

# FACHPRÜFUNG

## MASCHINENELEMENTE I

10.03.2006 - 9:30 bis 11:00 Uhr (1,5 Stunden)

Bearbeiter:
Matr.-Nr. :

**Umfang:**

Maschinenelemente I (78 Punkte)

**$\Sigma = 78$  Punkte**

Die Klausur ist bestanden, wenn mindestens 31 Punkte erreicht wurden.

**Hinweise zur Bearbeitung:**

- Alle Blätter sind mit dem Namen und der Matrikel-Nr. zu beschriften. **Bei fehlender Beschriftung werden die Aufgaben ggf. nicht bewertet.**
- Alle Aufgaben sind auf den Aufgabenblättern zu bearbeiten. Zusätzliche Blätter sind beim Aufsichtspersonal erhältlich.
- **Zugelassene Hilfsmittel: Keine** (außer Taschenrechner, Schreib- und Zeichenwerkzeug)
- **Bitte schreiben Sie das Ergebnis der Berechnungen in das vorgesehene Lösungskästchen, zusätzlich muss der Lösungsweg nachvollziehbar sein; das Ergebnis alleine ist nicht ausreichend.**

**Bewertung:** (Nicht vom Bearbeiter auszufüllen)

E GG	E VE	E AW	E WN	$\Sigma$
$P_{\max}$ 39	$P_{\max}$ 8	$P_{\max}$ 15	$P_{\max}$ 16	$P_{\max}$ <b>78</b>





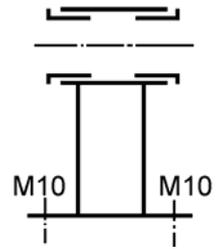
Name:

Matr.-Nr.:

**Aufgabe E1-GG (Grundlagen)**

Teilaufg.	E1-GG.a	E1-GG.b	E1-GG.c	$\Sigma$
Max. Pktzahl	5	8	26	<b>39</b>
Erreichte Punktzahl				

Im oberen Bereich einer Konsole gemäß nebenstehender Skizze soll eine Welle in zwei Gleitlagerbuchsen (Außendurchmesser ca. 30 mm) gelagert werden (in der Skizze angedeutet, unten nicht dargestellt). Die Konsole soll auf einer ebenen Platte mit insgesamt vier Schrauben M10 verschraubt werden. Die Mittelachse der Welle liegt ca. 125 mm über der Grundplatte.

