

## FACHPRÜFUNG

### KONSTRUKTIONSELEMENTE B

28.08.2000

9:00 bis 11:30 Uhr (2,5 Stunden)

Bearbeiter:

Matr.-Nr. :

Umfang:

Maschinenelemente II, III, IV

(120 Punkte)

$\Sigma = 120$  Punkte

Die Klausur ist bestanden, wenn mindestens 48 Punkte erreicht wurden.

#### Hinweise zur Bearbeitung:

- Alle Blätter sind mit dem Namen und der Matrikel-Nr. zu beschriften.
- Alle Aufgaben sind auf den Aufgabenblättern zu bearbeiten. Zusätzliche Blätter sind beim Aufsichtspersonal erhältlich.
- **Zugelassene Hilfsmittel: Keine**  
 (außer Taschenrechner, Schreib- und Zeichenwerkzeug)

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

E-AW E-AW_5	E-WN E-WN_4	E-WL E-WL_4	E-GL E-GL_4	E-FE E-FE_4	E-SW E-SW_3	E-ZR E-ZR_5	E-RK E-RK_3	E-KB E-KB_3	E-FÜ E-FÜ_5	E-GG E-GG_5	$\Sigma$
$P_{\max}$ 7	$P_{\max}$ 8	$P_{\max}$ 11	$P_{\max}$ 6	$P_{\max}$ 6	$P_{\max}$ 7	$P_{\max}$ 9	$P_{\max}$ 8	$P_{\max}$ 6	$P_{\max}$ 4	$P_{\max}$ 48	$P_{\max}$ 120





Name:

Matr.-Nr.:

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

Teilaufgabe	E-AW.1	E-AW.2	$\Sigma$
Max. Pktzahl	4	3	7
Erreichte Pktzahl			

Für einen Drehstromasynchronmotor ist eine Vollwelle dimensioniert worden. Die Welle ist nur auf Torsion beansprucht.

E-AW.1 Um welchen Faktor muss der Wellendurchmesser geändert werden, wenn bei gleicher Leistung die Drehzahl halbiert wird? **Leiten Sie das Ergebnis ausführlich mit Zwischenschritten her.**

E-AW.2 Welche Leistung kann mit der halben Drehzahl übertragen werden, wenn der Wellendurchmesser verdoppelt wird? **Leiten Sie das Ergebnis ausführlich mit Zwischenschritten her.**



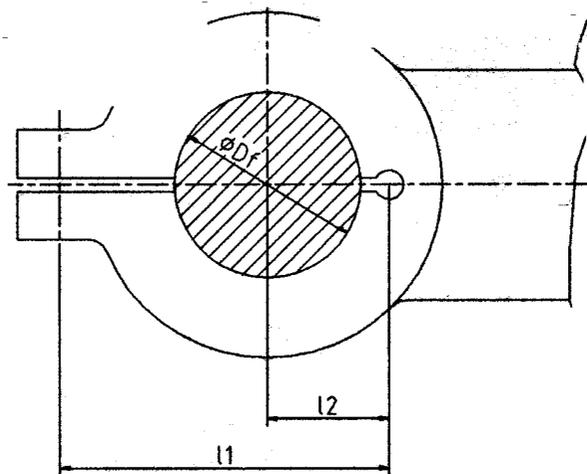
Name:

Matr.-Nr.:

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

Teilaufgabe	E-WN.1	E-WN.2	E-WN.3	$\Sigma$
Max. Pktzahl	4	2	2	8
Erreichte Pktzahl				

E-WN.1 Dargestellt ist eine geschlitzte Klemmverbindung.



Die Werkstoffpaarung ist Stahl auf Stahl, die Verbindung ist geölt, die weiteren Abmessungen lauten wie folgt:

Schraubenanzahl  $n = 2$

Wellendurchmesser  $D_f = 32 \text{ mm}$

$l_1 = 60 \text{ mm}$

$l_2 = 20 \text{ mm}$

Gleitreibbeiwert St/St  $\mu_{\text{geölt}} = 0,05 \dots 0,12$

Wie groß muss die Schraubenkraft  $F_S$  im ungünstigsten Fall mindestens sein, um bei einem zu übertragenden Drehmoment von  $T = 50 \text{ Nm}$  mit einer Sicherheit von  $S = 1,2$  ein Durchrutschen der Verbindung zu verhindern?

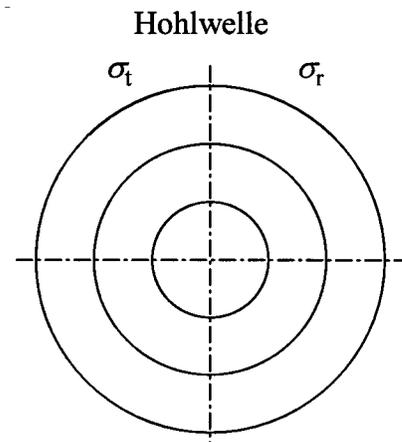
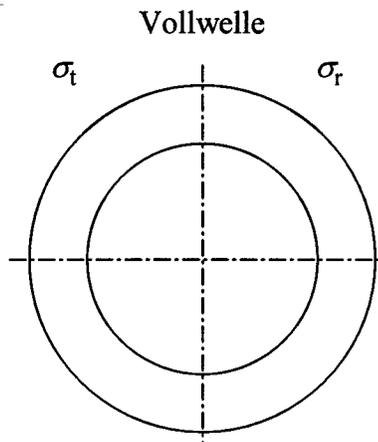


Name:

Matr.-Nr.:

E-WN.2 Nennen Sie mindestens 4 Vorteile von kraftschlüssigen im Gegensatz zu formschlüssigen Welle-Nabe-Verbindungen.

