

# TEIL I: KURZFRAGEN

**I.1 Nennen Sie die zentralen Versagensannahmen für die Normalspannungs- und die Gestaltänderungsenergiehypothese! Ergänzen Sie zudem, bei welchen Werkstoffeneigenschaften die jeweilige Versagensannahme zum Einsatz kommt! (4 P)**

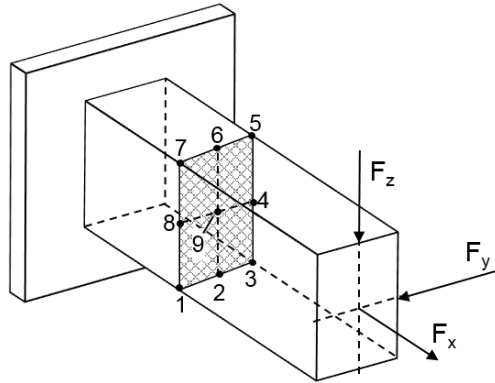
**I.2 Nennen Sie drei Härte-Prüfverfahren! (3 P)**

**I.3 Nennen Sie die Einzelschritte der statischen Festigkeitsberechnung! (4 P)**

**I.4 Beschreiben Sie den Effekt, der mithilfe der plastischen Stützzahl bei der Berechnung der statischen Bauteilfestigkeit berücksichtigt wird! (2 P)**

**I.5 In einem Dauerfestigkeitsversuch ergab sich für einen Prüfkörper eine maximal ertragbare Ausschlagsspannung von  $\pm 170 \text{ N/mm}^2$  bei einer konstanten Mittelspannung von  $80 \text{ N/mm}^2$ . Skizzieren und beschriften Sie das zugehörige Spannungs-Zeit-Diagramm und bestimmen Sie die Oberspannung und die Unterspannung! (4 P)**

- I.6 Ein Balken mit Rechteckquerschnitt wird durch die drei positiven Kräfte  $F_x$ ,  $F_y$  und  $F_z$  beansprucht. Schub aufgrund von Querkraft soll hier vernachlässigt werden. Nennen Sie den Punkt, in dem die maximale Spannung im dargestellten Querschnitt auftritt! Geben Sie zudem an, ob es sich bei der maximalen Spannung um eine Zug-, eine Druck oder eine Schubspannung handelt! Begründen Sie Ihre Antworten! (5 P)

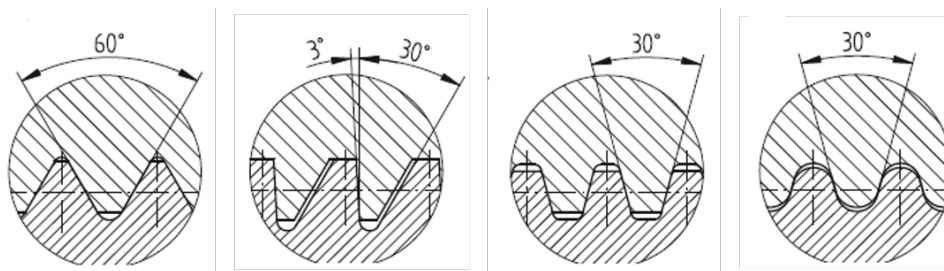


- I.7 Nennen Sie zwei Schmelzschweißverfahren! (2 P)

- I.8 Lötverfahren lassen sich entsprechend der Verarbeitungstemperatur des Lotes einteilen. Nennen Sie diese und geben Sie die jeweilige Verarbeitungstemperatur bzw. den -bereich an! (6 P)

I.9 Erklären Sie kurz, was unter dem Begriff *Setzen* bei einer Schraubenverbindung verstanden wird! Nennen Sie außerdem eine mögliche Ursache! (4 P)

