

FACHPRÜFUNG

MASCHINENELEMENTE

10.03.2006 - 09:00 bis 13:00 Uhr (4 Stunden)

Bearbeiter:
Matr.-Nr. :

Umfang:

Maschinenelemente I, II, III (200 Punkte) $\Sigma = 200$ Punkte

Die Klausur ist bestanden, wenn mindestens 80 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)

Bewertung: (Nicht vom Bearbeiter auszufüllen)

E VE	E AW	E WN	E WL	E GL	E NT	E FE	E SW	E SR	E ZR	E RK	E KB	E FÜ	E GG	Σ
P_{max} 5	P_{max} 9	P_{max} 9	P_{max} 13	P_{max} 12	P_{max} 4,5	P_{max} 7	P_{max} 9	P_{max} 10	P_{max} 5	P_{max} 10	P_{max} 9	P_{max} 3,5	P_{max} 94	P_{max} 200



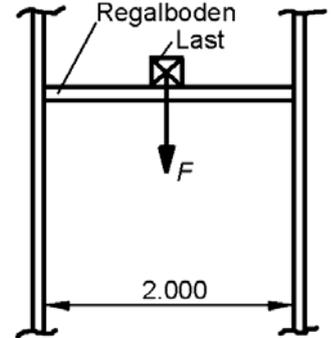
Name:

Matr.-Nr.:

Aufgabe E VE (Versagenskriterien und Abhilfen)

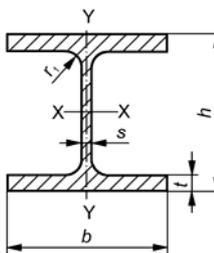
Teilaufg.	E-VE.a	E-VE.b	E-VE.c	Σ
Max. Pktzahl	2	2	1	5
Erreichte Punktzahl				

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/mm² 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)

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



Kurzzeichen	Maße (in mm)					Querschnitt cm ²	W_b cm ³
	h	b	s	t	r_1		
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

a) Biegemoment pro Träger

b) Biegewidstandsmoment, mindestens

 Maschinenelemente Universität Dortmund Fakultät Maschinenbau Prof. Dr.-Ing. B. Künne	Konstruktionselemente / Maschinenelemente Fachprüfung	Kl. E
		E-VE 15 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	E-AW a	E-AW b	Σ
Max. Pktzahl	6	3	9
Erreichte Pktzahl			

- 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 geschlichteten 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 α_0 aus und kennzeichnen Sie die ermittelten Werte in den folgenden Diagrammen.

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

 Maschinenelemente Universität Dortmund Fakultät Maschinenbau Prof. Dr.-Ing. B. Künne	Konstruktionselemente / Maschinenelemente Fachprüfung	Kl. E
		E-AW 15 kün 06.03 Bl. 2 v. 3 Name: Künne / Mitarbeiter

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

(Beiblatt zu E AW)

Name: _____ Matr.-Nr.: _____

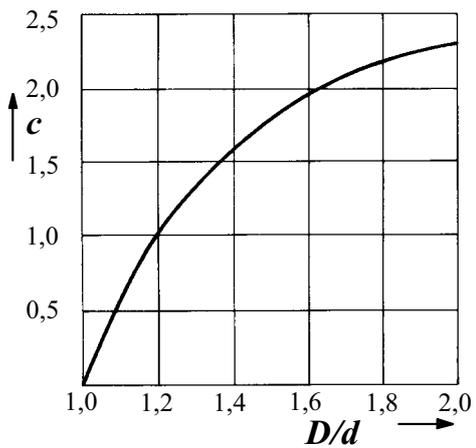
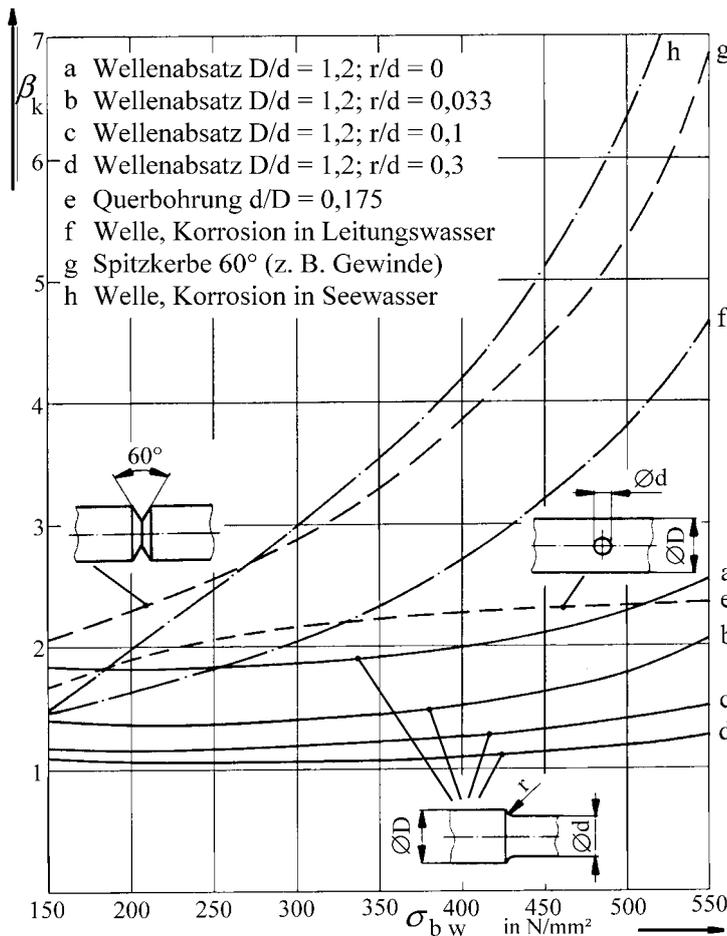
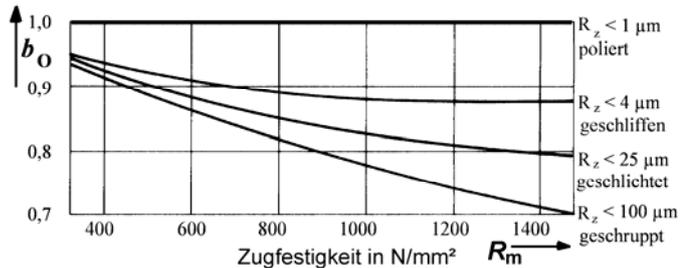
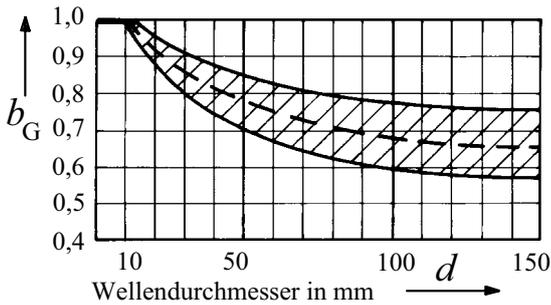
Formelsammlung/Auszug aus dem Skript:

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

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

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

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



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

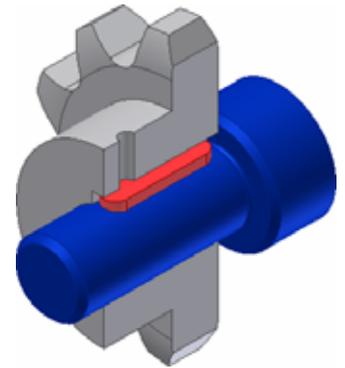
Name:

Matr.-Nr.:

Aufgabe E-WN
(Welle-Nabe-Verbindungen)

Teilaufgabe	E-WN a	E-WN b	E-WN c	E-WN d	Σ
Max. Pktzahl	2	4	2	1	9
Erreichte Pktzahl					

In ein er 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 aufgedrückt, 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.:
-------	------------

Aufgabe E-WL

Teilaufgabe	E-WL 1	E-WL 2	E-WL 3	E-WL 4	E-WL 5	E-WL 6	Σ
Max. Pktzahl	3	0,5	1	1	0,5	7	13
Erreichte Pktzahl							

E-WL 1 Nennen Sie drei Vor- und drei Nachteile von Wälzlagern im Vergleich zu Gleitlagern.

Vorteile	Nachteile

E-WL 2 Zeichnen Sie den qualitativen Verlauf der *Stribeckkurve* für Wälzlager in das Diagramm ein, und bezeichnen Sie die Achsen des Diagramms.



	Maschinenelemente Universität Dortmund Fakultät Maschinenbau Prof. Dr.-Ing. B. Künne	Konstruktionselemente / Maschinenelemente Fachprüfung	Kl. E
			E-WL 14 bar06.03 Bl. 2 v. 4 Name: Künne / Mitarbeiter

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

E-WL 3 Nennen Sie vier verschiedene Wälzkörperformen.

E-WL 4 Nennen Sie zwei Wälzlager-Bauformen, die zum Ausgleich von Fluchtfehlern verwendbar sind.

E-WL 5 Gegeben ist ein Wälzlager mit der Bezeichnung 6210.
Um welche Wälzlager-Bauform handelt es sich?
Für welchen Wellendurchmesser ist das Lager bestimmt?

E-WL 6

Die Antriebswelle eines Winkelgetriebes ist mit Kegelrollenlagern nach DIN 720 in O-Anordnung gelagert. Es ist eine Lebensdauerberechnung in Betriebsstunden für beide Lager durchzuführen.

