

1. Zeichnen Sie die Verspannungsschaubilder für eine Starrschraubenverbindung und eine Dehnschraubenverbindung unter gleicher Montagevorspannkraft und Flansch-nachgiebigkeit! Beschriften Sie Ihre Darstellung und die Achsen!



2. Benennen Sie die vier Grundbeanspruchungsarten und geben Sie die dazugehörigen Formeln für die Berechnung der jeweiligen Spannung an!

3. Zeichnen Sie ein Rillenkugellager als Festlager in die untere Skizze ein!

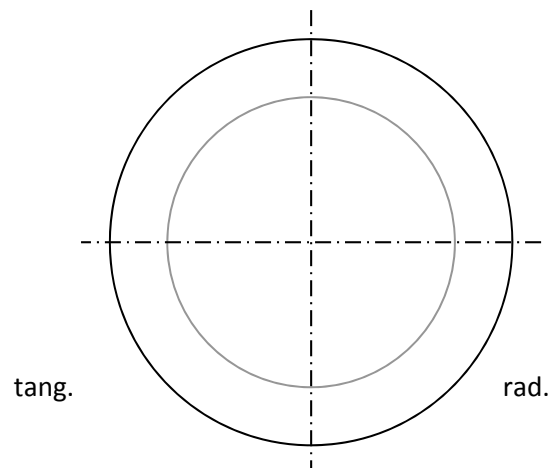


4. Als Welle/Nabe Verbindung möchten Sie einen Pressverband fertigen. Die Nabe ist bereits mit der Passung H7 geliefert. Für die Welle ist die Zeichnung noch anzufertigen. Welche Passung sollten Sie zur Funktionserfüllung aus nachfolgenden Möglichkeiten auswählen? Bitte begründen Sie!

f6	S7	r6	g4	T8

Begründung:

5. Skizzieren Sie die Spannungsverläufe für eine Pressverbindung mit Vollwelle! Wo liegt die kritische Stelle?

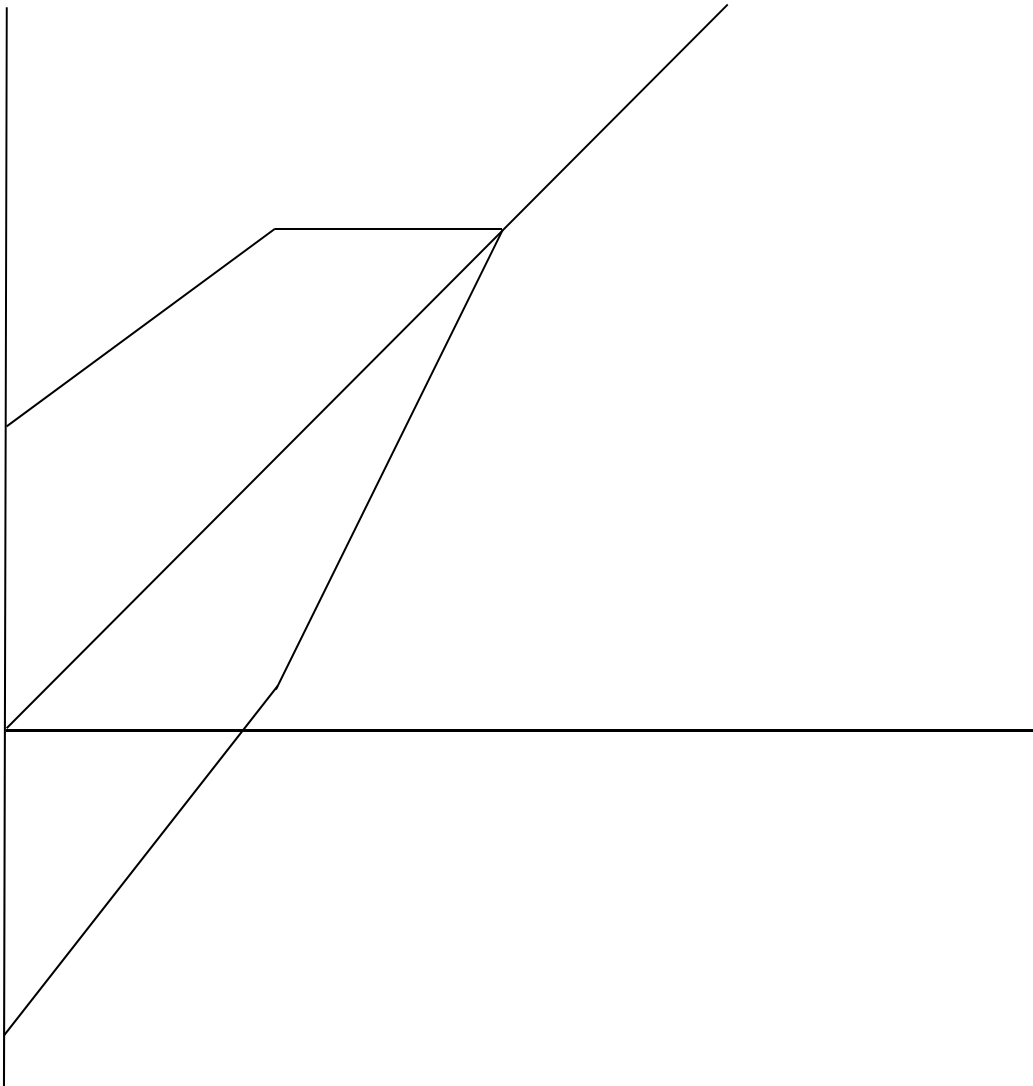


6. Nennen Sie jeweils zwei Beispiele für Form- und Stoffschlüssige Verbindungen!

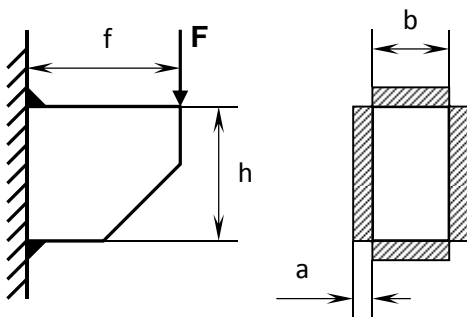
Formschlüssig:

Stoffschlüssig:

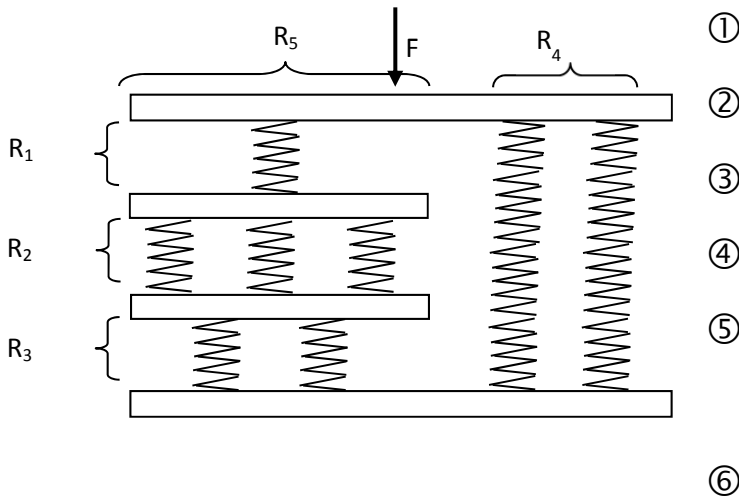
7. Bestimmen Sie aus dem untenstehenden Smithdiagramm die Streckgrenze, die Bruchfestigkeit, die Wechselfestigkeit und die Schwellfestigkeit! (1 cm = 100 N)



8. Geben Sie die Formel für die Berechnung der Schubspannung in der Schweißnaht mit den in der Abbildung unten benutzten Symbolen an!

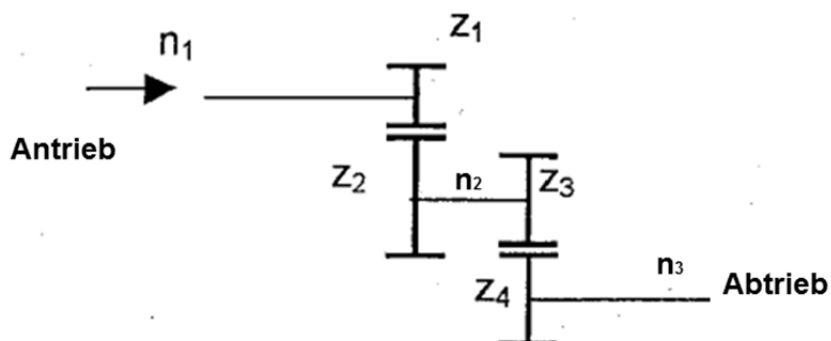


9. Um welchen Faktor ist die Gesamtfedersteifigkeit R_{ges} des abgebildeten Federsystems größer als die Steifigkeit einer Feder? (Es soll angenommen werden, dass alle Einzelfedern die gleiche Steifigkeit R besitzen.) Geben Sie auch Teilergebnisse für die in der Skizze bezeichneten Untersysteme an!