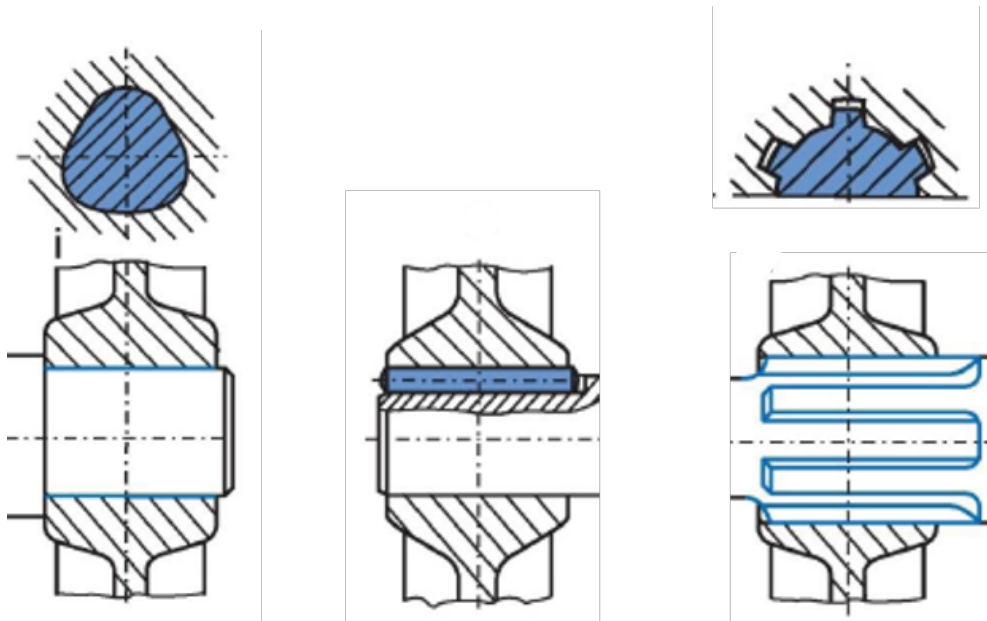
I.10 Weisen Sie den unten dargestellten Gewinden die richtige Gewindeart zu: Metrisches Gewinde, Rundgewinde, Säbengewinde, Trapezgewinde (4 P)



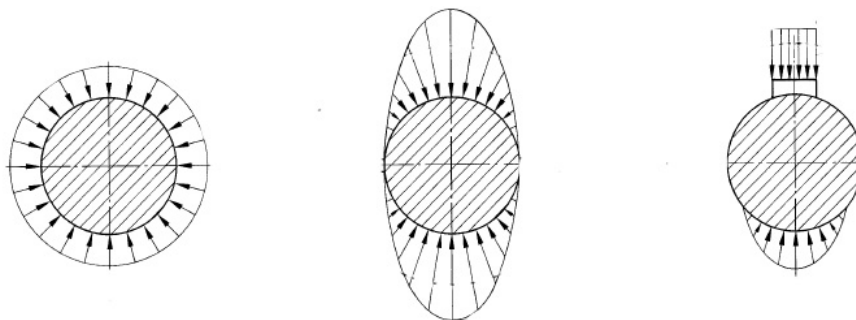
I.11 Berechnen Sie den Steigungswinkel des Gewindes einer M16-Schraube! (4 P)

I.12 Ordnen Sie die folgenden in einer funktionsfähigen Schraubenverbindung auftretenden Kräfte nach der Größe, angefangen mit der betragsmäßig kleinsten Kraft:  $F_A$ ,  $F_{Smax}$ ,  $F_{SA}$ ! Geben Sie außerdem die richtige Bezeichnung für die drei Kräfte an! (6 P)

I.13 Benennen Sie die drei unten dargestellten Welle-Nabe-Verbindungen! (6 P)



I.14 In der folgenden Abbildung sind drei verschiedene Pressungsverteilungen von Welle-Nabe-Verbindungen dargestellt. Ordnen Sie den drei Pressungsverteilungen die richtig Erzeugungsart zu: Klemmverband, Pressverband, Keilverband! Geben Sie an, ob es sich jeweils um eine kraftschlüssige, formschlüssige oder stoffschlüssige Verbindung handelt! (6 P)



**I.15 Bei der Pressung nach Hertz werden zwei Berührungstypen unterschieden. Nennen Sie diese und geben Sie jeweils ein Beispiel an! (4 P)**

