

Name: *Musterlösung*

Matr.-Nr.: -----

Aufgabe E FE (Federn)

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

E-FE 1 Gegeben ist die in der Skizze dargestellte Anordnung mit drei in Reihe geschalteten Schraubenfedern, wobei gilt $c_1 = c_2 = c_3 = 2 \text{ kN/mm}$. Nennen Sie eine Möglichkeit durch Neuordnung der Schraubenfedern die Federrate des Gesamtsystems zu verdoppeln. Skizzieren Sie diese und weisen Sie es mit der entsprechenden Formel nach.



Lösung:

$$c_{ges} = 2/3 \text{ kN/mm}$$



Parallelschaltung von c_1 und c_2

$$\frac{1}{c_{ges}} = \frac{1}{c_1 + c_2} + \frac{1}{c_3} = \frac{1}{2c} + \frac{1}{c} = \frac{1}{4 \frac{\text{kN}}{\text{mm}}} + \frac{1}{2 \frac{\text{kN}}{\text{mm}}} = \frac{3}{4 \frac{\text{kN}}{\text{mm}}} \Rightarrow c_{ges} = \frac{4}{3} \frac{\text{kN}}{\text{mm}}$$

E-FE 2 Geben Sie die drei Beanspruchungsformen, für Elastomerfedern an und geben Sie an, ob sie gut bzw. schlecht für die drei Beanspruchungen geeignet sind.

Lösung:

Zugbeanspruchung: nicht geeignet, da Rissbildung
Druckbeanspruchung: sehr gut
Schubbeanspruchung: gut

E-FE 3 Erläutern Sie kurz warum Elastomere Dämpfungseigenschaften haben. Wie nennt man den Effekt?

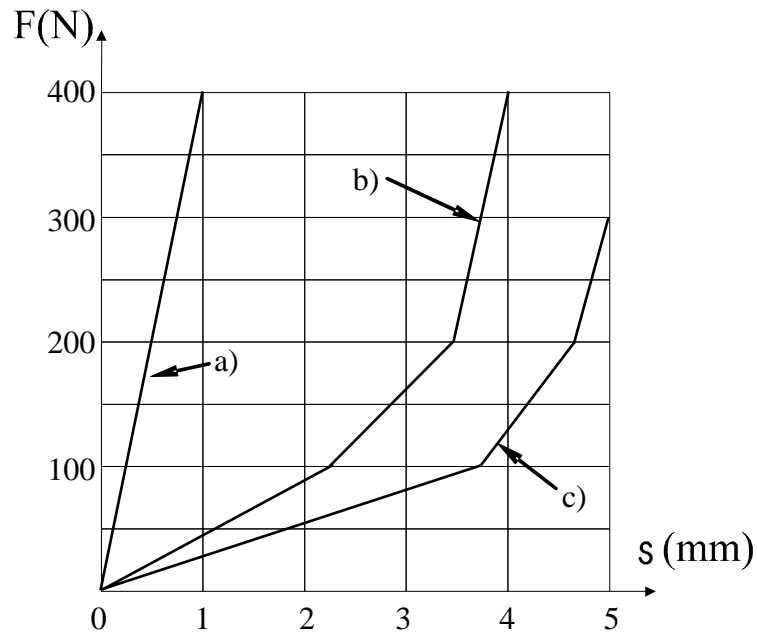
Lösung:

Hysterese: Durch die innere Reibung, wird die wirkende Kraft um den Anteil der Reibarbeit verringert und so gedämpft.

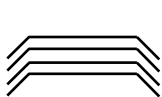
Name: *Musterlösung*

Matr.-Nr.:

E-FE 4 Gegeben sind die Kennlinien der Tellerfederpakete, die aus einzelnen Tellerfedern mit der Federrate von 100 N/mm mit einem maximalen Federweg von 1 mm bestehen. Zeichnen Sie drei Tellerfederpakete.



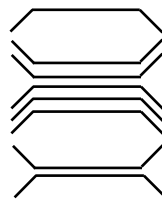
Lösung:



a)



b)



c)

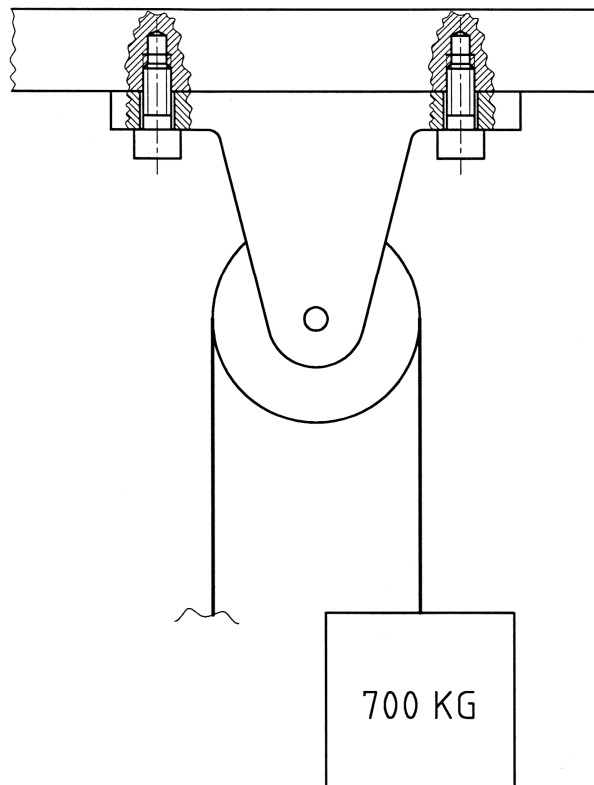
Name: *Musterlösung*

Matr.-Nr.:

Aufgabe E SR (Schrauben)

