



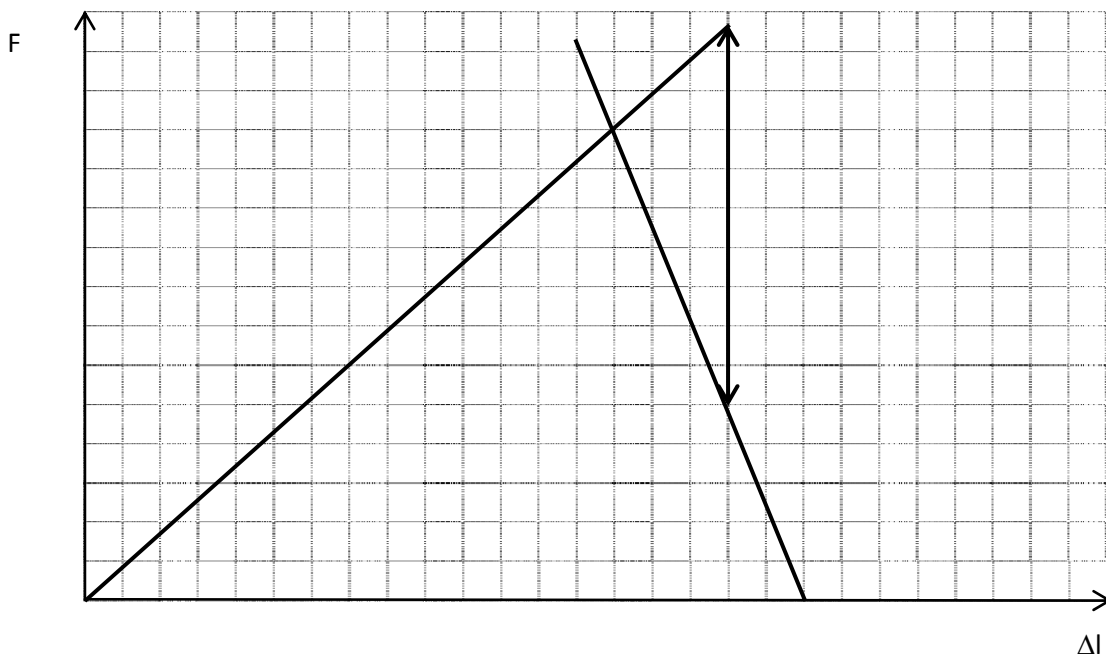
1) Nennen Sie bitte jeweils drei Vor- und Nachteile des Fertigungsverfahrens Gießen!

2) Definieren Sie die Formzahl  $K_f$  und die elastische Kerbwirkungszahl  $K_t$ !

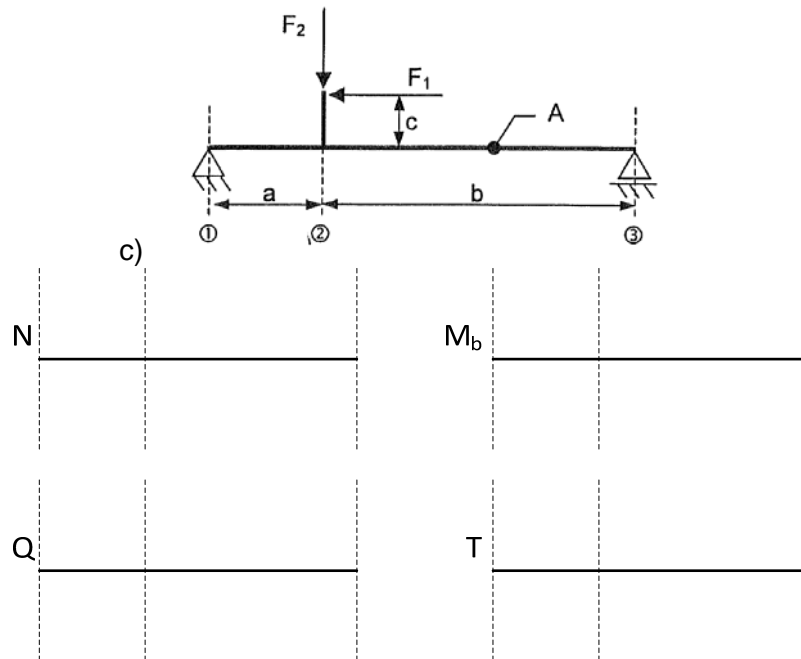
3) Nennen Sie jeweils zwei Arten für eine formschlüssige und eine kraftschlüssige Verbindung!

