



FACHPRÜFUNG

MASCHINENELEMENTE

10.09.2004 - 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.
- 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} 6	P _{max} 9	P _{max} 8	P _{max} 12	P _{max} 10	P _{max} 9	P _{max} 7	P _{max} 9	P _{max} 7	P _{max} 9,5	P _{max} 8,5	P _{max} 9	P _{max} 6	P _{max} 90	P_{max} 200



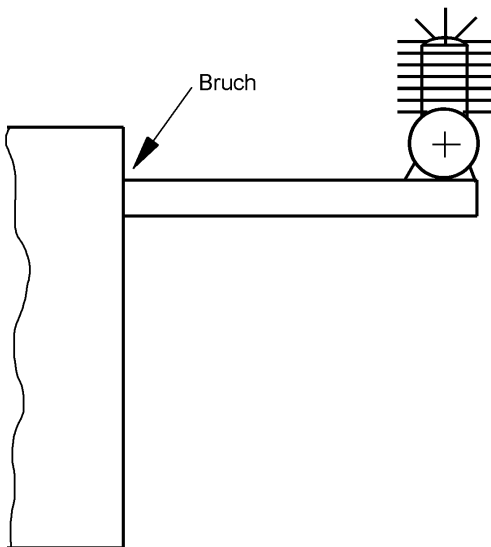
Name:

Matr.-Nr.:

Aufgabe E-VE (Versagenskriterien)

Teilaufg.	E-VE.1	E-VE.2	E-VE.3	Summe
Max. Pktzahl	2	2	2	6
Erreichte Punktzahl				

An einem Kühlaggregat befindet sich ein Kompressor, der starke Schwingungen erzeugt, s. Skizze.



E-VE.1 Bei der Montage der Anlage wird festgestellt, dass sich der Träger, auf dem sich der Kompressor befindet, stärker als gewünscht verbiegt; er bricht jedoch nicht ab (auch rechnerisch nachgewiesen). Der Ausleger ist aus S235JR (St37) gefertigt. Welche Abhilfemaßnahmen schlagen Sie vor? Welche Maßnahme ist ungeeignet?

E-VE.2 Als Abhilfe gegen die Verformung soll ein gleich großer Träger aus einer hochfesten Aluminiumlegierung (Festigkeit 1,5mal so groß wie bei St37) verwendet werden. Halten Sie diese Maßnahme für geeignet?

E-VE.3 Nach einer gewissen Laufzeit bricht der Stahlträger an der gekennzeichneten Stelle ab. Die Bruchfläche verläuft senkrecht und ist zum größten Teil sehr glatt. Um welche Bruchart handelt es sich?

Name:

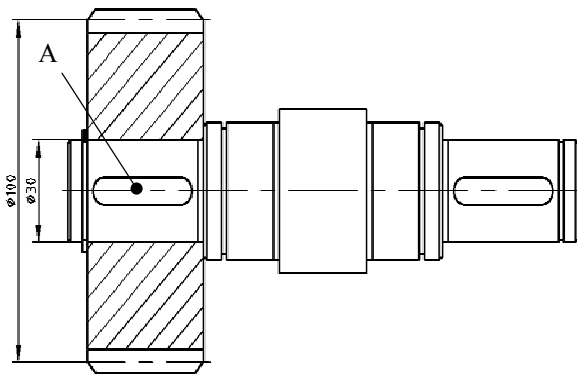
Matr.-Nr.:

Aufgabe E AW (Achsen und Wellen)

Teilaufgabe	E-AW 1	E-AW 2	Σ
Max. Pktzahl	7	2	9
Erreichte Pktzahl			

Aufgabenstellung

Die dargestellte Getriebewelle aus St 50 ist an der Stelle A (gemittelte Rautiefe $R_z = 25 \mu\text{m}$) mit einem maximalen Biegemoment von 50 Nm belastet. Über ein Zahnrad wird eine Umfangskraft von 2500 N eingeleitet. Die Häufigkeit der Maximallast beträgt 70 %. Zur Bearbeitung nutzen Sie die Formeln und Diagramme auf der nachfolgenden Seite und **markieren** Sie die jeweils gewählten Werte deutlich.



Hinweis:

Im maximalen Biegemoment sind alle Zahn- und Lagerkräfte berücksichtigt.

Die Welle hat nur eine Drehrichtung.

E-AW 1 Führen Sie einen Spannungsnachweis an der Stelle A durch (α_0 ist hierbei zu berechnen)!



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

Konstruktionselemente / Maschinenelemente
Fachprüfung

KL. E

E-AW 12 hog 04.09 Bl. 2 v. 3
Name: Künne / Mitarbeiter

Name:

Matr.-Nr.:

E-AW 2 Welche Maßnahmen können prinzipiell ergriffen werden, um die Welle zur Übertragung größerer Leistungen zu nutzen?

Name:

Matr.-Nr.:

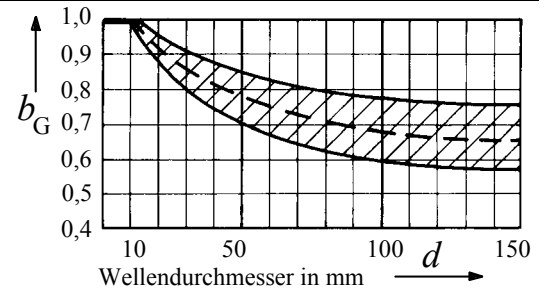
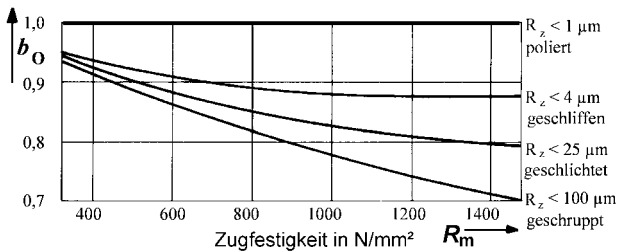
E-AW Formeln und Diagramme

$$S = 1 + \frac{H}{100\%}$$

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

$$\alpha_0 = \frac{\sigma_{b \text{ grenz}}}{1,73 \cdot \tau_{t \text{ grenz}}}$$

$$\sigma_{zul} = \frac{b_G \cdot b_0 \cdot \sigma_{b \text{ grenz}}}{\beta_k \cdot S}$$



Dauerfestigkeitskennwerte N/mm²:

Werkstoff	R_m	$\sigma_{z \text{ sch}}$	$\sigma_{z \text{ w}}$	$\sigma_{b \text{ sch}}$	$\sigma_{b \text{ w}}$	$\tau_{t \text{ sch}}$	$\tau_{t \text{ w}}$
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

Abmessungen der Passfedern nach DIN 6885 Teil 1 (Auszug)

Für Wellen-Ø d_1	über	10	12	17	22	30	38	44	50	58	65	75	85
	bis	12	17	22	30	38	44	50	58	65	75	85	95
Passfederquerschnitt	b	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	25
	h	4	5	6	7	8	8	9	10	11	12	14	14
Wellennuttiefe	t_1	2,5	3	3,5	4	5	5	5,5	6	7	7,5	9	9
Nabennuttiefe mit Übermaß	t_2	1,2	1,7	2,2	2,4	2,4	2,4	2,9	3,4	3,4	3,9	4,4	4,4
Nabennuttiefe mit Rückenspiel	t_2	1,8	2,3	2,8	3,3	3,3	3,3	3,8	4,3	4,4	4,9	5,4	5,4

Kerbenform		Kerbfaktor β_k
Welle glatt, poliert		1
Passfedernut, mit Fingerfräser gefertigt		2
Passfedernut, mit Scheibenfräser gefertigt		2
Rundkerbe, $r/d = 0,1$		2
Presssitz, Nabe steif		2
Presssitz, Nabe nachgiebig („entlastet“)		1,6
Sicherungsringnut		3

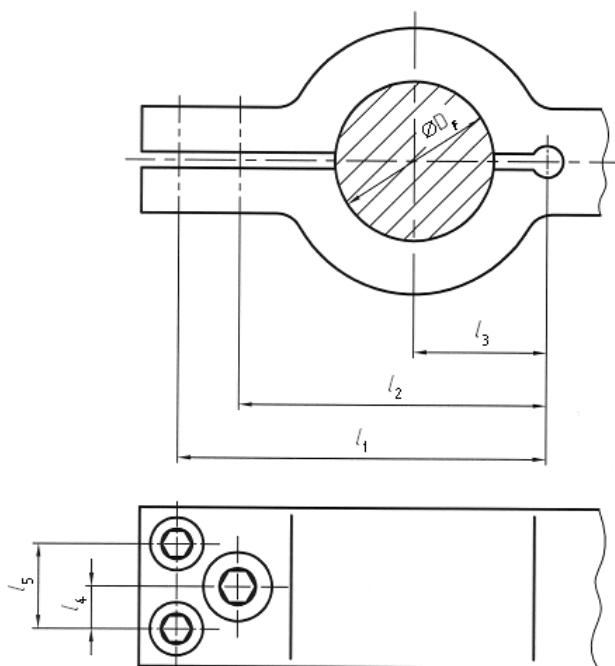
Name:

Matr.-Nr.:

Aufgabe E-WN

Teilaufgabe	E-WN 1	E-WN 2	Σ
Max. Pktzahl	5	3	8
Erreichte Pktzahl			

E-WN 1 Für die dargestellte geschlitzte Klemmverbindung ist das maximal übertragbare Drehmoment zu ermitteln. Die Klemmkraft wird mittels zwei Schrauben M6 und einer Schraube M8 (siehe Draufsicht) erzeugt. Die Werkstoffpaarung ist Stahl auf Stahl und trocken.