Teilaufgabe	E-SR 1	Σ
Max. Pktzahl	4	4
Erreichte Pktzahl		

E-SR 1 In der folgenden Skizze ist eine Anordnung dargestellt, in welcher eine Umlenkrolle mit insgesamt **4 Schrauben** befestigt ist. Über die Umlenkrolle ist ein Seil geführt, das eine maximale Last von 700 kg tragen soll. Die Schrauben sind vor Aufbringen der Belastung mit jeweils 5.000 N vorgespannt worden. Wie groß ist die maximale Kraft, die in dieser Anordnung auf die Schrauben wirken kann?
Die Nachgiebigkeit der Schraube (inklusive eingeschraubter Gewindeanteile) beträgt $\delta_s = 6,85 \cdot 10^{-6}$ mm/N. Die Nachgiebigkeit der verschraubten Platten $\delta_p = 2,15 \cdot 10^{-6}$ mm/N.



Auszug aus dem Skript:

$$\Phi = \frac{\delta_p}{\delta_p + \delta_s}$$

Zusatzkraft der Schraube:

$$F_{SA} = \frac{\delta_p}{\delta_p + \delta_s} \cdot F_A = \Phi \cdot F_A$$

Entlastung der Platten:

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

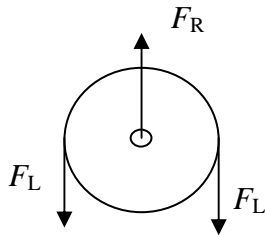
Name: *Musterlösung*

Matr.-Nr.:

(Raum für Bearbeitung der Aufgabe)

Lösung:

Belastung auf die Rolle



$$F_L = 700 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ N/kg} = 6.867 \text{ N}$$

$$F_R = 2 \cdot F_L = 13.734 \text{ N}$$

$$F_S = F_V + F_{SA}$$

$$F_V = 5.000 \text{ N}$$

$$F_{SA} = \frac{\delta_p}{\delta_p + \delta_s} \cdot F_A$$

$$F_A = \frac{1}{4} \cdot F_R = 3.433,5 \text{ N}$$

$$F_{SA} = \frac{2,15 \cdot 10^{-6} \text{ mm/N}}{2,15 \cdot 10^{-6} \text{ mm/N} + 6,85 \cdot 10^{-6} \text{ mm/N}} \cdot 3.433,5 \text{ N} = 820,23 \text{ N}$$

$$F_S = F_V + F_{SA} = 5.000 \text{ N} + 820,23 \text{ N} = 5.820,23 \text{ N}$$

Name: *Musterlösung*

Matr.-Nr.:

Aufgabe E NT (Nieten)

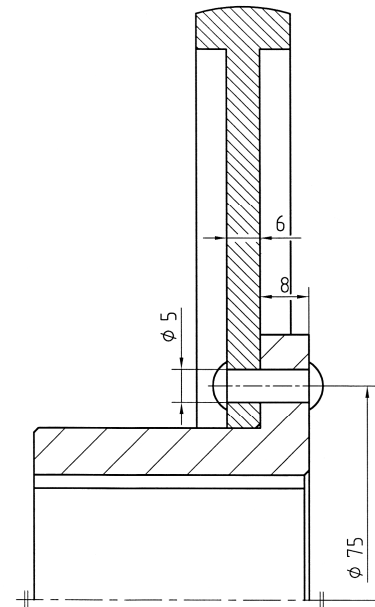
Teilaufgabe	E-NT 1	E-NT 2	Σ
Max. Pktzahl	5	2	7
Erreichte Pktzahl			

E-NT 1 Die abgebildete Riemenscheibe, die mit einer konstanten Drehzahl von 100 min^{-1} umläuft, ist durch am Umfang verteilte Nieten mit einer Nabe verbunden. Die Nieten bestehen aus dem Werkstoff ST 36. Es ist der Lastfall HZ anzunehmen.

Stellen Sie eine Funktion auf, wie viele Nieten am Umfang in Abhängigkeit der zu übertragenden Leistung bei einer Drehzahl von $n = 100 \text{ min}^{-1}$ benötigt werden.

Bem.: Berücksichtigen Sie nur den Lochleibungsdruck. Die Abscherspannung kann vernachlässigt werden!

Auf der nächsten Seite sind einige Formeln aufgeführt.



Lösung:

1) Bestimmung des zu übertragenden Drehmoments:

$$P = M \cdot \omega = M \cdot 2 \cdot \pi \cdot n \Leftrightarrow M = \frac{P}{2 \cdot \pi \cdot n} = \frac{P}{2 \cdot \pi \cdot 100 \text{ min}^{-1}} = 0,095 P \cdot s$$

2) Bestimmung der zu übertragenden Kraft:

$$F = \frac{M}{37,5 \text{ mm}} = \frac{0,095 P \cdot s}{37,5 \text{ mm}} = 2,533 \cdot 10^{-3} \frac{P \cdot s}{\text{mm}}$$

3) Überprüfung des Lochleibungsdrucks:

$$\frac{2,533 \cdot 10^{-3} \frac{P \cdot s}{\text{mm}}}{n_{\text{Niet}} \cdot 5 \text{ mm} \cdot 6 \text{ mm}} \leq 360 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad | \quad n_{\text{Niet}} = \text{Anzahl der Niete}$$

$$\Leftrightarrow n_{\text{Niet}} \geq \frac{2,533 \cdot 10^{-3} \frac{P \cdot s}{\text{mm}}}{5 \text{ mm} \cdot 6 \text{ mm} \cdot 360 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} = 2,345 \cdot 10^{-7} \frac{P \cdot s}{\text{N} \cdot \text{mm}} = 2,345 \cdot 10^{-4} \frac{P \cdot s}{\text{N} \cdot \text{m}}$$

Name: *Musterlösung*

Matr.-Nr.:

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

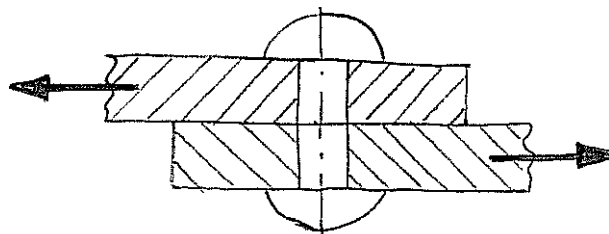
Werte für $\tau_{a \text{ zul}}$ und $\sigma_{l \text{ zul}}$:

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

E-NT 2 Skizzieren Sie eine einschnittige Überlappungsniertung.