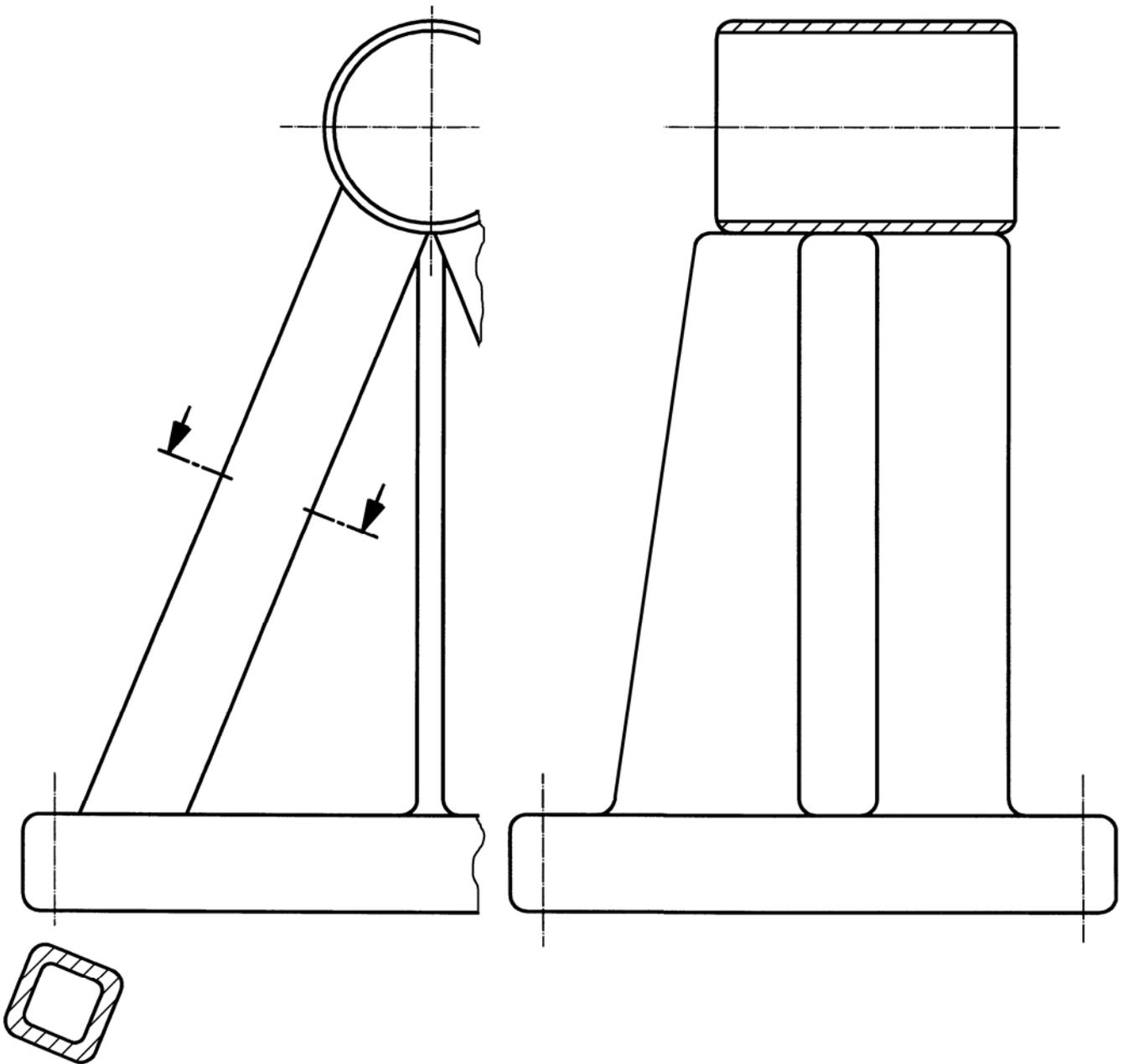


- a) Ein unerfahrener Konstrukteur hat die Konsole als Gussteil konstruiert, s. Zeichnung unten (Maßstab ca. 1:1). Markieren Sie mindestens 10 Fehler und erläutern Sie diese stichwortartig.



Name:

Matr.-Nr.:



Name:

Matr.-Nr.:

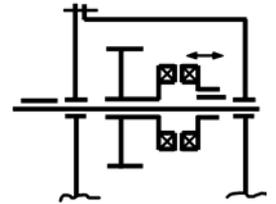
b) Konstruieren Sie die Konsole als Schweißteil, Maßstab 1:1

The drawing area consists of a large grid. On the left side, there are three views: a front view of a rectangular plate with a vertical centerline, a top view of a circular hole with a centerline, and a detail of a hole with M10 threads. The word "oben" is written vertically next to the detail. On the right side, there is a vertical hatched line representing a wall with three horizontal attachment points.

Name:

Matr.-Nr.:

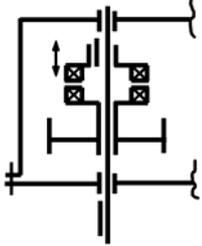
- c) Es ist eine Anordnung gemäß nebenstehender Skizze zu konstruieren: In einem Gehäuse ist eine Welle gelagert, die über ein Wellenende (links) angetrieben wird. Auf der Welle ist ein Zahnrad drehbar gelagert. Rechts befindet sich eine Kupplung, die bei Bedarf die Welle mit dem Zahnrad drehmomentenschlüssig verbindet. Es wirken hohe Kräfte. Konstruieren Sie die Anordnung auf der nächsten Seite und beachten Sie dabei folgendes:



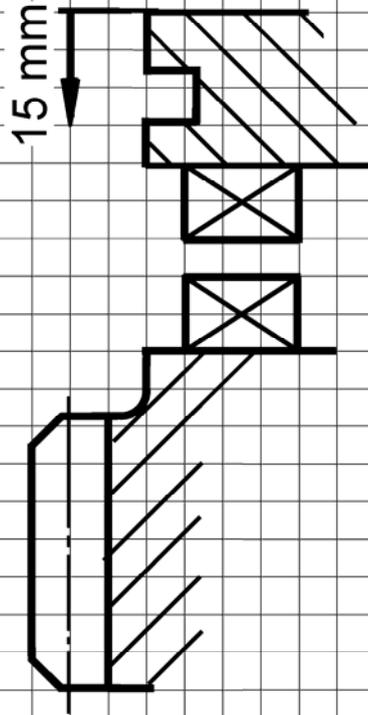
- Alle Lager sind ölgeschmiert, daher muss links eine entsprechende Dichtung vorgesehen werden; außerdem muss links ein Wellenende mit Passfeder vorhanden sein.
- Das Gehäuse ist als Gusskonstruktion zu gestalten. Links ist ein großer Deckel vorzusehen; eine Schraubenverbindung ist zu zeichnen.
- Die Welle ist im Gehäuse in Wälzlager in **Fest-Los-Anordnung** zu lagern.
- Das Zahnrad ist auf der Welle in Schrägkugellagern in **Trag-Stütz-Anordnung** (O-Anordnung) zu lagern.
- Die Kupplung ist auf der Welle mit einer Passfederverbindung gegen Verdrehung zu sichern, sie muss aber axial um 15 mm verschieblich sein. Der Schaltmechanismus für die Kupplung ist **nicht** darzustellen.
- Alle Abmessungen sind zu schätzen, die Darstellung der oberen Hälfte im Schnitt ist ausreichend.

Name:

Matr.-Nr.:



**oben**

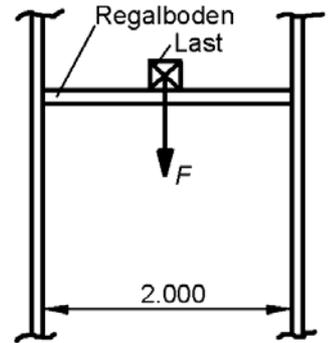


Name: \_\_\_\_\_ Matr.-Nr.: \_\_\_\_\_

**Aufgabe E1 VE** (Versagenskriterien und Abhilfen)

Teilaufg.	E1-VE.a	E1-VE.b	E1-VE.c	E1-VE.d	Σ
Max. Pktzahl	2	2	1	3	8
Erreichte Punktzahl					

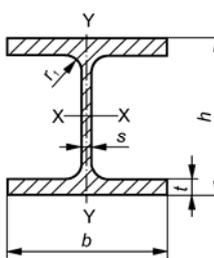
Ein Hochregallager ist gemäß der Skizze aufgebaut. Er soll pro Regalboden eine Masse  $m = 6000$  kg (mittig) eingelagert werden. Der Regalbodenträger besteht aus **zwei** parallelen Trägern und soll aus S235JRG2 (St 37-2) mit einer maximal ertragbaren Biegespannung von  $260$  N/mm<sup>2</sup> gefertigt werden. Sie sollen die Träger auslegen.



- Wo wirkt die größte Belastung? Markieren Sie die entsprechende Stelle in der Skizze und berechnen Sie die Größe des Biegemoments **pro Träger**.
- Wie groß muss das Biegewidstandsmoment **eines Trägers bei dreifacher Sicherheit** mindestens sein? Wählen Sie ein geeignetes IPB-Profil aus der Tabelle unten aus.
- Ist die Verwendung eines IPB-Profils sinnvoll, oder ist ein anderes Profil besser geeignet? (mit Begründung)
- Der Konstrukteur hat sich entschieden, ein T-Profil gemäß Skizze zu verwenden. Um Gewicht zu sparen verwendet er als Werkstoff Aluminium mit einer maximal ertragbaren Biegespannung von ebenfalls  $260$  N/mm<sup>2</sup>. Ist das Profil sinnvoll (mit Begründung)? Welche Konsequenzen ergeben sich im Vergleich zu einem gleichgroßen T-Profil aus Stahl bezüglich der maximal zulässigen einzulagernden Masse pro Regalboden und bezüglich der zu erwartenden Durchbiegungen des Regalbodens?