**I.16 Nennen Sie die möglichen Lagerungsarten einer Stützlagerung! (4 P)**

**I.17 Nennen und skizzieren Sie zwei konstruktive Möglichkeiten, um die elastische Riemendehnung in kraftschlüssigen Getrieben so zu kompensieren, dass eine ausreichende Riemenvorspannung verbleibt! (4 P)**

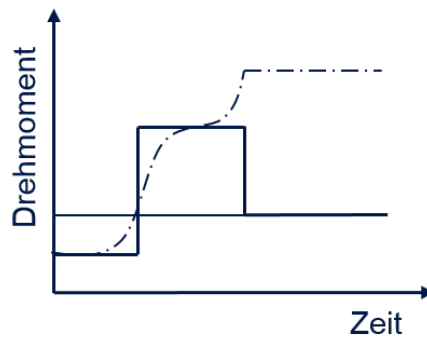
**I.18 Welches kraftschlüssige Zugmittelgetriebe kann höhere Leistungen bei höheren Übersetzungen übertragen, Keil- oder Flachriemengetriebe? Begründen Sie Ihre Wahl! (2 P)**

**I.19 Geben Sie für jedes der aufgeführten Getriebearten an, ob ein Achsversatz und/oder Achswinkelversatz auftritt! (6 P)**

- Schneckengetriebe
- Stirnradschraubgetriebe
- Kegelradgetriebe

**I.20 Dargestellt ist ein idealisierter Anlaufvorgang einer schaltbaren Kupplung. Zeichnen Sie folgende Größen korrekt in das abgebildete Diagramm ein! (4 P)**

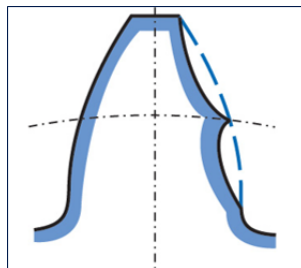
- Maximal übertragbares Drehmoment  $T_{Kue}$
- Beschleunigungsmoment  $T_a$
- Lastmoment  $T_L$
- Rutschzeit  $t_R$



**I.21 Nennen Sie jeweils eine spezielle Funktion und einen technischen Nachteil einer Rutschkupplung! (2 P)**

**I.22 Erklären Sie die Funktionsweise von Spaltdichtungen mit rückfördernden Rillen und erläutern Sie, weshalb diese Art der Dichtung nur für Wellen mit einer Drehrichtung geeignet ist! (2 P)**

**I.23 Die folgende Abbildung zeigt den Materialabtrag an einem Zahn mit evolventischer Geometrie. Erklären Sie, wie das Verschleißbild entsteht! (2 P)**