Lösung:



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

Aufgabe E GL

Teilaufgabe	E-GL 1	E-GL 2	E-GL3	E-GL 5	Σ
Max. Pktzahl	3	4	1	2	10
Erreichte Pktzahl					

Ein Konstrukteur hat ein hydrodynamisch geschmiertes Gleitlager ausgelegt. Als Schmiermittel soll Wasser eingesetzt werden. Folgende Daten sind bereits bekannt:

Bezeichnung	Wert
Betriebskraft	$F_R = 1000 \text{ N}$
Betriebsdrehzahl	$n = 10\,000 \text{ min}^{-1}$
Lagernendurchmesser	$d = 42 \text{ mm}$
Breite-Durchmesserverhältniss	$b/d = 0,6$
Viskosität Schmiermittel	$\eta = 1 \cdot 10^{-3} \text{ Pa s}$
$R_{z,Welle}$ und $R_{z,Lagerschale}$	$1,6 \mu\text{m}$

Hinweis: $1 \text{ Pa s} = 1 \text{ N s/m}^2$

E-GL 1 Welche Toleranzen/Passung müssen die Welle und die Lagerschale besitzen, wenn die Sommerfeldzahl $S = 1,3$ ist?

Lösung:

$$S_o = \frac{F_R \cdot s^2}{b \cdot d^3 \cdot \eta \cdot \omega} \Rightarrow s = \sqrt{\frac{S_o \cdot b \cdot d^3 \cdot \eta \cdot \omega}{F_R}}$$

$$\eta = 1 \cdot 10^{-3} \frac{\text{Ns}}{\text{m}^2} = 1 \cdot 10^{-9} \frac{\text{Ns}}{\text{mm}^2} \qquad \omega = 2 \cdot \pi \cdot n = 2 \cdot \pi \cdot 10000 \frac{1}{\text{min} \cdot 60} = 1047,2 \text{ s}^{-1}$$

(0,5 P)

$$s = \sqrt{\frac{1,3 \cdot 25,2 \text{ mm} \cdot (42 \text{ mm})^3 \cdot 1 \cdot 10^{-9} \frac{\text{Ns}}{\text{mm}^2} \cdot 1047,2 \text{ s}^{-1}}{1000 \text{ N}}} = 0,05042 \text{ mm}$$

Mit Hilfe des Lagernendurchmessers und dem berechneten Lagerspiel kann dem Diagramm die Passung G5/f5 entnommen werden.

Lösung der Aufgabe mit Hilfe des relativen Lagerspiel verläuft analog!

E-GL 2 Aus fertigungstechnischen Gründen haben Sie sich für die Passung **H5/e5** entschieden. Ist diese Gleitlagerung unter den gegebenen Einsatzbedingungen grundsätzlich lauffähig?


Lösung:

$$\varnothing 42\text{H5} \cong \varnothing 42_{+0}^{+0,011}$$

$$\varnothing 42\text{e5} \cong \varnothing 42_{-0,061}^{-0,05}$$

$$s_{\min} = 0,05 \text{ mm}$$

$$s_{\max} = 0,072 \text{ mm}$$

	Maschinenelemente Universität Dortmund Fakultät Maschinenbau Prof. Dr.-Ing. B. Künne	Konstruktionselemente / Maschinenelemente Fachprüfung	Kl. E
			E-WL ell 12.03.07. Bl. 2 v. 4 Name: Künne / Mitarbeiter

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

$$S_{o_{\min}} = \frac{F_R \cdot s_{\min}^2}{b \cdot d^3 \cdot \eta \cdot \omega} = \frac{1000 \text{ N} \cdot (0,05 \text{ mm})^2}{25,2 \text{ mm} \cdot (42 \text{ mm})^3 \cdot 1 \cdot 10^{-9} \cdot \frac{\text{Ns}}{\text{mm}^2} \cdot 1047,7 \frac{1}{\text{s}}} = 1,28$$

$$S_{o_{\max}} = \frac{F_R \cdot s_{\max}^2}{b \cdot d^3 \cdot \eta \cdot \omega} = \frac{1000 \text{ N} \cdot (0,072 \text{ mm})^2}{25,2 \text{ mm} \cdot (42 \text{ mm})^3 \cdot 1 \cdot 10^{-9} \cdot \frac{\text{Ns}}{\text{mm}^2} \cdot 1047,7 \frac{1}{\text{s}}} = 2,650$$

$\delta_{\max} \approx 0,2 \Rightarrow$ Damit ist die Bedingung $\delta_{\max} < 0,4$ erfüllt!

$\delta_{\min} \approx 0,3 \Rightarrow h_{\text{vorh},\min} = 0,0108 \text{ mm} \Rightarrow h_{\text{vorh},\min} \geq 0,0016 \text{ mm}$

Die Gleitlagerung ist grundsätzlich lauffähig!

E-GL 3 Welcher Zusammenhang besteht zwischen der Viskosität des Schmiermittels und dem Anwendungsfall der Gleitlagerung?