Warmgewalzte I-Träger – IPB-Reihe DIN 1025-2 (11.1995)



Kurzzeichen	Maße (in mm)					Querschnitt cm <sup>2</sup>	W <sub>b</sub> cm <sup>3</sup>
	h	b	s	t	r <sub>1</sub>		
IPB 100	100	100	6	10	12	26,0	89,9
IPB 120	120	120	6,5	11	12	34,0	144
IPB 140	140	140	7	12	12	43,0	216
IPB 160	160	160	8	13	15	54,3	311
IPB 180	180	180	8,5	14	15	65,3	426
IPB 200	200	200	9	15	18	78,1	570
IPB 220	220	220	9,5	16	18	91,0	736
IPB 240	240	240	10	17	21	106	938
IPB 260	260	260	10	17,5	24	118	1150
IPB 280	280	280	10,5	18	24	131	1380
IPB 300	300	300	11	19	27	149	1680
IPB 320	320	300	11,5	20,5	27	161	1930
IPB 340	340	300	12	21,5	27	171	2160

**Lösungen**

- Biegemoment pro Träger
- Biegewidstandsmoment, mindestens

 Maschinenelemente Universität Dortmund Fakultät Maschinenbau Prof. Dr.-Ing. B. Künne	<b>Konstruktionselemente / Maschinenelemente</b> Fachprüfung	Kl. E1
		E1-VE 2 kün 06.03 Bl. 2 v. 2 Name: Künne / Mitarbeiter

Name:	Matr.-Nr.:
-------	------------

(Beiblatt zu E VE)

---



Name:

Matr.-Nr.:

**Aufgabe E AW (Achsen und Wellen)**

Teilaufgabe	E1-AW a	E1-AW b	E1-AW c	E1-AW d	$\Sigma$
Max. Pktzahl	6	3	3	3	15
Erreichte Pktzahl					

Formel s. Blatt 3

- a) Eine Welle aus St 37 eines Zahnradgetriebes weist ein Gewinde M50x1,5 zur Fixierung eines Zahnrades auf. Im Bereich des Gewindes wirken ein Biegemoment von 150 Nm und ein Torsionsmoment von 400 Nm; Zug-/Druckkräfte und Scherkräfte sind zu vernachlässigen. Der Gewindekerndurchmesser beträgt 48 mm. Die Oberfläche im Gewindebereich entspricht einer geschichteten Fläche. Wie hoch ist die Sicherheit  $S$ ? Kennzeichnen Sie die ermittelten Werte in den folgenden Diagrammen.

$$S_{\text{ST37}} =$$

- b) Auf welchen Wert verändert sich die Sicherheit, wenn als Werkstoff St 70 verwendet wird? Gehen Sie vom gleichen Wert für  $\alpha_0$  aus und kennzeichnen Sie die ermittelten Werte in den folgenden Diagrammen.

$$S_{\text{ST70}} =$$

- c) Im Rahmen einer Leistungssteigerung der Maschine soll die Welle aus St 37 das 1,75-fache Biegemoment und das 1,75-fache Drehmoment übertragen, und hierzu soll der Durchmesser vergrößert werden. Wie groß muss der Kerndurchmesser sein? Wie groß muss das Gewinde (mit größerem Durchmesser, aber derselben Steigung) hierfür gewählt werden (mit Begründung)?

$$\text{Kerndurchm.} = \quad \text{mm}$$

$$\text{Gew. } M \quad \times 1,5$$

- d) Im Rahmen einer Leistungssteigerung der Maschine soll die Welle aus St 37 das 1,75-fache Biegemoment und das 1,75-fache Drehmoment übertragen (wie bei Teil c). Der Konstrukteur hat sich entschieden, um die Kerbwirkung zu verringern das Gewinde durch einen Wellenabsatz mit  $D = 58$  mm zu ersetzen und den Durchmesser  $d = 48$  mm (entsprechend dem vorherigen Kerndurchmesser) beizubehalten. Wie groß muss der Radius mindestens sein, mit dem der Absatz ausgerundet ist?