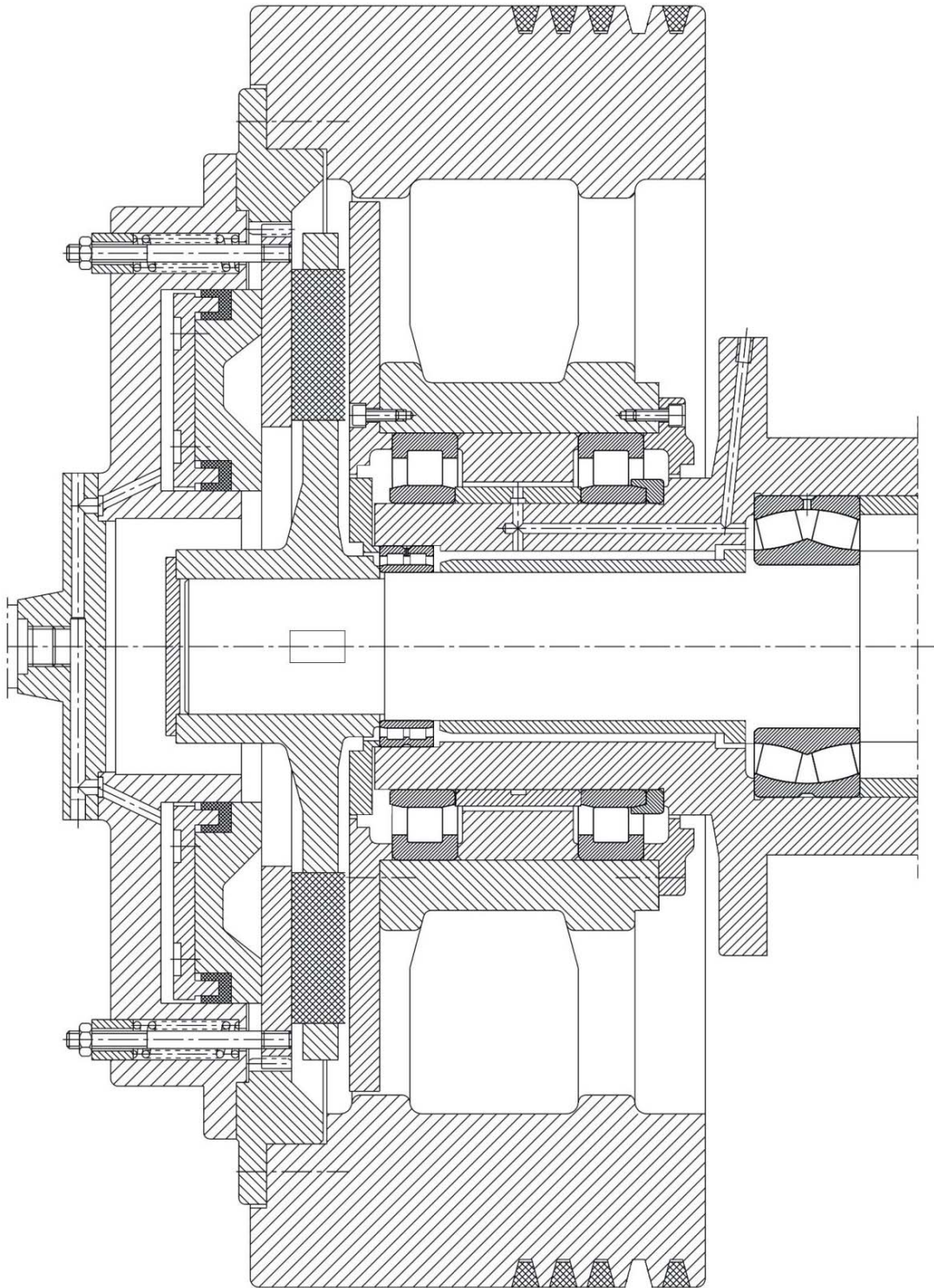
10. Welche Festigkeitsnachweise müssen bei der Auslegung von Verzahnungen erbracht werden?