Lösung:

Schmiermittel mit hoher Viskosität werden eingesetzt, bei...

Anwendungsfällen mit niedrigen Drehzahlen und hoher Belastung

Schmiermittel mit geringer Viskosität werden eingesetzt, bei ...

Anwendungsfällen mit hoher Drehzahl und geringer Belastung

E-GL 4 Für welchen Anwendungsfall eignet sich Wasser, hinsichtlich der Viskosität, als Schmiermittel? Begründen Sie ihre Antwort.

Lösung:

- Die Viskosität von Wasser ist geringer als die Viskosität üblicher Schmiermittel.
- Durch die geringe Viskosität ist die Reibung gering (im Vergleich zu konventionellen Schmiermitteln)
- Aufgrund der geringen Reibung eignet sich Wasser als Schmiermittel nur bei Anwendungsfällen mit sehr hoher Drehzahl und geringer Belastung

Name: *Musterlösung*

Matr.-Nr.:

Formeln

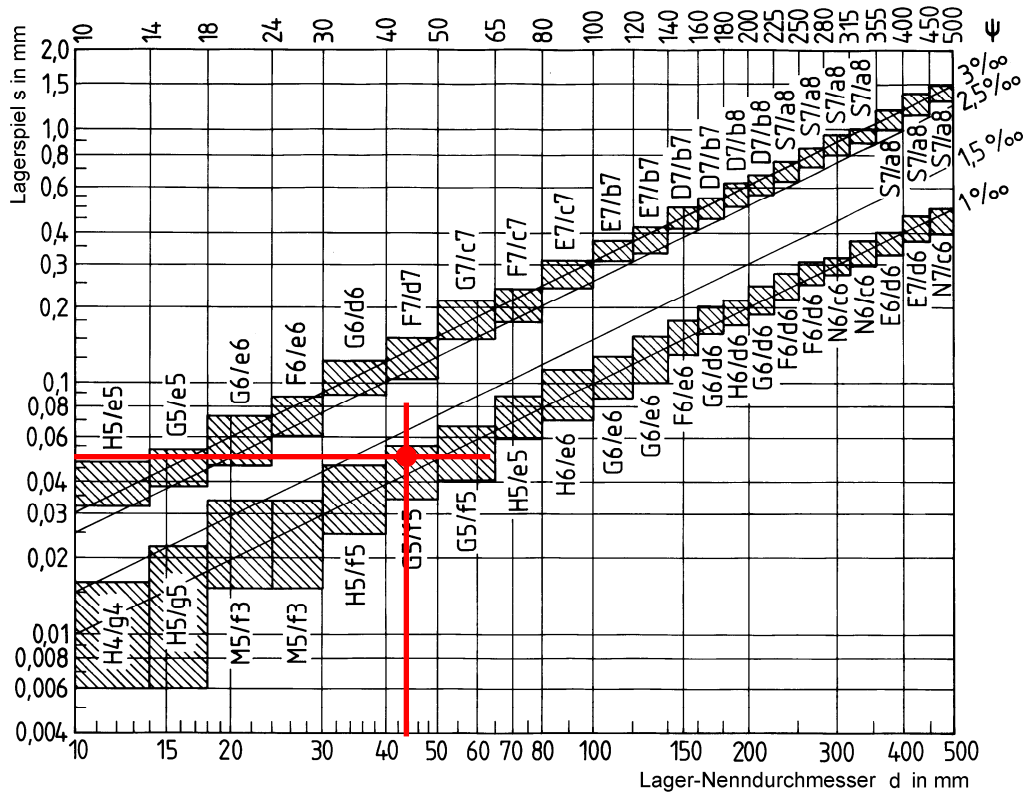
Sommerfeldzahl

$$\psi = \frac{d_2 - d_1}{d_1} \approx \frac{s}{d} \quad S_o = \frac{p_m \cdot \psi^2}{\eta \cdot \omega} = \frac{F_r \cdot \psi^2}{b \cdot d \cdot \eta \cdot \omega} = \frac{F_r \cdot (s/d)^2}{b \cdot d \cdot \eta \cdot \omega} = \frac{F_r \cdot s^2}{b \cdot d^3 \cdot \eta \cdot \omega}$$

$$S_{o_{\min}} = \frac{F_r \cdot s_{\min}^2}{b \cdot d^3 \cdot \eta \cdot \omega}$$

$$S_{o_{\max}} = \frac{F_r \cdot s_{\max}^2}{b \cdot d^3 \cdot \eta \cdot \omega}$$

S_o = Sommerfeldzahl
 s_{\min} = Kleinstspiel
 s_{\max} = Größtspiel
 η = Dynamische Viskosität
 F_r = Radialkraft
 b = Lagerbreite
 d = Nenndurchmesser
 ω = Winkelgeschwindigkeit



ISO-Abmaße für Wellen (in μm)