Es ist mit folgenden Daten zu rechnen:

Lager	F_r [N]	C_{dyn} [kN]	Y	e
A	20000	122	1,1	0,55
B	7000	54	1,6	0,37

$n = 6000 \text{ min}^{-1}$; $F_a = 5000 \text{ N}$ (s. Skizze nächste Seite)

Name:

Matr.-Nr.:

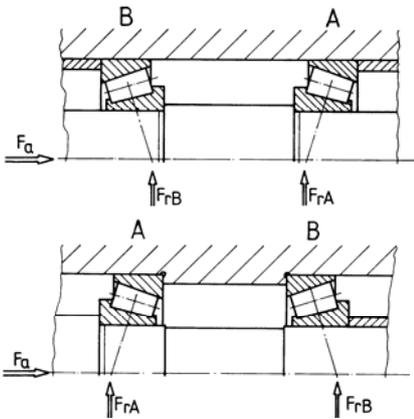
Auszug aus den Vorlesungsumdrucken

Dynamisch äquivalente Belastung:

Einzellager:

$$\text{für } \frac{F_{a\text{Ber}}}{F_r} \leq e : P = F_r \text{ [kN]}$$

$$\text{für } \frac{F_{a\text{Ber}}}{F_r} > e : P = 0,4 \cdot F_r + Y \cdot F_{a\text{Ber}} \text{ [kN]}; Y \text{ nach Tabelle}$$



Lastverhältnisse	Axialkraft $F_{a\text{Ber}}$, die bei der Berechnung der dynamischen äquivalenten Belastung P einzusetzen ist
$\frac{F_{rA}}{Y_A} \leq \frac{F_{rB}}{Y_B}$ oder $\frac{F_{rA}}{Y_A} > \frac{F_{rB}}{Y_B}$ und $F_a > 0,5 \cdot \left(\frac{F_{rA}}{Y_A} - \frac{F_{rB}}{Y_B} \right)$	$F_{a\text{Ber}} = F_a + 0,5 \cdot \frac{F_{rB}}{Y_B}$ für Lager A
$\frac{F_{rA}}{Y_A} > \frac{F_{rB}}{Y_B}$ und $F_a \leq 0,5 \cdot \left(\frac{F_{rA}}{Y_A} - \frac{F_{rB}}{Y_B} \right)$	$F_{a\text{Ber}} = 0,5 \cdot \frac{F_{rA}}{Y_A} - F_a$ für Lager B



Maschinenelemente
Universität Dortmund
Fakultät Maschinenbau
Prof. Dr.-Ing. B. Künne

Konstruktionselemente / Maschinenelemente
Fachprüfung

Kl. E

E-WL 14 bar06.03 **Bl. 4 v. 4**

Name: Künne / Mitarbeiter

Name:

Matr.-Nr.:

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

Aufgabe E-GL

Teilaufgabe	E-GL 1	E-GL 2.1	E-GL 2.2	Σ
Max. Pktzahl	3	6	3	12
Erreichte Pktzahl				

- E-GL 1**
- a) Zeichnen Sie den qualitativen Verlauf der *Stribeckkurve* für Gleitlager in das Diagramm ein, und bezeichnen Sie die Achsen des Diagramms.
 - b) Kennzeichnen Sie die Übergangsdrehzahl.
 - c) Geben Sie die Bezeichnungen der unten dargestellten Betriebszustände des hydrodynamischen Gleitlagers an.
 - d) Ordnen Sie die in der Praxis auftretenden Betriebszustände aus der unteren Darstellung der *Stribeckkurve* in a) zu.



<p>1.</p>	<p>2.</p>
<p>3.</p>	<p>4.</p>

	Maschinenelemente Universität Dortmund Fakultät Maschinenbau Prof. Dr.-Ing. B. Künne	Konstruktionselemente / Maschinenelemente Fachprüfung	Kl. E
			E-GL 13 bar06.03 Bl. 2 v. 4 Name: Künne / Mitarbeiter

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

E-GL 2 Eine Turbinenwelle ist mit hydrodynamischen Radialgleitlagern gelagert. Die Daten der Lagerung sind im Folgenden genannt.

Ein neuer Einsatzfall erfordert eine höhere Drehzahl der Turbinenwelle, welche die ursprüngliche Bemessungsdrehzahl übersteigt.

Betriebskraft	F_r	= 100 kN
Betriebsdrehzahl	n	= 10.000 min ⁻¹
Lagerdurchmesser	d	= 200 mm
Passung	D7/b8	
oberes Abmaß der Grundtoleranz b		= -340 µm
unteres Abmaß der Grundtoleranz D		= +170 µm
Toleranzfeldbreite IT 7		= 46 µm
Toleranzfeldbreite IT 8		= 72 µm
Breite-Durchmesserverhältnis	b/d	= 0,8
Viskosität des Schmiermittels	η	= 15·10 ⁻⁹ Ns/mm ²
Größtspiel des Lagers	S_{max}	= 628 µm

E-GL 2.1 Ist das Lager auch unter den neuen Einsatzbedingungen ($n = 10.000 \text{ min}^{-1}$) lauffähig? Zur Klärung dieser Frage ist die Sommerfeldzahl für Mindest- und Höchstspiel zu berechnen und zu bewerten.

E-GL 2.2 Durch die Drehzahlerhöhung auf $n = 10.000 \text{ min}^{-1}$ beträgt die Temperatur des Schmiermittels bei Luftkühlung $t_{\text{Luftkühlung}} = 85 \text{ °C}$. Um die Betriebstemperatur auf einen annehmbaren Wert von $t_{\text{Ölkühlung}} = 50 \text{ °C}$ herabzusetzen, soll eine Ölkühlung vorgesehen werden.

Wie groß ist der erforderliche Ölvolumenstrom, den die Versorgungspumpe der Kühlung liefern muss?

Es sind zusätzlich folgende Daten zu berücksichtigen.

Lufttemperatur	t_L	= 20 °C
Eintrittstemperatur des Öls	t_E	= 30 °C
Wärmeübergangszahl	α	= 20 W/(K·m ²)
spezifische Wärme des Öls	c	= 1,84 Nm/(kg·K)
Dichte des Öls	ρ	= 900 kg/m ³



Name:

Matr.-Nr.:

Auszug aus den Vorlesungsumdrucken

Sommerfeldzahl S_o :

$$S_o = \frac{p_m \cdot \psi^2}{\eta \cdot \omega} = \frac{F_r \cdot \psi^2}{b \cdot d \cdot \eta \cdot \omega}$$

Abgeführte Wärmemenge bei Luftkühlung \dot{Q}_{ab} :

$$\dot{Q}_{ab} = \alpha \cdot A \cdot (t - t_L)$$

mit $A \approx 30 \cdot d \cdot b + 15 \cdot d^2$

Abgeführte Wärmemenge bei Ölkühlung \dot{Q}_{ab} :

$$\dot{Q}_{ab} = c \cdot \rho \cdot \dot{V} \cdot (t - t_E)$$



Maschinenelemente
Universität Dortmund
Fakultät Maschinenbau
Prof. Dr.-Ing. B. Künne

Konstruktionselemente / Maschinenelemente
Fachprüfung

Kl. E

E-GL 13 bar06.03 **Bl. 4 v. 4**

Name: Künne / Mitarbeiter

Name:

Matr.-Nr.:

Name:

Matr.-Nr.:

Aufgabe E NT (Nieten)

Teilaufgabe	E-NT 1	Σ
Max. Pktzahl	4,5	4,5
Erreichte Pktzahl		

E-NT 1 Eine Lenkrolle mit einem Gehäuse aus Stahlblech ist mit einer vernieteten Radachse ausgestattet. D. h. die Radachse besteht aus einem Stahlniet, welcher von einer Gehäusesseite durch die Rolle zur anderen Gehäusesseite führt. Das Gehäuse selbst ist symmetrisch aus einem 2 mm Stahlblech hergestellt. Welchen Durchmesser muss der Niet besitzen, damit das Rad ein Gewicht von 150 kg aufnehmen kann? Berücksichtigen Sie eine Sicherheit von 2,0. Es ist der Lastfall HZ anzunehmen. Sowohl der Niet als auch das Gehäuse bestehen aus ST 36.

Aus einem Stahlniet bestehende Radachse



Auszug aus dem Skript:

Lochleibungsdruck:

$$\sigma_l = \frac{F}{n \cdot d \cdot t_{\min}} \leq \sigma_{l \text{ zul}}$$

- σ_l = Lochleibungsdruck
- t_{\min} = kleinste tragende Blechdicke
- n = Anzahl der tragenden Niete
- F = senkrecht zum Niet angreifende Kraft
- d = Durchmesser des geschlagenen Nietschaftes
- $\sigma_{l \text{ zul}}$ = zulässiger Lochleibungsdruck

Abscherspannung:

$$\tau_a = \frac{F}{n \cdot m \cdot A_{\text{Niet}}} \leq \tau_{a \text{ zul}}$$

- τ_a = Abscherspannung
- $\tau_{a \text{ zul}}$ = zulässige Abscherspannung
- m = Schnittigkeit
- A_{Niet} = Querschnittsfläche des Niets

Werte für $\tau_{a \text{ zul}}$ und $\sigma_{l \text{ zul}}$:

Abhängig vom Werkstoff des Niets und vom Belastungsfall; Lastfall H (nur Hauptlasten) und HZ (Haupt- und Zusatzlasten); in N/mm²:

Werkstoff	$\tau_{a \text{ zul}}$		$\sigma_{l \text{ zul}}$	
	H	HZ	H	HZ
St 36	140	160	320	360
St 44	210	240	480	540



Maschinenelemente
Universität Dortmund
Fakultät Maschinenbau
Prof. Dr.-Ing. B. Künne

Konstruktionselemente / Maschinenelemente
Fachprüfung

Kl. E

E-NT 6 ric 06.03 **Bl. 2 v. 2**
Name: Künne / Mitarbeiter

Name:

Matr.-Nr.:

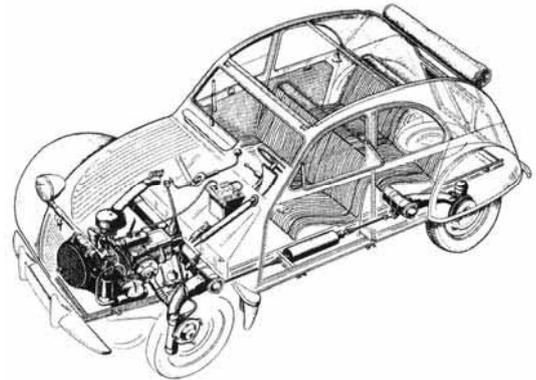
Name:

Matr.-Nr.:

Aufgabe E FE (Federn)

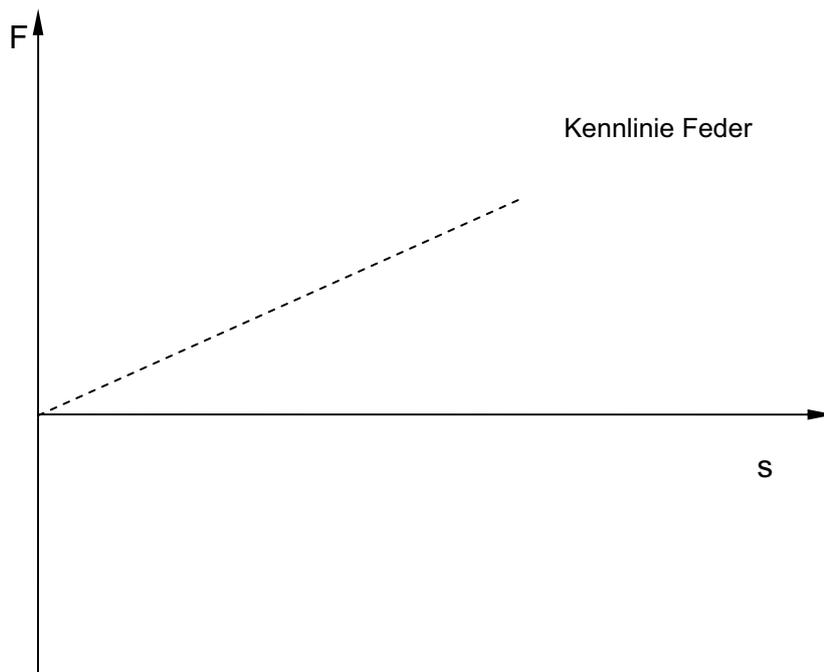
Teilaufgabe	E-FE 1	E-FE 2	E-FE 3	Σ
Max. Pktzahl	2	2	3	7
Erreichte Pktzahl				

Die Aufgabe bei der Entwicklung des 2CV in Frankreich Mitte der 30er-Jahre bestand darin, ein „Regenschirm auf Rädern“ zu konstruieren, der „einen Zentner Kartoffeln, vier Personen und einen Korb Eier heil auch über Feldwege transportieren kann“. Das Fahrwerk bestand aus einem Längslenkersystem mit zwei unter den Seitenschwellern montierten, in Fahrtrichtung orientierten Federungseinheiten. Die Dämpfer bestanden aus einfachen Reibungsdämpfern, die bei Bewegungen Quietschgeräusche erzeugten, was dem Auto in Deutschland die Bezeichnung „Ente“ bescherte.



E-FE 1 Zeichnen Sie den qualitativen Verlauf der Kennlinie eines Feder-Dämpfer-Systems bestehend aus Feder und Reibungsdämpfer in das Diagramm ein, wenn die Feder die dargestellte Kennlinie hat.

E-FE 2 Anhänger von Pkws besitzen häufig eine einfache Elastomerfederung. Welchen Vorteil hat eine Elastomerfeder gegenüber einer Schraubenfeder im Einsatz von Fahrzeugen? Zeichnen Sie ebenfalls den qualitativen Verlauf dieser Kennlinie in das Diagramm.



Name:

Matr.-Nr.:

E-FE 3 Ein Tisch mit einem Gewicht der Masse m soll auf vier Schraubenfeder der Länge $L_0 = 300$ mm und einem mittleren Windungsdurchmesser von 75 mm gemäß neben stehender Zeichnung gelagert werden. Unter der Last des Tisches verkürzen sich die Federn um 120 mm. Kennzeichnen Sie den Knickfall ν und ermitteln Sie, ob eine Knickgefahr für die Federn besteht. Kennzeichnen Sie dies im Diagramm.



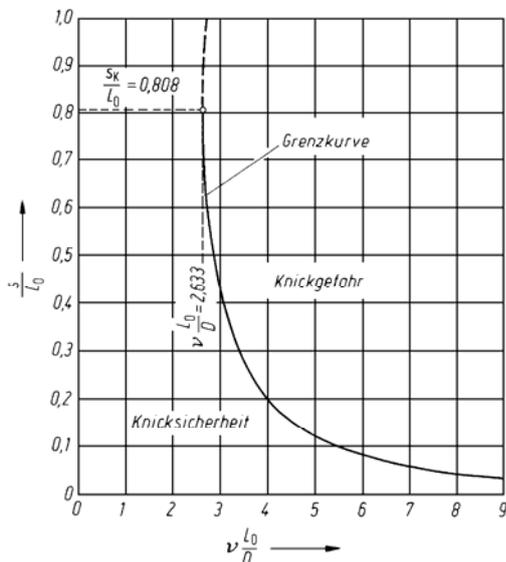
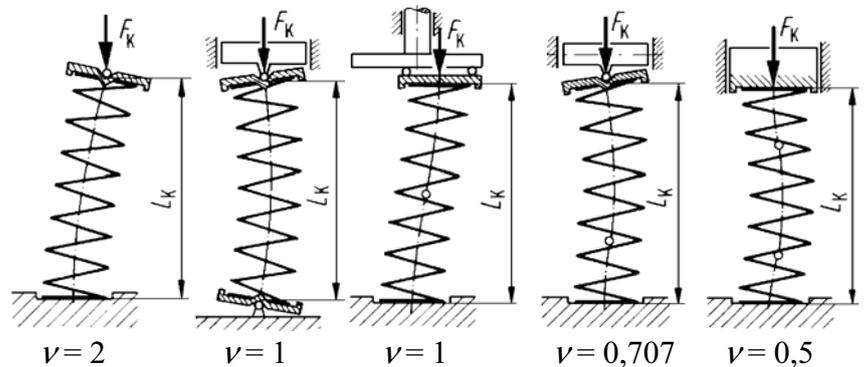
Hilfswerte:

$$\nu \cdot \frac{L_0}{D}$$

und

$$\frac{s}{L_0}$$

- L_0 = ungespannte Länge nach ⑤
- D = mittlerer Windungsdurchmesser
- s = vorgesehener max. Federweg
- ν = Faktor zur Berücksichtigung der Krafteinleitung bzw. Lagerung der Federenden. Ermittlung s. Bild.



Name:

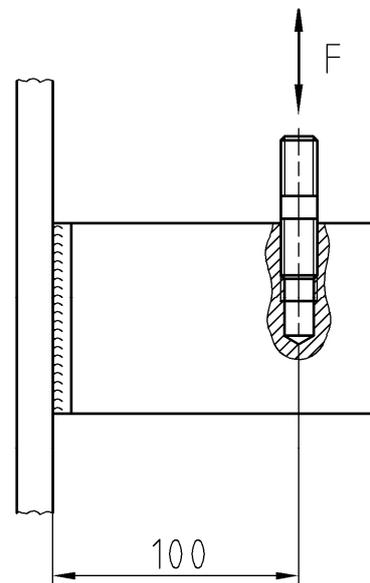
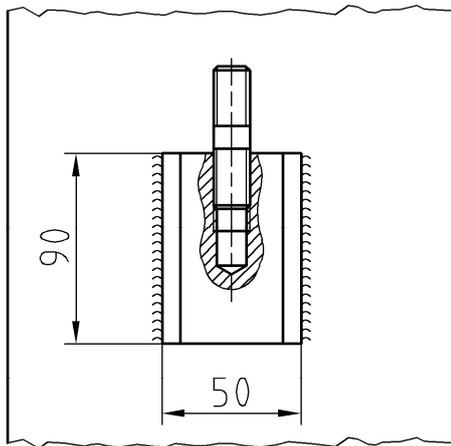
Matr.-Nr.:

Aufgabe E-SW (Schweißverbindungen)

Teilaufgabe	E-SW 1	E-SW 2	Σ
Max. Pktzahl	6	3	9
Erreichte Pktzahl			

E-SW 1 Der dargestellte Gewindestift einer Motorhalterung aus St37 wird mit einer wechselnden Kraft von 2500 N belastet. Die Halterung ist mit zwei Schweißnähten ($a = 4$ mm) an einem Blech aus St37 befestigt. Die Güte der Schweißnähte entspricht der Bewertungsgruppe C. Ist die Schweißnaht ausreichend dimensioniert? Die Schubspannungen sind zu vernachlässigen!

Kennzeichnen Sie ggf. verwendete Tabellenwerte.





Maschinenelemente
Universität Dortmund
Fakultät Maschinenbau
Prof. Dr.-Ing. B. Künne

Konstruktionselemente / Maschinenelemente
Fachprüfung

Kl. E

E-SW 9 wer 06.03 Bl. 2 v. 4
Name: Künne / Mitarbeiter

Name:

Matr.-Nr.:

 Maschinenelemente Universität Dortmund Fakultät Maschinenbau Prof. Dr.-Ing. B. Künne	Konstruktionselemente / Maschinenelemente Fachprüfung	Kl. E
		E-SW 9 wer 06.03 Bl. 3 v. 4 Name: Künne / Mitarbeiter

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

E-SW 2 Wie kann die Schweißnaht so verbessert werden, dass sie den Belastungen standhält? Geben Sie eine Verbesserungsmöglichkeit an und führen Sie hierfür den rechnerischen Nachweis. Die Schubspannungen sind zu vernachlässigen!