E-WN.2 Tragen Sie in der Zeichnung qualitativ jeweils links die Verteilung der Tangentialspannung ( $\sigma_t$ ) und rechts der Radialspannung ( $\sigma_r$ ) in Nabe und Welle bzw. Hohlwelle für eine Pressverbindung ein.



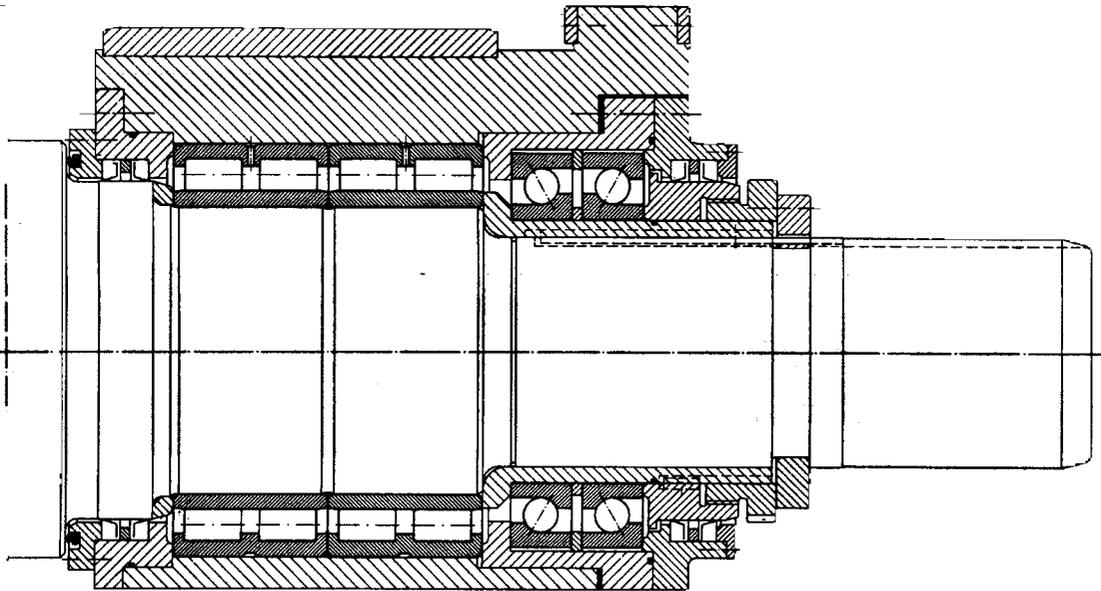
Name:

Matr.-Nr.:

**Aufgabe E-WL (Wälzlager)**

Teilaufgabe	E-WL.1	E-WL.2	E-WL.3	$\Sigma$
Max. Pktzahl	1	3	7	11
Erreichte Pktzahl				

Das Festlager einer Walze ist folgendermaßen ausgeführt:



E-WL.1 Wie viele Wälzlager sind hier zu erkennen, und wie lautet deren genaue Bezeichnung (z. B. „Kegelrollenlager“)

E-WL.2 Warum funktioniert diese Lagerung, obwohl hier mehrere Wälzlager für eine Lagerstelle eingesetzt werden? Welche Einbaubedingungen sind dabei zu beachten?



Name:

Matr.-Nr.:

E-WL.3 Ein Rillenkugellager mit der Typenbezeichnung 6208 ist mit einer Radialkraft von  $F_r = 5.600 \text{ N}$  und einer Axialkraft von  $F_a = 2.060 \text{ N}$  belastet.

gegeben: Drehzahl  $n = 1.000 \text{ min}^{-1}$

dyn. Tragzahl  $C = 29 \text{ kN}$

stat. Tragzahl  $C_0 = 18 \text{ kN}$

E-WL.3.1 Wie groß ist der Innendurchmesser  $d$  des Lagers?

E-WL.3.2 Berechnen Sie die Lebensdauer in Umdrehungen  $L_{10U}$  des Lagers.

Nehmen sie dazu  $\frac{d+D}{2} = 60 \text{ mm}$  an.

Kennzeichnen sie alle aus dem Diagramm oder der Tabelle (s. Blatt 3) entnommenen Werte.

E-WL.3.3 Berechnen Sie die Lebensdauer in Betriebsstunden  $L_{10h}$  des Lagers. Welche Aussage kann man anhand des Wertes  $L_{10h}$  über die Lebensdauer von Wälzlagern machen?

Name:

Matr.-Nr.:

**Auszug aus den Vorlesungsumdrucken:**

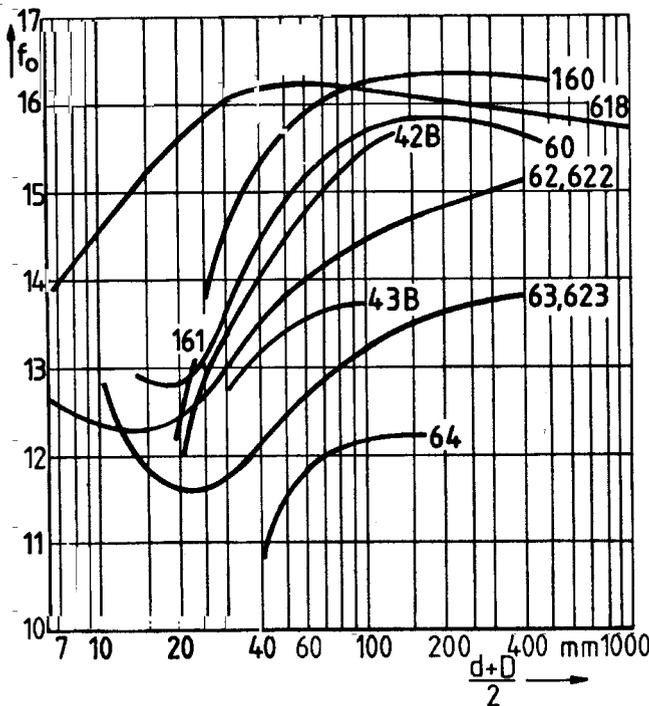
**Berechnung der äquivalenten Lagerbelastung  $P$ :**

