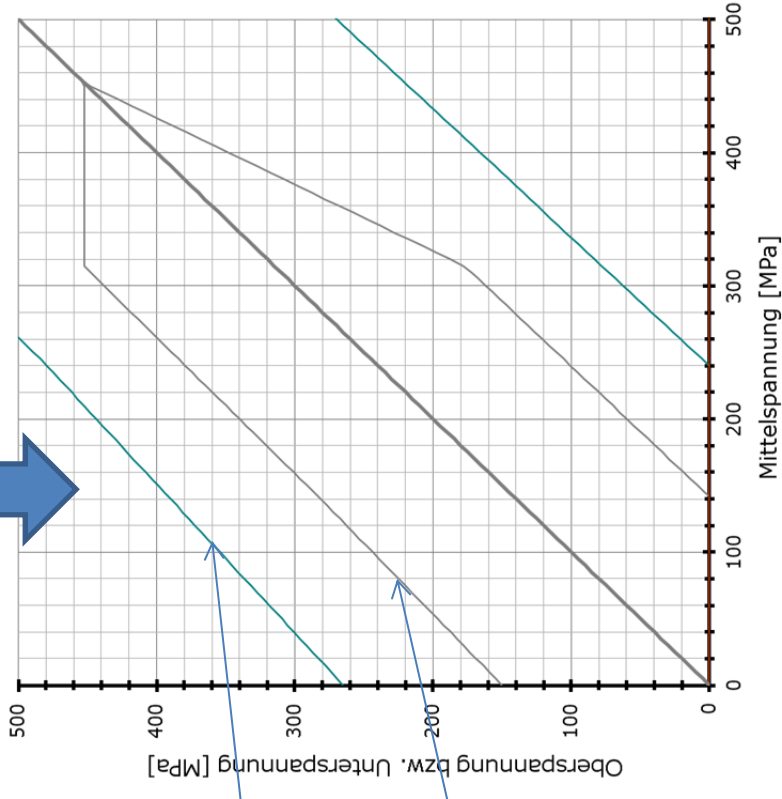
Smithdiagramm



Detaildarstellung



Detaildarstellung



Aufgabe 3:

Eimerkettenbagger sind kontinuierlich fördernde Bagger, die das Fördergut mit Eimern abgraben. Zwischen dem Motor und der Antriebscheibe eines Eimerkettenbaggers soll eine elastische Kupplung ausgelegt werden. Die Kette, auf der $n_E = 60$ Eimer aufgebracht sind, wird schlupffrei mit einer Geschwindigkeit von $v_{Ke} = 2 \frac{m}{s}$ von dieser Antriebscheibe angetrieben. Der Radius r_S der Scheiben beträgt 1m. Die Massenträgheitsmomente der Wellen werden vernachlässigt.

**Beispielfoto eines Eimerkettenbaggers****Angaben:**

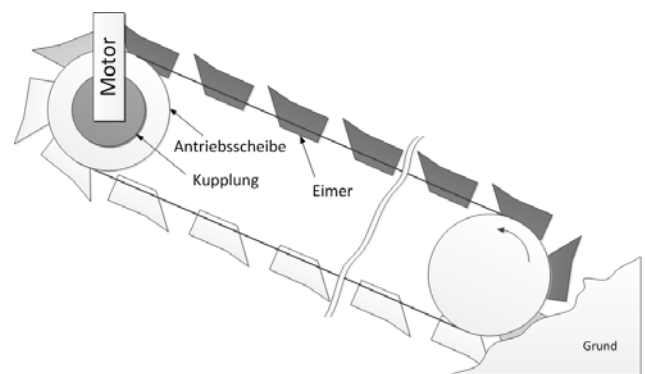
Leergewicht eines Eimer: $m_E = 50 \text{ kg}$

Masse der Füllung pro Eimer: $m_F = 200 \text{ kg}$

Massenträgheitsmoment
des Motors: $I_M = 19,98 \text{ kgm}^2$

Massenträgheitsmoment
-Antriebscheibe: $I_{SA_n} = 750 \text{ kgm}^2$

Massenträgheitsmoment
-Abtriebscheibe: $I_{SA_b} = 750 \text{ kgm}^2$

**Arbeitskizze des Eimerkettenbaggers**

- Berechnen Sie die Drehzahl n_s der Antriebscheibe!
- Berechnen Sie das Massenträgheitsmoment der Kupplung! Gehen Sie davon aus, dass die Kupplung als stählerner Vollzylinder mit einem Durchmesser von $d_K = 200 \text{ mm}$ und einer Breite von $b_{Ku} = 89 \text{ mm}$ angenommen werden kann! Die Dichte von Stahl sei 7850 kg/m^3 .
- Berechnen Sie das Massenträgheitsmoment der Antriebsseite I_A , sowie das Massenträgheitsmoment der Lastseite I_L ! Beachten Sie dabei die translatorisch bewegten Massen der Eimerkette!
- Beim Graben im steinigen Untergrund kommt es beim Eingriff des Eimers zu einem Stoßmoment bis zu 400 Nm . Die Drehzahl der Kette soll dabei nicht mehr als 10% der Nenn Drehzahl absinken. Legen Sie die Gesamtdrehfedersteifigkeit R_{tdyn} der Kupplung aus! Gehen Sie davon aus, dass der restliche Aufbau sehr steif ist!
- Bestimmen Sie den Verdrehwinkel der Kupplung in Grad, der durch den Stoß entsteht!