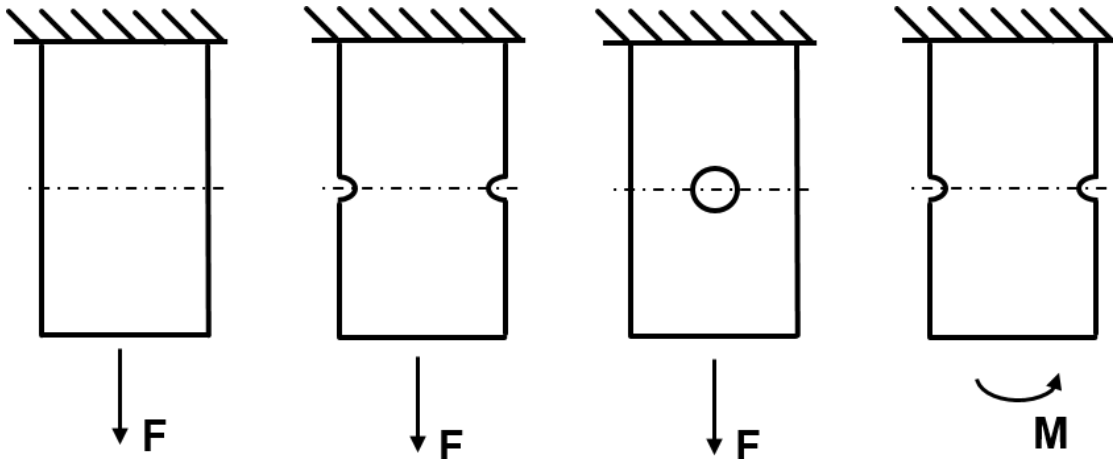




# TEIL II: KONSTRUKTION

## II.1 Spannungsverlauf (7 P)

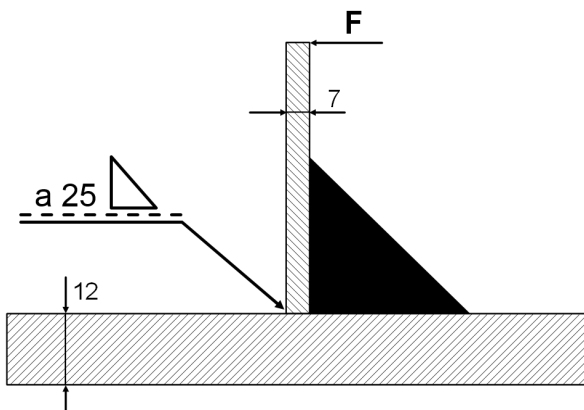
Die nachstehende Zeichnung zeigt unterschiedliche Stäbe, die jeweils mit einer Zugkraft bzw. mit einem Biegemoment beansprucht werden. Skizzieren Sie auf der gestrichelten Linie den qualitativen Spannungsverlauf in den jeweiligen Stabquerschnitten!



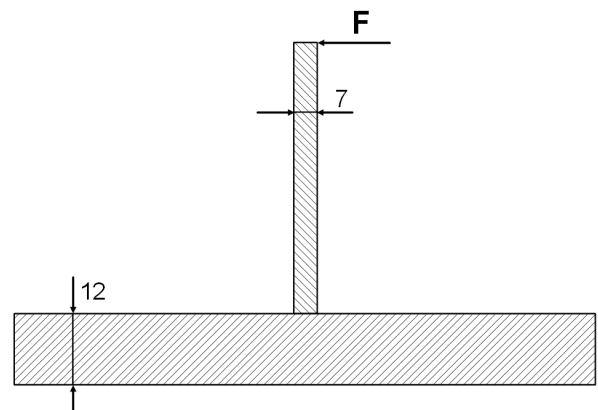
## II.2 Schweißkonstruktion (6 P)

Sie sehen im Folgenden eine schematische Darstellung einer Schweißnaht, die zwei unterschiedlich dicke Stahlbleche im T-Stoß verbinden soll. Die Schweißverbindung soll eine hohe dynamische Kraft  $F$  übertragen können und einen geringen Verzug aufweisen. Nennen Sie drei Punkte, die gegen die abgebildete Konstruktion sprechen! Skizzieren Sie in die Vorlage einen sinnvollen Verbesserungsvorschlag und bemaßen Sie die zu setzenden Schweißnähte!

Ungünstige Gestaltung:

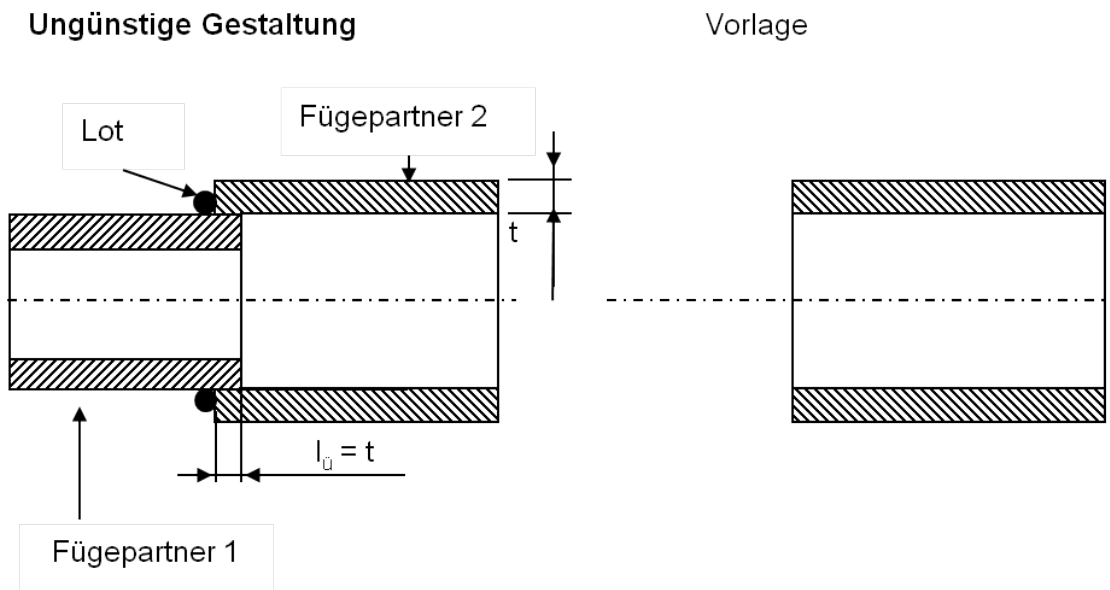


Vorlage:



### II.3 Gestaltung von Lötverbindungen (6 P)

Sie sehen im Folgenden eine schematische Darstellung einer Lötverbindung, die zwei Rohre verbinden soll. Die Rohre besitzen die gleiche Wandstärke  $t$ , jedoch unterschiedliche Durchmesser. Der Außendurchmesser des kleineren Rohres entspricht exakt dem Innendurchmesser des größeren Rohres. Die Lötverbindung soll in axialer Richtung eine hohe statische Kraft  $F$  übertragen können. Nennen Sie zwei Punkte, die gegen eine solche Konstruktion sprechen, und skizzieren Sie in die Vorlage einen sinnvollen Verbesserungsvorschlag!

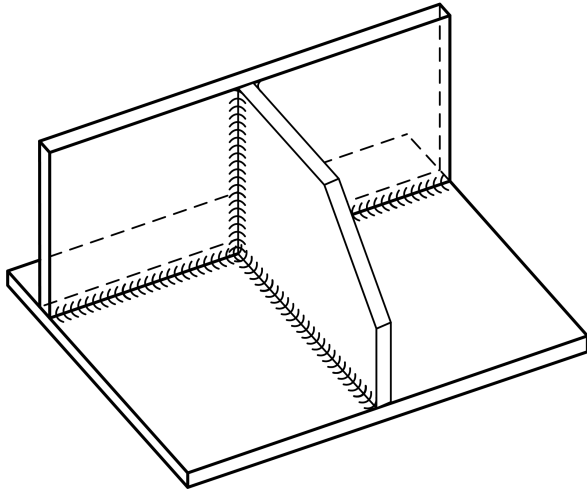


Begründung:

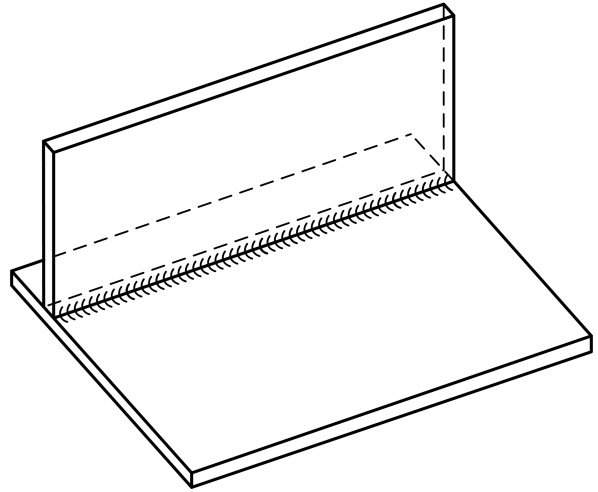
### II.4 Aussteifungsblech (6 P)

Sie sehen im Folgenden eine schematische Darstellung eines eingeschweißten Aussteifungsbleches (ungünstige Gestaltung). Nennen Sie zwei Punkte, die gegen eine solche Konstruktion sprechen und skizzieren Sie in die Vorlage eine sinnvolle Möglichkeit der Aussteifung, um diese Problematiken zu umgehen!