$$P = X \cdot F_r + Y \cdot F_a$$

**Berechnung der Lagerlebensdauer in Umdrehungen:**

$$L_{10U} = L_U = \left(\frac{C}{P}\right)^P \cdot 10^6 \text{ Umdrehungen}$$

**Diagramm zur Ermittlung des Faktors  $f_0$**



**Grenze  $e$  und Faktoren  $X$  und  $Y$  für Rillenkugellager mit normaler Lagerluft**

Kennwert	Grenze	$\frac{F_a}{F_r} \leq e$		$\frac{F_a}{F_r} > e$	
		$X$	$Y$	$X$	$Y$
$\frac{f_0 \cdot F_a}{C_0}$	$e$				
0,3	0,22	1	0	0,56	2
0,5	0,24	1	0	0,56	1,8
0,9	0,28	1	0	0,56	1,58
1,6	0,32	1	0	0,56	1,4
3	0,36	1	0	0,56	1,2
6	0,43	1	0	0,56	1



Name:

Matr.-Nr.:

**Aufgabe E-GL (Gleitlager)**

Teilaufgabe	E-GL.1	E-GL.2	E-GL.3	E-GL.4	$\Sigma$
Max. Pktzahl	1,5	1	1	2,5	6
Erreichte Pktzahl					

E-GL.1 Welche Bedingungen müssen für die hydrodynamische Druckbildung erfüllt sein?

E-GL.2 Welche Bedeutung hat die Übergangsdrehzahl  $n_{\text{Ü}}$  bei einem hydrodynamischen Gleitlager?

E-GL.3 Warum darf ein hydrodynamisches Radialgleitlager nicht mit beliebig hoher Drehzahl betrieben werden (abgesehen von thermischen Problemen)?

E-GL.4 Nennen Sie fünf Maßnahmen (konstruktiver Art oder Änderung der Betriebsbedingungen), welche die maximal zulässige Drehzahl eines hydrodynamischen Radialgleitlagers erhöhen!

Tipp: Sommerfeldzahl  $So = \frac{p_m \cdot \psi^2}{\eta \cdot \omega} = \frac{F_r \cdot \psi^2}{b \cdot d \cdot \eta \cdot \omega}$

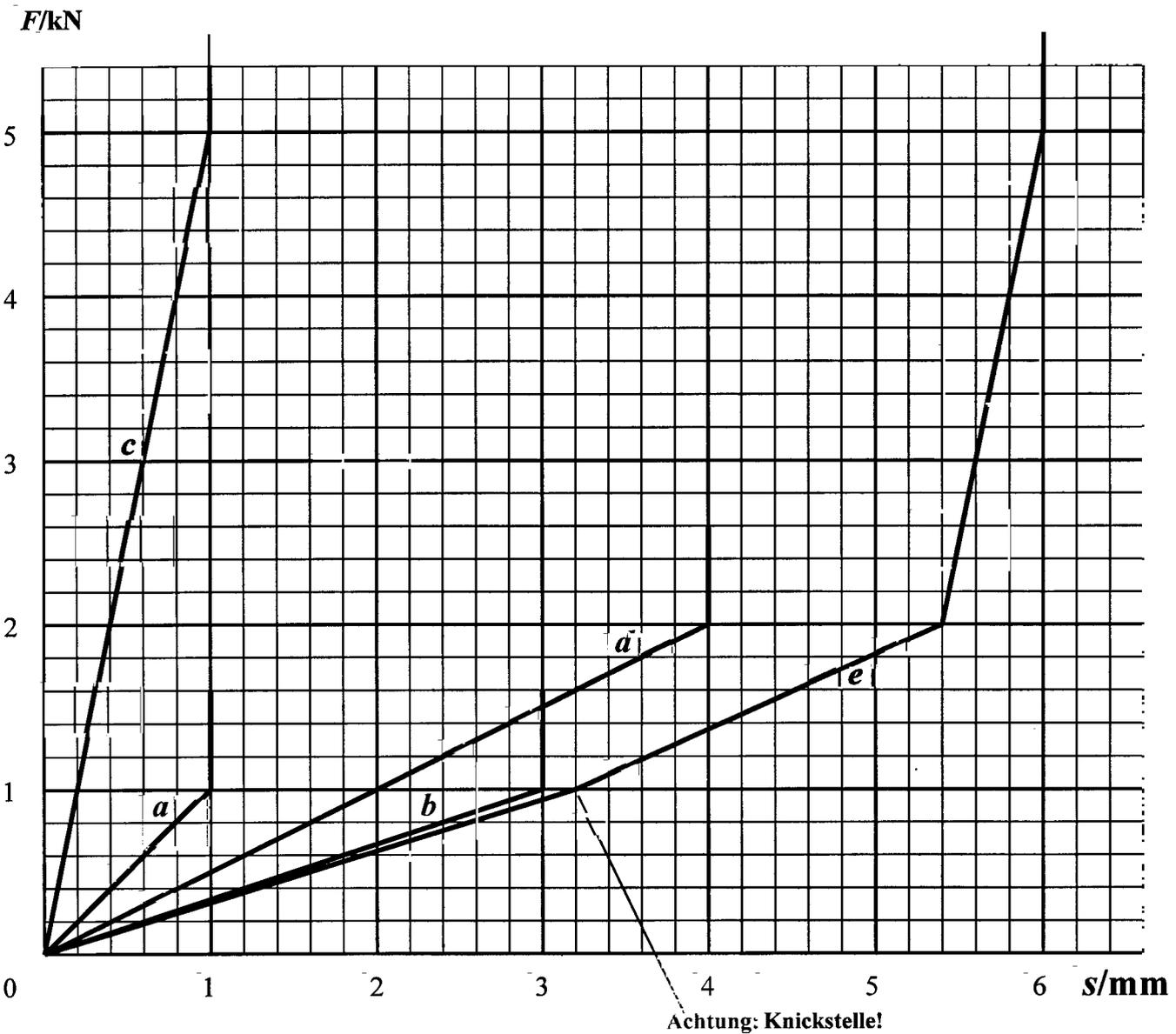
Name:

Matr.-Nr.:

**Aufgabe E-FE (Federn)**

Teilaufgabe	E-FE.1	E-FE.2	E-FE.3	$\Sigma$
Max. Pktzahl	3,5	2	0,5	6
Erreichte Pktzahl				

Gegeben sind folgende Kennlinien von Tellerfederpaketen:



Kennlinie *a* gehört zu einer einfachen Tellerfeder:



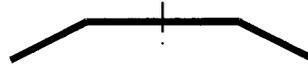
Diese Tellerfeder dient als Baustein für die Federpakete mit den Kennlinien *b* bis *e*.



Name:

Matr.-Nr.:

E-FE.1 Skizzieren Sie die Federpakete mit den Kennlinien  $b$ ,  $c$  und  $d$ . Stellen Sie dazu die einzelnen Tellerfedern freihändig und stilisiert dar:



$b$

$c$

$d$

E-FE.2 Das Federpaket mit der Kennlinie  $e$  ist als Reihenschaltung aus einigen der Pakete  $a$  bis  $d$  zusammengesetzt. Welche sind dies? Skizzieren Sie Federpaket  $e$ .

E-FE.3 Wie bezeichnet man die Charakteristik von Kennlinie  $e$ ?



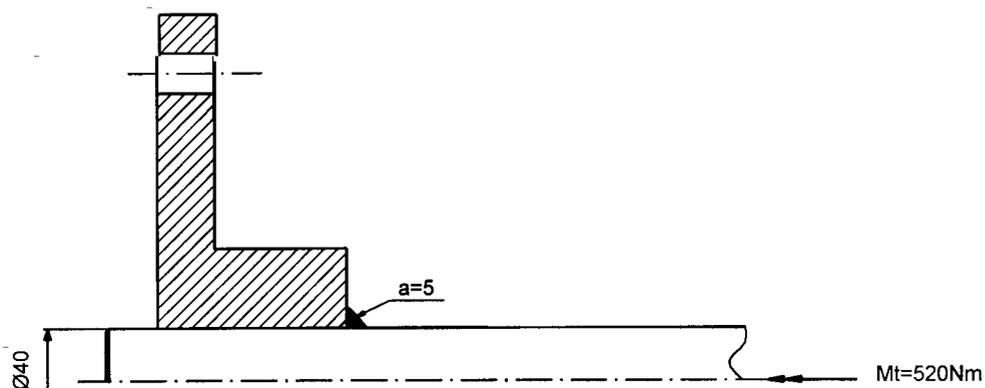
Name:

Matr.-Nr.:

**Aufgabe E-SW (Schweißverbindungen)**

Teilaufgabe	E-SW.1	E-SW.2	E-SW.3	$\Sigma$
Max. Pktzahl	5,5	1	0,5	7
Erreichte Pktzahl				

Über einen Flansch soll ein schwelendes Drehmoment von 520 Nm auf eine Welle übertragen werden. Der Flansch ist mit einer Rundnaht auf die Welle geschweißt. Die Schweißnaht hat die Bewertungsgruppe B, und die Bauteile sind aus St 52-3 gefertigt.



E-SW.1 Sind die Nahtquerschnitte bei einer Sicherheit von 2 ausreichend dimensioniert? (Berechnung)



Name:

Matr.-Nr.:

E-SW.2 Wie werden im Bauteil sogenannte Eigenspannungen verursacht, und welche Problematik können diese nach sich ziehen?

E-SW.3 Welche Profilform ist für Torsionsbelastung die Günstigste?

**Auszüge aus dem Vorlesungsskript:**

Torsion			$\tau_t = \frac{M_t}{W_p}$	$W_p = \frac{\pi}{16} \frac{(d+2a)^4 - d^4}{(d+2a)}$
---------	--	--	----------------------------	--

Kennwerte für  $\sigma_{Grenz}$  in N/mm<sup>2</sup>

$$\sigma_{zul N} = \frac{\alpha_0 \cdot \alpha_N \cdot \beta \cdot \sigma_{Grenz}}{S}$$

	St37	St52
$\sigma_{sch}$	230	320
$\sigma_w$	130	180
$\sigma_{b sch}$	300	400
$\sigma_{b w}$	160	210
$\tau_{t sch}$	140	230
$\tau_{t w}$	100	120