11. Gegeben ist das unten dargestellte Schema eines Getriebes mit den Zähnezahlen $z_1=10$, $z_2=30$, $z_3=15$ und $z_4=20$. Berechnen Sie die Drehzahl n_3 der Abtriebswelle, wenn die Drehzahl der Antriebswelle $n_1=100$ U/min beträgt!



Fehlersuchaufgabe

Die Zeichnung zeigt die Schwungradlagerung einer Presse. Die Darstellung enthält 10 Funktions- bzw. Konstruktionsfehler. Kennzeichnen und erläutern Sie diese Fehler in Stichpunkten!





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 SS 16 bis WS 16/17 (ein alternativer Übungssatz)
 - 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 10 weiteren Blättern.

**Maschinenelemente Prüfung WS 16/17
für die Fachrichtung Maschinenbau
Aufgabenteil - Prof. Dr.-Ing. Lohrengel**

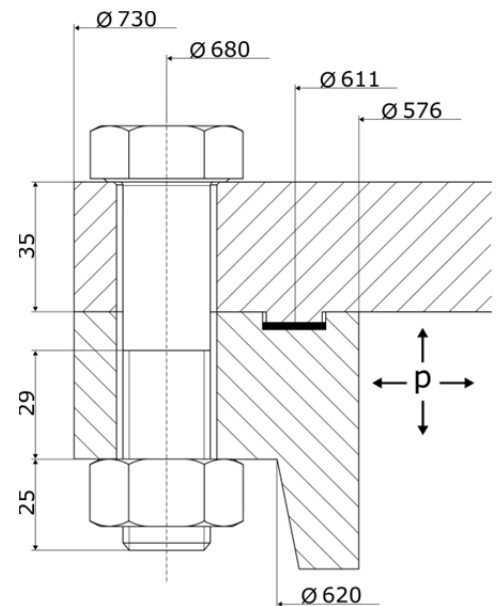
Aufgabe	1	2	3	Summe Aufgaben	Konstruk- tion	Summe Fragen	Gesamt- summe
Mögliche Punkte	17	16	17	50	25	25	100
Erreichte Punkte							

Aufgabe 1:

Für die Wartung eines auf $p = 16$ bar ausgelegten Druckbehälters ist ein Mannlochdeckel mit einem Nenndurchmesser von $DN = 600$ mm vorgesehen (s. rechte Abbildung). Dieser soll mit 24 Sechskantschrauben vom Typ ISO 4014 - M24 x 100 - 8.8 verschraubt werden. Der Deckel und der Behälter bestehen aus P295GH (1.0481) mit einem E-Modul von $E_p = 205$ GPa und einer Grenzflächenpressung von $p_g = 660$ MPa. Fertigungsbedingt ist eine gemittelte Oberflächenrauheit von $R_z = 8$ μm im Bereich der Verschraubung zu berücksichtigen. Des Weiteren ist anzunehmen, dass der Kraftangriff direkt unter dem Schraubenkopf bzw. der Mutter erfolgt.

**Daten zur Verschraubung:**

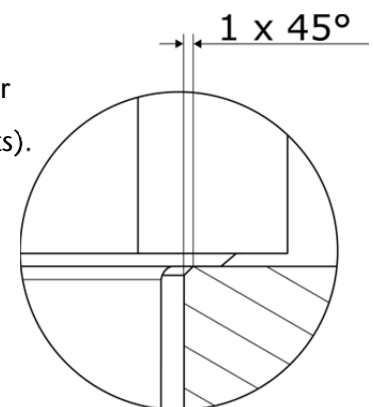
Anziehungsfaktor:	$\alpha_A = 1,60$
Flankendurchmesser	$d_2 = 22,051$ mm
Kerndurchmesser:	$d_3 = 20,319$ mm
Durchgangsbohrung:	$d_h = 27,00$ mm
äußerer Durchmesser Auflagefläche:	$d_w = 33,25$ mm
E-Modul (Schraube / Mutter):	$E = 210$ GPa
Klemmkraft (Gesamt):	$F_{Kges} = 755000$ N
Sicherheit Flächenpressung:	$j_p = 1,30$
Reibkoeffizient Gewinde:	$\mu_G = 0,20$
Reibkoeffizient Kopf:	$\mu_K = 0,16$
Gewindesteigung:	$P = 3,00$ mm