Folgende Werte sind gegeben:

$$F_{S1} \text{ (M6)} = 10 \text{ kN}$$

$$F_{S2} \text{ (M8)} = 16 \text{ kN}$$

$$l_1 = 70 \text{ mm}$$

$$l_2 = 58 \text{ mm}$$

$$l_3 = 25 \text{ mm}$$

$$l_4 = 8 \text{ mm}$$

$$l_5 = 16 \text{ mm}$$

$$D_F = 30 \text{ mm}$$

$$\mu_{\text{St/St(tr)}} = 0,1$$

E-WN 2 a) Welche Welle-Nabe-Verbindungen können als zerstörungsfreier Überlastschutz gegen zu große Drehmomente eingesetzt werden?
Nennen Sie vier Verbindungen.

b) Welche zwei allgemeinen Vorteile bieten kraftschlüssige gegenüber formschlüssigen Welle-Nabe-Verbindungen?



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

Konstruktionselemente / Maschinenelemente
Fachprüfung

Kl. E

E-WN 10 bar04.09 **Bl. 2 v. 2**

Name: Künne / Mitarbeiter

Name:

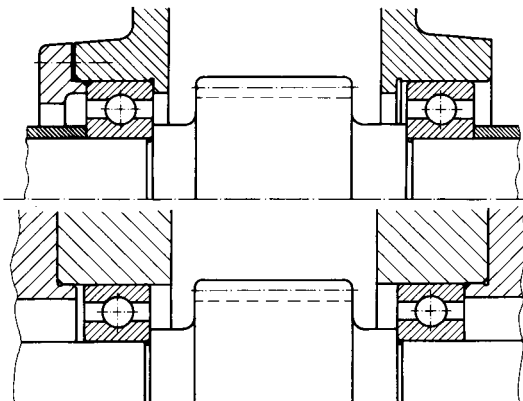
Matr.-Nr.:

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

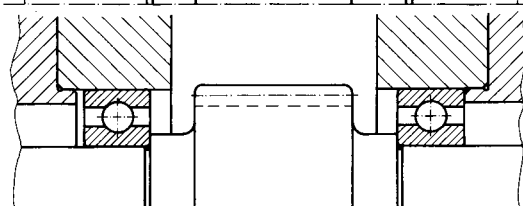
Aufgabe E-WL

Teilaufgabe	E-WL 1	E-WL 2	E-WL 3	Σ
Max. Pktzahl	3	1,5	7,5	12
Erreichte Pktzahl				

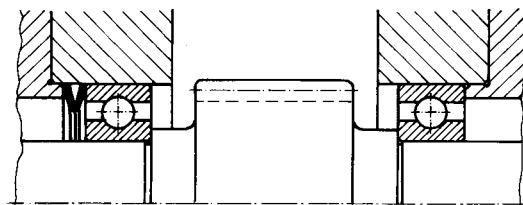
E-WL 1 Um welche Lagerungsart (Fest-Los-Lagerung, Trag-Stütz-Lagerung in O-Anordnung, Trag-Stütz-Lagerung in X-Anordnung) handelt es sich bei den im Folgenden dargestellten Lagerungsbeispielen?
Kreuzen Sie an.



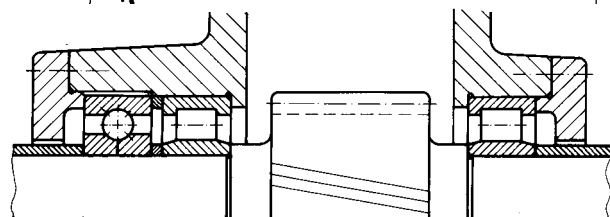
- 1)
 Fest-Los-Lagerung
 Trag-Stütz-Lagerung in O-Anordnung
 Trag-Stütz-Lagerung in X-Anordnung



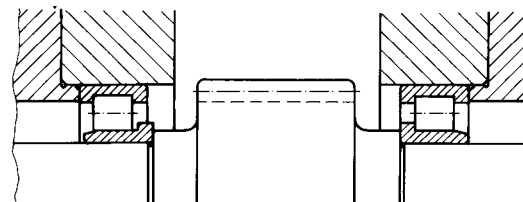
- 2)
 Fest-Los-Lagerung
 Trag-Stütz-Lagerung in O-Anordnung
 Trag-Stütz-Lagerung in X-Anordnung



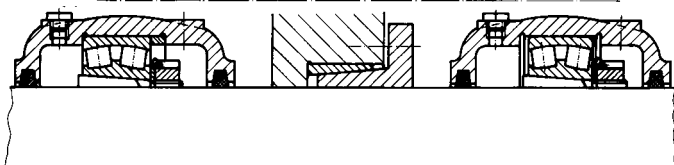
- 3)
 Fest-Los-Lagerung
 Trag-Stütz-Lagerung in O-Anordnung
 Trag-Stütz-Lagerung in X-Anordnung



- 4)
 Fest-Los-Lagerung
 Trag-Stütz-Lagerung in O-Anordnung
 Trag-Stütz-Lagerung in X-Anordnung



- 5)
 Fest-Los-Lagerung
 Trag-Stütz-Lagerung in O-Anordnung
 Trag-Stütz-Lagerung in X-Anordnung



- 6)
 Fest-Los-Lagerung
 Trag-Stütz-Lagerung in O-Anordnung
 Trag-Stütz-Lagerung in X-Anordnung

Name:

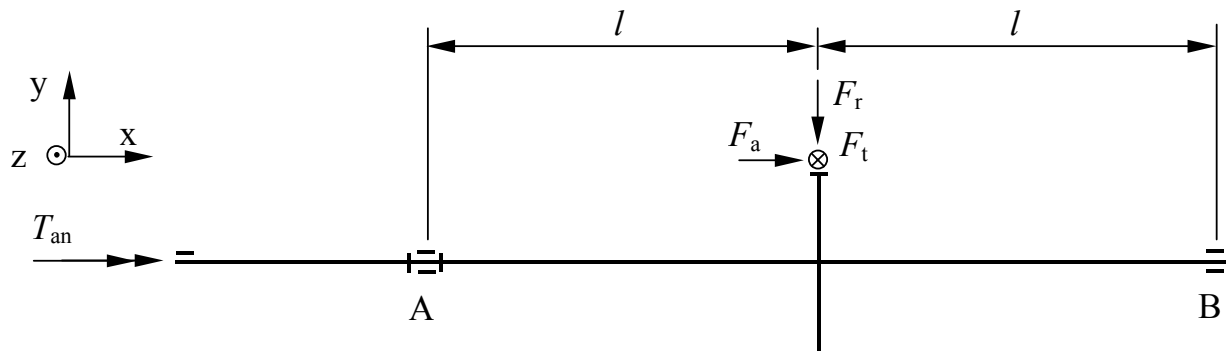
Matr.-Nr.:

- E-WL 2** a) Welcher Lagerungsart ist eine „Schwimmende Lagerung“ zuzuordnen?
b) Mit welchen Lagerbauformen kann eine „Schwimmende Lagerung“ realisiert werden?

E-WL 3 Eine Antriebswelle eines Zahnradgetriebes ist nach folgender Prinzipskizze ausgeführt. Aus dem Antriebsmoment T_{an} ergeben sich die Zahnkräfte F_a , F_r und F_t . Die Lagerung ist mit zwei baugleichen Rillenkugellagern 6210 realisiert worden.

Des Weiteren sind folgende Werte gegeben:

$$\begin{array}{lll} F_a & = & 1075 \text{ N} \\ F_r & = & 4506 \text{ N} \\ F_t & = & 12194 \text{ N} \\ C_0 & = & 24 \text{ kN} \\ C_{dyn} & = & 36,5 \text{ kN} \\ n & = & 2000 \text{ min}^{-1} \\ l & = & 200 \text{ mm} \end{array}$$



- a) Wie groß ist der Innendurchmesser d der Lager?
b) Berechnen Sie die Lebensdauer des höherbelasteten Lagers in Stunden L_{10h} .

Nehmen Sie dazu $\frac{d+D}{2} = 70 \text{ mm}$ an.

Alle aus dem Diagramm und der Tabelle (s. Blatt 3) entnommenen Werte sind zu kennzeichnen. Es sind die aufgeführten Tabellenwerte zu verwenden, d. h., dass auf eine Interpolation verzichtet werden soll. Stattdessen sind die Werte der nächst höheren Zeile zu verwenden.