- $\alpha_0$  = Beiwert für Bewertungsgruppe der Schweißnaht
- $\alpha_0 = 1$  (Bew.-Gruppe A, früher)
- $\alpha_0 = 0,8$  Bew.-Gruppe B
- $\alpha_0 = 0,5$  Bew.-Gruppe C, D
- $\alpha_N, \alpha_A$  = Formzahlen gemäß **Bild unten**
- $\beta = 0,9$  Beiwert für Schrumpfspannung
- $S = 1,5 \dots 2$  Sicherheit, schwellend
- $S = 2$  Sicherheit, wechselnd

Nahtart	Dauerhaltbarkeit für St 37 in N/mm <sup>2</sup>				Formzahl		
	Naht (enthält bereits $\alpha_N$ bzw. $\alpha_A$ )		Anschluß		Zug-Druck Naht	An- schluß	Bie- gung
	$\alpha_N \cdot \sigma_{sch}$	$\alpha_N \cdot \sigma_w$	$\alpha_A \cdot \sigma_{sch}$	$\alpha_A \cdot \sigma_w$	$\alpha_N$	$\alpha_A$	$\alpha_N$
Kundnaht 	$\tau_{sch N}$ 70 ... 110	$\tau_w N$ 50 ... 60	—	—	—	—	Formzahl für Verdrehungs- beanspruchung $\alpha_N \approx 0,5$



Name:

Matr.-Nr.:

**Aufgabe E-ZR (Zahnräder)**

Teilaufg.	E-ZR.1	E-ZR.2	E-ZR.3	E-ZR.4	E-ZR.5	$\Sigma$
Max. Pktzahl	1	1	1,5	2,5	3	9
Erreichte Punktzahl						

Es sollen Zahnkräfte an einer Kegelradstufe mit gerader Evolventenverzahnung ohne Profilverschiebung berechnet werden. Gegeben sind:

Antriebsleistung	$P = 10 \text{ kW}$
Antriebsdrehzahl	$n = 1.000 \text{ min}^{-1}$
mittlerer Teilkreisdurchmesser des Antriebsrades	$d_m = 100 \text{ mm}$
Übersetzungsverhältnis	$i = 2$

E-ZR.1: Berechnen Sie das Antriebsdrehmoment.

E-ZR.2 Berechnen Sie die Umfangskraft am Zahn.

E-ZR.3 Berechnen Sie den Kegelwinkel des Antriebsrades  $\delta_1$

E-ZR.4 Berechnen Sie die Axial- und die Radialkraft am Zahn. (Falls Sie Aufgabe E-ZR.3 nicht gelöst haben, rechnen Sie mit einem Winkel von  $\delta = 30^\circ$  weiter.)

**Auszug aus dem Vorlesungsskript:**

Zahn-Radialkraft  $F_r' = F_t \cdot \tan \alpha$  (Hilfsgröße)

Axialkraft  $F_a = F_r' \cdot \sin \delta \Rightarrow F_a = F_t \tan \alpha \cdot \sin \delta$

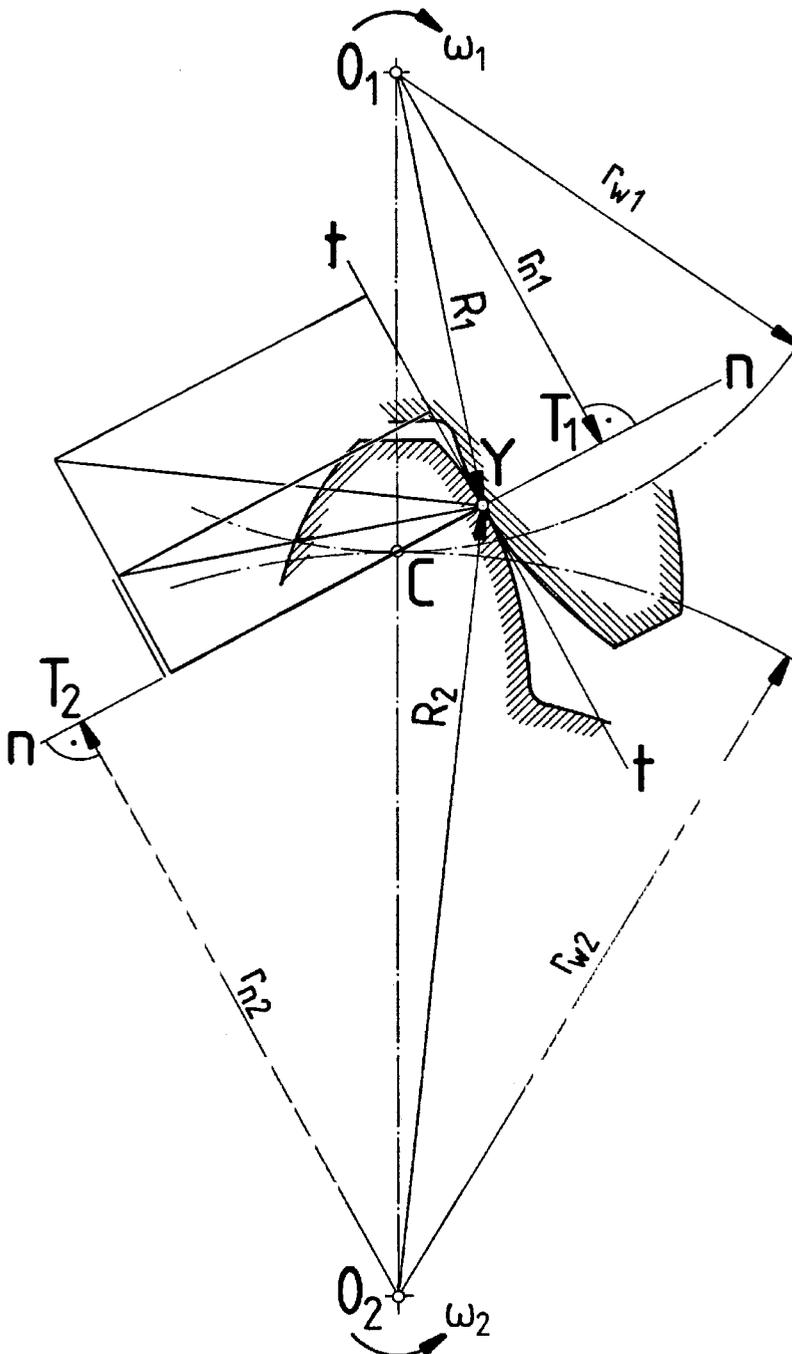
Rad-Radialkraft  $F_r = F_t \cdot \tan \alpha \cdot \cos \delta$