**Ungünstige Gestaltung:**



**Vorlage:**



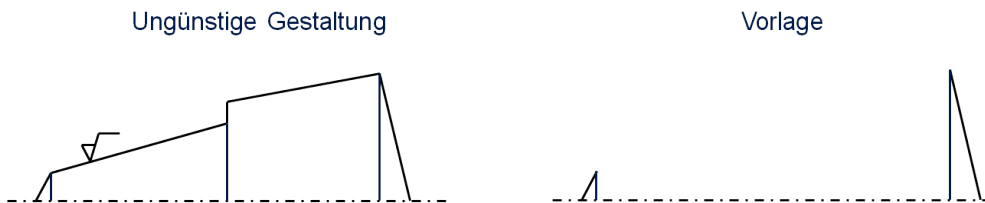
## II.5 Flanschverbindung (9 P)

Skizzieren Sie eine Flanschverbindung und zeichnen Sie den Kraftfluss der Vorspannkraft sowie der Betriebskraft in Ihre Zeichnung ein! Handelt es sich um eine Verbindung im Reibschluss oder eine Verbindung im Formschluss? Hinweis: Eine Skizze im Halbschnitt ist zulässig.



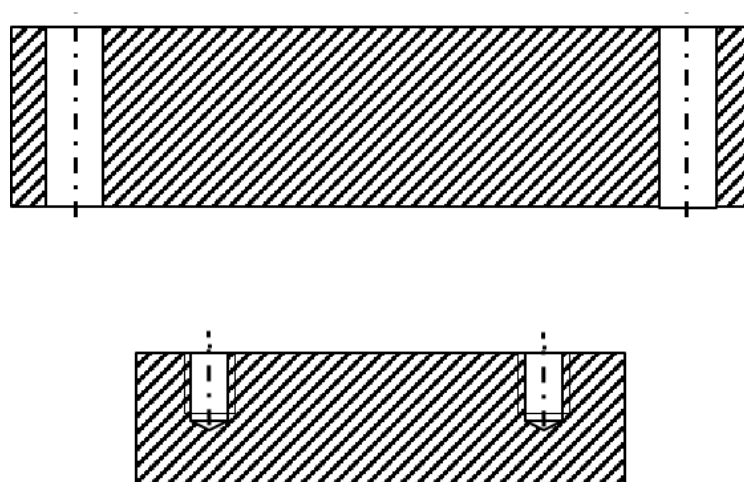
## II.6 Gestaltung eines Drehteils (4 P)

In der folgenden Abbildung ist ein rotationssymmetrisches Bauteil, welches mittels Drehen gefertigt werden soll, gezeigt. Markieren Sie zwei unterschiedliche gestalterische Fehler! Fertigen Sie in der Vorlage eine neue Skizze des korrigierten Bauteils ohne Konstruktionsfehler an!



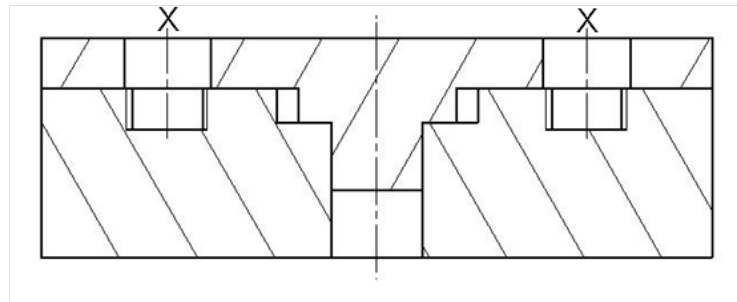
## II.7 Gestaltung einer Adapterplatte (8 P)

In der folgenden Abbildung ist ein Flansch eines Roboters (unten) dargestellt, auf den ein Messgerät (oben) geschraubt werden soll. Verbinden Sie mit Hilfe von Zylinderkopfschrauben die beiden Bauteile ohne diese zu verändern, indem Sie eine entsprechende Adapterplatte skizzieren! Hinweis: Schrauben können vereinfacht dargestellt werden.