4) Zeichnen Sie in nachfolgendes Diagramm ein:

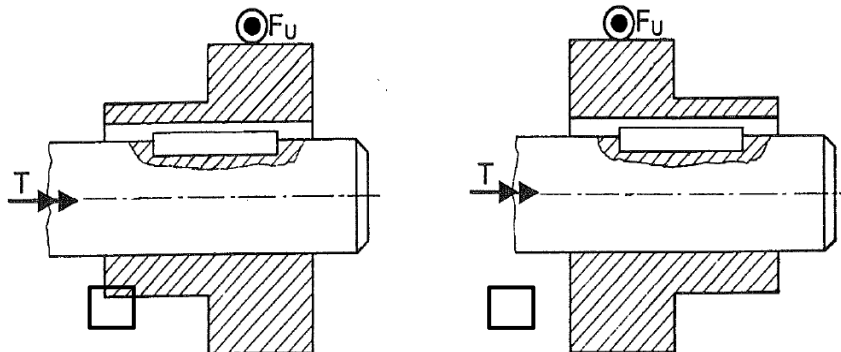
- eine Schraubenverbindung, die bei gleicher Montagevorspannkraft eine 50 % höhere Dehnung aufweist! Die Nachgiebigkeit des Flansches ist unverändert.
- die Betriebskraft, die in der Größe unverändert ist!



- 5) Zeichnen Sie für den dargestellten Träger (nur waagerechter Teil A) die aus den Belastungen  $F_1$  und  $F_2$  resultierenden Beanspruchungsverläufe (qualitativ ohne zu rechnen)! Alle Kräfte greifen in einer Ebene an dem Träger an.

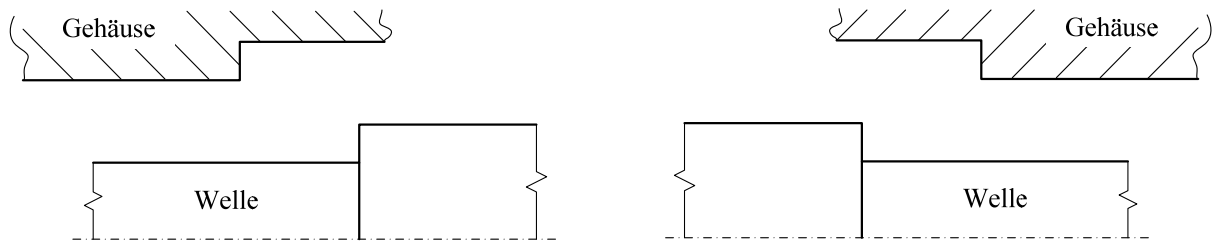


- 6) Kennzeichnen Sie durch ankreuzen die Nabenanordnung, die eine geringere Kerbwirkung verursacht! Begründen Sie kurz Ihre Entscheidung!

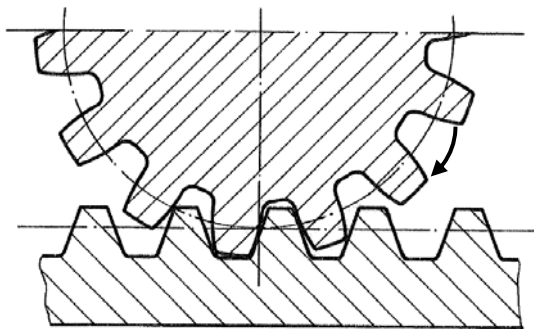


- 7) In einem Getriebe (verlustfrei) mit einer Gesamtübersetzung von  $i = 8$  weist die Antriebswelle einen Durchmesser von 20 mm auf, welchen Durchmesser muss bei gleichem Werkstoffgrenzwert und Sicherheit die Abtriebswelle haben? (Berücksichtigen Sie nur die Torsionsbelastung!)