Lage Qualität	e						f						g									
	5	6	7	8	9	10	3	4	5	6	7	8	9	10	3	4	5	6	7	8	9	10
von 1	-14	-14	-14	-14	-14	-14	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2
bis 3	-18	-20	-24	-28	-39	-54	-8	-9	-10	-12	-16	-20	-31	-46	-4	-5	-6	-8	-12	-16	-27	-42
über 3	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4
bis 6	-25	-28	-32	-38	-50	-68	-12,5	-14	-15	-18	-22	-28	-40	-58	-6,5	-8	-9	-12	-16	-22	-34	-52
über 6	-25	-25	-25	-25	-25	-25	-13	-13	-13	-13	-13	-13	-13	-13	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-5
bis 10	-31	-34	-40	-47	-61	-83	-15,5	-17	-19	-22	-28	-35	-49	-71	-7,5	-9	-11	-14	-20	-27	-41	-63
über 10	-32	-32	-32	-32	-32	-32	-16	-16	-16	-16	-16	-16	-16	-16	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6
bis 18	-40	-43	-50	-59	-75	-102	-19	-21	-24	-27	-34	-43	-59	-86	-9	-11	-14	-17	-24	-33	-49	-76
über 18	-40	-40	-40	-40	-40	-40	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-20	-7	-7	-7	-7	-7	-7	-7	-7
bis 30	-49	-53	-61	-73	-92	-124	-24	-26	-29	-33	-41	-53	-72	-104	-11	-13	-16	-20	-28	-40	-59	-91
über 30	-50	-50	-50	-50	-50	-50	-25	-25	-25	-25	-25	-25	-25	-25	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9	-9
bis 50	-61	-66	-75	-89	-112	-150	-29	-32	-36	-41	-50	-64	-87	-125	-13	-16	-20	-25	-34	-48	-71	-109

Name: *Musterlösung*

Matr.-Nr.:

ISO-Abmaße für Bohrungen (in μm)

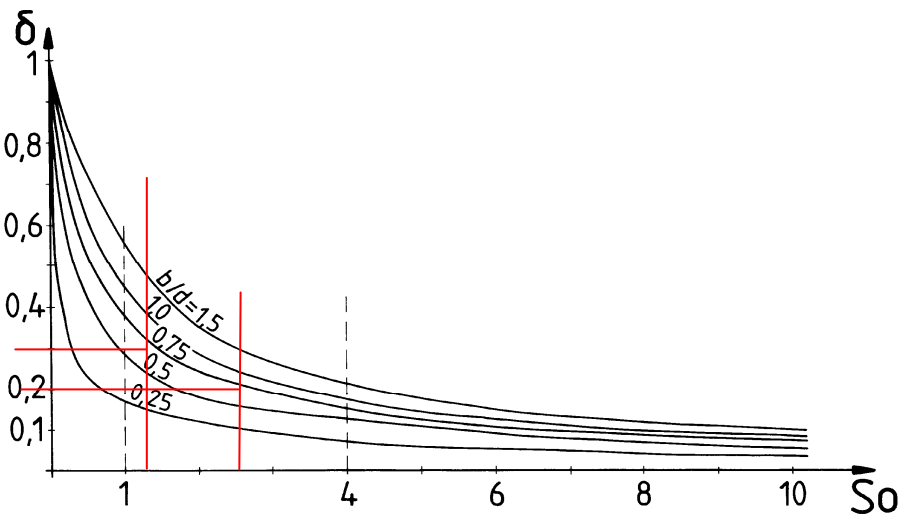
Lage Qualität	H																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
von 1 bis 3	+0,8 0	+1,2 0	+2 0	+3 0	+4 0	+6 0	+10 0	+14 0	+25 0	+40 0	+60 0	+100 0	+140 0	+250 0	+400 0	+600 0	—	—
über 3 bis 6	+1 0	+1,5 0	+2,5 0	+4 0	+5 0	+8 0	+12 0	+18 0	+30 0	+48 0	+75 0	+120 0	+180 0	+300 0	+480 0	+750 0	+1200 0	+1800 0
über 6 bis 10	+1 0	+1,5 0	+2,5 0	+4 0	+6 0	+9 0	+15 0	+22 0	+36 0	+58 0	+90 0	+150 0	+220 0	+360 0	+580 0	+900 0	+1500 0	+2200 0
über 10 bis 18	+1,2 0	+2 0	+3 0	+5 0	+8 0	+11 0	+18 0	+27 0	+43 0	+70 0	+110 0	+180 0	+270 0	+430 0	+700 0	+1100 0	+1800 0	+2700 0
über 18 bis 30	+1,5 0	+2,5 0	+4 0	+6 0	+9 0	+13 0	+21 0	+33 0	+52 0	+84 0	+130 0	+210 0	+330 0	+520 0	+840 0	+1300 0	+2100 0	+3300 0
über 30 bis 50	+1,5 0	+2,5 0	+4 0	+7 0	+11 0	+16 0	+25 0	+39 0	+62 0	+100 0	+160 0	+250 0	+390 0	+620 0	+1000 0	+1600 0	+2500 0	+3900 0

- Ermittlg. von $\delta = f(S_o; b/d)$ mittels Diagramm rechts (vgl. vorn)
- Ermittlg. von δ_{\max} für $S_{o\min}$ und b/d ; Kontrolle: $\delta_{\max} < 0,4$?
- Ermittlg. von δ_{\min} für $S_{o\max}$ und b/d ; Kontrolle:

$$h_{\text{vorhmin}} = \delta_{\min} \cdot \frac{s_{\max}}{2}$$

$$\geq R_{z\text{Welle}} + R_{z\text{Lagerschale}}$$

Sind beide Bedingungen erfüllt, ist das Lager grundsätzlich lauffähig.



Name: *Musterlösung*

Matr.-Nr.:

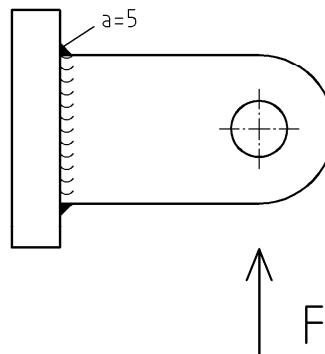
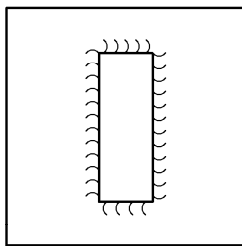
Aufgabe E-SW (Schweißverbindungen)

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

E-SW 1 Das dargestellte Bauteil aus St52 wird wechselnd belastet. Die Flachkehlnaht wird dabei mit einer maximalen Biegespannung von $\sigma_{b/w \max} = 35 \text{ N/mm}^2$ belastet. Die Güte der Schweißnaht entspricht nach DIN EN 25817 der Bewertungsgruppe B. Ist die Schweißnaht ausreichend dimensioniert?