Name:

Matr.-Nr.:

E-SW Formelsammlung:

Vorhandene Spannung bei Kehlnähten:

Belastung		Nahtform	Nahtnennspannung	Nahtfläche bzw. Widerstandsmoment
Biegung			$\sigma_b = M_b / W_b$	$W_b = \frac{a \cdot l^2}{6}$ hochkant $W_b = \frac{a^2 \cdot l}{6}$ flachkant
Schub + Biegung			Vergleichs- spannung aus σ_b und τ_s	$\sigma_v = \frac{(\sigma_b + \sqrt{\sigma_b^2 + 4 \cdot \tau_s^2})}{2}$ $W_b = \frac{[(s + 2 \cdot a) \cdot (h + 2 \cdot a)^3 - s \cdot h^3]}{6 \cdot (h + 2 \cdot a)}$
Torsion			$\tau_t = \frac{T}{W_p}$	$W_p = \frac{\pi \cdot (d + 2 \cdot a)^4 - d^4}{16 \cdot d + 2 \cdot a}$
Torsion + Biegung			Vergleichs- spannung aus σ_b und τ_t	$\sigma_v = \frac{(\sigma_b + \sqrt{\sigma_b^2 + 4 \cdot \tau_t^2})}{2}$ $W_b = \frac{\pi \cdot (d + 2 \cdot a)^4 - d^4}{32 \cdot d + 2 \cdot a}$

$\sigma_{z,d}, \sigma_b, \tau_s, \tau_t, \sigma_v$ = Spannungen
 T = Torsionsmoment
 W_b = Biege-Widerstandsmoment
 W_p = Polares Widerstandsmoment

A = Nahtquerschnitt
 $\sigma_{zul N/A}$ = zulässige Spannungen
 M_b = Biegemoment
 $F_{z,d}, F_q$ = Zug-/Druckkraft, Querkraft

Zulässige Spannung:

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

$$\sigma_{zulA} = \frac{\alpha_0 \cdot \alpha_A \cdot \beta \cdot \sigma_{Grenz}}{S}$$

(τ_{zul} entsprechend)

α_0 = Beiwert für die Bewertungsgruppe der Schweißnaht
 $\alpha_0 = 1$ (Bew.-Gruppe A, nicht mehr genormt)
 $\alpha_0 = 0,8$ Bewertungsgruppe B
 $\alpha_0 = 0,5$ Bewertungsgruppe C, D
 $\beta = 0,9$ Beiwert für Schrumpfspannungen (d. h. Eigen-
spannungen $\approx 10\%$ der Grenzspannung gesetzt)
 S = Sicherheit
 $S = 1,5 \dots 2$ bei schwellender Belastung
 $S = 2$ bei wechselnder Belastung

α_N = Formzahl der Naht gemäß Bild unten
 α_A = Formzahl des Anschlussquerschnitts gemäß Bild unten
 σ_{Grenz} = Grenzspannung, abhängig von der Belastungsart
= σ_{sch} bei schwellender Zug-/Druckbelastung
= σ_w bei wechselnder Zug-/Druckbelastung
= $\sigma_{b sch} \approx 1,2 \dots 1,4 \cdot \sigma_{sch}$ schw. Biegebelastung
= $\sigma_{b w} \approx 1,3 \cdot \sigma_w$ wechselnde Biegebelastung
= $\tau_{sch} \approx 0,8 \cdot \sigma_{sch}$ schwellende Schubbelastung
= $\tau_w \approx 0,8 \cdot \sigma_w$ wechselnde Schubbelastung

Name:

Matr.-Nr.:

Kennwerte für σ_{Grenz} in N/mm²:

	σ_{sch}	σ_{w}	$\sigma_{\text{b sch}}$	$\sigma_{\text{b w}}$	$\tau_{\text{t sch}}$	$\tau_{\text{t w}}$
1.0037 (St 37)	230	130	300	160	140	100
1.0052 (St 52)	320	180	400	210	230	120

Dauerfestigkeitskennwerte und Formzahlen:

Nahtart (Symbol)	Bild	Kennwerte für 1.0037 (St 37)				Zug/Druck		Biegung/Schub	
		Naht		Anschluss		Naht	Anschluss	Biegung	Schub
		$\alpha_{\text{N}} \cdot \sigma_{\text{sch}}$	$\alpha_{\text{N}} \cdot \sigma_{\text{w}}$	$\alpha_{\text{A}} \cdot \sigma_{\text{sch}}$	$\alpha_{\text{A}} \cdot \sigma_{\text{w}}$	α_{N}	α_{A}	α_{N}	α_{N}
V-Naht (V)		100	55	100	55	0,4..0,5		0,5..0,6	0,35
V-Naht, wurzelverschweißt DV-Naht (X)		180	100	180	100	0,7..0,8		0,8..0,9	0,5..0,7
V-Naht, bearbeitet		210	118	210	118	0,92		1,0	0,73
Flachkehlnaht		80	50	130	75	0,35	0,56	0,5	0,35
Hohlkehlnaht		80	50	160	95	0,35	0,7	0,85	0,45
Doppel-HV-Naht, Doppel-HY-Naht (K-Naht)		130	73	140	78	0,56	0,6	0,8	0,45
Doppel-HV-Naht, Doppel-HY-Naht (K-Naht); hohl		160	91	184	104	0,7	0,7..0,8	0,85	0,45
Flachkehlnaht einseitig		57	32	-	-	0,25	-	0,12	0,2
HV-Naht, hohl		137	78	-	-	0,6	-	0,7	0,5
Flankenkehlnaht ohne/ mit Entkrater-Bearbeitung		150 160	84 91	70 110	50 70	- -	0,35 0,5	- -	0,65 0,7
Rundnaht		$\alpha_{\text{N}} \cdot \tau_{\text{t sch N}}$ $\alpha_{\text{N}} \cdot \tau_{\text{t w N}}$ 70..110 50..60		-	-	-	-	Formzahl für Verdrehbeanspruchung $\alpha_{\text{N}} \approx 0,5$	

Name:

Matr.-Nr.:

Aufgabe E SR (Schrauben)

Teilaufgabe	E-SR 1	E-SR 2	E-SR 3	E-SR 4	Σ
Max. Pktzahl	2	1	2	5	10
Erreichte Pktzahl					

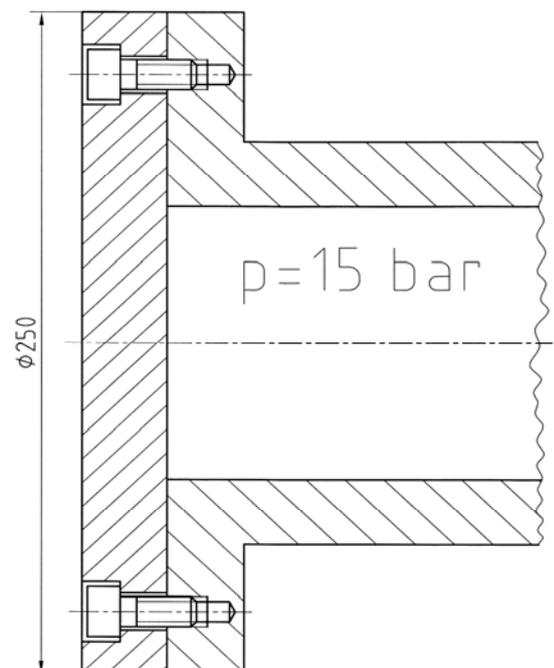
E-SR 1 Durch welche zwei Verfahren können die Gewinde von Schrauben prinzipiell hergestellt werden?

E-SR 2 Welches dieser beiden Verfahren ist bei Standardschrauben üblich?

E-SR 3 Eine Schraube ist mit „11.9“ gekennzeichnet. Was bedeutet diese Beschriftung?

E-SR 4 Ein Rohrsystem ist mit einem Deckel abgedichtet, der mit 6 Schrauben befestigt wird. Im Rohrsystem befindet sich ein konstanter Druck von 15 bar. Um die Dichtwirkung zu gewährleisten, soll der Deckel immer mit einer Klemmkraft von mindestens 1000 N versehen sein. Berechnen Sie die Kraft, mit welcher jede einzelne Schraube vorgespannt werden muss, um diese Bedingung zu erfüllen. Gehen Sie dabei vereinfachend davon aus, dass der Druck von 15 bar auf die gesamte Fläche des Deckels wirkt. Die Nachgiebigkeit der Schraube (inklusive eingeschraubter Gewindeanteile) beträgt $\delta_s = 5,65 \cdot 10^{-6}$ mm/N. Die Nachgiebigkeit der Platten $\delta_p = 1,95 \cdot 10^{-6}$ mm/N.

Bemerkung: 1 bar = 100.000 N/m²





Name:

Matr.-Nr.:

Auszug aus dem Skript:

$$\Phi = \frac{\delta_P}{\delta_P + \delta_S}$$

Φ = Kraftverhältnis; Gleichung links gilt bei Krafteinleitung in der Schraubenkopf- und Mutterauflage

Zusatzkraft der Schraube:

$$F_{SA} = \frac{\delta_P}{\delta_P + \delta_S} \cdot F_A = \Phi \cdot F_A$$

Entlastung der Platten:

$$F_{PA} = (1 - \Phi) \cdot F_A = \frac{\delta_S}{\delta_S + \delta_P} \cdot F_A$$

Name:

Matr.-Nr.:

Aufgabe E-ZR

Teilaufgabe	E-ZR 1	E-ZR 2.1	E-ZR 2.2	Σ
Max. Pktzahl	3	1,5	0,5	5
Erreichte Pktzahl				

E-ZR 1 Benennen Sie die im Folgenden dargestellten Zahnradpaarungen (z. B. Geradstirnräder).

<p>1.</p>	<p>2.</p>
<p>3.</p>	<p>4.</p>
<p>5.</p>	<p>6.</p>

E-ZR 2 Profilverschiebung

E-ZR 2.1 Wodurch wird die Unter- und die Obergrenze einer Profilverschiebung festgelegt?