Name:

Matr.-Nr.:

E-ZR.5 Kennzeichnen Sie in dem folgenden Bild die genannten Geschwindigkeiten im momentanen Berührungspunkt  $Y$ :

- Momentane Umfangsgeschwindigkeiten  $v_{u1}$  und  $v_{u2}$
- Geschwindigkeitskomponenten in Richtung der Eingriffslinie  $v_{n1}$  und  $v_{n2}$
- Geschwindigkeitskomponenten senkrecht zur Eingriffslinie  $v_{t1}$  und  $v_{t2}$
- Relativgeschwindigkeit der beiden Zahnflanken im Punkt  $Y$   $v_{rel}$





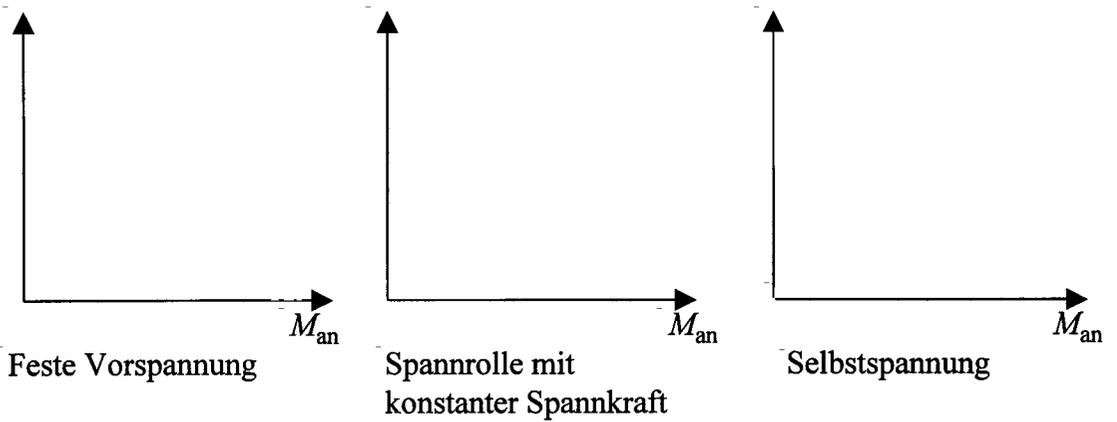
Name:

Matr.-Nr.:

**Aufgabe E-RK**  
(Riemen und Ketten)

Teilaufgabe	E-RK.1	E-RK.2	E-RK.3	E-RK.4	$\Sigma$
Max. Pktzahl	3	1	2	2	8
Erreichte Pktzahl					

E-RK.1 Tragen Sie den qualitativen Verlauf der Trumkräfte  $F_1$  und  $F_2$  und die Achskraft  $F_a$  in die folgenden Diagramme ein.



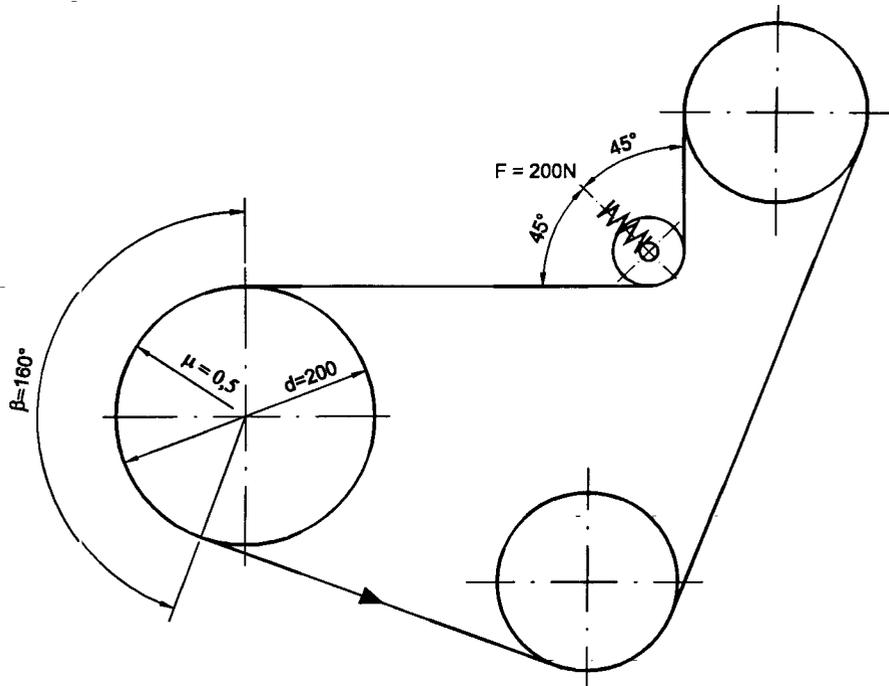
E-RK.2 Nennen Sie zwei Vorteile der Selbstspannung.