Kennzeichnen Sie ggf. verwendete Tabellenwerte.

A-B



Lösung:

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

$\alpha_0 = 0,8$; Bewertungsgruppe B

$\alpha_N = 0,5$; Flachkehlnaht Biegung

$\beta = 0,9$; Beiwert für Schrumpfspannungen

$\sigma_{Grenz} = 210 \text{ N/mm}^2$; Tabellenwert

$S = 2$; bei wechselnder Belastung

$$\sigma_{bzul} = 37,8 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{b/w \max} < \sigma_{bzul} \Rightarrow SN \text{ hält!}$$

Richtig übernommene Werte, die nicht gekennzeichnet sind, ergeben die Hälfte der Punkte!!!!!!!!!!

Name: *Musterlösung*

Matr.-Nr.:

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
 $S = 1,5...2$ 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
= $\sigma_{b\ sch} \approx 1,2..1,4 \cdot \sigma_{sch}$ 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

Kennwerte für σ_{Grenz} in N/mm²:

	σ_{sch}	σ_w	$\sigma_{b\ sch}$	$\sigma_{b\ w}$	τ_{sch}	τ_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
		$\alpha_N \cdot \sigma_{sch}$	$\alpha_N \cdot \sigma_w$	$\alpha_A \cdot \sigma_{sch}$	$\alpha_A \cdot \sigma_w$	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

	Maschinenelemente Universität Dortmund Fakultät Maschinenbau Prof. Dr.-Ing. B. Künne	Konstruktionselemente / Maschinenelemente Fachprüfung	Kl. E
			E-SW wer 12.03.07 Bl. 3 v. 3 Name: Künne / Mitarbeiter

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

E-SW 2 Nennen Sie 3 Pressschweißverfahren nach DIN 1910.

Lösung:

- *Gaspressschweißen*
- *Widerstandspunktschweißen*
- *Rollnahtschweißen*
- *Abbrennstumpfschweißen*
- *Reibschweißen*
- *Buckelschweißen ...*

Nennen Sie 3 Schmelzschweißverfahren nach DIN 1910.

- *Gasschmelzschweißen*
- *Lichtbogenhandschweißen*
- *Metalinnertgasschweißen*
- *Metalaktivgasschweißen*
- *Wolframinnertgasschweißen*
- *Laserstrahlschweißen ...*

E-SW 3 Nennen Sie 4 Vorteile der Schweißtechnik.

Lösung:

- *universell anwendbar und werkstoffsparend*
- *einfach, kostengünstig, gut automatisierbar*
- *Fügen auch geringer Wanddicken möglich*
- *konstruktiv anpassungsfähig, hohe gestalterische Freiheit*
- *keine Gießform nötig \Rightarrow weniger Kosten*
- *Stahl hat größeren E-Modul als Grauguss \Rightarrow höhere Steifigkeit*
- *keine Überlappungen (Gewichtseinsparung)*
- *keine Nietlöcher und damit keine Querschnittsschwächungen*

Nennen Sie 4 Nachteile der Schweißtechnik.

- *Eigenstressungen und Schrumpfungen*
- *Korrosion*
- *Besonders bei hochlegierten Stählen Versprödung*
- *Schweißverbindungen bilden metallurgische Kerben, Kerbwirkung nur schwer erfassbar, da stark von Ausführung abhängig*
- *Qualitätskontrolle schwierig*
- *hohe Anforderungen an Schweißer*
- *Schweißaufwand bei großen Bauteilen und in Serienfertigung relativ hoch*

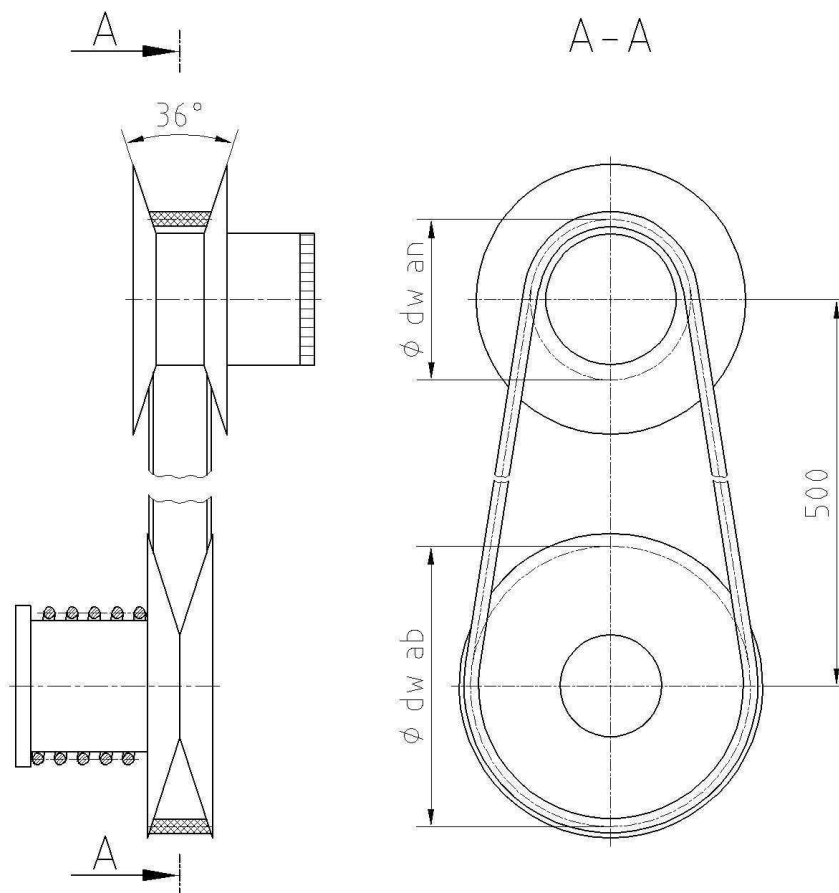
Name: *Musterlösung*

Matr.-Nr.:

Aufgabe E-RK

Teilaufgabe	E-RK 1	E-RK 2	Σ
Max. Pktzahl	1	10	11
Erreichte Pktzahl			

E-RK Der Antrieb einer Werkzeugmaschine ist mit einem stufenlos verstellbaren Keilriementrieb (siehe Skizze) realisiert. Dieser besteht aus einer mit einem Handrad einstellbaren Antriebs- und einer federbelasteten Abtriebs-scheibe, welche die Vorspannung des Riementriebs übernimmt.



Wirkdurchmesser der Antriebs-scheibe
Wirkdurchmesser der Abtriebs-scheibe
Achsabstand
Reibbeiwert

$d_{w\ an} = 50 \dots 175\ \text{mm}$
 $d_{w\ ab} = 75 \dots 200\ \text{mm}$
 $e = 500\ \text{mm}$
 $\mu_G = 0,75$

Auszug aus den Vorlesungsumdrucken

$$i \approx 1,015 \cdot \frac{d_{ab}}{d_{an}}$$

Name: *Musterlösung*

Matr.-Nr.:

E-RK 1 Geben Sie das Übersetzungsverhältnis an, das mit diesem Riementrieb realisiert werden kann.

Lösung:

$$\text{mit } i \approx 1,015 \cdot \frac{d_{\text{ab}}}{d_{\text{an}}}$$

$$\Rightarrow 1,015 \cdot \frac{d_{\text{w ab, min}}}{d_{\text{w an, max}}} = 1,015 \cdot \frac{75 \text{ mm}}{175 \text{ mm}} = 0,435 \leq i \leq 4,06 = 1,015 \cdot \frac{200 \text{ mm}}{50 \text{ mm}} = 1,015 \cdot \frac{d_{\text{w ab, max}}}{d_{\text{w an, min}}}$$

E-RK 2 In einem vergleichbaren Riementrieb ist eine Feder mit einer Steifigkeit $c = 30 \text{ kN/m}$ verbaut. Die Feder ist um 10 mm vorgespannt.

Berechnen Sie das maximal übertragbare Antriebsmoment $T_{\text{an grenz}}$ bei einem Übersetzungsverhältnis $i = 1$.

Lösung:

$$F_A = (F_1 + F_2) \quad \text{für } \beta = 180^\circ, \text{ bei } i = 1$$

$$F_1 = F_2 \cdot e^{\mu_G \cdot \beta}$$

$$\Rightarrow F_2 = \frac{F_A}{e^{\mu_G \cdot \beta} + 1}$$

$$F_A = \tan \frac{\alpha}{2} \cdot F_{\text{Feder}}$$

$$F_{\text{Feder}} = (\Delta s + 10 \text{ mm}) \cdot c$$

$$\Delta s = \tan \frac{\alpha}{2} \cdot \Delta d_{\text{w ab}}$$

$$T_{\text{an grenz}} = (F_1 - F_2) \cdot \frac{d_{\text{w an}}}{2} = \frac{d_{\text{w an}}}{2} \cdot \tan \frac{\alpha}{2} \cdot \left(\tan \frac{\alpha}{2} \cdot \Delta d_{\text{w ab}} + 10 \text{ mm} \right) \cdot c \cdot \frac{e^{\mu_G \cdot \beta} - 1}{e^{\mu_G \cdot \beta} + 1}$$

$$\text{mit } i = 1: \Rightarrow \beta = 2 \cdot \pi \cdot \frac{180^\circ}{360^\circ} = \pi$$

Name: *Musterlösung*

Matr.-Nr.:

$$d_{w \text{ an}} + d_{w \text{ ab}} = 250 \text{ mm}$$

$$i \approx 1,015 \cdot \frac{d_{w \text{ ab}}}{d_{w \text{ an}}} = 1 \Rightarrow d_{w \text{ an}} = 1,015 \cdot d_{w \text{ ab}}$$

$$\Rightarrow 1,015 \cdot d_{w \text{ ab}} + d_{w \text{ ab}} = d_{w \text{ ab}} \cdot (1,015 + 1) = 250 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow d_{w \text{ ab}} = \frac{250 \text{ mm}}{2,015} = 124,07 \text{ mm} \approx 124 \text{ mm}$$

$$d_{w \text{ an}} = 250 \text{ mm} - 124 \text{ mm} = 126 \text{ mm}$$

$$\Delta d_{w \text{ ab}} = d_{w \text{ ab, max}} - d_{w \text{ ab}} = 200 \text{ mm} - 124 \text{ mm} = 76 \text{ mm}$$

$$\mu'_{\text{G}} = \frac{\mu_{\text{G}}}{\sin \frac{\alpha}{2}} = \frac{0,75}{\sin 18^\circ} = 2,43$$

$$T_{\text{an grenz}} = \frac{126 \text{ mm}}{2} \cdot \left(\frac{e^{2,43 \cdot \pi} - 1}{e^{2,43 \cdot \pi} + 1} \right) \cdot \tan 18^\circ \cdot 30 \frac{\text{N}}{\text{mm}} \cdot (\tan 18^\circ \cdot 76 \text{ mm} + 10 \text{ mm})$$