- Berechnen Sie die Nachgiebigkeit der verspannten Bauteile!
- Berechnen Sie die Nachgiebigkeit der Schraube!
- Berechnen Sie den Vorspannkraftverlust infolge Setzen!
- Berechnen Sie die Betriebskraft pro Schraube!
- Berechnen Sie die maximale Montagevorspannkraft!

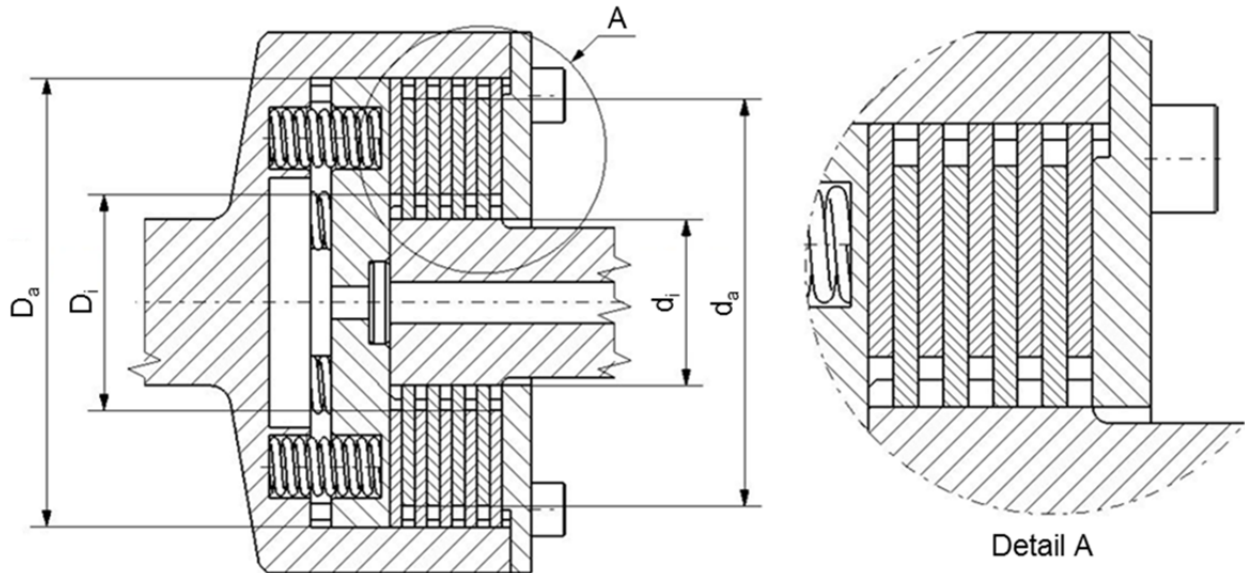
Bei den nachfolgenden Teilaufgaben berücksichtigen Sie eine Fase an der Durchgangsbohrung von $1 \times 45^\circ$ am Schraubenkopf (s. Abbildung rechts).

- Berechnen Sie die Flächenpressung unterm Schraubenkopf!
- Berechnen Sie das maximale Anziehdrehmoment!



Aufgabe 2:

Zur Übertragung der Lasten zwischen Getriebe und Motor einer Seiltrommel wird eine mechanisch betätigte Lamellenkupplung eingesetzt, vgl. die nachfolgende Abbildung. Im Betrieb der Hebevorrichtung läuft der Antrieb zunächst auf Nenndrehzahl hoch. Anschließend wird der Abtrieb mit Last zugeschaltet. Die mechanische Betätigung erfolgt durch **sechs Druckfedern**.