Name:

Matr.-Nr.:

Gegeben ist folgender Mehrfachriementrieb mit Spannrolle. Die Spannrolle wird mit einer konstanten Federkraft von 200 N im Leertrum gegen den Riemen gedrückt.



E-RK.3 Berechnen sie die Vorspannkraft  $F_2$  im Leertrum mit Spannrolle.

E-RK.4 Welches maximale Drehmoment kann an der linken Riemenscheibe übertragen werden? (Falls Aufgabe E-RK.3 nicht gelöst wurde, rechnen Sie mit einer Vorspannkraft von  $F_2 = 150$  N).

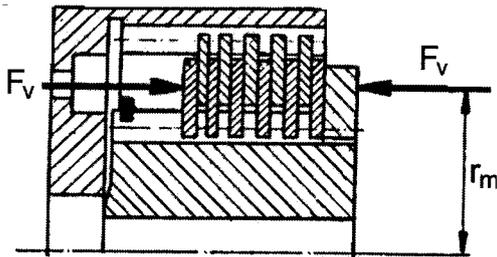
Name:

Matr.-Nr.:

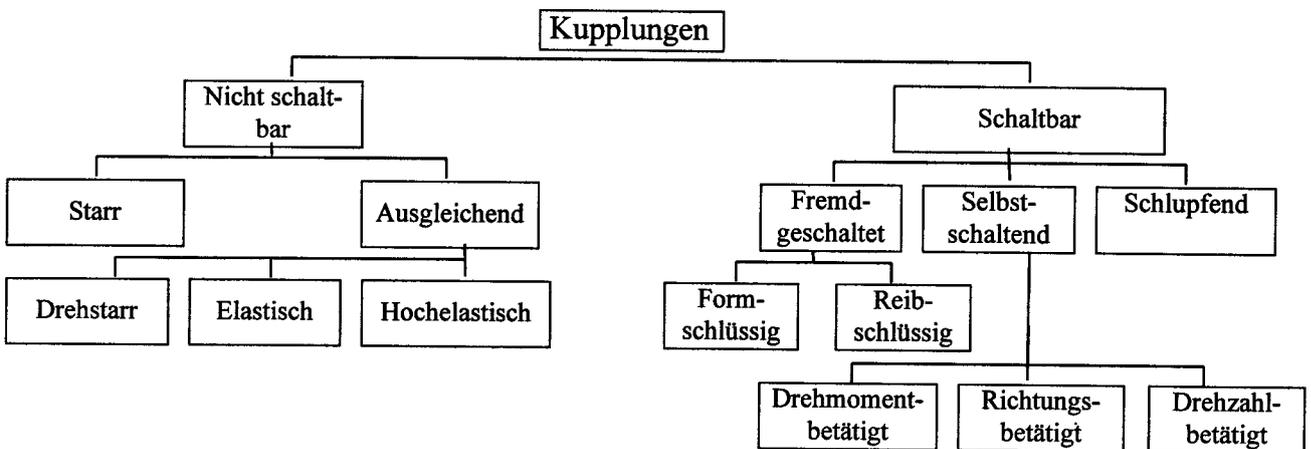
**Aufgabe E-KB (Kupplungen und Bremsen)**

Teilaufgabe	E-KB.1	E-KB.2	E-KB.3	$\Sigma$
Max. Pktzahl	1	4	1	<b>6</b>
Erreichte Pktzahl				

Dargestellt ist schematisch die Kupplung eines Motorrades mit einer maximalen Motorleistung von 37 kW bei 8.500 U/min.



E-KB.1 Um welchen Kupplungstyp in der dargestellten Gliederung handelt es sich?





Name:

Matr.-Nr.:

E-KB.2 Die Kupplung weist die folgenden technischen Daten auf:

Mittlerer Reibradius  $r_m = 63 \text{ mm}$

Reibbeiwert  $\mu = 0,3$

Anzahl Druckfedern  $n = 4$

Vorspannung  $F_v = \text{gesucht}$

Mit welcher Kraft muss eine einzelne Feder mindestens vorgespannt sein, um das bei maximaler Motorleistung auftretende Drehmoment mit einer Sicherheit von 2 übertragen zu können?

E-KB.3 Kann eine Kupplung dieser Bauart auch als Sicherheitskupplung eingesetzt werden?



Name:

Matr.-Nr.:

**Aufgabe E-FÜ (Linearführungen)**

Teilaufgabe	E-FÜ.1	E-FÜ.2	E-FÜ.3	$\Sigma$
Max. Pktzahl	1	1	2	4
Erreichte Pktzahl				

E-FÜ.1.1 Welche Funktionen haben Nachstelleisten bei Flachführungen?

E-FÜ.1.2 Nennen Sie zwei konstruktive Möglichkeiten zur Nachstellung von Flachführungen.

E-FÜ.2 Nennen Sie die zwei möglichen Bauprinzipien von Wälzführungen. Geben Sie jeweils ein Beispiel an.

E-FÜ.3 Gleitführungen mit Mischreibung haben einen entscheidenden Nachteil gegenüber hydro- und aerostatischen Gleitführungen.

E-KB.3.1 Welchen entscheidenden Nachteil haben diese Führungen?

E-KB.3.2 Erläutern Sie in vier Schritten die Vorgänge hierbei.