## II.8 Gestaltung einer Deckelkonstruktion (4 P)

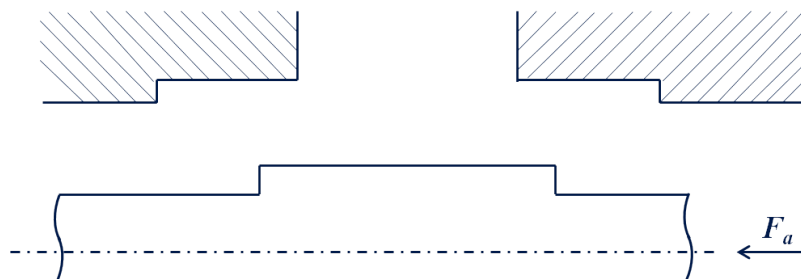
Im folgenden Bild ist ein fehlerhaft gestaltetes Bauteil mit einer Bohrung gezeigt, das mittels eines Deckels verschlossen werden soll. Schrauben sind vereinfacht dargestellt. Finden und benennen Sie zwei unterschiedliche gestalterische Fehler! Markieren Sie diese eindeutig in der Abbildung!



## II.9 Schwimmende Lagerung (6 P)

Die folgende Abbildung zeigt einen Wellenabschnitt. Die Welle soll an den dargestellten Lagerstellen im Gehäuse mit Rillenkugellagern schwimmend abgestützt werden.

1. Vervollständigen Sie die Skizze in Halbschnittdarstellung!
2. Markieren Sie, welches der beiden Lager die Fest- bzw. Loslagerfunktion übernimmt!
3. Nennen Sie jeweils einen technischen Vorteil und ein Einsatzbeispiel der schwimmenden Lagerung!



**II.10 Erstellen Sie eine Prinzipskizze eines stufenlos verstellbaren Flachriemenge-  
triebes! Beschriften Sie alle Komponenten! (8 P)**

**II.11 Schaltgetriebe (11 P)**

Folgendes Schaubild zeigt ein schaltbares Getriebe mit zwei Vorwärtsgängen und einem Rückwärtsgang. Der Antrieb erfolgt über die Welle 1, der Abtrieb mittels Welle 3. Vervollständigen Sie das Getriebeschaubild! Der Rückwärtsgang soll in Ihrer Darstellung eingelegt sein. Nennen Sie außerdem die Fachbegriffe der Komponenten (2) und (4)!

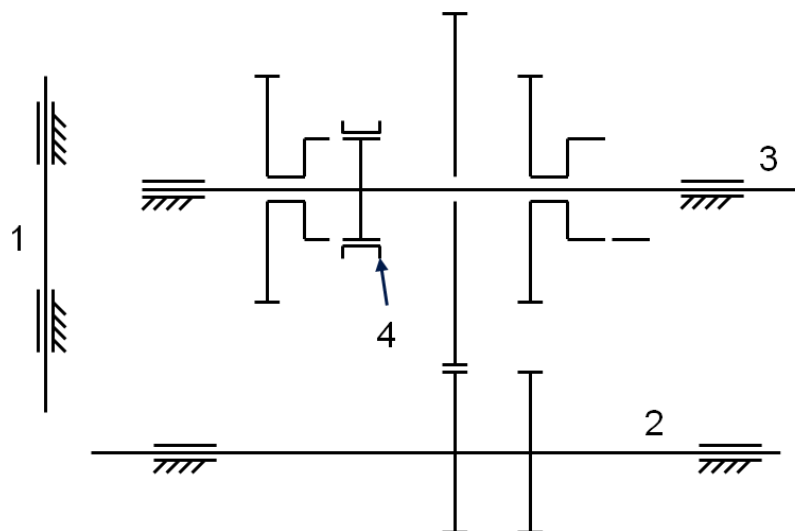


Abbildung 1: Getriebeschaubild

### III.2 Zylindrischer Pressverband

#### Aufgabenbeschreibung

Nachfolgend dargestellt ist ein zylindrischer Pressverband zwischen einer Welle und einer Nabe. Der Werkstoff für beide Elemente ist St235. Die im Betrieb außen an der Nabe angreifende Umfangskraft beträgt  $F_U = 20 \text{ kN}$ . Berechnen Sie die nachfolgenden Teilaufgaben!