$$\text{Radius} = \quad \text{mm}$$

 Maschinenelemente Universität Dortmund Fakultät Maschinenbau Prof. Dr.-Ing. B. Künne	<b>Konstruktionselemente / Maschinenelemente</b>  Fachprüfung	Kl. E1
		E1-AW 2 kün 06.03 Bl. 2 v. 4 Name: Künne / Mitarbeiter

Name:	Matr.-Nr.:
-------	------------

(Beiblatt zu E AW)

---

 Maschinenelemente Universität Dortmund Fakultät Maschinenbau Prof. Dr.-Ing. B. Künne	<b>Konstruktionselemente / Maschinenelemente</b>  Fachprüfung	Kl. E1
		E1-AW 2 kün 06.03 Bl. 3 v. 4 Name: Künne / Mitarbeiter

Name:	Matr.-Nr.:
-------	------------

(Beiblatt zu E AW)

---

Name: \_\_\_\_\_ Matr.-Nr.: \_\_\_\_\_

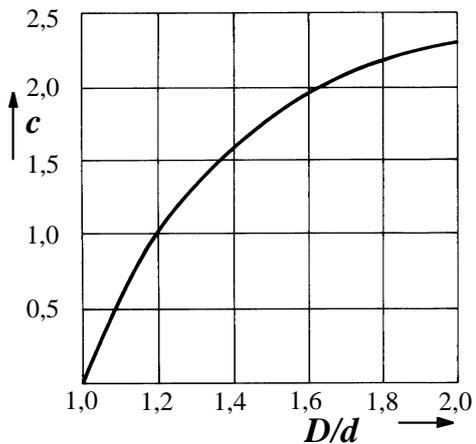
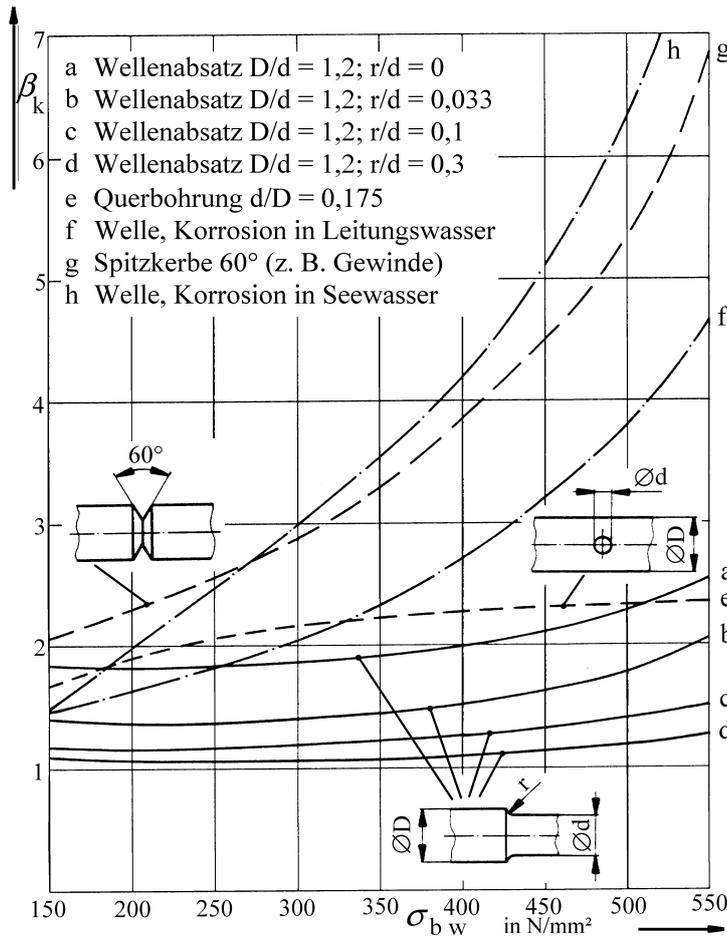
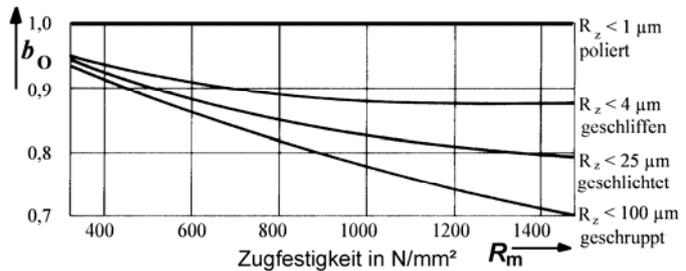
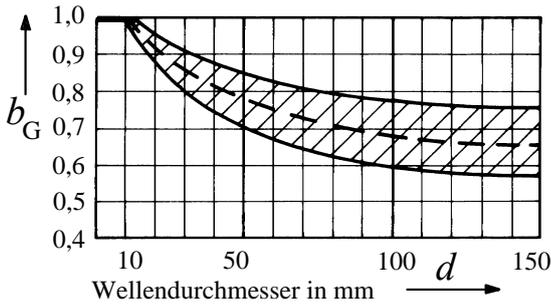
Formelsammlung/Auszug aus dem Skript:

$$W_b = \frac{\pi}{32} \cdot d^3 \qquad W_t = \frac{\pi}{16} \cdot d^3$$

$$\sigma_v = \sqrt{(\sigma_z + \sigma_b)^2 + 3 \cdot (\alpha_0 \cdot (\tau_t + \tau_s))^2}$$

$$\alpha_0 = \frac{\sigma_{bw}}{1,73 \cdot \tau_{tsch}}$$

$$\sigma_{zul} = \frac{b_G \cdot b_O \cdot \sigma_{bgrenz}}{\beta_k \cdot S}$$



Werkstoff	$R_m$	$\sigma_{zsch}$	$\sigma_{zw}$	$\sigma_{bsch}$	$\sigma_{bw}$	$\tau_{tsch}$	$\tau_{tw}$
<b>Allgemeine Baustähle:</b>							
St 37	340	240	175	340	<b>200</b>	170	140
St 42	410	260	190	360	<b>220</b>	180	150
St 50	490	300	230	420	<b>260</b>	210	180
St 60	570	340	270	470	<b>300</b>	230	210
St 70	670	370	320	520	<b>340</b>	260	240

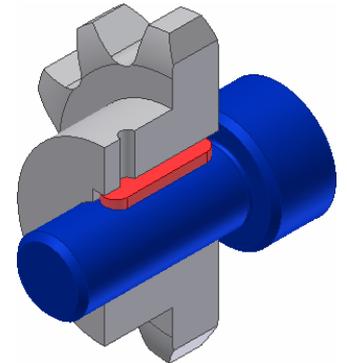
Name:

Matr.-Nr.:

**Aufgabe E-WN**  
(Welle-Nabe-Verbindungen)

Teilaufgabe	E-WN a	E-WN b	E-WN c	E-WN d	E-WN e	E-WN f	$\Sigma$
Max. Pktzahl	2	4	2	1	5	2	<b>16</b>
Erreichte Pktzahl							

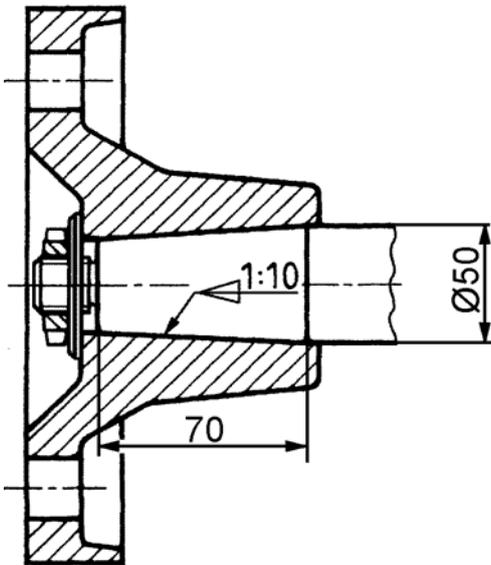
In einer Maschine wird die nebenstehende Passfederverbindung eingesetzt. Im Rahmen einer konstruktiven Überarbeitung soll die Verbindung für ein wesentlich höheres Drehmoment ausgelegt werden.