- 8) Nennen Sie drei verschiedene Wälzlager, die sowohl hohe axiale, als auch hohe radiale Kräfte übertragen können! Skizzieren Sie eines dieser Lager in einer sinnvollen, möglichen Einbaustellung in die untenstehende Zeichnung!



- 9) Wie sieht qualitativ die Eingriffsstrecke der skizzierten Wälzkombination aus Zahnrad und Zahnstange aus?



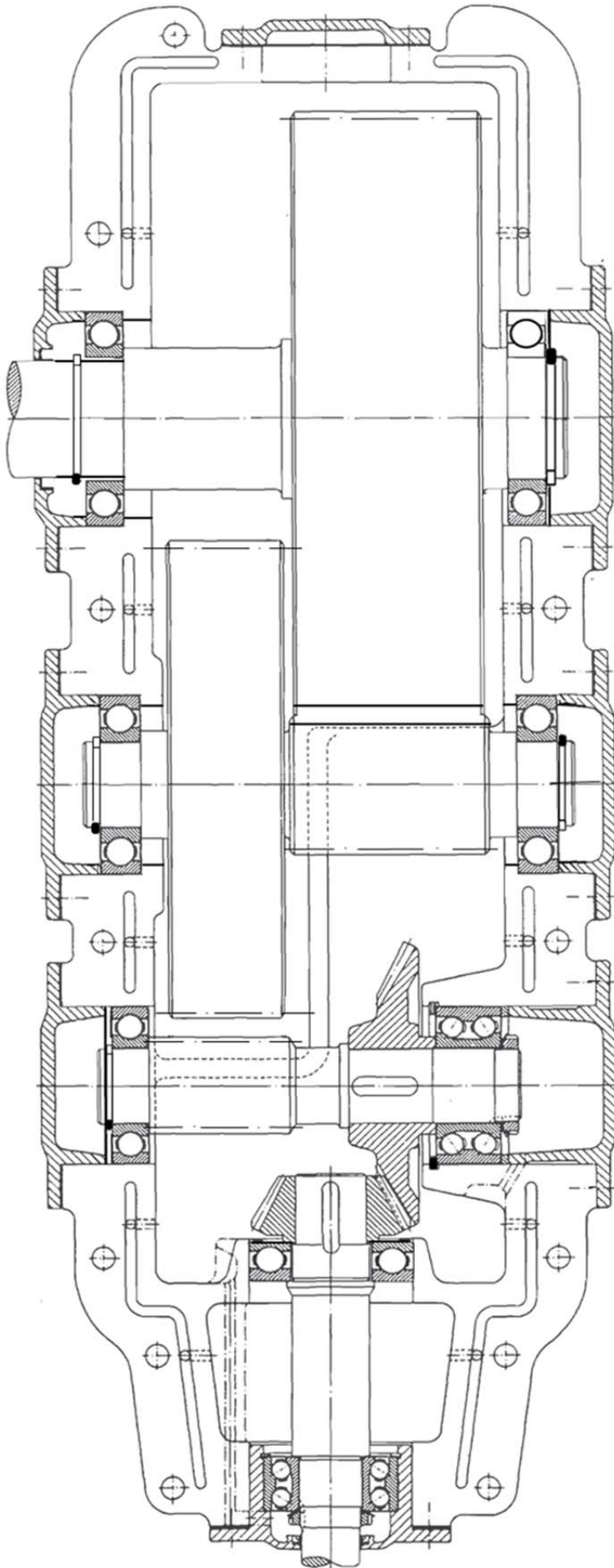
- 10) Nennen Sie drei Aufgaben von Getrieben!

- 11) Kreuzen Sie an, welche Funktion(en) die genannten Kupplungen erfüllen!

	Axial- versatz	Winkel- versatz	Drehmoment- schalten fremdbetätigt	Drehmoment- schalten selbsttätig	Sicherheits- kupplung
Ratsche					
Bogenzahn- kupplung					
Brechbolzen- kupplung					
Lamellen- kupplung					

- 12) Nennen Sie die Ausfallursachen von Pressverbindungen!