Hinweise:

- Die nachfolgende Abbildung zeigt den Aufbau im Halbschnitt.
- Es wird ein rein elastischer Pressverband angenommen.

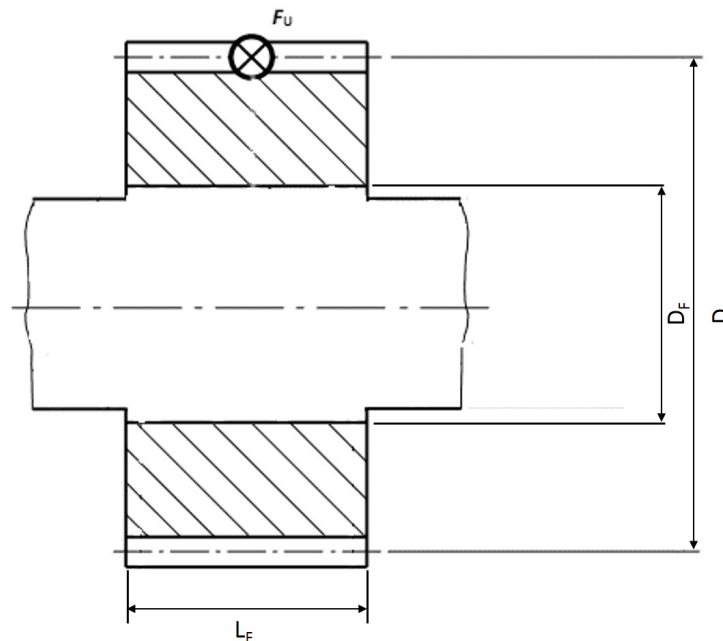


Abbildung 3: Zylindrischer Pressverband zwischen einer Welle und einer Nabe.

**Gegeben:**

|   |                   |   |   |
|---|-------------------|---|---|
| Nabenbreite:  | $L_F$             | = | 60 mm   |
| Teilkreisdurchmesser (entspricht Nabenaußendurchmesser) | $D$               | = | 90 mm   |
| Fugendurchmesser:                                       | $D_F$             | = | 60 mm   |
| E-Modul von St235:                                      | $E$               | = | $215 \frac{\text{kN}}{\text{mm}^2}$                 |
| Haftbeiwert:  | $\nu = \nu_{r,u}$ | = | 0,18  |
| Querdehnzahl:   | $\nu_A = \nu_I$   | = | 0,3   |
| Dichte von St235:                                       | $\rho$            | = | $7,856 \cdot 10^{-6} \frac{\text{kg}}{\text{mm}^3}$ |
| Thermischer Längenausdehnungskoeffizient von St235:     | $\alpha$          | = | $12 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$                    |
| Angreifende Umfangskraft:                               | $F_U$             | = | 20 kN   |
| Sicherheit gegen Rutschen:                              | $S_R$             | = | 1,5   |
| Streckgrenze von St235:                                 | $R_e$             | = | $225 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$                  |
| Zugfestigkeit von St235:                                | $R_m$             | = | $360 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$                  |
| Raumtemperatur:   | $T_R$             | = | 20 °C   |

**III.2.1 Berechnen Sie die notwendige Flächenpressung der Verbindung unter Berücksichtigung der Sicherheit gegen Rutschen! (4 P)**



**III.2.2 Berechnen Sie, welches Übermaß mindestens gewählt werden muss, damit die Flächenpressung im Ruhezustand auftritt! (5 P)**

Hinweis: Eine Veränderung des Übermaßes durch Glätten kann vernachlässigt werden.  
Notfallwert für die Flächenpressung:  $p_F = 44 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

**III.2.3 Bestimmen Sie die Sicherheit gegen Fließen  $S_F$  im Ruhezustand! (8 P)**

Hinweis: Die größten Spannungen treten an der Bohrung der Nabe auf.

**III.2.4 Die Welle wird in Bewegung gesetzt und dreht sich mit einer Umfangsgeschwindigkeit von 1000 Umdrehungen pro Minute. Die Aufweitung der Welle durch die Rotation soll durch eine Temperaturveränderung der Welle kompensiert werden. Bestimmen Sie die notwendige Temperatur der Welle! (8 P)**