Folgende Werte sind von der Lamellenkupplung und den Lasten bekannt:

Haftreibwert	μ_H	0,2	/	Drehzahl der Antriebsseite	n_1	240	min^{-1}
Gleitreibwert	μ_G	0,1	/	Federkonstante	R	160	$\frac{\text{N}}{\text{mm}}$
Außenlamelleninnendurchmesser	D_i	0,2	m	Masse der Lamellen	m	5	kg
Innenlamellenaußendurchmesser	d_a	0,3	m	Trägheitsmoment der Lastseite	I_L	40	kg m^2
Lastmoment	T_L	400	Nm	Wärmeübergangszahl	α	27	$\frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}}$
Effektive Fläche	A_K	0,15	m^2	Umgebungstemperatur	ϑ_0	20	$^{\circ}\text{C}$
Wärmekapazität	c	467	$\frac{\text{J}}{\text{kg K}}$	Zulässige Temperatur	ϑ_{zul}	150	$^{\circ}\text{C}$

Hinweis: Die Zahl der Reibpaare gilt es anhand der oben angeführten Abbildung der Kupplung zu bestimmen.

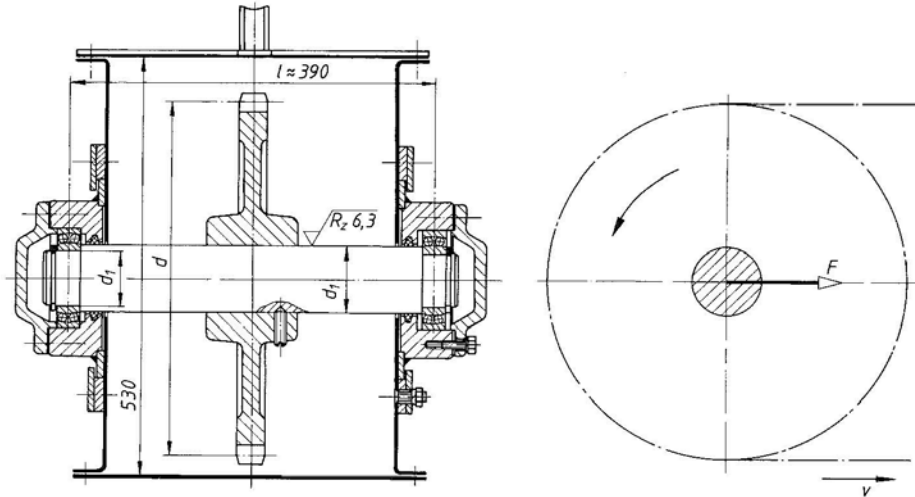
- a) In welcher Höhe muss die Federkraft bemessen sein, wenn ein Schaltvorgang nicht länger als 2 Sekunden dauern soll? Berechnen Sie den für die Federkraft erforderlichen Federweg!

Hinweis: Verwenden Sie zur Berechnung des wirksamen Radius R_m die Näherungsgleichung!

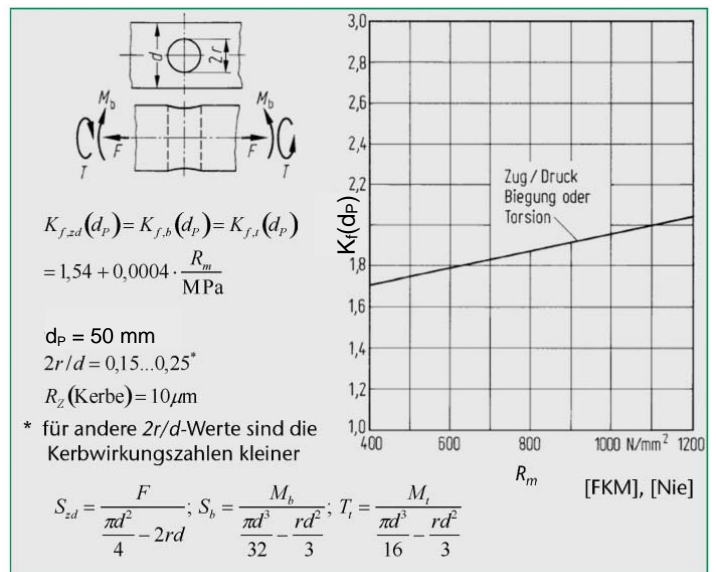
- b) Ab welchem Lastdrehmoment kommt es zum Durchrutschen der Kupplung bei Nenndrehzahl?
 c) Wie groß ist die Verlustarbeit nach einem Schaltvorgang!
 d) Wie groß ist die Temperaturerhöhung bei Einzelschaltung?
 e) Wie hoch ist das kleinstmöglich zulässige Zeitintervall zwischen zwei Schaltvorgängen bei häufigem Schalten?