## Fehlersuchaufgabe



Die Zeichnung zeigt einen Schnitt durch ein Getriebe. Die Darstellung enthält mindestens 10 Funktions- bzw. Konstruktionsfehler.

Kennzeichnen Sie diese Fehler mit Positionsnummern und erläutern Sie diese in Stichworten!



**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**

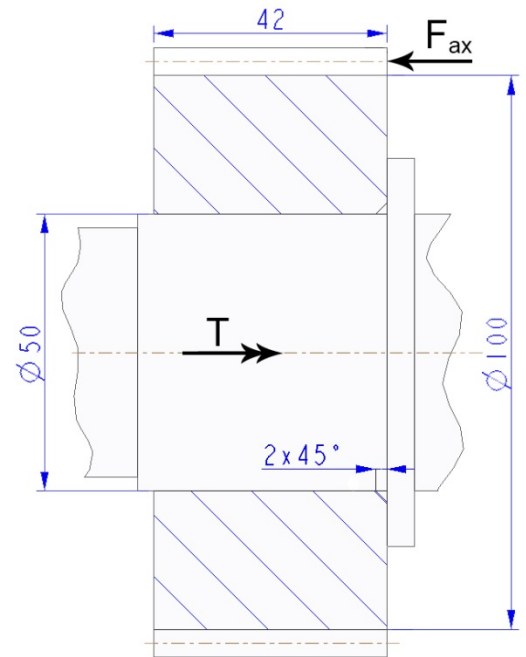
Aufgabe	1	2	3	Summe Aufgaben	Konstruktion	Summe Fragen	Gesamtsumme
Mögliche Punkte	15	16	19	50	25	25	100
Erreichte Punkte							

**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	$\mu_H$	= 0,2
Sicherheit (Fließen)	$j_F$	= 1,3
Sicherheit (Rutschen)	$j_{Rmin}$	= 2
Rauhtiefe der Welle	$R_{zi,A}$	= 3 $\mu\text{m}$
Rauhtiefe der Nabe	$R_{za,l}$	= 3 $\mu\text{m}$
Wärmeausdehnungskoeffizient	$\alpha$	= $12 \cdot 10^{-6} \text{ 1/K}$
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  $\mu\text{m}$ .

- 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  $20^\circ\text{C}$ .

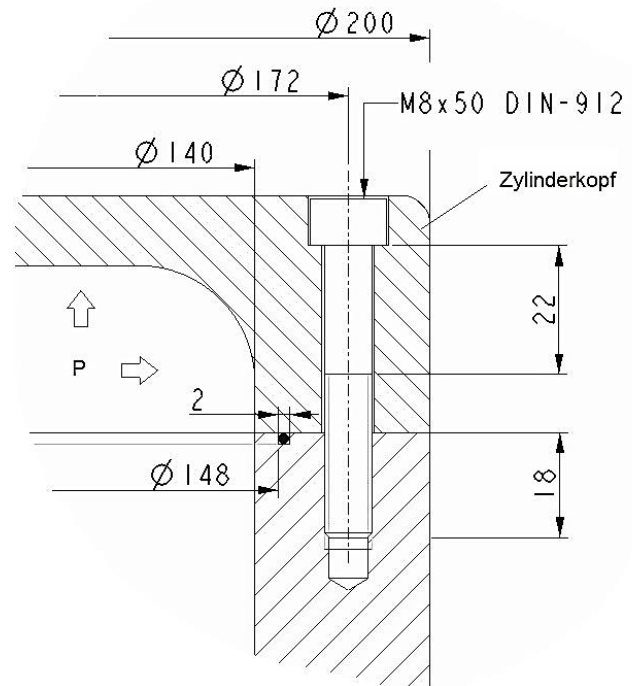
**Aufgabe 2:**

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	$\alpha_A$	= 1,6
Flankenwinkel	$\beta$	= 60°
Reibkoeffizient Gewinde/Kopf	$\mu$	= 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 $\phi$	$d_w = 13 \text{ mm}$	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!