- c) Wie beurteilen Sie die berechnete Lebensdauer, wenn die Welle in ein handelsübliches Industriegetriebe eingebaut werden soll?

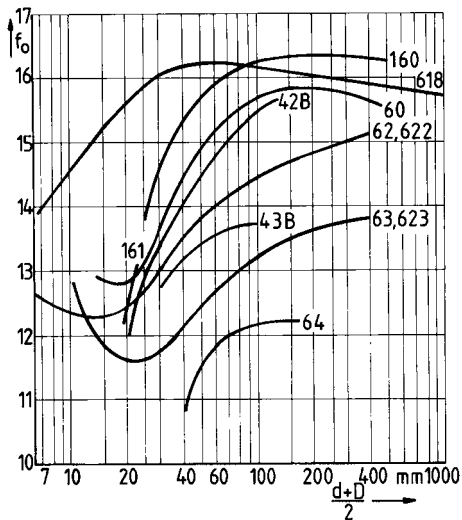
Name:

Matr.-Nr.:


Auszug aus den Vorlesungsumdrucken:

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

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



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	1,5
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

 Maschinenelemente Universität Dortmund Fakultät Maschinenbau Prof. Dr.-Ing. B. Künne	Konstruktionselemente / Maschinenelemente Fachprüfung	Kl. E
		E-GL10 ric 04.09 Bl. 1 v. 3 Name: Künne / Mitarbeiter

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

Aufgabe E GL (Gleitlager)

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

Die Betriebsbedingungen eines Radialgleitlagers sind durch die folgenden Größen gekennzeichnet:

Radialkraft:	$F_r = 1500 \text{ N}$	Lagernennendurchmesser:	$d = 35 \text{ mm}$
Betriebsdrehzahl:	$n = 2850 \text{ min}^{-1}$	Toleranz:	G6/d6
Dynamische Viskosität des Öls:	$\eta = 12 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{\text{N} \cdot \text{s}}{\text{m}^2}$	Rauhtiefe der Lagerbuchse:	$R_{z\text{Lager}} = 1,6 \text{ }\mu\text{m}$
Lagerbreite:	$b = 28 \text{ mm}$	Rauhtiefe der Welle:	$R_{z\text{Welle}} = 1,3 \text{ }\mu\text{m}$
Material der Lagerschale:	Bronze	Material der Welle:	Stahl

E-GL 1 Bestimmen Sie die Sommerfeldzahl für das Mindest- und Höchstspiel.

E-GL 2 Weisen Sie nach, ob das Lager lauffähig ist. Kontrollieren Sie dazu die maximale relative und die minimale absolute Schmierfilmdicke. Wie lauten die zwei Bedingungen, die erfüllt sein müssen?



Name:

Matr.-Nr.:

E-GL 3 Wie groß ist die Übergangswinkelgeschwindigkeit $\omega_{\ddot{u}}$ für das System bei Mindestspiel?

Auszug aus dem Skript:

$$\text{Sommerfeldzahl: } S_o = \frac{p_m \cdot \psi^2}{\eta \cdot \omega};$$

$$\text{Minimale Schmierfilmdicke: } h_{\min} = \delta_{\min} \cdot \frac{s_{\max}}{2}$$

Relatives Lagerspiel:

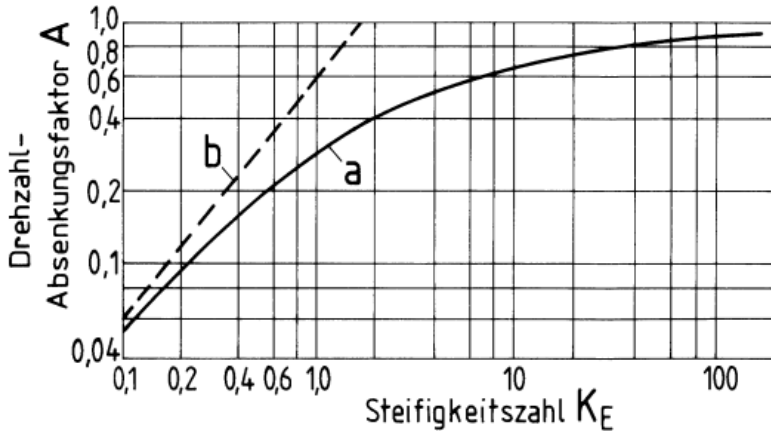
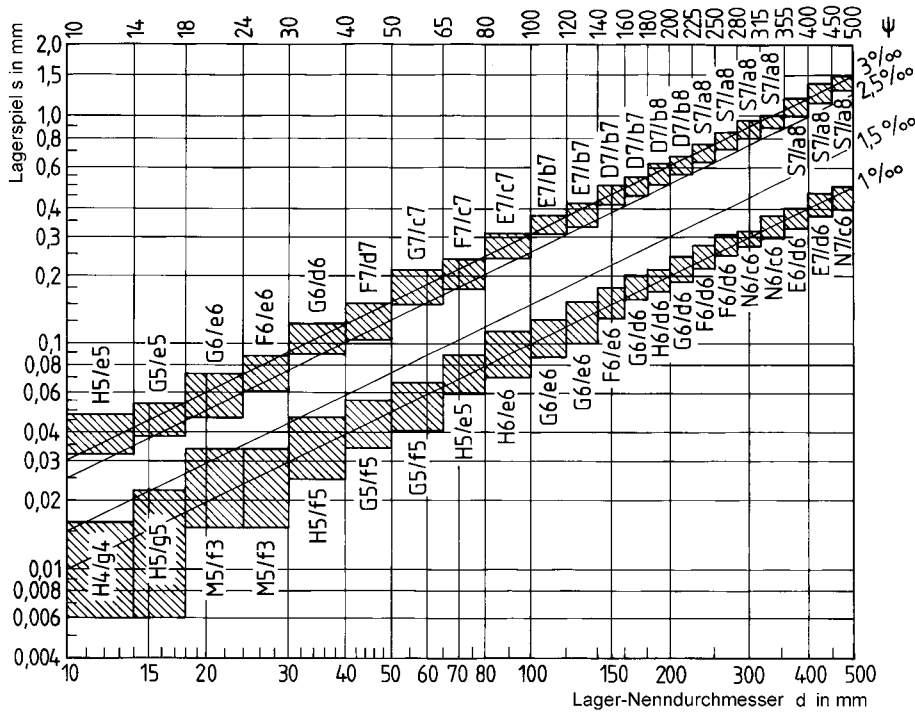
$$\psi = \frac{s}{d}, \text{ mit } s = \text{absolutes Lagerspiel}$$

$$\omega_{\ddot{u}0} = 1,8 \cdot \frac{F_r \cdot \psi \cdot h_{\min}}{b \cdot d^2 \cdot \eta} \quad \omega_{\ddot{u}} = A \cdot \omega_{\ddot{u}0} \quad \frac{1}{E'} = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{1 - q_1^2}{E_1} + \frac{1 - q_2^2}{E_2} \right) \quad K_E = 2 \cdot \frac{E' \cdot h_{\min}}{p_m \cdot d}$$

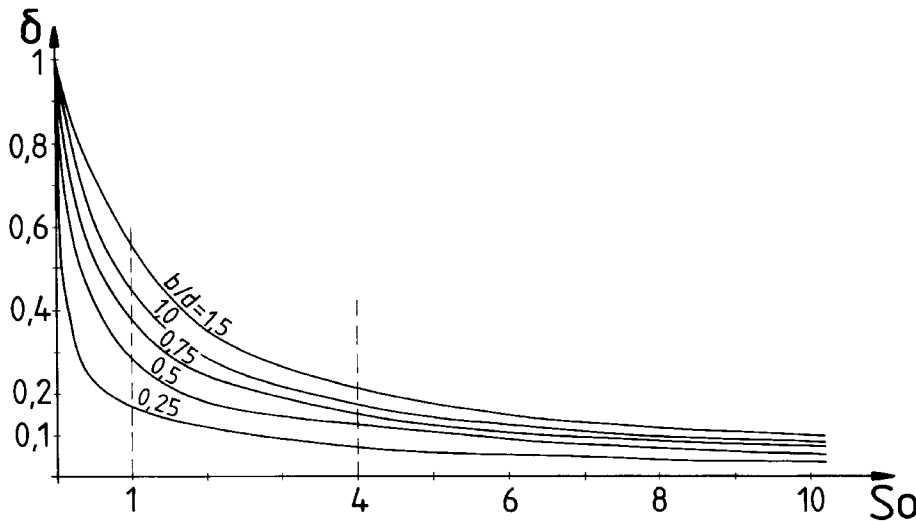
Werkstoff	E-Modul E in N/mm^2	Querzahl q
Stahl	210.000	0,30
Bronze	90.000	0,35
Grauguss	100.000	0,25
PA 6.6	2.000	0,40

Name:

Matr.-Nr.:



a) normaler Verlauf
b) Asymptote für kleine E-Werte



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

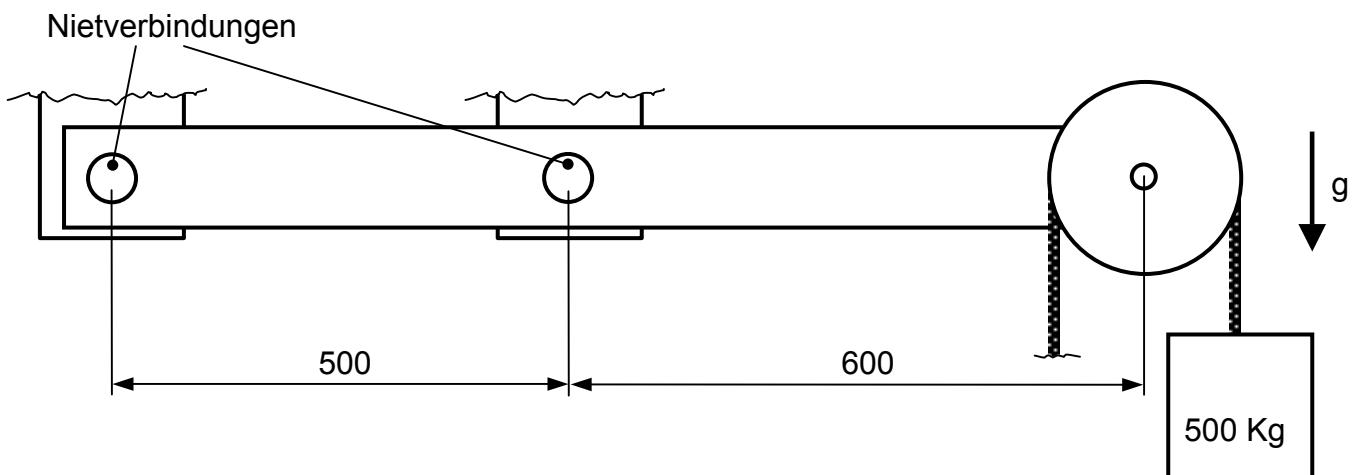
Aufgabe E NT (Nieten)

Teilaufgabe	E-NT 1	E-NT 2	E-NT 3	E-NT 4	Σ
Max. Pktzahl	2	2	2	3	9
Erreichte Pktzahl					

E-NT 1 Skizzieren Sie eine zweischnittige Überlappungsnietsung.

Berechnung einer Nietverbindung:

Die folgende Abbildung visualisiert zwei zweischnittige Nietverbindungen. Das dargestellte Gewicht ist an einem Seil befestigt, welches über eine reibungsfrei gelagerte Rolle geführt wird. Das System befindet sich im Gleichgewichtszustand. Die Gewichte des Stabes und der Rollen können vernachlässigt werden. Beide Nieten sollen identisch sein und aus dem Werkstoff St 36 bestehen. Verwenden Sie den Lastfall H.



Auszug aus dem Skript:

Lochleibungsdruck:

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

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

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

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

E-NT 2 Bestimmen Sie die beiden resultierenden Kräfte, die auf die beiden Niete wirken.

E-NT 3 Leiten Sie eine Formel ab, die die optimale Blechdicke t_{opt} der Anschlusskonsole charakterisiert.

Bemerkung: Optimale Blechdicke bedeutet, dass bei der vorhandenen Spannung sowohl der Lochleibungsdruck als auch die Abscherspannung gerade noch nicht die jeweils zulässigen Werte überschreiten.

 Maschinenelemente Universität Dortmund Fakultät Maschinenbau Prof. Dr.-Ing. B. Künne	Konstruktionselemente / Maschinenelemente Fachprüfung	Kl. E
		E-NT 3 ric 04.09 Bl. 3 v. 3 Name: Künne / Mitarbeiter

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

E-NT 4 Bestimmen Sie bei einer Sicherheit von 1,6 die optimale Blechdicke und den Durchmesser der beiden Niete. (Beide Niete sollen identisch sein!)

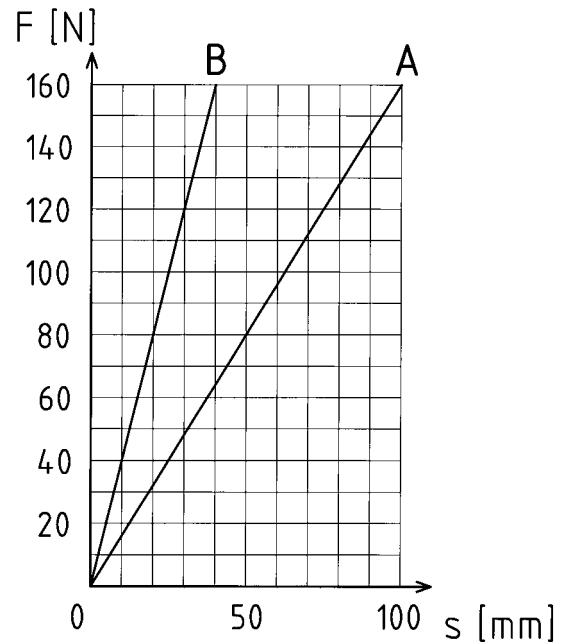
Name:

Matr.-Nr.:

Aufgabe E FE (Federn)

Teilaufgabe	E-FE 1	E-FE 2	E-FE 3	E-FE 4	Σ
Max. Punktzahl	1	1	3	2	7
Erreichte Punktzahl					

Zwei Schraubenzugfedern A und B haben die in dem rechten Diagramm dargestellten Kennlinien.



E-FE 1 Wie groß sind die Federraten c_A und c_B ?

E-FE 2 Wie groß ist die Federrate c_{ges} bei Reihenschaltung der Federn A und B?

E-FE 3 Wie groß ist die Arbeit W_A bzw. W_B , die durch Aufbringen der Kraft $F = 100$ N in jeder der Federn gespeichert werden kann?

E-FE 4 Wie muss die Federrate von Feder B verändert werden, damit bei gleicher Kraft eine größere Arbeit gespeichert werden kann? Welche konstruktiven Maßnahmen können hierzu ergriffen werden? Der Bauraum soll dabei keine Rolle spielen.

Name:

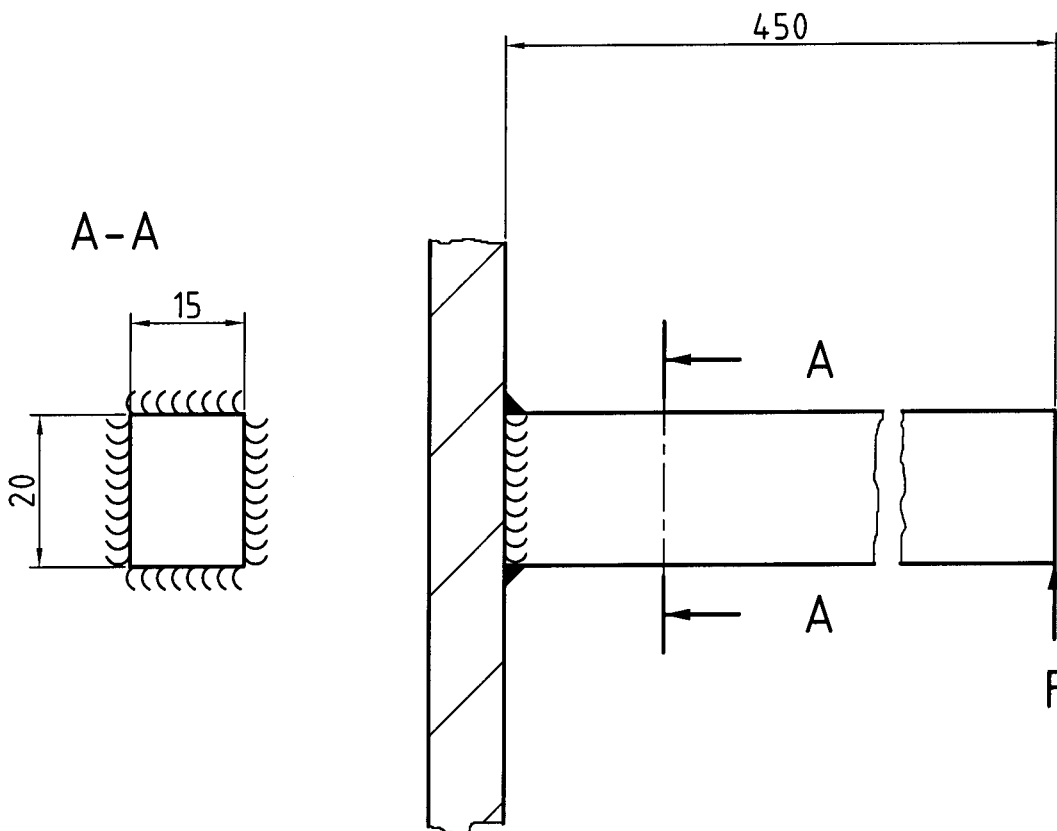
Matr.-Nr.:

Aufgabe E-SW (Schweißverbindungen)

Teilaufgabe	E-SW 1	Σ
Max. Pktzahl	9	9
Erreichte Pktzahl		

E-SW 1 Der dargestellte Hebel aus St 52 wird mit einer schwellenden Kraft von 900 N belastet. Die Schweißnahtdicke beträgt 5 mm. Die Güte der Schweißnaht entspricht der Bewertungsgruppe B. Ist die Schweißnaht ausreichend dimensioniert?