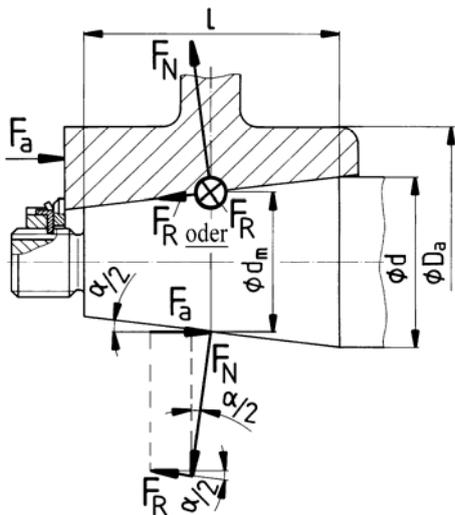
- a) Die Baugröße darf nicht verändert werden. Welche Maßnahme kann getroffen werden, um bei der Passfederverbindung das übertragbare Drehmoment zu verdoppeln?
- b) Welche formschlüssige Verbindung kann gewählt werden, um ein noch höheres Drehmoment (z. B. ca. 3- bis 4fach) zu übertragen? Schlagen Sie eine entsprechende Welle-Nabe-Verbindung vor und geben Sie anhand eines Beispiels an, um welchen Faktor sich das übertragbare Drehmoment gegenüber der Passfederverbindung gemäß Zeichnung erhöht.
- c) Auf die Welle einer Maschine ist eine Nabe aufgespresst, die zu Reparaturzwecken erneuert werden muss. Sie sollen die Situation beurteilen und dem Monteur erläutern, wie er vorgehen soll. Welche Kriterien schauen Sie sich an und welche Demontagemöglichkeiten empfehlen Sie dem Monteur?
- d) Wie sollte der Monteur vorgehen, um die Bauteile nach der Reparatur möglichst schonend wieder zu montieren?

Name:	Matr.-Nr.:
-------	------------

- e) Die dargestellte Kegelverbindung soll ein Drehmoment von 100 Nm übertragen. Wie groß muss bei einem Reibbeiwert von  $\mu = 0,1$  die Axialkraft mindestens sein, mit der die Mutter die Teile zusammendrücken muss?
- f) Die dargestellte Verbindung soll zwischen der Antriebswelle und dem Rad (am Flansch befestigt) eines Fahrzeuges eingesetzt werden. Welche Probleme sind zu erwarten?

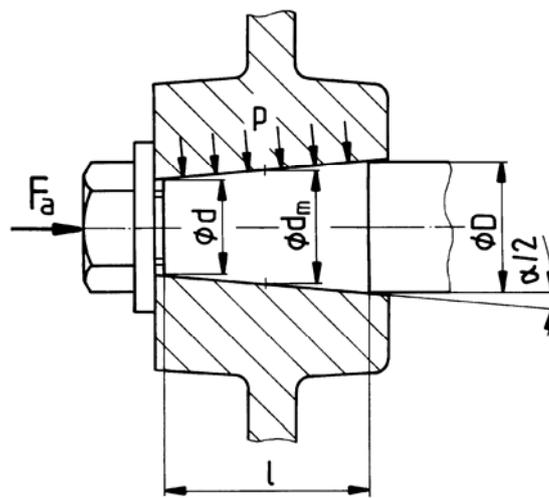


Formelsammlung/Auszug aus dem Skript:



$$F_a = F_N \cdot \sin \frac{\alpha}{2} + F_R \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$$

$$F_{a \min} = \frac{2 \cdot T}{d_m} \cdot \frac{\sin \frac{\alpha}{2} + \mu \cdot \cos \frac{\alpha}{2}}{\mu}$$



$$C = \frac{D-d}{l} \quad \tan \frac{\alpha}{2} = \frac{D-d}{2 \cdot l}$$

mit  $F_N = \frac{2 \cdot T}{\mu \cdot d_m}$  und  $F_{R \min} = \frac{2 \cdot T}{d_m}$

$D$  = Großer Kegeldurchmesser       $\alpha$  = Kegelwinkel  
 $d$  = Kleiner Kegeldurchmesser       $d_m$  = Mittlerer Kegeldurchmesser  
 $l$  = tragende Kegellänge       $F_a$  = Axiale Aufpresskraft