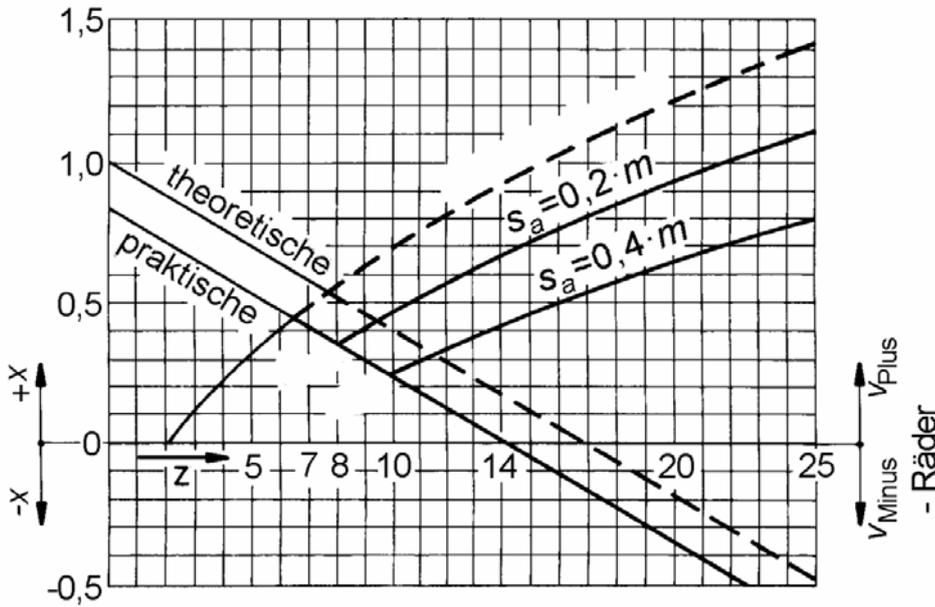
Nennen Sie die entsprechenden Begriffe, und erläutern Sie kurz deren Bedeutung.

E-ZR 2.2 Wie groß ist die benötigte Mindestzähnezahl bei einem ungehärteten und profilverschobenen Zahnrad?

Markieren Sie zusätzlich den entsprechenden Punkt im Diagramm.

Name:

Matr.-Nr.:



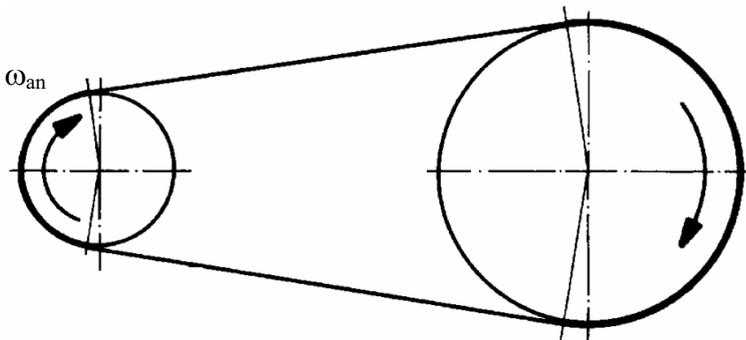
Name:

Matr.-Nr.:

Aufgabe E-RK

Teilaufgabe	E-RK 1	E-RK 2	E-RK 3	Σ
Max. Pktzahl	4	4	2	10
Erreichte Pktzahl				

E-RK Für den Antrieb einer zu entwickelnden Maschine (**schwere Antriebsmaschine und schwere Lastmaschine, tägliche Betriebsdauer 8 h, Übersetzung ins Langsame**) ist folgender einfacher Keilriementrieb vorgesehen. Es existieren zwei Keilriemenscheiben (1x groß, 1x klein), welche **zwei SPA-Riemen** aufnehmen können. Die weiteren Daten sind nachfolgend aufgeführt.



Wirkdurchmesser der kleinen Riemenscheibe

$$d_{wk} = 200 \text{ mm}$$

Wirkdurchmesser der großen Riemenscheibe

$$d_{wg} = 300 \text{ mm}$$

Achsabstand

$$e = 650 \text{ mm}$$

Drehzahl der kleinen Riemenscheibe

$$n_k = 4000 \text{ 1/min}$$

scheinbarer Reibwert

$$\mu'_G = 1,8$$

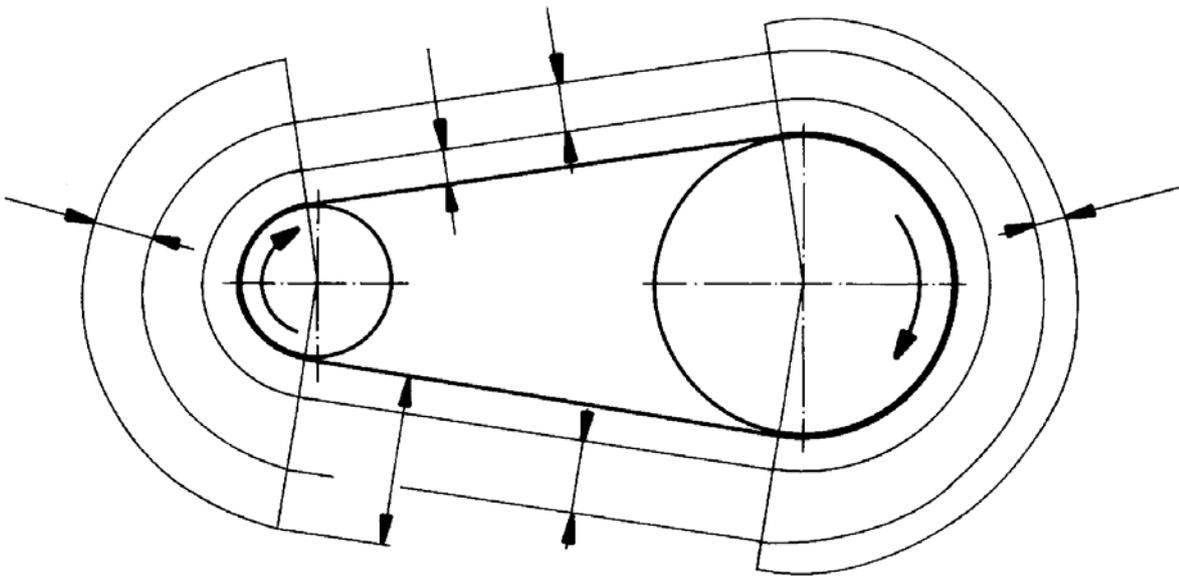
E-RK 1 Berechnen Sie die Leistung P (nach DIN 7753), die der Riementrieb im Dauerbetrieb maximal übertragen kann. Markieren Sie die gewählten Tabellenwerte. Eine Interpolation ist nicht erforderlich – runden Sie die erhaltenen Werte.

E-RK 2 Wie groß muss die Vorspannkraft F_V gewählt werden, damit der Riementrieb eine Leistung $P = 18 \text{ kW}$ übertragen kann?

E-RK 3 Benennen Sie die in einem Keilriemen während des Betriebs auftretenden Spannungen und tragen Sie diese in die folgende Skizze ein.

An welcher Stelle ist die Gesamtspannung maximal?
Markieren Sie die entsprechende Stelle in der Skizze.

Name: _____ Matr.-Nr.: _____



Auszug aus den Vorlesungsumdrucken

Arbeits- Maschinen	Antriebsmaschinen					
	leichter			schwerer		
	tägliche Betriebsdauer in h					
	bis 10	über 10	über 16	bis 10	über 10	über 16
Leichte Arbeitsmaschinen	1	1,1	1,2	1,1	1,2	1,3
Mittelschwere Arbeitsmasch.	1,1	1,2	1,3	1,2	1,3	1,4
Schwere Arbeitsmaschinen	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6
Sehr schwere Arbeitsmasch.	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,8

$$l_w = 2 \cdot e + 1,57 \cdot (d_{wg} + d_{wk}) + \frac{(d_{wg} - d_{wk})^2}{4 \cdot e}$$

$$z \geq \frac{P \cdot c_2}{P_N \cdot c_1 \cdot c_3}$$

$\frac{d_{wg} - d_{wk}}{e}$	Umschlingungs- winkel β_k	Winkelfaktor c_1
0	180°	1
0,15	170°	0,98
0,35	160°	0,95
0,5	150°	0,92
0,7	140°	0,89
0,85	130°	0,86
1	120°	0,82
1,15	110°	0,78
1,3	100°	0,73

SPZ	l_w	630	710	800	900	1000	1120
	c_3	0,82	0,84	0,86	0,88	0,9	0,93
	l_w	1250	1400	1600	1800	2000	2240
SPA	c_3	0,94	0,96	1	1,01	1,02	1,05
	l_w	2500	2800	3150	3550		
	c_3	1,07	1,09	1,11	1,13		
SPB	l_w	800	900	1000	1120	1250	1400
	c_3	0,81	0,83	0,85	0,87	0,89	0,91
	l_w	1600	1800	2000	2240	2500	2800
SPC	c_3	0,93	0,95	0,96	0,98	1	1,02
	l_w	3150	3550	4000	4500		
	c_3	1,04	1,06	1,08	1,09		
19	l_w	1250	1400	1600	1800	2000	2240
	c_3	0,82	0,84	0,86	0,88	0,90	0,92
	l_w	2500	2800	3150	3550	4000	4500
19	c_3	0,94	0,96	0,98	1	1,02	1,04
	l_w	5000	5600	6300	7100	8000	
	c_3	1,06	1,08	1,10	1,12	1,14	
19	l_w	2240	2500	2800	3150	3550	4000
	c_3	0,83	0,86	0,88	0,9	0,92	0,94
	l_w	4500	5000	5600	6300	7100	8000
19	c_3	0,96	0,98	1	1,02	1,04	1,06
	l_w	9000	10000	11200	12500		
	c_3	1,08	1,10	1,12	1,14		
19	l_w	1600	1800	2000	2240	2500	2800
	c_3	0,85	0,87	0,89	0,91	0,93	0,94
	l_w	3150	3550	4000	4500	5000	5600
19	c_3	0,96	0,97	0,98	1	1,03	1,05
	l_w	6300	7100	8000	9000	10000	
	c_3	1,07	1,09	1,10	1,12	1,14	