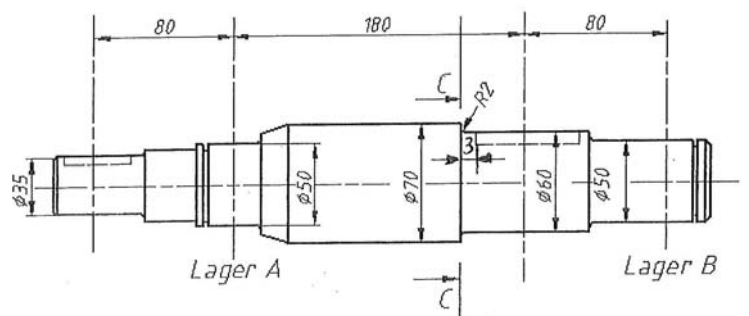
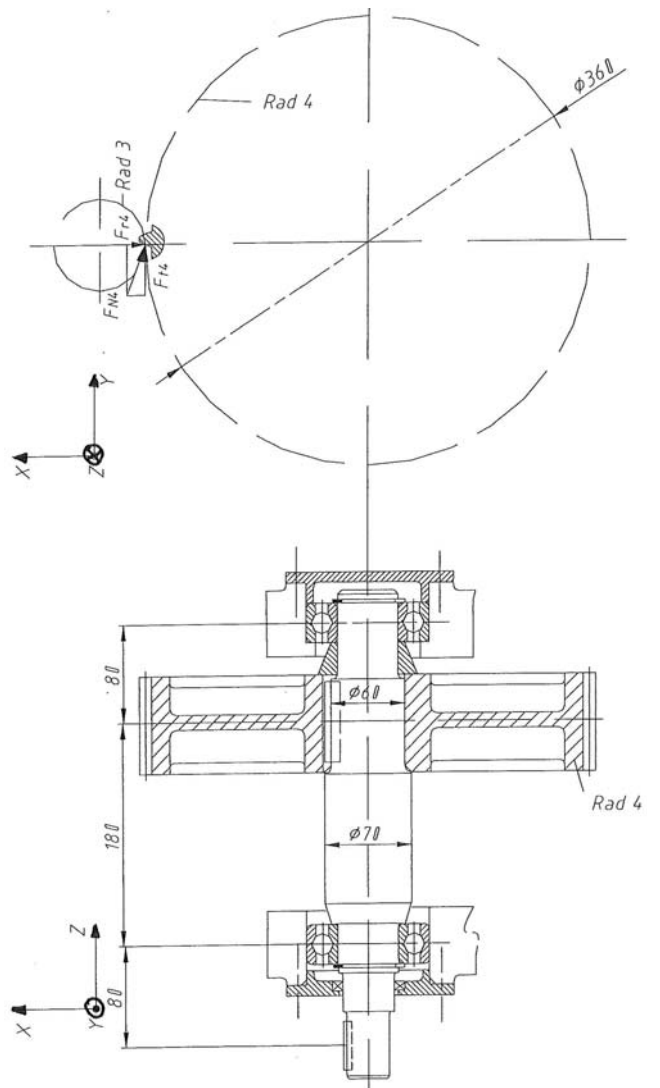
b) Führen Sie für die Stelle C einen statischen Festigkeitsnachweis nach FKM durch!

**Hinweis:** Querkräfte sind zu vernachlässigen!

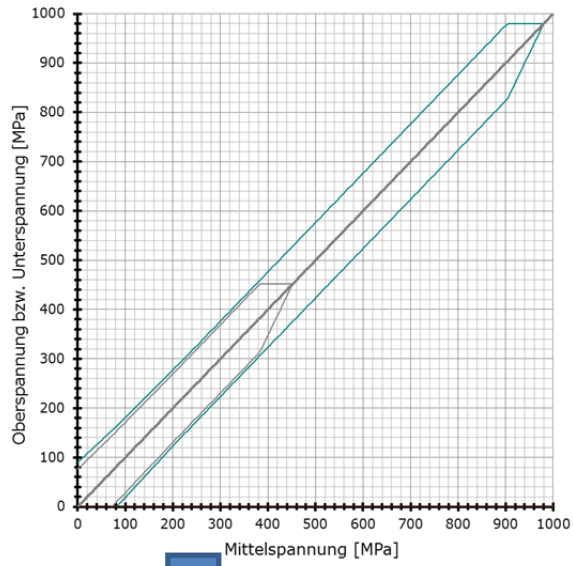
c) Führen Sie für die Stelle C einen dynamischen Festigkeitsnachweis nach FKM durch! Wählen Sie hierzu den korrekten Überlastfall und das zu den vorliegenden Bedingungen gehörige Smith-Diagramm aus!