Kennzeichnen Sie ggf. verwendete Tabellenwerte.





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

Konstruktionselemente / Maschinenelemente
Fachprüfung

Kl. E

E-SW6 wer 04.08 **Bl. 2 v. 4**

Name: Künne / Mitarbeiter

Name:

Matr.-Nr.:

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
 $= \sigma_{sch}$ bei schwellender Zug-/Druckbelastung
 $= \sigma_w$ 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



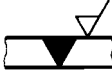






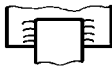

Name:

Matr.-Nr.:

Kennwerte für σ_{Grenz} in N/mm²:

	σ_{sch}	σ_{w}	$\sigma_{\text{h sch}}$	$\sigma_{\text{h w}}$	$\tau_{\text{t sch}}$	$\tau_{\text{t w}}$
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 (Schraubenverbindungen)

Teilaufgabe	E-SR 1	E-SR 2	Σ
Max. Punktzahl	2,5	4,5	7
Erreichte Punktzahl			

E-SR 1 Welche Zugkraft kann eine Sechskantschraube M 12 8.8 maximal aushalten, ohne plastisch verformt zu werden? Markieren Sie benötigte Tabellenwerte!

E-SR 2 Welches Anziehmoment ist aufzubringen, um eine solche Schraube auf 20 kN vorzuspannen? Gehen Sie von einer geölten Schraubenverbindung aus, deren Reibwert sowohl am Kopf als auch im Gewinde bei $\mu_K = \mu_G = 0,12$ liegt. Markieren Sie benötigte Tabellenwerte!



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

(ggf. weiterer Platz zur Bearbeitung)

Auszüge aus dem Vorlesungsumdruck:

$$\tan \varphi = \frac{P_h}{\pi \cdot d_2}$$

Bei eingängigen Gewinden: $P_h = P$

$$M_G = F_V \cdot \frac{d_2}{2} \cdot \tan(\varphi \pm \rho')$$

M_G = Gewindemoment
 $\rho' \approx 1,155 \cdot \mu_G$ für metrisches Gewinde mit $\beta = 60^\circ$
Das „+“ gilt beim Festdrehen, das „-“ beim Lösen

$$M_R = \mu_K \cdot F_V \cdot \frac{d_K}{2}$$

M_R = Reibungsmoment
 μ_K = Reibbeiwert an der Auflagefläche
 d_K = mittlerer Reibdurchmesser der Schraubenkopf- bzw. Mutterauflage:
 $d_K/2 = (d_w + d_h)/4$; $d_K/2 \approx 0,65 \cdot d$ bei Sechskantschrauben

$$M_A = F_V \cdot \left[\frac{d_2}{2} \cdot \tan(\varphi + \rho') + \mu_K \cdot \frac{d_K}{2} \right] \quad \text{Anziehmoment}$$

Abmessungen am metrischen ISO-Gewinde (Regelgewinde) nach DIN 13 T1, Reihe 1 (Auszug):

Neendurchmesser	d	M 3	M 4	M 5	M 6	M 8	M 10	M 12	(M14)	M 16	M 20	M 24
Steigung	P	0,5	0,7	0,8	1	1,25	1,5	1,75	2	2	2,5	3
Flankendurchmesser	$d_2 = D_2$	2,675	3,545	4,480	5,350	7,188	9,026	10,863	12,700	14,701	18,376	22,051
Kern-Ø Bolzen	d_3	2,387	3,141	4,019	4,773	6,466	8,160	9,853	11,546	13,546	16,933	20,319
Kern-Ø Mutter	D_1	2,459	3,242	4,134	4,917	6,647	8,376	10,106	11,835	13,835	17,294	20,752
Gewindetiefe Bolzen	h_3	0,307	0,429	0,491	0,613	0,767	0,920	1,074	1,227	1,227	1,534	1,840
Gewindetiefe Mutter	H_1	0,271	0,379	0,433	0,541	0,677	0,812	0,947	1,083	1,083	1,353	1,624
Nennquerschnitt	A_N	7,069	12,6	19,6	28,3	50,3	78,5	113	154	201	314	452
Kernquerschnitt	A_{d_3}	4,48	7,75	12,7	17,9	32,8	52,3	76,3	105	144	225	324
Spannungsquerschnitt	A_S	5,03	8,78	14,2	20,1	36,6	58,0	84,3	115	157	245	352
Bohrungsmaße												
Kernlochdurchmesser	d_{14}	2,5	3,3	4,2	5	6,8	8,5	10,2	12	14	17,5	21
Durchgangsloch mittel H13	d_h	3,4	4,5	5,5	6,6	9	11	13,5	15,5	17,5	22	26

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

Aufgabe E ZR (Zahnräder)

Teilaufgabe	E-ZR 1	E-ZR 2	E-ZR 3	E-ZR 4	Σ
Max. Pktzahl	2,5	2,5	2	2,5	9,5
Erreichte Pktzahl					


Von einem geradzahnten Stirnrad sind die folgenden Daten bekannt:

Fußkreisdurchmesser	$d_{f1} = 53,7 \text{ mm}$
Kopfkreisdurchmesser	$d_{a1} = 67,2 \text{ mm}$
Zähnezahl	$z_1 = 20$
Kopfkürzung	$k_1 = 0$

E-ZR 1 Berechnen Sie den Teilkreisdurchmesser d_1 , den Modul m und den Profilverschiebungsfaktor x_1 des Zahnrades.

Das Zahnrad aus Aufgabenteil 1 soll mit einem zweiten Rad gepaart werden, welches über $z_2 = 30$ Zähne verfügt. Dabei soll ein Achsabstand von $a = 80 \text{ mm}$ genau eingehalten werden.

E-ZR 2 Wie groß ist die Profilverschiebung des zweiten Zahnrades x_2 zu wählen? Falls Sie Aufgabenteil 1 nicht gelöst haben, gehen Sie von einem Modul von $m = 3 \text{ mm}$ und einer Profilverschiebung von $x_1 = 0,25$ aus.

	Maschinenelemente Universität Dortmund Fakultät Maschinenbau Prof. Dr.-Ing. B. Künne	Konstruktionselemente / Maschinenelemente Fachprüfung	Kl. E
			E-ZR 10 kle 04.08 Bl. 2 v. 4 Name: Künne / Mitarbeiter

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

E-ZR 3 Wie groß sollte das Kopfspiel einer Zahnradpaarung mindestens sein? Ist das Kopfspiel bei obigem Zahnradpaar ausreichend?

E-ZR 4 Wie viele Zähne sind bei dem gegebenen Zahnradpaar im statistischen Mittel im Eingriff? Wie viele sollten es mindestens sein?

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

Evolventen-Funktion

$$\text{inv } \alpha \equiv \text{ev } \alpha = \tan \alpha - \hat{\alpha}$$

α in °	,0	,1	,2	,3	,4	,5	,6	,7	,8	,9
10	0,001794	0,001848	0,001904	0,001961	0,002020	0,002079	0,002140	0,002201	0,002264	0,002328
	1	9	8	9	1	5	0	7	6	8
11	0,002394	0,002460	0,002528	0,002597	0,002667	0,002739	0,002812	0,002886	0,002962	0,003038
	1	7	5	5	8	4	3	5	0	9
12	0,003117	0,003196	0,003277	0,003359	0,003443	0,003528	0,003615	0,003702	0,003792	0,003883
	1	6	5	8	4	5	0	9	3	1
13	0,003975	0,004069	0,004164	0,004261	0,004359	0,004459	0,004560	0,004663	0,004768	0,004874
	4	2	4	2	5	3	7	6	1	2
14	0,004981	0,005091	0,005202	0,005314	0,005429	0,005544	0,005662	0,005781	0,005902	0,006025
	9	2	2	7	0	8	4	7	7	4
15	0,006149	0,006276	0,006403	0,006533	0,006665	0,006798	0,006933	0,007070	0,007209	0,007350
	8	0	9	7	2	5	7	6	5	1
16	0,007492	0,007637	0,007783	0,007931	0,008082	0,008234	0,008388	0,008544	0,008702	0,008862
	7	2	5	8	0	2	3	4	5	6
17	0,009024	0,009188	0,009355	0,009523	0,009693	0,009866	0,010040	0,010217	0,010396	0,010577
	7	9	1	4	7	2	7	4	3	3
18	0,010760	0,010964	0,011133	0,011323	0,011515	0,011709	0,011906	0,012105	0,012306	0,012509
19	0,012715	0,012923	0,013134	0,013346	0,013562	0,013779	0,013999	0,014222	0,014447	0,014674
20	0,014904	0,015137	0,015372	0,015609	0,015850	0,016092	0,016337	0,016585	0,016836	0,017089
21	0,017345	0,017603	0,017865	0,018129	0,018395	0,018665	0,018937	0,019212	0,019490	0,019770
22	0,020054	0,020340	0,020629	0,020921	0,021217	0,021514	0,021815	0,022119	0,022426	0,022736
23	0,023049	0,023365	0,023684	0,024006	0,024332	0,024660	0,024992	0,025326	0,025664	0,026005
24	0,026350	0,026697	0,027048	0,027402	0,027760	0,028121	0,028485	0,028852	0,029223	0,029600
25	0,029975	0,030357	0,030741	0,031129	0,031521	0,031916	0,032315	0,032718	0,033124	0,033534
26	0,033947	0,034364	0,034785	0,035209	0,035637	0,036069	0,036505	0,036945	0,037388	0,037835
27	0,038287	0,038742	0,039201	0,039664	0,040131	0,040602	0,041076	0,041556	0,042039	0,042526
28	0,043017	0,043513	0,044012	0,044516	0,045024	0,045537	0,046054	0,046575	0,047100	0,047630
29	0,048164	0,048702	0,049245	0,049792	0,050344	0,050901	0,051462	0,052027	0,052597	0,053172
30	0,053751	0,054336	0,054924	0,055518	0,056116	0,056720	0,057328	0,057940	0,058558	0,059181
31	0,059809	0,060441	0,061079	0,061721	0,062369	0,063022	0,063680	0,064343	0,065012	0,065685
32	0,066364	0,067048	0,067738	0,068432	0,069133	0,069838	0,070549	0,071266	0,071988	0,072716
33	0,073449	0,074188	0,074932	0,075683	0,076439	0,077200	0,077968	0,078741	0,079520	0,080306
34	0,081097	0,081894	0,082697	0,083506	0,084321	0,085142	0,085970	0,086804	0,087644	0,088490
35	0,089342	0,090201	0,091067	0,091938	0,092816	0,093701	0,094592	0,095490	0,096395	0,097306
36	0,098224	0,099149	0,100080	0,101019	0,101964	0,102916	0,103875	0,104841	0,105814	0,106795
37	0,107782	0,108777	0,109779	0,110788	0,111805	0,112829	0,113860	0,114899	0,115945	0,116999
38	0,118061	0,119130	0,120207	0,121291	0,122384	0,123484	0,124592	0,125709	0,126833	0,127965
39	0,129106	0,130254	0,131411	0,132576	0,133750	0,134931	0,136122	0,137320	0,138528	0,139743
40	0,140968	0,142201	0,143443	0,144694	0,145954	0,147222	0,148500	0,149787	0,151083	0,152388
41	0,153702	0,155025	0,156348	0,157700	0,159052	0,160414	0,161785	0,163165	0,164556	0,165956
42	0,167366	0,168786	0,170216	0,171656	0,173106	0,174566	0,176037	0,177518	0,179009	0,180511
43	0,182024	0,183547	0,185080	0,186625	0,188180	0,189746	0,191324	0,192912	0,194511	0,196122
44	0,197744	0,199377	0,201022	0,202678	0,204346	0,206026	0,207717	0,209420	0,211135	0,212863
45	0,21460	0,21635	0,21812	0,21989	0,22168	0,22348	0,22530	0,22712	0,22896	0,23081
46	0,23268	0,23456	0,23645	0,23835	0,24027	0,24220	0,24415	0,24611	0,24808	0,25006
47	0,25206	0,25408	0,25611	0,25815	0,26021	0,26228	0,26436	0,26646	0,26858	0,27071
48	0,27285	0,27501	0,27719	0,27938	0,28159	0,28381	0,28605	0,28830	0,29057	0,29286
49	0,29516	0,29747	0,29981	0,30216	0,30453	0,30691	0,30931	0,31173	0,31417	0,31663

Kräfte

Name:

Matr.-Nr.:

Umfangskraft am Teilkreis:

$$F_t = \frac{2 \cdot T}{d}$$

Normalkraft:

$$F_n = \frac{F_t}{\cos \alpha_R} = \frac{F_t}{\cos \alpha_n \cdot \cos \beta} \quad (\text{Schrägverzahnung})$$

Radialkraft

Axialkraft (Schrägverzahnung):

$$F_r = F_t \cdot \tan \alpha_R \quad \alpha_R = 20^\circ$$

$$F_a = F_t \cdot \tan \beta \quad \text{mit } \beta = \text{Schrägungswinkel}$$

Geometrie Geradverzahnung

Durchmesser:

Teilkreis:

$$d = m \cdot z$$

Kopfkreis

$$d_a = d + 2 \cdot m + 2 \cdot x \cdot m \quad (-2 \cdot k \cdot m \text{ für Kopfkürzung})$$

Fußkreis:

$$d_f = d - 2,5 \cdot m + 2 \cdot x \cdot m \quad (\text{für Spiel} = 0,25 \cdot m)$$

Grundkreis:

$$d_b = d \cdot \cos \alpha_R \quad \text{mit } \alpha_R = 20^\circ$$

Betriebswälzkreis:

$$d_w = \frac{d_b}{\cos \alpha_w}$$

Fall 1: Berechnung des Achsabstandes bei gegebener Profilverschiebung (auch $x_1 = x_2 = 0$):

① $\text{inv } \alpha_w$ ermitteln:

$$\text{inv } \alpha_w = \frac{2 \cdot (x_1 + x_2) \cdot \tan \alpha_R}{z_1 + z_2} + \text{inv } \alpha_R \quad \text{inv } \alpha_R = \text{inv } 20^\circ = 0,014904$$

② α_w ermitteln (Tabelle s. vorn)

③ Achsabstand berechnen:

$$a = \frac{z_1 + z_2}{2} \cdot m \cdot \frac{\cos \alpha_R}{\cos \alpha_w}; \quad \alpha_R = 20^\circ$$

Fall 2: Achsabstand gegeben, Profilverschiebungen gesucht:

① Betriebseingriffswinkel α_w aus

$$\cos \alpha_w = \frac{z_1 + z_2}{2 \cdot a} \cdot m \cdot \cos \alpha_R \quad \text{mit } \alpha_R = 20^\circ$$

② Profilverschiebungssumme

$$x_1 + x_2 = (z_1 + z_2) \cdot \frac{\text{inv } \alpha_w - \text{inv } \alpha_R}{2 \cdot \tan \alpha_R}$$

③ Überschlägige Aufteilung: $\frac{x_1}{x_2} \approx \frac{z_2}{z_1}$, insb. bei $x_1 + x_2 > 0$, Unterschnittsgrenze beachten!

Profilüberdeckung:

$$\varepsilon_\alpha = \frac{\sqrt{r_{a1}^2 - r_{b1}^2}}{m \cdot \pi \cdot \cos \alpha_R} + \frac{\sqrt{r_{a2}^2 - r_{b2}^2}}{m \cdot \pi \cdot \cos \alpha_R} - \frac{a \cdot \sin \alpha_w}{m \cdot \pi \cdot \cos \alpha_R} \quad \text{mit } \alpha_R = 20^\circ$$

Kopfspiel:

$$c = 0,25 \cdot m - m \cdot \left(\frac{z_1 + z_2}{2} \cdot \left(1 - \frac{\cos \alpha_R}{\cos \alpha_w} \right) + (x_1 + x_2) \right)$$

Erforderliche Kopfkürzung:

$$k \cdot m = m \cdot \left(\frac{z_1 + z_2}{2} \cdot \left(1 - \frac{\cos \alpha_R}{\cos \alpha_w} \right) + (x_1 + x_2) \right)$$

Kopfkreisdurchmesser:

$$d_a = d + 2 \cdot m + 2 \cdot x \cdot m - 2 \cdot k \cdot m$$

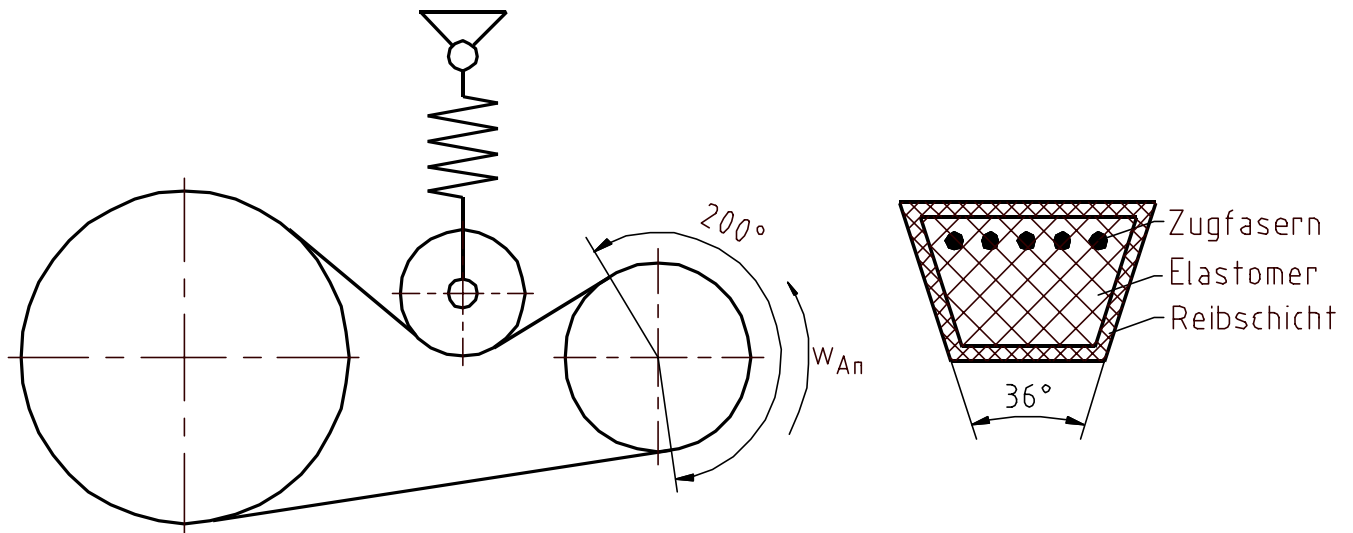
Name:

Matr.-Nr.:

Aufgabe E RK (Riemen & Ketten)

Teilaufgabe	E-RK 1	E-RK 2	E-RK 3	E-RK 4	E-RK 5	Σ
Max. Pktzahl	1	2,5	1	2	2	8,5
Erreichte Pktzahl						


Ein Antriebsmotor treibt über einen Keilriemen eine Arbeitsmaschine an. Der Riemen wird durch eine federbelastete Spannrolle vorgespannt. Der Keilriemen besitzt den rechts in der Skizze dargestellten Querschnitt.



Es sind folgende Daten gegeben:

Wirkdurchmesser der kleinen Scheibe	$d_{wk} = 200 \text{ mm}$
Gleitreibbeiwert der Reibschicht	$\mu_G = 0,5$
Haftreibbeiwert der Reibschicht	$\mu_H = 0,6$
Umschlingungswinkel an der kleinen Scheibe	$\beta_k = 200^\circ$
Keilwinkel des Riemenprofils	$\alpha = 36^\circ$
Antriebsmoment	$M = 100 \text{ Nm}$

E-RK 1 Berechnen Sie den scheinbaren Reibbeiwert μ' des Keilriemens.

	Maschinenelemente Universität Dortmund Fakultät Maschinenbau Prof. Dr.-Ing. B. Künne	Konstruktionselemente / Maschinenelemente Fachprüfung	Kl. E
			E-RK 9 kle 04.02 Bl. 2 v. 2 Name: Künne / Mitarbeiter

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

- E-RK 2** Mit welcher Vorspannkraft muss das Leertrum mindestens vorgespannt werden, damit der Riemen an der kleinen Scheibe nicht durchrutscht? Wenn Sie Aufgabenteil 1 nicht gelöst haben, gehen Sie von einem scheinbaren Reibwert von $\mu' = 1,5$ aus.
- E-RK 3** Nach kurzer Zeit im Nennbetrieb weist der Riemen starke Beschädigungen auf. Welcher Fehler wurde bei der Auslegung des Riementriebs gemacht?
- E-RK 4** Wie groß ist das maximal übertragbare Moment, wenn die Drehrichtung umgekehrt wird und die Spannrolle nun eine Vorspannkraft von 5 N im Lasttrum aufbringt?
- E-RK 5** Skizzieren Sie eine Variante des Riementriebs, bei dem in beide Drehrichtungen ein gleich großes Moment übertragen werden kann und außerdem die unter Aufgabenteil 3 angesprochenen Probleme vermieden werden.
-

Name:

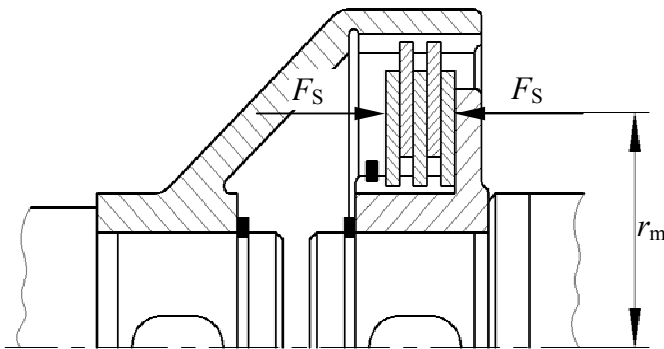
Matr.-Nr.:

Aufgabe E KB (Kupplungen und Bremsen)

Teilaufgabe	E-KB 1	E-KB 2	E-KB3	Σ
Max. Pktzahl	3	2	4	9
Erreichte Pktzahl				

Aufgabenstellung

Die abgebildete Skizze zeigt die Kupplung eines Mofamotors in vereinfachter Darstellung. Die gesamte Vorspannkraft F_S wird durch drei gleiche Druckfedern aufgebracht (nicht eingezeichnet). Als Sicherheit soll $S = 2$ angenommen werden.



Leistungsdaten:

Nennleistung	$P = 1 \text{ kW}$
Nenndrehzahl	$n = 4200 \text{ min}^{-1}$
Reibwert	$\mu = 0,3$
Wirksamer Reibdurchmesser	$d_m = 44 \text{ mm}$
Anzahl der Kupplungsfedern	$i = 3$

E-KB 1 Berechnen Sie die Vorspannkraft einer einzelnen Feder!

E-KB 2 Ein Bastler hat die Leistung des Motors auf $P' = 2,5 \text{ kW}$ bei Nenndrehzahl $n' = 6600 \text{ min}^{-1}$ erhöht, ohne die Kupplung zu verändern. Kann die Kupplung das Drehmoment bei Nenndrehzahl bei einer Sicherheit von $S' = 1,8$ übertragen? Unterstützen Sie Ihre Begründung durch eine Berechnung.

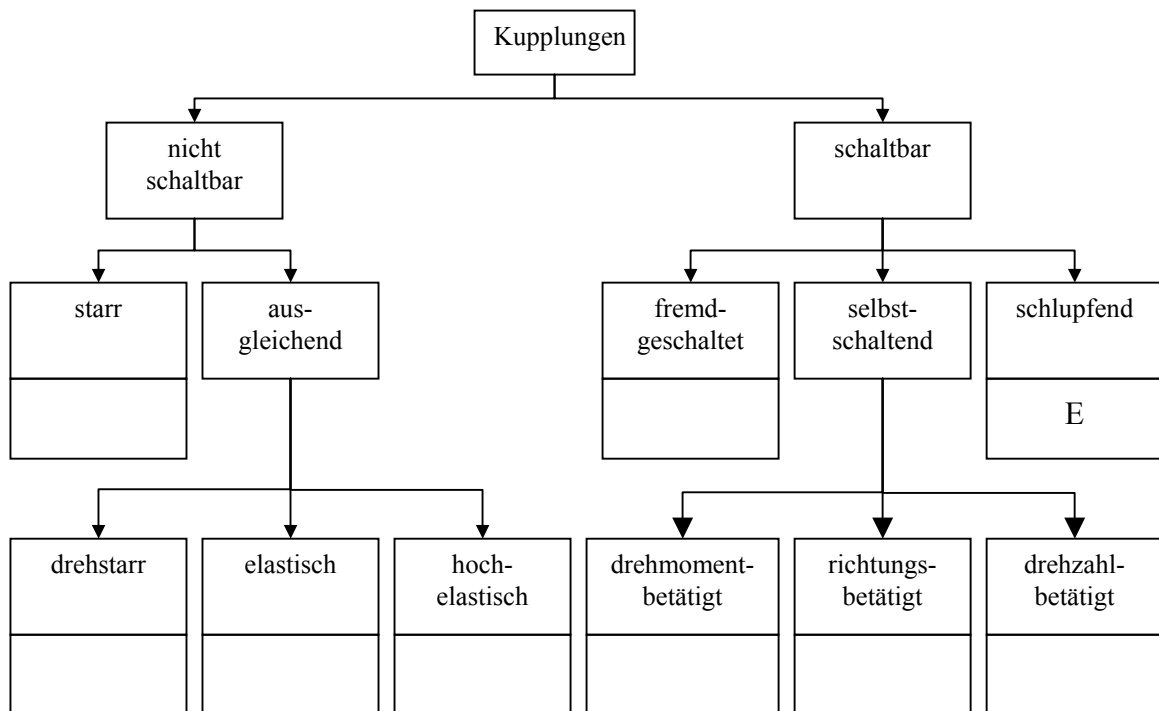


Name:

Matr.-Nr.:

E-KB 3 Ordnen Sie die nachfolgenden Kupplungsarten dem angegebenen Ordnungsschema zu (siehe Beispiel).

A	Sperrklinke
B	Lamellenschaltkupplung
C	Bogenzahnkupplung
D	Gummibolzenkupplung
E	Wirbelstromkupplung
F	Fliehkraftkupplung
G	Brechbolzenkupplung
H	Schalenkupplung
I	Gummimantelkupplung



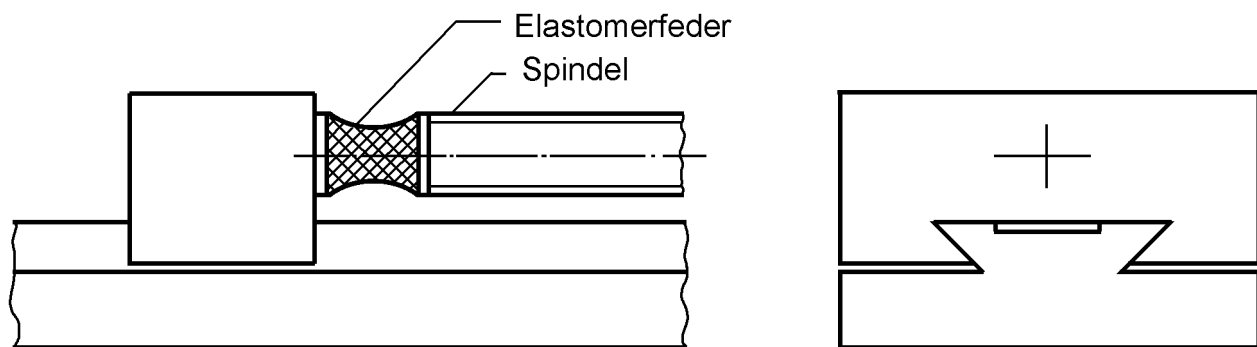
Name:

Matr.-Nr.:

Aufgabe E-FÜ (Führungen)

Teilaufg.	E-FÜ.1	E-FÜ.2	E-FÜ.3	Summe
Max. Pktzahl	1	3	2	6
Erreichte Punktzahl				

Bei einer Sondermaschine treibt ein Spindel-Mutter-System einen Schlitten an; zum Ausgleich von Fluchtungsfehlern ist zwischen Spindel und Schlitten eine Elastomerfeder angeordnet, s. Skizze.



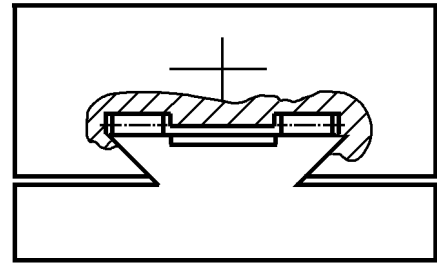
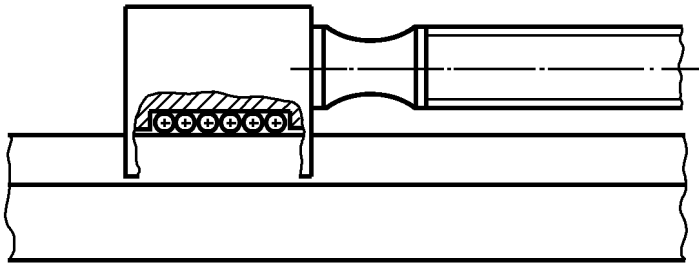
E-FÜ.1 Wie bezeichnet man die dargestellte Führung, zu welcher Führungsbauart (Wirkprinzip) gehört sie und wo wird diese Führungsbauart hauptsächlich eingesetzt?

E-FÜ.2 Bei Inbetriebnahme der Maschine stellt sich heraus, dass der Schlitten eine stark ruckende Bewegung ausführt. Wie kommt dies zu Stande (Beschreibung aller wesentlichen Effekte/Vorgänge).

Name:

Matr.-Nr.:

E-FÜ.3 Als Abhilfemaßnahme und um die Führung leichtgängiger zu gestalten hat sich der Konstrukteur entschlossen, in den Schlitten Taschen einfräsen zu lassen, in die Rollen eingelegt werden, s. Skizze. Halten Sie diese Maßnahme grundsätzlich und in der dargestellten Form für geeignet?



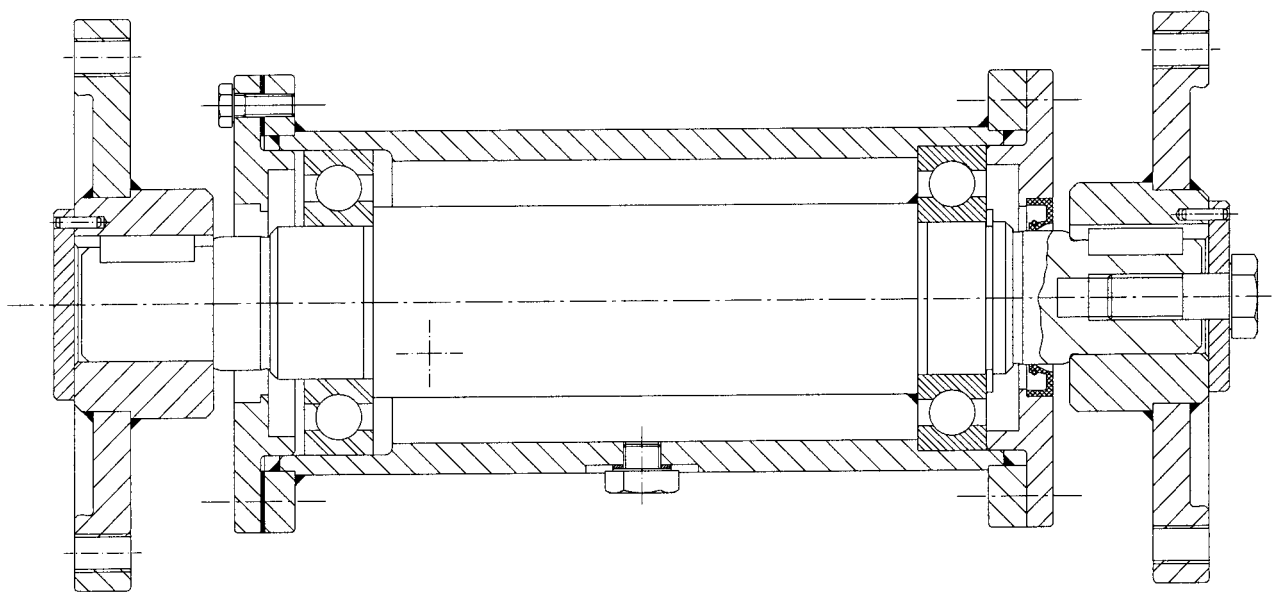
Name:

Matr.-Nr.:

Aufgabe E GG 11 (Konstruktionsaufgabe Getriebe)

Teilaufgabe	E-GG 1	E-GG 2	Σ
Max. Pktzahl	9	81	90
Erreichte Pktzahl			

E-GG 1 Die folgende Konstruktion enthält leider einige Fehler. Kennzeichnen Sie 18 Fehler in der Konstruktion deutlich und beschreiben Sie die Fehler kurz (z. B. Abhilfe nennen o. ä.). Doppelt gekennzeichnete Fehler werden nur einmal gewertet.



Name:

Matr.-Nr.:

E-GG 2 Es ist der Antrieb für eine Siebmaschine gemäß untenstehender Skizze zu konstruieren. Auf die Abtriebswelle ist eine Kurbel aufgesetzt, die über einen Hebel eine Schubstange antreibt. Die Schubstange ist mit einem Gabelkopf versehen, der über einen Bolzen mit dem Siebrahmen verbunden wird und diesen in eine oszillierende Bewegung versetzt.

Berücksichtigen Sie bei Ihrer Konstruktion folgendes:

- Gestaltung des **Getriebegehäuses** als **Gusskonstruktion**
- Gestaltung des **Kurbelwellengehäuses** als **Schweißkonstruktion**
- Lagerung der Wellen in **Wälzlagern** mit **ölgeschmierten** Zahnrädern (linker Gehäuseteil)
- Der Kurbeltrieb (**rechter Gehäuseteil**) ist **fettgeschmiert**
- **Eine Schraubenverbindung** und die **Ölschrauben** sind darzustellen (sonst nur Mittellinien)
- Für die **untere** Abtriebswelle ist eine **Fest-Los-Lagerung** vorzusehen
- Für die **obere** Abtriebswelle ist eine **Trag-Stütz-Lagerung in X-Anordnung** vorzusehen
- Zum Wechsel der Gänge ist ein geeigneter **Schaltmechanismus** vorzusehen
- Das Getriebe soll einen **Leerlauf** aufweisen
- Die **Pleuelstange** sowie der **Gabelkopf** sind mit einer **Gleitlagerung** zu lagern
- An der Abtriebswelle ist ein geeignetes **Wellenende** mit Passfedern vorzusehen
- Das Gehäuse ist mit einer **Befestigungsmöglichkeit** zu versehen

Die Konstruktion ist auf dem beiliegenden Aufgabenblatt **freihändig** auszuführen. Alle Details müssen hinreichend erkennbar sein. Die Mittellinien der Wellen sowie ein Zahnradpaar sind auf dem beiliegenden Aufgabenblatt bereits als Hilfe vorgegeben, müssen allerdings nicht verwendet werden.