Aufgabe 3:

Für die Achse aus Rundstahl E295 für das Umlenk-Kettenrad in der Spannstation eines Kettentrogförderers ist ein Festigkeitsnachweis nach FKM (statisch und Dauerfestigkeit) durchzuführen. Durch die Kettenvorspannung und Reibungswiderstände ist mit einer max. Kraft auf die Achse von 10 kN zu rechnen (siehe Abbildungen). Das Kettenrad sitzt mittig zwischen den Lagern. Das Kettenrad ist mit einem Gewindestift M 10 fixiert.

**Daten:**

Kettenradkraft	F	= 10 kN
Achsendurchmesser	d ₁	= 50 mm
Lagerabstand	l	= 390 mm
Zugfestigkeit Normprobe	R _{m,N}	= 490 MPa
Streckgrenze Normprobe	R _{p,N}	= 295 MPa
Zugdruckwechselfestigkeit	σ _{W,zd,N}	= 220 MPa
Schubwechselfestigkeit	τ _{W,s,N}	= 125 MPa
Technolog. Größenfaktor	K _{d,m}	= 0,99
Technolog. Größenfaktor	K _{d,p}	= 0,97
Anisotropiefaktor	K _A	= 1
Randschichtfaktor	K _V	= 1,0
Rauheitsfaktor (Bauteil)	K _{R,σ(6,3)}	= 0,93
Rauheitsfaktor (Probe)	K _{R,σ(10)}	= 0,92
Plast. Stützzahl Biegung	K _{p,b}	= 1,7
Sicherheit gegen Bruch	j _m	= 1,75
Sicherheit gegen Fließen	j _p	= 1,3
Sicherheit Dauerfestigkeit	j _D	= 1,2



Kerbwirkungszahlen für den Rundstab mit Spitzkerbe und Querbohrung

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

Hinweise für die Aufgabeteile b) und c): Nehmen Sie die Stelle der Kettenradfixierung mittig zwischen den Lagern an! Querkräfte sind für den FKM Nachweis zu vernachlässigen!

b) Führen Sie an der Stelle der Kettenradfixierung einen statischen Festigkeitsnachweis nach FKM durch!

c) Führen Sie an der Stelle der Kettenradfixierung einen dynamischen Festigkeitsnachweis nach FKM durch!



Konstruktionsaufgabe

Name: _____

Vorname: _____

Mögliche Punkte: 25

Erreichte Punkte:

Eine Seilwinde soll durch den Nebenabtrieb eines Nutzfahrzeuges angetrieben werden. Ihre Aufgabe ist die Konstruktion einer mechanischen Getriebeeinheit, welche den Antrieb der Seilwinde mit dem Fahrzeugnebenabtrieb ermöglicht. Der Nebenabtrieb liefert im eingeschalteten Zustand eine konstante Getriebeeingangsdrehzahl von 600 U/min. Ihr Getriebe soll dem Anwender der folgenden Betriebszustände ermöglichen:

Betriebszustand:	Drehzahl Nebenabtrieb:	Drehzahl Seiltrommel:
Schnelles Abwickeln	600 U/min	125 U/min
Langsames Abwickeln	600 U/min	30 U/min
Stehendes Seil	600 U/min	0 U/min
Langsames Aufwickeln	600 U/min	-30 U/min
Schnelles Aufwickeln	600 U/min	-125 U/min

Im Betriebszustand „Stehendes Seil“ ist im Allgemeinen ein ungewolltes Abwickeln der Trommel unter Last durch eine mechanische Sicherungsvorrichtung zu verhindern – nur nach einer zusätzlichen Betätigung durch den Bediener soll ein freies Bewegen der Seiltrommel möglich sein. Hinsichtlich der Funktionserfüllung gelten weiterhin folgende Rahmenbedingungen:

- Das zu konstruierende Getriebe besitzt eine Eingangs- und Ausgangswelle, für deren Lage Sie eine sinnvolle Annahme treffen.
- Für alle Wellen ist eine korrekte Lagerung auszuführen.
- Das Getriebegehäuse ist vollständig geschlossen zu gestalten und gegen das Eindringen von Staub sowie den Austritt von Schmiermittel abzudichten.

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.