Name: _____ Matr.-Nr.: _____

d_{wk} in mm	i oder i^{-1}	Drehzahl der kleinen Scheibe n_k in min^{-1}																	
		200	400	700	800	950	1200	1450	1600	2000	2400	2800	3200	3600	4000	4500	5000	5500	6000
		Nennleistung P_N in kW (SPA)																	
90	1	0,43	0,75	1,17	1,30	1,48	1,76	2,02	2,16	2,49	2,77	3,00	3,16	3,26	3,29	3,24	3,07	2,77	2,34
	1,05	0,45	0,80	1,25	1,39	1,59	1,90	2,18	2,34	2,72	3,05	3,32	3,53	3,67	3,76	3,76	3,64	3,40	3,03
	1,2	0,47	0,85	1,34	1,49	1,70	2,04	2,35	2,53	2,96	3,33	3,64	3,90	4,09	4,22	4,28	4,22	4,04	3,72
	1,5	0,50	0,89	1,42	1,58	1,81	2,18	2,52	2,71	3,19	3,60	3,96	4,27	4,50	4,68	4,80	4,80	4,67	4,41
	≥ 3	0,52	0,94	1,50	1,67	1,92	2,32	2,69	2,90	3,42	3,88	4,29	4,83	4,92	5,14	5,32	5,37	5,31	5,10
100	1	0,53	0,94	1,49	1,65	1,89	2,27	2,61	2,80	3,27	3,67	3,99	4,25	4,42	4,50	4,48	4,31	3,97	3,46
	1,05	0,55	0,99	1,57	1,75	2,00	2,41	2,78	2,99	3,50	3,94	4,32	4,61	4,83	4,96	5,00	4,89	4,61	4,15
	1,2	0,57	1,03	1,65	1,84	2,11	2,54	2,95	3,17	3,73	4,22	4,64	4,98	5,25	5,43	5,52	5,46	5,24	4,84
	1,5	0,60	1,08	1,73	1,93	2,22	2,68	3,11	3,36	3,96	4,50	4,96	5,35	5,66	5,89	6,04	6,04	5,88	5,53
	≥ 3	0,62	1,131	1,81	2,02	2,33	2,82	3,28	3,54	4,19	4,78	5,29	5,72	6,08	6,35	6,56	6,62	6,51	6,22
112	1	0,64	1,18	1,86	2,07	2,38	2,86	3,31	3,57	4,18	4,71	5,15	5,49	5,72	5,85	5,83	5,61	5,16	4,47
	1,05	0,67	1,21	1,94	2,16	2,49	3,00	3,48	3,75	4,41	4,99	5,47	5,86	6,14	6,31	6,35	6,18	5,80	5,17
	1,2	0,69	1,26	2,02	2,26	2,60	3,14	3,65	3,94	4,64	5,27	5,79	6,23	6,55	6,77	6,87	6,76	6,43	5,86
	1,5	0,71	1,30	2,10	2,35	2,71	3,28	3,82	4,12	4,87	5,54	6,12	6,60	6,97	7,23	7,39	7,34	7,06	6,55
	≥ 3	0,74	1,35	2,18	2,44	2,82	3,42	3,98	4,30	5,11	5,82	6,44	6,96	7,38	7,69	7,91	7,91	7,70	7,24
125	1	0,77	1,40	2,25	2,52	2,90	3,50	4,06	4,38	5,15	5,80	6,34	6,76	7,03	7,16	7,09	6,75	6,11	5,14
	1,05	0,79	1,45	2,33	2,61	3,01	3,64	4,23	4,56	5,38	6,08	6,67	7,13	7,45	7,62	7,61	7,33	6,74	5,83
	1,2	0,82	1,50	2,42	2,70	3,12	3,78	4,40	4,75	5,61	6,36	6,99	7,49	7,86	8,08	8,13	7,90	7,37	6,52
	1,5	0,84	1,54	2,50	2,80	3,23	3,92	4,56	4,93	5,84	6,63	7,31	7,86	8,28	8,54	8,65	8,48	8,01	7,21
	≥ 3	0,86	1,59	2,58	2,89	3,34	4,06	4,73	5,12	6,07	6,91	7,63	8,23	8,69	9,01	9,17	9,06	8,64	7,91
140	1	0,92	1,68	2,71	3,03	3,49	4,23	4,91	5,29	6,22	7,01	7,64	8,11	8,39	8,48	8,27	7,69	6,71	5,28
	1,05	0,94	1,72	2,79	3,12	3,60	4,37	5,07	5,48	6,45	7,29	7,97	8,48	8,81	8,94	8,79	8,27	7,34	5,97
	1,2	0,96	1,77	2,87	3,21	3,71	4,50	5,24	5,66	6,68	7,56	8,29	8,85	9,22	9,40	9,31	8,85	7,98	6,66
	1,5	0,99	1,82	2,95	3,31	3,82	4,64	5,41	5,84	6,91	7,84	8,61	9,22	9,64	9,86	9,83	9,42	8,61	7,35
	≥ 3	1,01	1,86	3,03	3,40	3,93	4,78	5,58	6,03	7,14	8,12	8,94	9,59	10,05	10,32	10,35	10,00	9,25	8,05
160	1	1,11	2,04	3,30	3,70	4,27	5,17	6,01	6,47	7,60	8,53	9,24	9,72	9,94	9,87	9,34	8,28	6,62	4,31
	1,05	1,13	2,08	3,38	3,79	4,38	5,31	6,17	6,66	7,83	8,80	9,57	10,09	10,35	10,33	9,86	8,85	7,25	5,00
	1,2	1,15	2,13	3,46	3,88	4,49	5,45	6,34	6,84	8,06	9,08	9,89	10,46	10,77	10,79	10,38	9,43	7,88	5,70
	1,5	1,18	2,18	3,55	3,98	4,60	5,59	6,51	7,03	8,29	9,36	10,21	10,83	11,18	11,25	10,90	10,01	8,25	6,39
	≥ 3	1,20	2,22	3,63	4,07	4,71	5,73	6,68	7,21	8,52	9,63	10,53	11,20	11,60	11,72	11,42	10,58	9,15	7,08
180	1	1,30	2,39	3,89	4,36	5,04	6,10	7,07	7,62	8,90	9,93	10,67	11,09	11,15	10,81	9,78	7,99	5,38	1,88
	1,05	1,32	2,44	3,97	4,45	5,15	6,23	7,24	7,80	9,13	10,21	11,00	11,46	11,56	11,27	10,29	8,57	6,02	2,57
	1,2	1,34	2,49	4,05	4,54	5,25	6,37	7,41	7,99	9,37	10,49	11,32	11,83	11,98	11,73	10,81	9,15	6,65	3,26
	1,5	1,37	2,53	4,13	4,64	5,36	6,51	7,57	8,17	9,60	10,76	11,64	12,20	12,39	12,19	11,33	9,72	7,29	3,95
	≥ 3	1,39	2,58	4,21	4,73	5,47	6,65	7,74	8,35	9,83	11,04	11,96	12,56	12,81	12,65	11,85	10,30	7,92	4,64
200	1	1,49	2,75	4,47	5,01	5,79	7,00	8,10	8,72	10,13	11,22	11,92	12,19	11,98	11,25	9,50	6,75	2,89	
	1,05	1,51	2,79	4,55	5,10	5,89	7,14	8,27	8,90	10,37	11,49	12,24	12,56	12,40	11,71	10,02	7,33	3,52	
	1,2	1,53	2,84	4,63	5,19	6,00	7,27	8,44	9,08	10,60	11,77	12,56	12,93	12,81	12,17	10,54	7,91	4,16	
	1,5	1,55	2,89	4,71	5,29	6,11	7,41	8,61	9,27	10,83	12,05	12,89	13,30	13,23	12,63	11,06	8,48	4,79	
	≥ 3	1,58	2,93	4,79	5,38	6,22	7,55	8,77	9,45	11,06	12,32	13,21	13,67	13,64	13,09	11,58	9,06	5,43	
224	1	1,71	3,17	5,16	5,77	6,67	8,05	9,30	9,97	11,51	12,59	13,15	13,13	12,45	11,04	8,15	3,87		
	1,05	1,73	3,21	5,24	5,87	6,78	8,19	9,46	10,16	11,74	12,86	13,47	13,49	12,86	11,50	8,67	4,44		
	1,2	1,75	3,26	5,32	5,96	6,89	8,33	9,63	10,34	11,97	13,14	13,79	13,86	13,28	11,96	9,19	5,02		
	1,5	1,78	3,30	5,40	6,05	6,99	8,46	9,80	10,53	12,20	13,42	14,12	14,23	13,69	12,42	9,17	5,60		
	≥ 3	1,80	3,35	5,48	6,14	7,10	8,60	9,96	10,71	12,43	13,69	14,44	14,60	14,11	12,89	10,23	6,17		
250	1	1,95	3,62	5,88	6,59	7,60	9,15	10,53	11,26	12,85	13,84	14,13	13,62	12,22	9,83	5,29			
	1,05	1,97	3,66	5,97	6,68	7,71	9,29	10,69	11,44	13,08	14,12	14,45	13,99	12,64	10,29	5,81			
	1,2	1,99	3,71	6,05	6,77	7,82	9,43	10,86	11,63	13,31	14,39	14,77	14,36	13,05	10,75	6,33			
	1,5	2,02	3,75	6,13	6,87	7,93	9,56	11,03	11,81	13,54	14,67	15,10	14,73	13,47	11,21	6,85			
	≥ 3	2,04	3,80	6,21	6,96	8,04	9,70	11,19	12,00	13,77	14,95	15,42	15,10	13,88	11,67	7,36			
v in $\text{m/s} \approx$		5		10		15		20		25		30		35		40			
Scheibenwerkstoff		normal								hochfest									
Scheibenauswuchtung		statisch ausgewuchtet								dynamisch ausgewuchtet									