Name:

Matr.-Nr.:

## Aufgabe E-GG (Getriebe)

E-GG

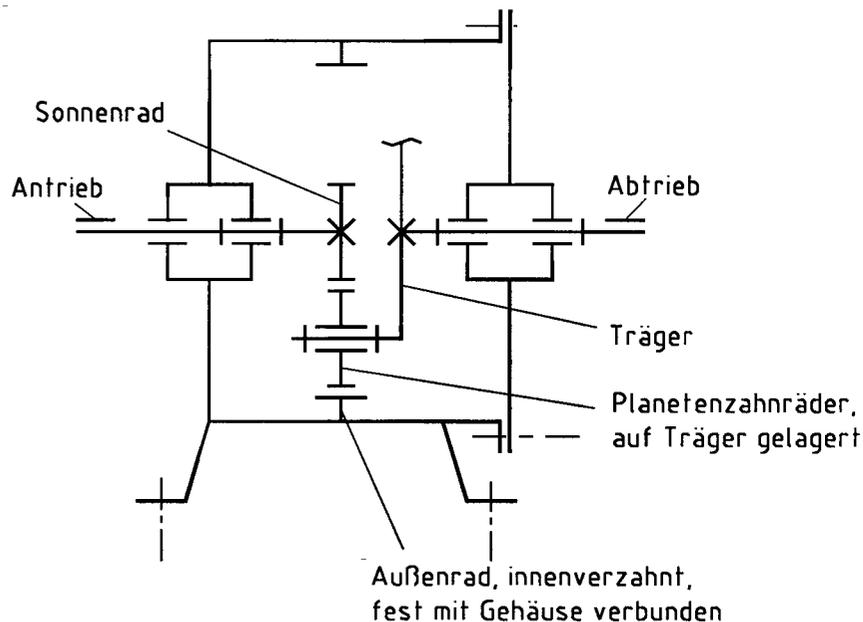
Max. Pktzahl

48

Erreichte Pktzahl

### Konstruktionsaufgabe

Es ist ein Planetenradgetriebe gemäß der nebenstehenden Skizze zu konstruieren. Das Funktionsprinzip des Planetenradgetriebes kann folgendermaßen beschrieben werden: Auf die Antriebswelle ist ein Zahnrad (Sonnenrad) aufgesetzt. In dieses Sonnenrad greifen drei auf einem gemeinsamen Träger gelagerte Zahnräder (Planetenzahnräder) ein. Ein innenverzahntes Außenrad, das fest mit dem Gehäuse verbunden ist, sorgt für ein Umlaufen der Planetenzahnräder um das Sonnenrad. Der mit den Planetenzahnrädern umlaufende Träger ist drehmomentenschlüssig mit der Abtriebswelle verbunden.



Die Konstruktion ist auf dem beiliegenden Aufgabenblatt **freihändig** auszuführen. Dabei ist folgendes zu berücksichtigen:

Das Getriebe ist **ölgeschmiert**. Öleinfüll- und Ölablassschraube sind darzustellen.

Für die **Antriebswelle** ist eine **Fest-Los-Lagerung** vorzusehen.

Für die **Abtriebswelle** ist eine **Trag-Stütz-Lagerung in O-Anordnung** vorzusehen.

Für die **Planetenräder** ist eine geeignete **Gleitlagerung** vorzusehen.

Es genügt, **ein** Planetenrad darzustellen.

Antriebs- und Abtriebswelle sind jeweils mit einem Wellenende mit Passfeder zu versehen.

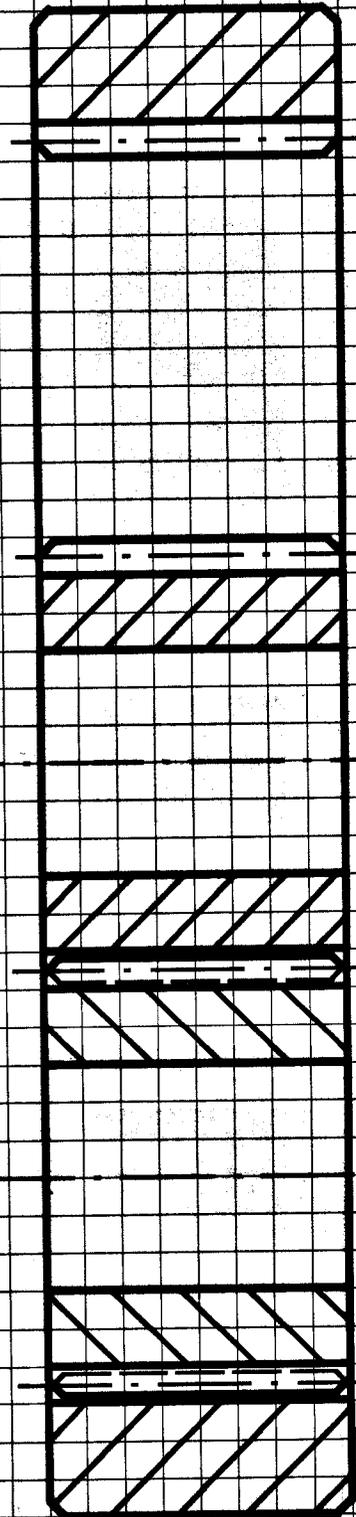
Das Gehäuse ist als Schweiß- oder als Gussteil zu gestalten.

Gehäuseteilung gemäß der Skizze (großer Deckel auf der rechten Seite).

Anordnung der Füße gemäß der Skizze.

**Eine** Schraubenverbindung ist darzustellen.

Sämtliche Zahnräder sowie die Mittellinien der Wellen sind auf dem beiliegenden Aufgabenblatt bereits vorgegeben.



Name:

Matr.-Nr.:

