



Name: *Musterlösung*

Matr.-Nr.: -----

**Aufgabe E KB B (Kupplung)**

Teilaufgabe	E-KB-B 1	E-KB-B 2	E-KB-B 3	$\Sigma$
Max. Pktzahl	3	2	3	<b>8</b>
Erreichte Pktzahl				

**E-KB 1**

Für den Antrieb eines Förderbandes ist eine geeignete Gummibolzenkupplung zwischen einem Elektromotor und einem Getriebe auszulegen. Der Elektromotor hat bei einer Drehzahl von 980 U/min eine Leistung von 240 kW. Das Förderband wird nach Aussage des Auftraggebers bei einer Umgebungstemperatur von 35 °C betrieben.

a) Wie groß ist bei den gegebenen Motordaten das Drehmoment  $T_N$  des Elektromotors?

**Lösung:**

$$T_N = \frac{P}{\omega} = \frac{240000 \text{ kW}}{2 \cdot \pi \cdot \frac{980}{60} \cdot \frac{1}{\text{s}}}$$

$$T_N = 2339 \text{ Nm}$$

b) Bei einer ähnlichen Anordnung wirkt ein Drehmoment von 2800 Nm auf die Kupplung. Ermitteln Sie mit Hilfe der angegebenen Formel das Kupplungsennmoment  $T_{KN}$  der Gummibolzenkupplung, wenn die Gummielemente aus Naturgummi (NR) hergestellt sind. Des Weiteren ist die Kupplung auf der Antriebsseite leichten Stößen ausgesetzt und auf der getriebenen Seite mittleren Stößen. Die aus den Tabellen entnommenen Werte sind zu markieren.

Formel für das Kupplungsennmoment:  $T_{KN} \geq \varphi \cdot S_{\vartheta} \cdot T_N$

$\vartheta$ in [°C]	$S_{\vartheta}$ für Werkstoffmischung		
	Naturgummi (NR)	Polyurethan Elastomere (PUR)	Acrylnitril-Butadien-Kautschuk (NBR) (Perbunan N)
- 20 < $\vartheta$ > + 30	1,0	1,0	1,0
+ 30 < $\vartheta$ > + 40	1,1	1,2	1,0
+ 40 < $\vartheta$ > + 60	1,4	1,4	1,0
+ 60 < $\vartheta$ > + 80	1,6	1,8	1,2

Tabelle für die Werkstoffmischung  $S_{\vartheta}$

Arbeitsweise der Antriebsmaschine	Arbeitsweise der getriebenen Maschine			
	gleichmäßig	mäßige Stöße	mittlere Stöße	starke Stöße
gleichmäßig	1,00	1,1	1,25	1,50
leichte Stöße	1,25	1,35	1,50	1,75
mäßige Stöße	1,50	1,60	1,75	2,00
starke Stöße	1,75	1,85	2,00	2,25

Tabelle für den Betriebsfaktor  $\varphi$

$$T_{KN} \geq 1,50 \cdot 1,1 \cdot 2800 \text{ kW}$$

$$T_{KN} \geq 4620 \text{ Nm}$$

$$S_{\vartheta} = 1,1$$

$$\varphi = 1,50$$

Name: *Musterlösung*

Matr.-Nr.: -----

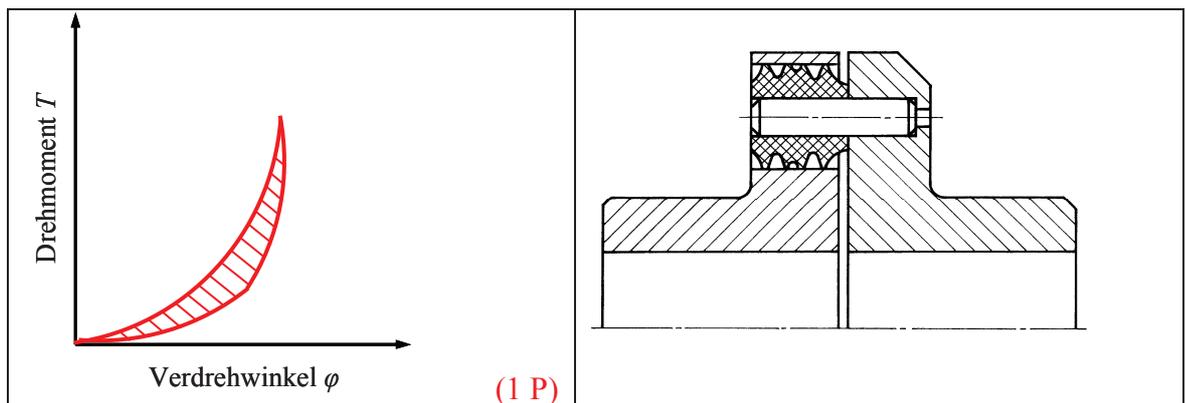
c) Welche Funktion übernehmen elastische Ausgleichskupplungen vorwiegend?

**Lösung:**

*Ausgleich von räumlichen Ungenauigkeiten und Verlagerungen axial, radial und winklig.*

**E-KB2**

a) Zeichnen Sie im unteren Diagramm die Drehfederkennlinie einer elastischen Bolzenkupplung mit gewellten Gummielementen ein.



(1 P)

b) Welche Auswirkungen hat die Kennliniencharakteristik auf das Verhalten einer elastischen Bolzenkupplung bei großen und bei kleinen Drehmomenten?

**Lösung:**

$T_{\text{groß}} = \text{Kupplung hart} = \text{Ausschlag begrenzt}$

$T_{\text{klein}} = \text{Kupplung weich} = \text{gute Ausgleichsfunktion}$

**E-KB3**

Nennen Sie mindestens sechs Beispiele für elastische oder hochelastische Ausgleichskupplungen.

**Lösung:**

*Elastische Ausgleichskupplungen*

- *Gummibolzenkupplung*
- *Gummi-Klauenkupplung*
- *Stahlbandkupplung*
- *Schraubenfederkupplung*

*Hochelastische Ausgleichskupplung*

- *Polygonringkupplung*
- *Gummimantelkupplung*
- *Gummischeibenkupplung*
- *Luftfederkupplung*
- *Stahlfederkupplung*

Name: *Musterlösung*

Matr.-Nr.: -----

**Aufgabe E SR (Schrauben)**

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

**E-SR 1** Welche zwei Gewindeprofilformen sind für Bewegungsschrauben gut geeignet?

**Lösung:**

- Trapezgewinde
- Sägewinde

Ein Haken ist mit einer Schraube M6 der Festigkeitsklasse 8.8 an einer Wand befestigt. Die Teile sollen sich nicht gegeneinander verschieben. Der Reibbeiwert zwischen Haken und Schraube beträgt 0,3.  
*Auf der nächsten Seite sind einige Formeln und Werte angegeben.*

**E-SR 2** Wie groß ist die Streckgrenze der Schraube?

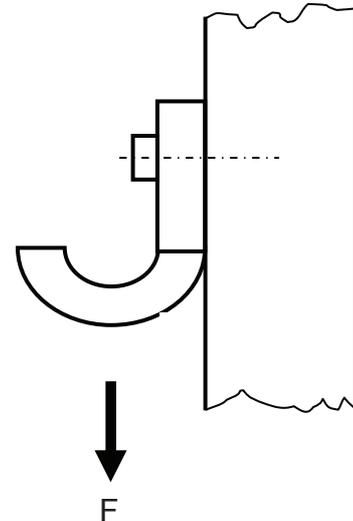
**Lösung:**

8.8:

8 → Mindestzugfestigkeit beträgt 800 N/mm<sup>2</sup>

8 → Mindeststreckgrenze beträgt

$$0,8 \cdot 800 \text{ N/mm}^2 = 640 \text{ N/mm}^2$$



**E-SR 3** Wie groß ist die mögliche Klemmkraft, wenn dabei die Streckgrenze der Schraube zu 50 % ausgenutzt wird?

**Lösung:**

$$F_{Kl} = 0,5 \cdot 640 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot 20,1 \text{ mm}^2 = 6.432 \text{ N}$$



Name: *Musterlösung*

Matr.-Nr.: -----

**E-SR 4** Wie groß darf die Kraft  $F$  am Haken werden, ohne dass sich die Teile relativ zueinander verschieben können?

$$F_{Kl} = \frac{F_Q}{m \cdot z} \Leftrightarrow 6.432 \text{ N} = \frac{F_Q}{0,3 \cdot 1} \Leftrightarrow F_Q = 1.929,6 \text{ N}$$

**Auszug aus dem Skript:**

**Metrisches ISO-Gewinde**

Nenn Durchmesser	$d$	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
<b>Bohrungsmaße</b>												
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

Querschnitte sind in  $\text{mm}^2$  angegeben.

$$F_{Kl} = \frac{F_Q}{\mu \cdot z}$$

$F_Q$  = wirkende Gesamtquerkraft

$\mu$  = Reibungszahl der Teile in der Trennfuge

$z$  = Anzahl der Schrauben, die die Kraft aufnehmen

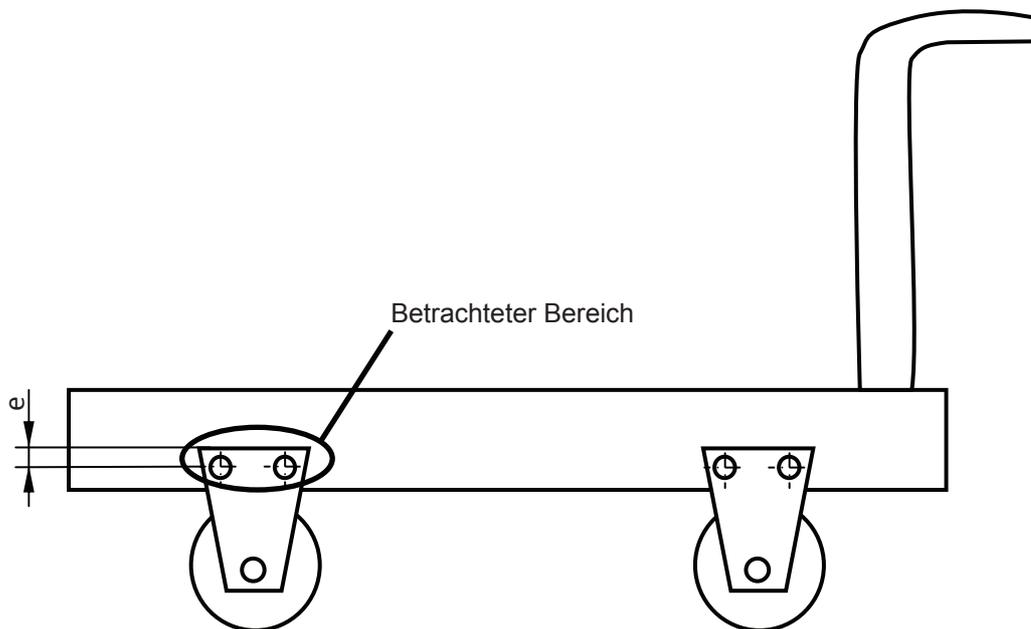
Name: *Musterlösung*

Matr.-Nr.: -----

**Aufgabe E NT (Nieten)**

Teilaufgabe	E-NT 1	E-NT 2	$\Sigma$
Max. Pktzahl	7	2	9
Erreichte Pktzahl			

**E-NT 1** Das Rad einer Transportkarre soll mit Nieten am Fahrgestell befestigt werden, wie in der folgenden Abbildung ersichtlich ist:



Das Gewicht der Transportkarre inklusive einer möglichen Last, die sich gleichmäßig auf die insgesamt vier Räder verteilt, beträgt 400 kg. Wie viele Nieten sind bei einer Sicherheit von 3 pro Rad im betrachteten Bereich (s. Zeichnung) erforderlich? Es ist der Lastfall HZ anzunehmen. Sowohl der Niet als auch das Gehäuse bestehen aus ST 36. Der Durchmesser der Nieten beträgt 3 mm, die Dicke des Bleches 2 mm. Die Nietverbindung selbst ist einschnittig ausgeführt. *Auf der übernächsten Seite sind einige Formeln aus dem Skript gegeben.*

**Lösung:**

Belastung eines Rades:

$$F_G = 400 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}} = 3.924 \text{ N}$$

$$F^*_{\text{Rad}} = \frac{3.924 \text{ N}}{4} = 981 \text{ N}$$

Sicherheit von 3:  $F^*_{\text{Rad}} = 2.943 \text{ N}$

Name: *Musterlösung*

Matr.-Nr.: -----

Überprüfung des Lochleibungsdruckes:

$$\sigma_1 = \frac{F}{n \cdot d \cdot t_{\min}} \leq \sigma_{1 \text{ zul}}$$

$$\Leftrightarrow \frac{2.943 \text{ N}}{n \cdot 3 \text{ mm} \cdot 2 \text{ mm}} \leq 360 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\Leftrightarrow n \geq \frac{2.943 \text{ N}}{3 \text{ mm} \cdot 2 \text{ mm} \cdot 360 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}$$

$$\Leftrightarrow n \geq 1,3625$$

Überprüfung der Abscherspannung:

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

$$\Leftrightarrow \frac{2.943 \text{ N}}{n \cdot 1 \cdot (3 \text{ mm})^2 \cdot \frac{\pi}{4}} \leq 160 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\Leftrightarrow n \geq \frac{2.943 \text{ N}}{(3 \text{ mm})^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot 160 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}$$

$$\Leftrightarrow n \geq 2,602$$

*3 Niete sind erforderlich*

**E-NT 2** Es zeigt sich, dass der erforderliche Randabstand  $e$  aus konstruktiven Gründen nicht eingehalten werden kann. Schlagen Sie zwei unterschiedliche Abhilfemaßnahmen vor, wie dennoch garantiert werden kann, dass die Verbindung hält.

**Lösung:**

- *Erhöhung der Blechdicke*
- *Verwendung weiterer Nieten*
- *Verwendung eines höherfesten Werkstoffes*

Name: *Musterlösung*

Matr.-Nr.: -----

**Auszug aus dem Skript:**

**Lochleibungsdruck:**

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

- $\sigma_l$  = 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:**

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

- $\tau_a$  = Abscherspannung
- $\tau_{a \text{ zul}}$  = zulässige Abscherspannung
- $m$  = Schnittigkeit
- $A_{\text{Niet}}$  = 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/mm<sup>2</sup>:

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

**Randabstand  $e$ :**

$$e \geq \frac{F}{\tau_{a \text{ zul}} \cdot n \cdot 2 \cdot t}$$

- $e$  = Randabstand
- $F$  = Zugkraft
- $\tau_{a \text{ zul}}$  = zulässige Schubspannung (Bauteil)
- $n$  = Nietanzahl
- $t$  = kleinste Blechdicke

Der Randabstand  $e$  kann auch aus folgenden DIN-Normen entnommen werden:

Stahlbau	DIN 18800 T1
Kranbau	DIN 15018 T2
Alukonstruktionen	DIN 4113 T1



 technische universität dortmund Fakultät Maschinenbau Maschinenelemente Prof. Dr.-Ing. B. Künne	<b>Maschinenelemente III</b> Fachprüfung	Kl. ME III
		ME3-GL101464 Bl. 2 v. 3

Name: <b>Musterlösung</b>	Matr.-Nr.: .....
---------------------------	------------------

**GL 2** Auf welche Temperatur erwärmt sich das Lager im Betrieb?

Wärmebilanz:  $P_R = \dot{Q}_{ab}$

$$\mu \cdot F_R \cdot 2 \cdot \pi \cdot n \cdot \frac{d}{2} = \alpha \cdot A \cdot (t - t_l)$$

$$\frac{\mu \cdot F_R \cdot 2 \cdot \pi \cdot n \cdot \frac{d}{2}}{\alpha \cdot A} + t_l = t$$

(1P)

$$\alpha = 7 + 12 \cdot \sqrt{2 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 23,97 \frac{\text{W}}{\text{K} \cdot \text{m}^2}$$

(1P)

$$A \approx 30 \cdot 75\text{mm} \cdot 50\text{mm} + 15 \cdot (50\text{mm})^2 \approx 0,15\text{m}^2$$

(0,5P)

$$\mu \approx \frac{3 \cdot \psi}{\sqrt{S_o}} \approx \frac{3 \cdot 0,00146}{\sqrt{1,8}} \approx 0,00326$$

$$t = \frac{0,00326 \cdot 10.000\text{N} \cdot 2 \cdot \pi \cdot 750 \cdot \frac{1}{60\text{s}} \cdot \frac{50\text{mm}}{2}}{23,97 \frac{\text{W}}{\text{K} \cdot \text{m}^2} \cdot 0,15 \text{m}^2} + 303,15\text{K} = 321 \text{K}$$

(1P)

**GL 3** Welche Gefahr besteht bei einem hydrodynamischen Gleitlager, wenn die Radiallast plötzlich abfällt? Wie kann diesem Problem konstruktiv entgegengewirkt werden?

„Wellentanz“: Zentrische Lage

⇒ Ein sich verengender Schmierpalt ist nicht vorhanden

(0,5P)

Abhilfe: z.B. Mehrflächengleitlager

(0,5P)

Name: **Musterlösung**

Matr.-Nr.: .....

**Formeln:**

Toleranzen:  $F6 = \begin{matrix} +33 \\ +20 \end{matrix}; e6 = \begin{matrix} -40 \\ -53 \end{matrix}$

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

Relatives Lagerspiel:  $\psi = \frac{s}{d}$ , mit s = absolutes bzw. mittleres Lagerspiel

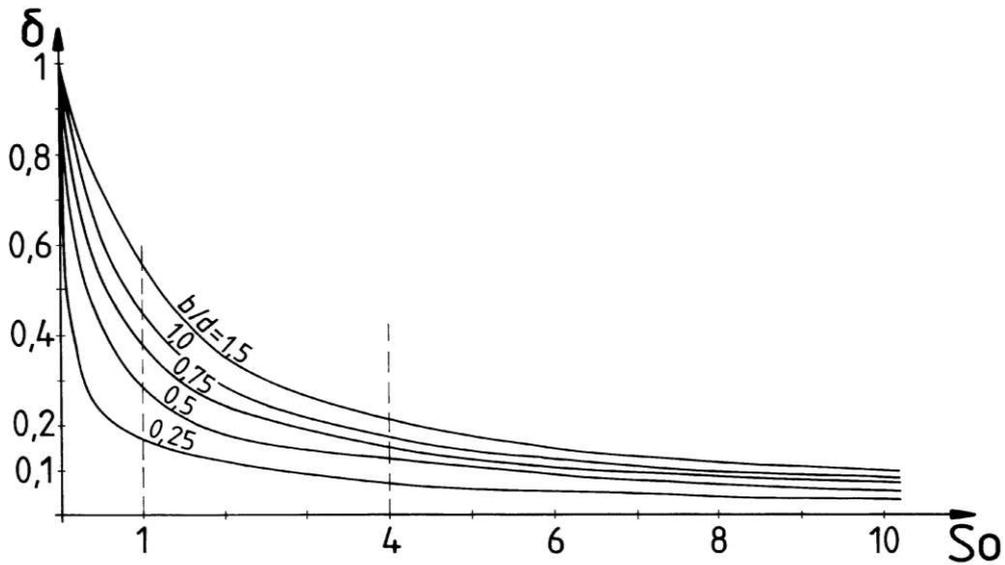
Reibbeiwert:

So	$\mu$
< 1	$\approx 3 \cdot \psi / S_o$
> 1	$\approx 3 \cdot \psi / \sqrt{S_o}$

Reibleistung:  $P_R = F_R \cdot v = \mu \cdot F_T \cdot \omega \cdot \frac{d}{2}$

Abgeführte Wärme-  
menge bei Luftkühlung:  $\dot{Q}_{ab} = \alpha \cdot A \cdot (t - t_L)$ ; mit  $\left[ \frac{\alpha}{W} \right] = 7 + 12 \cdot \sqrt{\frac{v}{[m/s]}}$  und  $A \approx 30 \cdot d \cdot b + 15 \cdot d^2$

Relative Schmierfilmdicke in Abhängigkeit der Sommerfeldzahl:



Name: *Musterlösung*

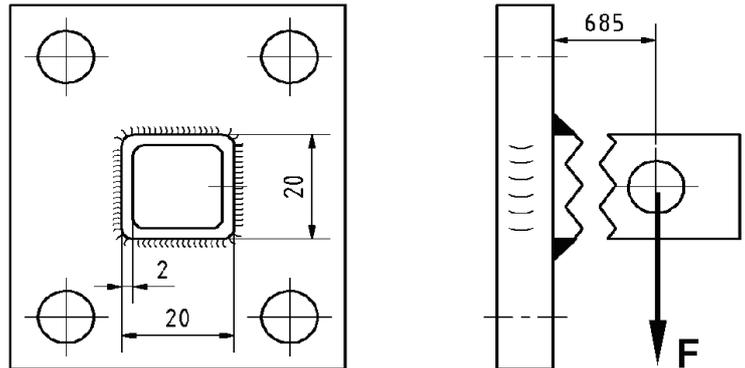
Matr.-Nr.: .....

**Aufgabe E-SW (Schweißverbindungen)**

	E-SW 1	E-SW 2	$\Sigma$
Max. Pktzahl	7	1	8
Erreichte Pktzahl			

**E-SW**

An den abgebildeten Träger zur Wandmontage sollen Sandsäcke mit einem maximalen Gewicht von 50 kg angehängt werden. An die Grundplatte des Trägers wird ein Vierkantrohr mit einer umlaufenden Flachkehlnaht ( $a = 5 \text{ mm}$ ) angeschweißt. Die Schweißnähte genügen der Bewertungsgruppe B.



**E-SW 1**

Ist die Schweißnaht bei einer Sicherheit von 1,7 hinreichend dimensioniert, wenn der Träger auf Schub und Biegung beansprucht wird? Kennzeichnen Sie ggf. verwendete Tabellenwerte! (s. nächste Seiten).

**Lösung E-SW 1**

$$F = m \cdot g = 50 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 490,5 \text{ N}$$

$$M_b = F \cdot 685 \text{ mm} = 335.992,5 \text{ Nmm}$$

$$W_b = \frac{[(s + 2a) \cdot (h + 2a)^3 - sh^3]}{6 \cdot (h + 2a)} = 3611,1 \text{ mm}^3 \text{ mit } h = s = 20 \text{ mm} ; a = 5 \text{ mm}$$

$$\sigma_b = \frac{M_b}{W_b} = 93,04 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\tau_s = \frac{F}{2 \cdot 5 \text{ mm} \cdot 20 \text{ mm}} = 2,45 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\Rightarrow \sigma_v = \frac{1}{2} \left( \sigma_b + \sqrt{\sigma_b^2 + 4\tau_s^2} \right) = 93,1 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma_{zul} = \frac{\alpha_0 \cdot \alpha_{A/N} \cdot \beta \cdot \sigma_{b,sch}}{S}$$

Name: *Musterlösung*

Matr.-Nr.: -----

mit  $\alpha_0 = 0,8(B)$ ;  $\alpha_{N,B} = 0,5$ ;  $\alpha_{N,S} = 0,35$ ;  $\beta = 0,9$ ;  $S = 1,7$ ;  $\sigma_{b,sch} = 400 \frac{N}{mm^2}$  oder  $300 \frac{N}{mm^2}$

$$\Rightarrow \sigma_{zul,N,B}(400) = 84,71 \frac{N}{mm^2} > \sigma_v \text{ hält nicht}$$

$$\Rightarrow \sigma_{zul,N,B}(300) = 63,53 \frac{N}{mm^2} > \sigma_v \text{ hält nicht}$$

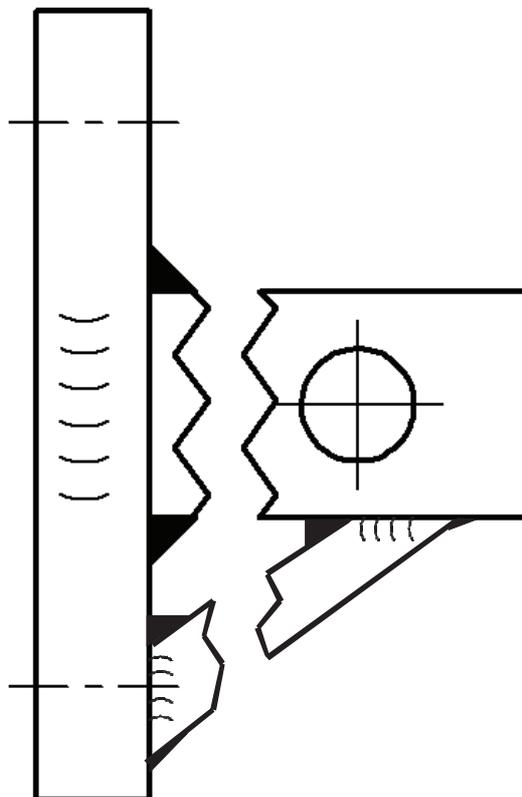
$$\Rightarrow \sigma_{zul,N,S}(400) = 59,29 \frac{N}{mm^2} < \sigma_v \text{ hält nicht}$$

$$\Rightarrow \sigma_{zul,N,S}(300) = 44,47 \frac{N}{mm^2} < \sigma_v \text{ hält nicht}$$

## E-SW 2

Mit welcher konstruktiven Maßnahme lässt sich das Biegemoment auf den Träger deutlich verkleinern (Skizze!)?

## Lösung E-SW 2



Name: *Musterlösung*

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			Vergleichsspannung aus $\sigma_b$ und $\tau_s$	$\sigma_v = \frac{(\sigma_b + \sqrt{\sigma_b^2 + 4 \cdot \tau_s^2})}{2}$ $W_b = \frac{[(s + 2 \cdot a) \cdot (h + 2 \cdot a)^3 - s \cdot h^3]}{6 \cdot (h + 2 \cdot a)}$
Torsion			$\tau_t = \frac{T}{W_p}$	$W_p = \frac{\pi}{16} \cdot \frac{(d + 2 \cdot a)^4 - d^4}{d + 2 \cdot a}$
Torsion + Biegung			Vergleichsspannung aus $\sigma_b$ und $\tau_t$	$\sigma_v = \frac{(\sigma_b + \sqrt{\sigma_b^2 + 4 \cdot \tau_t^2})}{2}$ $W_b = \frac{\pi}{32} \cdot \frac{(d + 2 \cdot a)^4 - d^4}{d + 2 \cdot a}$

$\sigma_{z,d}, \sigma_b, \tau_s, \tau_t, \sigma_v$  = 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:**

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

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

( $\tau_{zul}$  entsprechend)

$\alpha_0$  = 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

$\alpha_N$  = Formzahl der Naht gemäß Bild unten  
 $\alpha_A$  = Formzahl des Anschlussquerschnitts gemäß Bild unten  
 $\sigma_{Grenz}$  = 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: *Musterlösung*

Matr.-Nr.: -----

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

	$\sigma_{\text{sch}}$	$\sigma_{\text{w}}$	$\sigma_{\text{h sch}}$	$\sigma_{\text{h w}}$	$\tau_{\text{sch}}$	$\tau_{\text{w}}$
<b>1.0037 (St 37)</b>	230	130	300	160	140	100
<b>1.0052 (St 52)</b>	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
		$\alpha_{\text{N}} \cdot \sigma_{\text{sch}}$	$\alpha_{\text{N}} \cdot \sigma_{\text{w}}$	$\alpha_{\text{A}} \cdot \sigma_{\text{sch}}$	$\alpha_{\text{A}} \cdot \sigma_{\text{w}}$	$\alpha_{\text{N}}$	$\alpha_{\text{A}}$	$\alpha_{\text{N}}$	$\alpha_{\text{N}}$
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		$\alpha_{\text{N}} \cdot \tau_{\text{sch N}}$ $\alpha_{\text{N}} \cdot \tau_{\text{w N}}$ 70..110 50..60		-	-	-	-	Formzahl für Verdrehbeanspruchung $\alpha_{\text{N}} \approx 0,5$	

Name: *Musterlösung*

Matr.-Nr.: -----

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

Teilaufgabe	E-RK 1	E-RK 2	E-RK 3	E-RK 4	$\Sigma$
Max. Pktzahl	1,5	0,5	1	5	<b>8</b>
Erreichte Pktzahl					

Der Antrieb einer Lichtmaschine eines älteren KFZ ist mit einem Schmalkeilriemen realisiert. Der Antrieb erfolgt direkt von der Kurbelwelle des Verbrennungsmotors. Durch Nachmessen erfahren Sie, dass die Riemenscheibe der Lichtmaschine einen Wirkdurchmesser von  $d_{wk} = 63 \text{ mm}$  hat. Von der Lichtmaschine (Lima) ist abzulesen, dass sie maximal 100 A bei 14 V liefert und somit idealerweise eine mechanische Leistung von  $P_{Lima} = 1,4 \text{ kW}$  benötigt. Eine Internetrecherche liefert ihnen das Übersetzungsverhältnis  $i = 0,45 = \frac{10}{22}$  sowie dass sich die maximale Leistung der Lima auf eine Motordrehzahl von  $n_{an} = 2000 \text{ }^1/\text{min}$  bezieht.

Desweiteren ist bei dem Motor und der Lima von leichten An- und Abtriebsmaschinen mit einer täglichen Betriebsdauer von unter 10 Stunden auszugehen. Der Schlupf des Keilriemens ist zu vernachlässigen.

Aus Tabellen und Diagrammen gewählte Werte sind in den Tabellen eindeutig zu kennzeichnen.

**E-RK 1**

Da keine Bezeichnung des Profils auf dem Keilriemen zu lesen ist, geben Sie an, um welche(s) Profil(e) es sich handeln kann.

**Lösung:**

$c_2$  aus Diagramm (leichte An- und Abtriebsmaschinen, < 10 h/Tag) = 1

$$P_{Lima} \cdot c_2 = 1,4 \text{ kW}$$

$$d_{wg} = \frac{1}{i} \cdot d_{wk} \Rightarrow n_{ab} = \frac{1}{i} \cdot n_{an}$$

$$n_{ab} = \frac{1}{\frac{10}{22}} \cdot 2000 \frac{1}{\text{min}} = 4400 \frac{1}{\text{min}}$$

Diagramm Riemenprofilauswahl:  $P_{Lima} \cdot c_2, n_{ab}, d_{wk} \Rightarrow \text{SPZ}$

**E-RK 2**

Welche maximale Leistung  $P_N$  könnte von dem in E-RK 1 gewählten Profil übertragen werden?

**Lösung:**

Diagramm Nennleistung  $P_N$ :  $n_{ab}, i, d_{wk} \Rightarrow 2,58 \text{ kW}$

Name: *Musterlösung*

Matr.-Nr.: -----

### E-RK 3

Welchen Wirkdurchmesser hat die Riemenscheibe auf der Kurbelwelle des Motors, wenn davon ausgegangen wird, dass sie nach DIN ausgewählt wurde?

#### Lösung:

$$d_{wg} = \frac{1}{i} \cdot d_{wk}$$

$$d_{wg} = \frac{1}{\frac{10}{22}} \cdot 63 \text{ mm} = 138,6 \text{ mm}$$

Diagramm Nennleistung  $P_N$ :  $d_{wg} \Rightarrow 140 \text{ mm}$

### E-RK 4

Wie groß muss die Vorspannung des Keilriemens sein, um die von der Lima maximal geforderte Leistung  $P_{Lima}$  vom Motor zur Lima übertragen zu können? Es genügt eine angenäherte Berechnung der Achskraft.

Der aus der Keilform des Riemens resultierende scheinbare Reibbeiwert beträgt  $\mu'_G = 3$ . Den Umschlingungswinkel der Lima Riemenscheibe haben Sie aus den gegebenen geometrischen Abmessungen ermittelt:  $\beta = 165^\circ$

#### Lösung:

$$F_A = (F_1 + F_2) \cdot \cos\left(90^\circ - \frac{\beta}{2}\right)$$

$$F_{1\text{grenz}} = F_2 \cdot e^{\mu_G \cdot \beta}$$

$$\Rightarrow F_A = (F_2 \cdot e^{\mu_G \cdot \beta} + F_2) \cdot \cos\left(90^\circ - \frac{\beta}{2}\right)$$

$$F_A = F_2(e^{\mu_G \cdot \beta} + 1) \cdot \cos\left(90^\circ - \frac{\beta}{2}\right)$$

$$F_2 = \frac{F_A}{(e^{\mu_G \cdot \beta} + 1) \cdot \cos\left(90^\circ - \frac{\beta}{2}\right)}$$

$$T_{\text{grenz}} = \frac{d_k}{2} \cdot F_2 \cdot (e^{\mu_G \cdot \beta} - 1)$$

$$\Rightarrow T_{\text{grenz}} = F_A \cdot \frac{d_k}{2 \cdot \cos\left(90^\circ - \frac{\beta}{2}\right)} \cdot \frac{(e^{\mu_G \cdot \beta} - 1)}{(e^{\mu_G \cdot \beta} + 1)}$$

Name: *Musterlösung*

Matr.-Nr.: -----

$$F_A = T_{\text{grenz}} \cdot \cos\left(90^\circ - \frac{\beta}{2}\right) \cdot \frac{2}{d_k} \cdot \frac{(e^{\mu_G \beta} + 1)}{(e^{\mu_G \beta} - 1)}$$

$$P_{\text{Lima}} = 2 \cdot \pi \cdot n_{\text{ab}} \cdot T_{\text{grenz}}$$

$$T_{\text{grenz}} = \frac{P_{\text{Lima}}}{2 \cdot \pi \cdot n_{\text{ab}}}$$

$$T = \frac{1400 \text{ W} \cdot \text{s}}{2 \cdot \pi \cdot 73,3} = 3,04 \text{ Nm}$$

$$F_A = 3,04 \text{ Nm} \cdot \cos\left(90^\circ - \frac{165^\circ}{2}\right) \cdot \frac{2}{0,063 \text{ m}} \cdot \frac{(e^{3 \cdot 2,88} + 1)}{(e^{3 \cdot 2,88} - 1)} = 95,67 \text{ N}$$

Name: *Musterlösung* Matr.-Nr.: .....

**Auszug aus den Vorlesungsumdrucken**

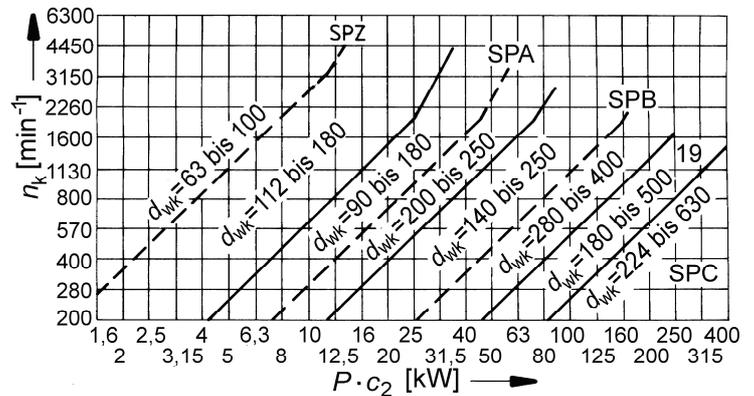
**Betriebsfaktor  $c_2$** , abhängig von:

- Antriebsmaschine
- Arbeitsmaschine
- täglicher Betriebsdauer

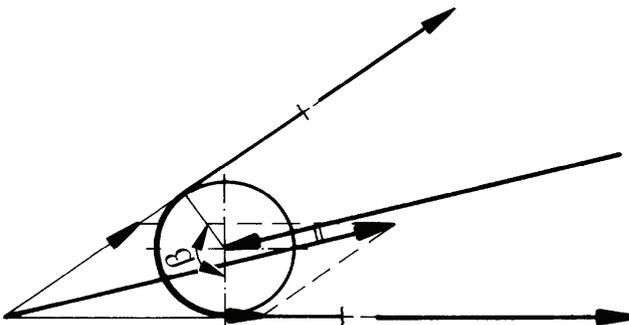
Arbeits- Maschinen	Antriebsmaschinen					
	leichter			schwerer		
	tägliche Betriebsdauer in h					
	bis 10	über 10	über 16	bis 10	über 10	über 16
Leichte Ar- beitsmaschinen	1	1,1	1,2	1,1	1,2	1,3
Mittelschwere Arbeitsmasch.	1,1	1,2	1,3	1,2	1,3	1,4
Schwere Ar- beitsmaschinen	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6
Sehr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

**Riemenprofil und Bereich des kleinen Scheibendurchmessers**, abhängig von:

- Leistung  $P \cdot c_2$  ( $c_2$  s. o.)
- Drehzahl der kleinen Scheibe  $n_k$



**Kräfteansatz an der kleineren Scheibe:**



**Trumkräfte**  $F_1, F_2$ , wobei  $F_1 > F_2$

Resultierende  $\vec{F}_{res} = (\vec{F}_1 + \vec{F}_2)$

**Achskraft**  $F_A = F_{res}$

d. h.  $F_A = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 - 2 \cdot F_1 \cdot F_2 \cdot \cos \beta}$

angenähert  $F_A \approx (F_1 + F_2) \cdot \cos\left(90^\circ - \frac{\beta}{2}\right)$

oder auch  $F_A \approx (F_1 + F_2)$  (für  $\beta \approx 180^\circ$ )

**Drehmoment**  $T_{an} = F_{res} \cdot h$ ;

oder  $T_{an} = \frac{d_k}{2} \cdot (F_1 - F_2)$

**Seilreibung**  $F_{1\text{grenz}} = F_2 \cdot e^{\mu_G \cdot \beta}$

(nach *Eytelwein*)  $\mu_G =$  Gleitreibwert, s. u.  
 $\beta =$  Umschlingungswinkel an der kleinen Scheibe

**Umfangskraft**  $F_t = F_1 - F_2$

$F_{t\text{grenz}} = F_2 \cdot (e^{\mu_G \cdot \beta} - 1)$

$T_{an\text{grenz}} = \frac{d_k}{2} \cdot F_2 \cdot (e^{\mu_G \cdot \beta} - 1)$

(bei Überschreitung rutscht Riemen durch)



Name: *Musterlösung* Matr.-Nr.: -----

$d_{wk}$ in mm	$i$ oder $j^{-1}$	Drehzahl der kleinen Scheibe $n_k$ in $\text{min}^{-1}$																							
		200	400	700	800	950	1200	1450	1600	2000	2400	2800	3200	3600	4000	4400	4500	5000	5500	6000					
		Nennleistung $P_N$ in kW																							
63	1	0,20	0,35	0,54	0,60	0,68	0,81	0,93	1,00	1,17	1,32	1,45	1,56	1,66	1,74	1,80	1,81	1,85	1,87	1,85					
	1,05	0,21	0,37	0,58	0,64	0,73	0,88	1,01	1,09	1,27	1,44	1,59	1,73	1,84	1,94	2,02	2,04	2,11	2,15	2,16					
	1,2	0,22	0,39	0,61	0,68	0,78	0,94	1,08	1,17	1,38	1,57	1,74	1,89	2,03	2,15	2,25	2,27	2,37	2,43	2,47					
	1,5	0,23	0,41	0,65	0,72	0,83	1,00	1,16	1,25	1,48	1,69	1,88	2,06	2,21	2,35	2,47	2,50	2,63	2,72	2,77					
	2,2	0,23	0,42	0,66	0,74	0,85	1,03	1,19	1,29	1,53	1,75	1,95	2,13	2,30	2,45	2,58	2,61	2,75	2,85	2,91					
	$\geq 3$	0,24	0,43	0,68	0,76	0,88	1,06	1,23	1,33	1,58	1,81	2,03	2,22	2,40	2,56	2,70	2,74	2,88	3,00	3,08					
71	1	0,25	0,44	0,70	0,78	0,90	1,08	1,25	1,35	1,59	1,81	2,00	2,18	2,33	2,46	2,56	2,59	2,68	2,73	2,74					
	1,05	0,26	0,46	0,74	0,82	0,95	1,14	1,32	1,43	1,69	1,93	2,15	2,34	2,51	2,67	2,79	2,82	2,94	3,02	3,05					
	1,2	0,27	0,49	0,77	0,87	1,00	1,20	1,40	1,51	1,79	2,05	2,29	2,51	2,70	2,87	3,01	3,05	3,20	3,30	3,36					
	1,5	0,28	0,51	0,81	0,91	1,04	1,26	1,47	1,59	1,90	2,18	2,43	2,67	2,88	3,08	3,24	3,28	3,45	3,58	3,67					
	2,2	0,28	0,52	0,83	0,93	1,06	1,29	1,51	1,63	1,95	2,24	2,50	2,74	2,97	3,17	3,34	3,39	3,57	3,71	3,81					
	$\geq 3$	0,29	0,53	0,85	0,95	1,09	1,33	1,55	1,68	2,00	2,30	2,58	2,83	3,07	3,28	3,46	3,51	3,71	3,86	3,98					
80	1	0,31	0,55	0,88	0,99	1,14	1,38	1,60	1,73	2,05	2,34	2,61	2,85	3,06	3,24	3,38	3,42	3,56	3,64	3,66					
	1,05	0,32	0,57	0,92	1,03	1,19	1,44	1,67	1,81	2,15	2,47	2,75	3,01	3,24	3,45	3,61	3,65	3,81	3,92	3,97					
	1,2	0,33	0,59	0,96	1,07	1,24	1,50	1,75	1,89	2,25	2,59	2,90	3,18	3,43	3,65	3,84	3,89	4,07	4,20	4,27					
	1,5	0,34	0,61	0,99	1,11	1,28	1,56	1,82	1,97	2,36	2,71	3,04	3,34	3,61	3,86	4,07	4,12	4,33	4,48	4,58					
	2,2	0,34	0,62	1,01	1,13	1,30	1,59	1,86	2,01	2,41	2,77	3,11	3,42	3,70	3,95	4,17	4,23	4,45	4,62	4,72					
	$\geq 3$	0,35	0,64	1,03	1,15	1,33	1,62	1,90	2,06	2,46	2,84	3,18	3,51	3,80	4,06	4,29	4,35	4,58	4,77	4,89					
90	1	0,37	0,67	1,09	1,21	1,40	1,70	1,98	2,14	2,55	2,93	3,26	3,57	3,84	4,07	4,25	4,30	4,46	4,55	4,56					
	1,05	0,38	0,69	1,12	1,26	1,45	1,76	2,06	2,23	2,65	3,05	3,41	3,73	4,02	4,27	4,48	4,53	4,71	4,83	4,87					
	1,2	0,39	0,71	1,16	1,30	1,50	1,82	2,13	2,31	2,76	3,17	3,55	3,90	4,21	4,48	4,70	4,76	4,97	5,11	5,17					
	1,5	0,40	0,74	1,19	1,34	1,55	1,88	2,20	2,39	2,86	3,30	3,70	4,06	4,39	4,68	4,93	4,99	5,23	5,39	5,48					
	2,2	0,40	0,75	1,21	1,36	1,57	1,91	2,24	2,43	2,91	3,36	3,77	4,14	4,48	4,78	5,03	5,10	5,35	5,53	5,62					
	$\geq 3$	0,41	0,76	1,23	1,38	1,60	1,95	2,28	2,47	2,96	3,42	3,84	4,23	4,58	4,89	5,15	5,22	5,48	5,68	5,79					
100	1	0,43	0,79	1,28	1,44	1,66	2,02	2,36	2,55	3,05	3,49	3,90	4,26	4,58	4,85	5,05	5,10	5,27	5,35	5,32					
	1,05	0,44	0,81	1,32	1,48	1,71	2,08	2,43	2,64	3,15	3,62	4,05	4,43	4,76	5,05	5,28	5,34	5,53	5,63	5,63					
	1,2	0,45	0,83	1,35	1,52	1,76	2,14	2,51	2,72	3,25	3,74	4,19	4,59	4,95	5,26	5,51	5,57	5,79	5,92	5,94					
	1,5	0,46	0,85	1,39	1,56	1,81	2,20	2,58	2,80	3,35	3,86	4,33	4,76	5,13	5,46	5,73	5,80	6,05	6,20	6,25					
	2,2	0,46	0,86	1,41	1,58	1,83	2,23	2,62	2,84	3,40	3,92	4,40	4,83	5,22	5,56	5,84	5,91	6,17	6,33	6,39					
	$\geq 3$	0,47	0,87	1,43	1,60	1,86	2,27	2,66	2,88	3,46	3,99	4,48	4,92	5,32	5,67	5,96	6,03	6,30	6,48	6,56					
112	1	0,51	0,93	1,52	1,70	1,97	2,40	2,80	3,04	3,62	4,16	4,64	5,06	5,42	5,72	5,94	5,99	6,14	6,16	6,05					
	1,05	0,52	0,95	1,55	1,74	2,02	2,46	2,88	3,12	3,73	4,28	4,78	5,23	5,61	5,92	6,16	6,22	6,40	6,45	6,36					
	1,2	0,53	0,98	1,59	1,78	2,07	2,52	2,95	3,20	3,83	4,41	4,93	5,39	5,79	6,13	6,39	6,45	6,65	6,73	6,66					
	1,5	0,54	1,00	1,63	1,83	2,12	2,58	3,03	3,28	3,93	4,53	5,07	5,55	5,98	6,33	6,61	6,68	6,91	7,01	6,97					
	2,2	0,54	1,01	1,64	1,85	2,14	2,61	3,06	3,32	3,98	4,59	5,14	5,63	6,06	6,43	6,72	6,79	7,03	7,14	7,11					
	$\geq 3$	0,55	1,02	1,66	1,87	2,17	2,65	3,10	3,37	4,04	4,65	5,21	5,72	6,16	6,54	6,84	6,91	7,17	7,29	7,28					
125	1	0,59	1,09	1,77	1,99	2,30	2,80	3,28	3,55	4,24	4,85	5,40	5,88	6,27	6,58	6,78	6,83	7,92	6,84	6,57					
	1,05	0,60	1,11	1,81	2,03	2,35	2,86	3,35	3,63	4,34	4,98	5,55	6,04	6,46	6,78	7,00	7,06	7,18	7,12	6,88					
	1,2	0,61	1,13	1,84	2,07	2,40	2,93	3,43	3,72	4,44	5,10	5,69	6,21	6,64	6,99	7,23	7,29	7,44	7,41	7,19					
	1,5	0,62	1,15	1,88	2,11	2,45	2,99	3,50	3,80	4,54	5,22	5,83	6,37	6,83	7,19	7,45	7,52	7,69	7,69	7,50					
	2,2	0,62	1,16	1,89	2,13	2,47	3,02	3,54	3,84	4,59	5,28	5,90	6,44	6,91	7,29	7,56	7,63	7,81	7,82	7,64					
	$\geq 3$	0,63	1,17	1,91	2,15	2,50	3,05	3,58	3,88	4,65	5,35	5,98	6,53	7,01	7,40	7,68	7,75	7,95	7,97	7,81					
140	1	0,68	1,26	2,06	2,31	2,68	3,26	3,82	4,13	4,92	5,63	6,24	6,75	7,16	7,45	7,60	7,64	7,60	7,34	6,81					
	1,05	0,69	1,28	2,09	2,35	2,73	3,32	3,89	4,21	5,02	5,75	6,38	6,92	7,35	7,66	7,83	7,87	7,86	7,62	7,12					
	1,2	0,70	1,30	2,13	2,39	2,77	3,39	3,96	4,30	5,13	5,87	6,53	7,08	7,53	7,86	8,05	8,10	8,12	7,90	7,43					
	1,5	0,71	1,32	2,17	2,43	2,82	3,45	4,04	4,38	5,23	6,00	6,67	7,25	7,72	8,07	8,28	8,33	8,37	8,18	7,74					
	2,2	0,71	1,33	2,18	2,45	2,84	3,48	4,07	4,42	5,28	6,06	6,74	7,32	7,80	8,16	8,38	8,44	8,49	8,32	7,88					
	$\geq 3$	0,72	1,34	2,20	2,47	2,87	3,51	4,11	4,46	5,33	6,12	6,81	7,41	7,90	8,27	8,50	8,56	8,63	8,47	8,04					
160	1	0,80	1,49	2,44	2,73	3,17	3,86	4,51	4,88	5,80	6,60	7,27	7,81	8,19	8,40	8,41	8,41	8,11	7,47	6,45					
	1,05	0,81	1,51	2,47	2,78	3,22	3,92	4,59	4,97	5,90	6,72	7,42	7,97	8,37	8,61	8,63	8,64	8,37	7,75	6,76					
	1,2	0,82	1,53	2,51	2,82	3,27	3,98	4,66	5,05	6,00	6,84	7,56	8,13	8,56	8,81	8,87	8,88	8,62	8,03	7,07					
	1,5	0,83	1,55	2,54	2,86	3,32	4,05	4,74	5,13	6,11	6,97	7,70	8,30	8,74	9,02	9,09	9,11	8,88	8,31	7,36					
	2,2	0,83	1,56	2,56	2,88	3,34	4,08	4,77	5,17	6,16	7,03	7,77	8,37	8,83	9,11	9,20	9,22	9,00	8,54	7,51					
	$\geq 3$	0,84	1,57	2,58	2,90	3,37	4,11	4,81	5,21	6,21	7,09	7,85	8,46	8,93	9,22	9,32	9,34	9,14	8,80	7,68					
$v$ in m/s		5			10			15			20			25			30			35			40		
Scheibenwerkstoff		normal									hochfest														
Scheibenauswuchtung		statisch ausgewuchtet									dynamisch ausgewuchtet														

Nennleistung  $P_N$  für Profil SPZ (Stufenlinien sind Linien etwa gleicher Riemengeschwindigkeit  $v$ )  
 $d_{wk}$  nach DIN 2211



Name: *Musterlösung*

Matr.-Nr.: -----

### Aufgabe E-KB

(Kupplungen und Bremsen)

Teilaufgabe	E-KB 1	E-KB 2	E-KB 3	E-KB 4	$\Sigma$
Maximale Punktzahl	2	1	2	3	8
Erreichte Punktzahl					

#### E-KB1 Kupplungen, Grundlagen

Welches sind die beiden Hauptfunktionen von Kupplungen?

#### Lösung:

- *Lösbare Verbindung von zwei (zumindest annähernd gleichachsigen) rotierenden Bauteilen*
- *Übertragung von Drehmoment und Drehzahl*

Zusätzlich zur Hauptfunktion erfüllen Kupplungen diverse Ausgleichfunktionen. Zwischen welchen Verlagerungsfällen wird in diesem Zusammenhang differenziert?

#### Lösung:

- *Axialnachgiebigkeit (a)*
- *Radialnachgiebigkeit (r)*
- *Winkelnachgiebigkeit (w)*
- *Drehnachgiebigkeit (d)*

#### E-KB2 Kupplung, Anwendung

Das weltweit schnellste Serienfahrzeug verfügt über ein maximales Drehmoment von 1250 Nm bei 1001 PS. Wie hoch muss die Anpresskraft auf die 10 wirksamen Reibflächen der Kupplung ( $r_m = 350$  mm,  $\mu = 0,15$ ) sein, damit dieses Drehmoment vollständig auf das Getriebe übertragen werden kann?

#### Lösung:

$$F_S = \frac{T_r}{r_m \cdot \mu \cdot z} = \frac{1250 \text{ Nm}}{0,35 \text{ m} \cdot 0,15 \cdot 10} = 2.380,95 \text{ N}$$

#### E-KB3 Bremsen, Grundlagen

Nennen Sie die vier Grundbauformen von Bremsen.

#### Lösung:

- *Backenbremse*
- *Trommelbremse*
- *Scheibenbremse*
- *Bandbremse*

Name: *Musterlösung*

Matr.-Nr.: .....

### E-KB4 Bremsen, Anwendung

Im Folgenden wird das Bremsverhalten des oben betrachteten Sportwagens betrachtet. Das Fahrzeug hat eine Masse von  $m_{BV} = 1888 \text{ kg}$  und verzögert mit  $1,3 \text{ g}$ . Wie groß ist die benötigte Bremskraft  $F_{BRV}$  an den beiden Vorderrädern? Nehmen Sie vereinfacht an, dass während des Bremsvorganges 60% der Fahrzeugmasse auf den Vorderrädern liegen.

**Hinweis:**  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

#### Lösung:

$$F_{BRV} = 0,6 \cdot m_{BV} \cdot 1,3 \text{ g} = 0,6 \cdot 1.888 \text{ kg} \cdot 12,75 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 14.443,2 \text{ N}$$

Der Schwerpunkt des Fahrzeuges liegt näherungsweise auf Achshöhe und die Reifen haben einen Außendurchmesser  $d_R = 51 \text{ cm}$ . Wie groß ist das Moment  $T_R$ , das auf den Bremsen beider Vorderräder liegt?

**Hinweis:** Wenn Sie den letzten Aufgabenteil nicht gelöst haben, wählen Sie  $F_{BRV} = 14000 \text{ N}$

#### Lösung:

$$T_R = F_{BRV} \cdot \frac{d_{VR}}{2} = 14.443,2 \text{ N} \cdot \frac{0,51 \text{ m}}{2} = 3683,02 \text{ Nm}$$

oder

$$T_R = F_{BRV} \cdot \frac{d_{VR}}{2} = 14.000 \text{ N} \cdot \frac{0,51 \text{ m}}{2} = 3.570 \text{ Nm}$$

Die Scheibenbremsen der beiden Vorderräder haben einen mittleren Durchmesser  $d_m = 0,3 \text{ m}$  und je 2 Brems Scheiben (vier wirksame Bremsflächen). Der Haftreibungskoeffizient zwischen den Carbon-Keramik-Brems Scheiben und den Bremssätteln beträgt  $\mu = 0,6$ . Wie groß muss die Bremskraft  $F_S$  sein, die vom Bremssattel auf die Brems Scheibe wirkt?

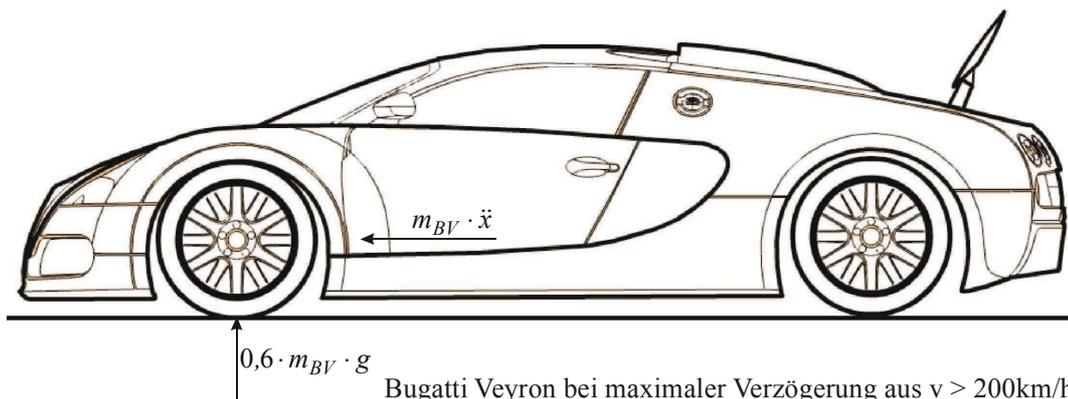
**Hinweis:** Wenn Sie den letzten Aufgabenteil nicht gelöst haben, wählen Sie  $T_R = 4000 \text{ Nm}$

#### Lösung:

$$F_S = \frac{T_R}{r_m \cdot \mu \cdot z} = \frac{3683,02 \text{ Nm}}{0,15 \text{ m} \cdot 0,6 \cdot (2 \cdot 4)} = 5115,31 \text{ N}$$

oder

$$F_S = \frac{T_R}{r_m \cdot \mu \cdot z} = \frac{4000 \text{ Nm}}{0,15 \text{ m} \cdot 0,6 \cdot (2 \cdot 4)} = 5555,56 \text{ N}$$



Name: *Musterlösung*

Matr.-Nr.: -----

**Aufgabe E-FÜ** (Führungen)

Teilaufg.	E-FÜ.1	E-FÜ.2	Summe
Max. Pktzahl	2	2	4
Erreichte Punktzahl			

E-FÜ.1 Nach welchen Kriterien erfolgt die Auswahl von Führungen?

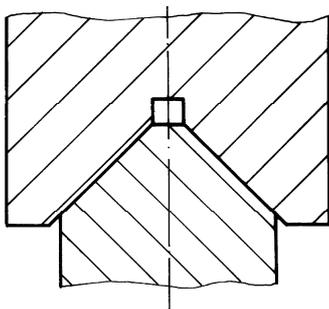
**Lösung:**

- *Kraftübertragung*
- *Genauigkeit*
- *Einstellbarkeit*
- *Verfahrweg*
- *Abdichtung*

E-FÜ.1 Skizzieren Sie zwei Prinzipien von Linearführungen, die für Werkzeugmaschinen geeignet sind.

**Lösung:**

*Gleitführung (hohe Steifigkeit und geringes Spiel)*



*Hydrostatische Gleitführung*