Maschinenelemente
Universität Dortmund
Fakultät Maschinenbau
Prof. Dr.-Ing. B. Künne

Konstruktionselemente / Maschinenelemente
Fachprüfung

Kl. E

E-RK 12 bar 06.03 Bl. 4 v. 5

Name: Künne / Mitarbeiter

Name:

Matr.-Nr.:



Maschinenelemente
Universität Dortmund
Fakultät Maschinenbau
Prof. Dr.-Ing. B. Künne

Konstruktionselemente / Maschinenelemente
Fachprüfung

Kl. E

E-RK 12 bar 06.03 Bl. 5 v. 5

Name: Künne / Mitarbeiter

Name:

Matr.-Nr.:

Name:

Matr.-Nr.:

Aufgabe E KB (Kupplungen)

Teilaufgabe	E-KB 1	E-KB 2	E-KB 3	E-KB 4	E-KB 5	E-KB 6	Σ
Max. Pktzahl	1	1	1	2	2	2	9
Erreichte Pktzahl							

Die Antriebsanlage eines Fährschiffs besteht aus einer Gasturbine (1) mit einer Nennleistung von 27.500 kW bei einer Nenndrehzahl von 3.800 U/min. Diese Gasturbine ist über eine Lamellenkupplung (2) und eine weitere Kupplung (3) mit einem Getriebe (4) verbunden, welches das Drehmoment der Gasturbine an die Schiffswelle (5) weiterleitet. (**Abb. 1 und 2**).

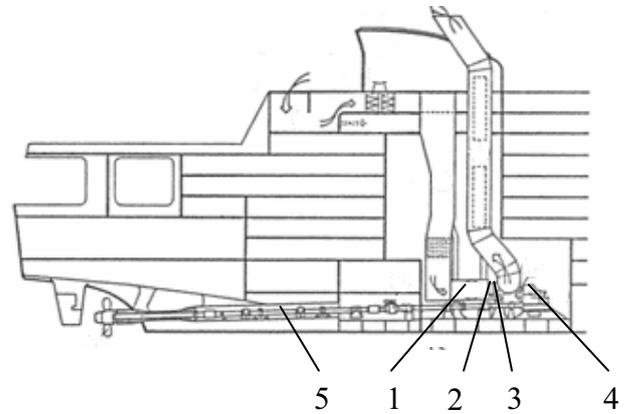


Abb. 1: Antriebsanlage der FINNJET

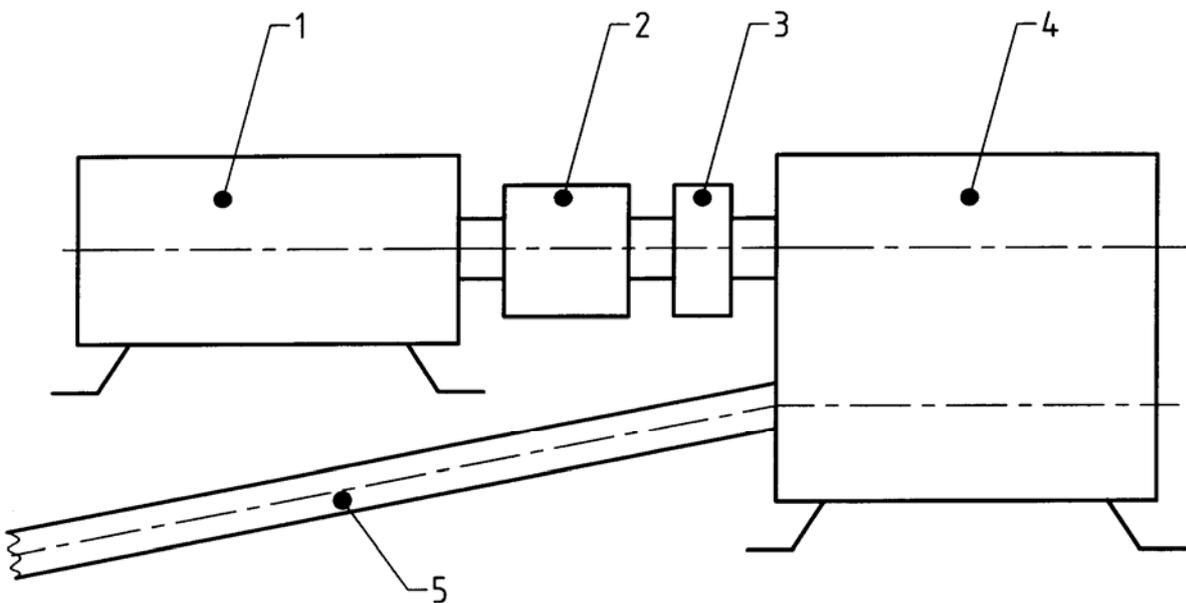


Abb. 2: Antriebsanlage der FINNJET (schematisch)

Name:

Matr.-Nr.:

E-KB 1 Die Lamellenkupplung (2) soll aus insgesamt 11 Lamellen bestehen, wobei die mit der Antriebsseite der Kupplung verbundenen Lamellen aus Stahl, die mit der Abtriebsseite der Kupplung verbundenen Lamellen aus Sintermetall hergestellt sind. Zeichnen Sie die noch fehlenden Lamellen in **Abb. 3** ein.

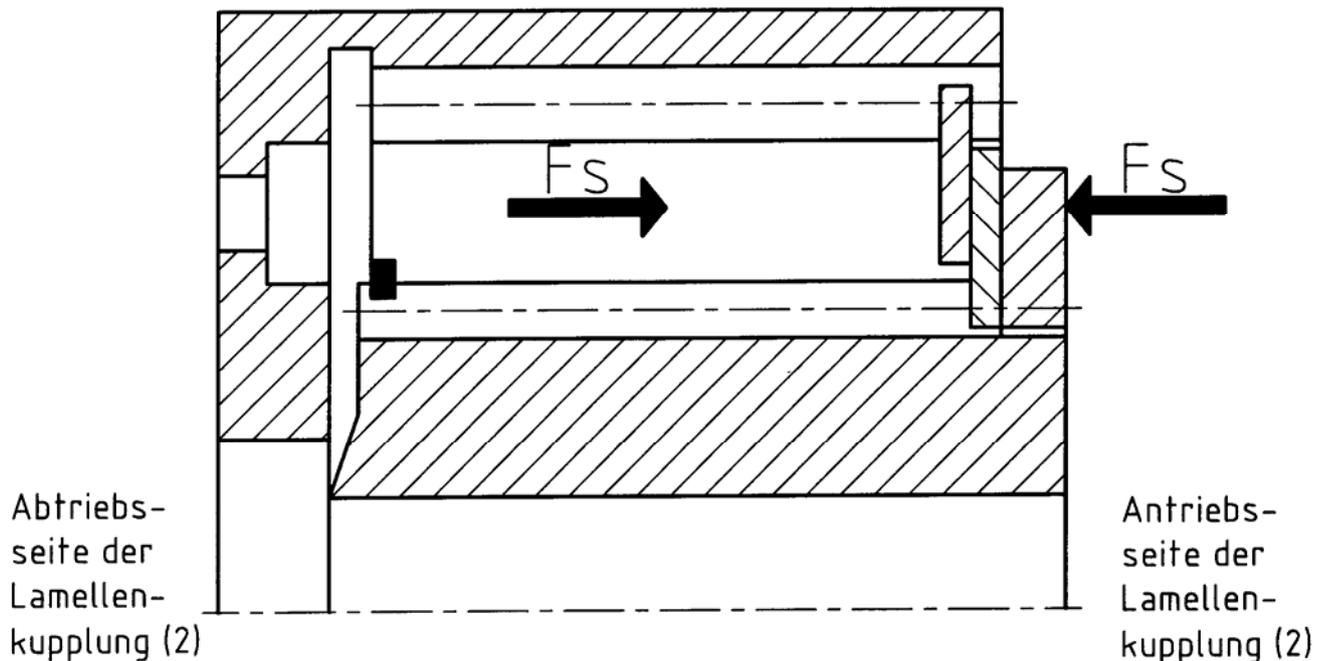


Abb 3: Schematische Darstellung der Lamellenkupplung (2)

E-KB 2 Ermitteln Sie die Anzahl z der wirksamen Reibflächenpaarungen.

E-KB 3 Wie groß ist der Reibwert μ , wenn davon auszugehen ist, dass die Kupplung zur Kühlung von Öl durchlaufen wird?

Reibpaarung	Reibwerte etwa	
	μ trocken	μ in Öl
St/St	-	0,003 ... 0,05
St/Sintermetall	0,15 ... 0,2	0,05
St/Kunstharz	0,25 ... 0,5	0,08 ... 0,12
St/Papier	-	0,1 ... 0,13

Abb. 4: Reibwerte für unterschiedliche Reibpaarungen

	Maschinenelemente Universität Dortmund Fakultät Maschinenbau Prof. Dr.-Ing. B. Künne	Konstruktionselemente / Maschinenelemente Fachprüfung	Kl. E
			E-KB 13 sej 06.03 Bl. 3 v. 3 Name: Künne / Mitarbeiter

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

E-KB 4 Welches Drehmoment muss die Lamellenkupplung übertragen, wenn die Gasturbine im Nennbetriebspunkt läuft?

E-KB 5 Bei einer ähnlichen Anordnung soll ein Drehmoment von 80.000 Nm übertragen werden. Wie groß muss der mittlere Reibradius r_m mindestens sein, wenn zum Aufbringen der Schaltkraft F_s (**Abb. 3**) ein Hydraulikzylinder zum Einsatz kommen soll, der eine maximale Druckkraft von 150 kN besitzt?

E-KB 6 Nennen Sie eine geeignete Kupplung, die an **Pos. 3** in **Abb. 2** einzusetzen ist, damit ein einwandfreier Lauf des Antriebsstrangs gewährleistet werden kann? Begründen Sie ihre Antwort!

	Maschinenelemente Universität Dortmund Fakultät Maschinenbau Prof. Dr.-Ing. B. Künne	Konstruktionselemente / Maschinenelemente Fachprüfung	Kl. E
			E-FÜ 10 ric 06.03 Bl. 1 v. 1 Name: Künne / Mitarbeiter

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

Aufgabe E FÜ (Führungen)

Teilaufgabe	E-FÜ 1	E-FÜ 2	Σ
Max. Pktzahl	2	1,5	3,5
Erreichte Pktzahl			

E-FÜ 1 Skizzieren Sie eine Schwalbenschwanzführung.

E-FÜ 2 Beschreiben Sie kurz den Stick-Slip-Effekt.

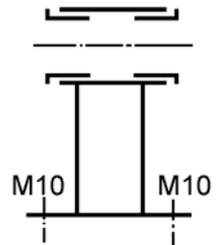
Name:

Matr.-Nr.:

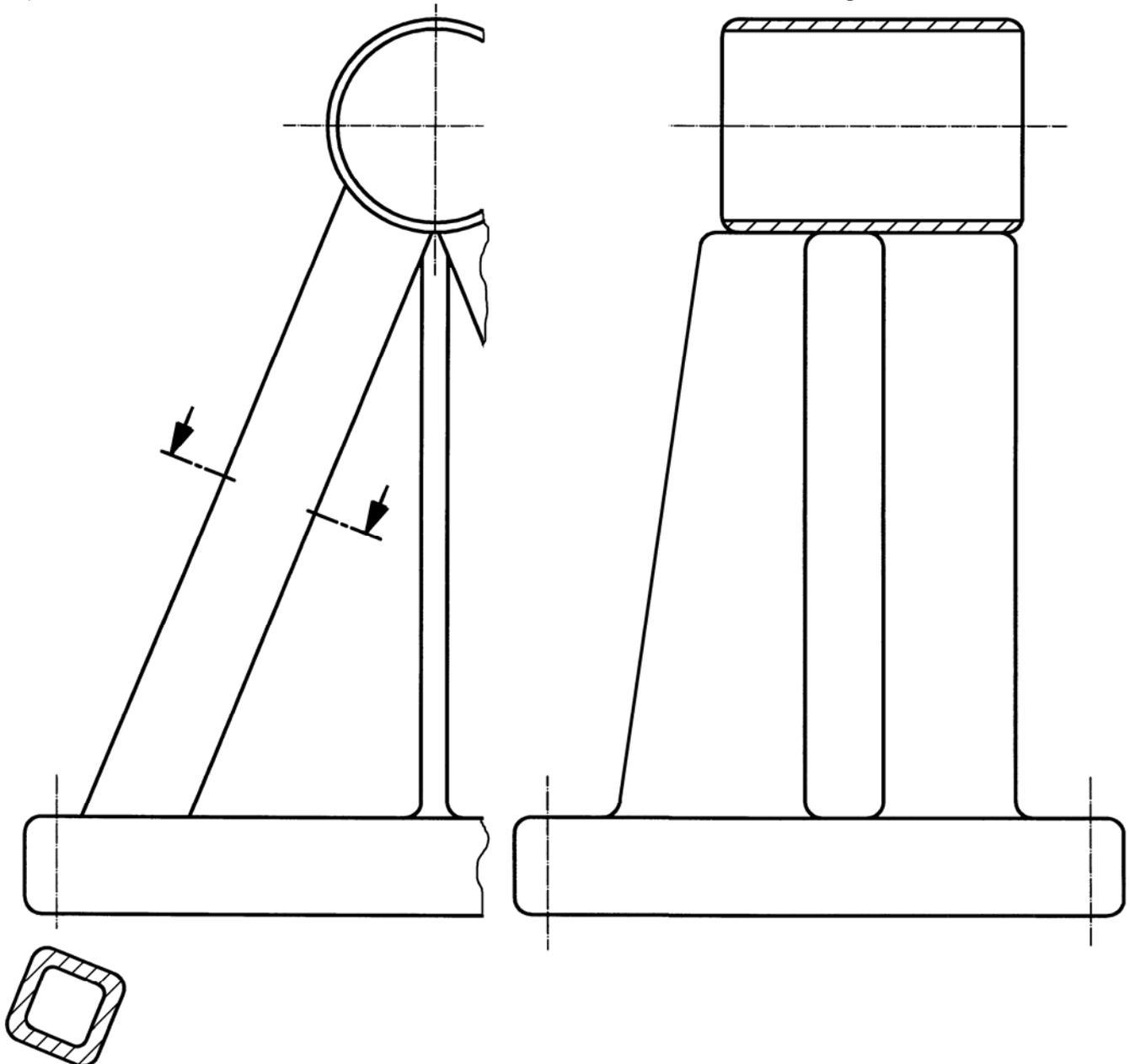
Aufgabe E GG 12 (Konstruktionsaufgabe Getriebe)

Teilaufgabe	E-GG 1	E-GG 2	Σ
Max. Pktzahl	5	89	94
Erreichte Pktzahl			

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.



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.



	Maschinenelemente Universität Dortmund Fakultät Maschinenbau Prof. Dr.-Ing. B. Künne	Konstruktionselemente / Maschinenelemente Fachprüfung	Kl. E
			GG15 sej/lan 06.03 Bl. 2 v. 2 Name: Künne / Mitarbeiter

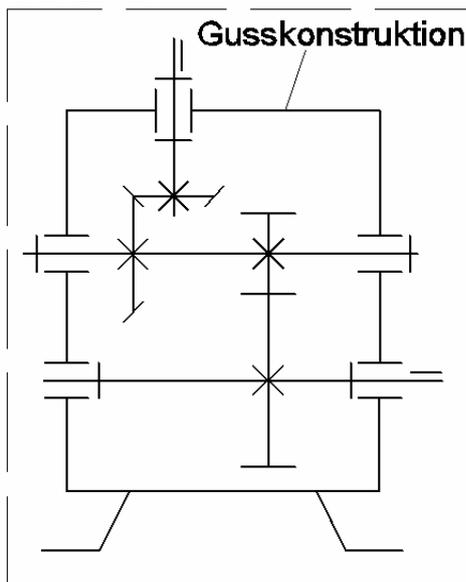
Name:	Matr.-Nr.:
-------	------------

E-GG 2 Es ist ein Getriebe für eine Containerkippvorrichtung gemäß untenstehender Skizze zu konstruieren. Die Kippbewegung soll mit Hilfe eines Mutter-Spindel-Systems realisiert werden. Die Grundplatte, auf der der Container steht, ist bereits vorgegeben.

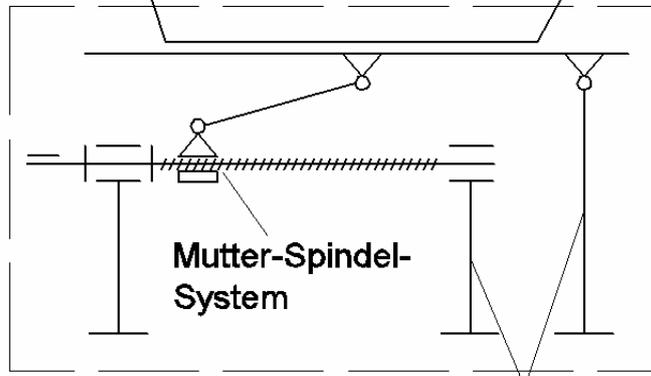
Berücksichtigen Sie bei Ihrer Konstruktion folgendes:

- Gestaltung des Getriebegehäuses als **Gusskonstruktion**.
- Das Gehäuse ist mit **Füßen** zu versehen
- Lagerung der Wellen im Getriebe in **Wälzlager**n mit **ölgeschmierten** Zahnrädern (Dichtungen).
- Für die **Antriebswelle** ist eine **fliegende Trag-Stütz-Lagerung in O-Anordnung** vorzusehen.
- Für die **Zwischenwelle** im Getriebe ist eine **Trag-Stütz-Lagerung in X-Anordnung** vorzusehen.
- Für die **Abtriebswelle** ist eine **Trag-Stütz-Lagerung in O-Anordnung** vorzusehen.
- An der Antriebswelle ist ein **Wellenende** mit Passfeder vorzusehen. Der E-Motor sowie die Kupplung sind nicht darzustellen.
- Die Abtriebswelle ist mit einem **Wellenende** mit Passfeder zu versehen.
- Gestaltung der Kippvorrichtung als **Schweißkonstruktion**.
- Die Lagerung des Mutter-Spindel-Systems ist **fettgeschmiert**, in Form von Stehlagereinheiten zu gestalten und auf das vorgegebene Fundament zu befestigen.
- Für die Lagerung der Spindel ist eine **Fest-Los-Lagerung** zu wählen (hohe Axialkräfte beachten).
- Die Spindel ist mit einem **Wellenende** mit Passfeder zu versehen
- Zwischen Getriebeausgangswelle und Spindel ist eine geeignete Kupplung auszuwählen, die nur benannt, jedoch nicht darzustellen ist.
- Die **Gelenkpunkte** der Grundplatte sowie der Schubstange sind durch einfache Gleitlagerungen zu realisieren, wobei einer der Gelenkpunkte **im Schnitt** darzustellen ist.
- **Eine Schraubenverbindung** und die **Ölschrauben** sind darzustellen (sonst nur Mittellinien)

A3 Blatt



A4 Blatt



Schweißkonstruktion

Die Konstruktion ist auf den beiliegenden Aufgabenblättern **freihändig** auszuführen. Alle Details müssen hinreichend erkennbar sein. Die Mittellinien der Wellen sowie die Konturen des Fundaments, der Grundplatte, der Kegelräder und der Stirnräder sind auf den beiliegenden Aufgabenblättern bereits als Hilfe vorgegeben.