**Hinweis:** Querkräfte sind zu vernachlässigen!

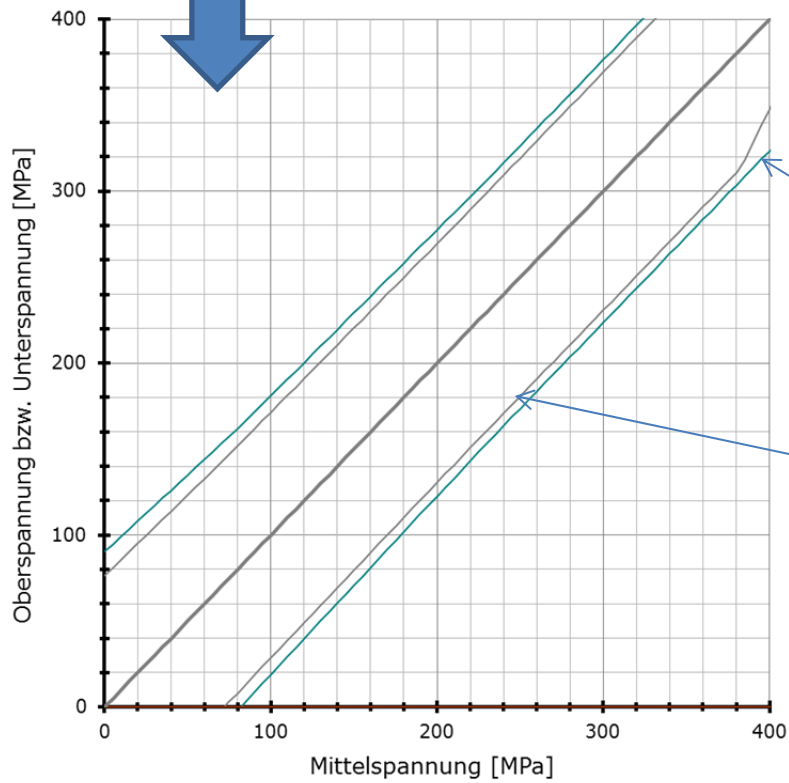
**Smith-Diagramme nächste Seite!**



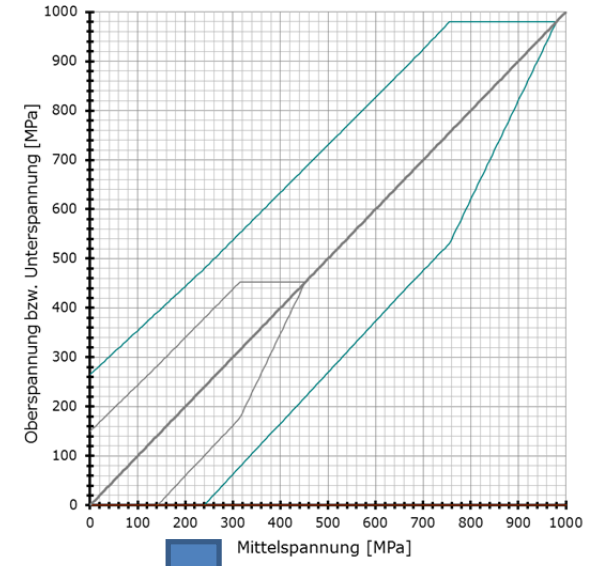
Smithdiagramm



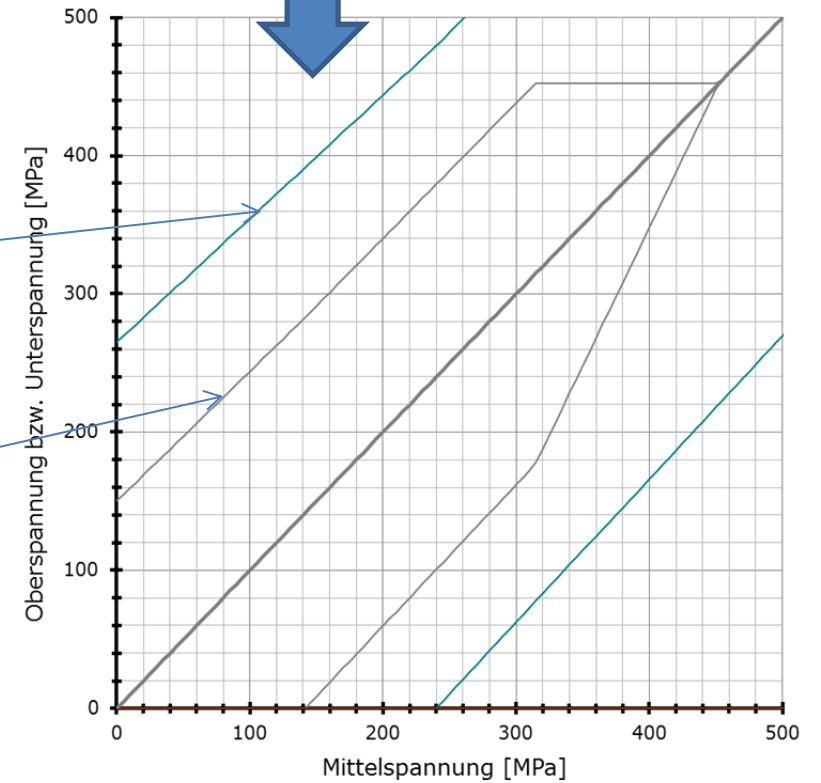
Detaildarstellung



Smithdiagramm



Detaildarstellung



















## Konstruktionsaufgabe

Name: \_\_\_\_\_

Vorname: \_\_\_\_\_

Mögliche Punkte: 25

Erreichte Punkte:

Eine Hubplattform für schwere Lasten soll mittels zweier Zahnstangentreibe vertikal verfahren werden können.

Ihre Aufgabe ist die Konstruktion einer Getriebeeinheit, welche den schlupffreien Antrieb der beiden Zahnstangenritzel durch einen Elektromotor ermöglicht. Um eine Systembeschädigung durch zu große Lasten zu verhindern, ist eine reversible Überlastsicherung zu integrieren. Ein ungewolltes Absenken der Plattform ist mechanisch zu verhindern.

Hinsichtlich der Funktionserfüllung gelten weiterhin die folgenden Rahmenbedingungen:

Das zu konstruierende Getriebe besitzt eine Eingangs- und zwei Abtriebswellen.

Die Drehzahl der Zahnstangenritzel ist geringer als die Antriebsdrehzahl (Übersetzungsverhältnis  $i = 20$ )

Aufnahmen für die Zahnstangenritzel sind in den beiden Abtriebswellen vorzusehen.

Das Getriebegehäuse ist vollständig geschlossen zu gestalten und gegen das Eindringen von Staub sowie den Austritt von Schmiermittel abzudichten.

Das Getriebegehäuse soll unter der Hubplattform montiert werden, eine entsprechende Befestigung sowie eine Aufnahme für den Antriebsmotor ist vorzusehen.

Fertigen Sie für das Getriebe eine eindeutige Handskizze (Gehäuse, Wellen sowie aller zur Funktionserfüllung notwendigen Komponenten) auf dem beiliegenden DIN A3 - Blatt an. Beachten Sie hierbei die Aspekte Welle-Nabe-Verbindung, Lagerung, Schmierung, Abdichtung, eventueller Gehäusegestaltung, Montagegerechtheit sowie eine TZ-konforme Darstellung.