$$T_{\text{an grenz}} = 21,28 \text{ Nm}$$

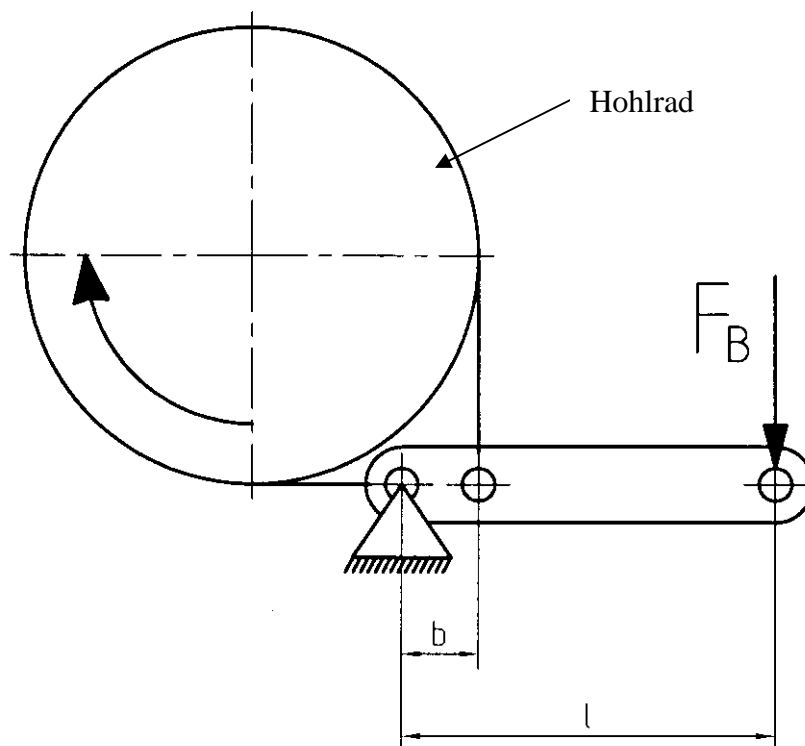
Name: *Musterlösung*

Matr.-Nr.:

Aufgabe E KB (Kupplungen)

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

In automatischen Pkw-Getrieben werden die Hohlräder der einzelnen Planetenradsätze beim Schaltvorgang mit Hilfe von Bandbremsen abgebremst.



E-KB 1 Welche Drehrichtung sollte das Hohlräder besitzen, um bei vorgegebener Kraft F_B ein maximales Bremsmoment M_B erzielen zu können? Begründen Sie Ihre Antwort!

Lösung:

*Drehrichtung, so wie in der Skizze eingezeichnet.
Begründung: Aufgrund der Seilreibung*

E-KB 2 Für ein antriebsstarkes Fahrzeug soll ein Bremsmoment M_B von 1.000 Nm zur Verfügung gestellt werden. Gesucht ist die dafür erforderliche Kraft F_B . Gegeben sind folgende Größen:

- Durchmesser des Hohlrades $d = 350$ mm
- Haftreibbeiwert $\mu_{\text{Haft}} = 0,6$
- Gleitreibbeiwert $\mu_{\text{Gleit}} = 0,5$
- $b = 60$ mm
- $l = 320$ mm

Als Hilfe sind die Formeln $F_t = F_1 - F_2$ und $F_1 = F_2 \cdot e^{\mu \cdot \beta}$ gegeben.

Name: *Musterlösung*

Matr.-Nr.:

Lösung:

$$F_t = F_1 - F_2 \Rightarrow M_B = (F_1 - F_2) \cdot \frac{d}{2}$$

$$\sum M_A = 0 = F_2 \cdot b - F_B \cdot l = 0 \quad F_2 \cdot b = F_B \cdot l \quad F_2 = \frac{F_B \cdot l}{b}$$

$$F_1 = F_2 \cdot e^{\mu \cdot \beta}$$

$$\Rightarrow M_B = (F_2 \cdot e^{\mu \cdot \beta} - F_2) \cdot \frac{d}{2} \Rightarrow M_B = F_2 \cdot (e^{\mu \cdot \beta} - 1) \cdot \frac{d}{2}$$

$$\Rightarrow M_B = \frac{F_B \cdot l}{b} \cdot (e^{\mu \cdot \beta} - 1) \cdot \frac{d}{2}$$

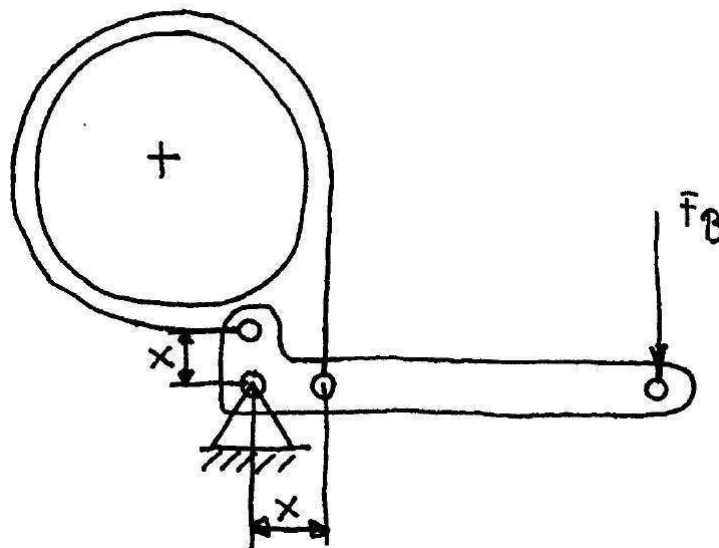
$$\Rightarrow M_B \cdot b \cdot 2 = F_B \cdot l \cdot d \cdot (e^{\mu \cdot \beta} - 1) \Leftrightarrow F_B = \frac{M_B \cdot b \cdot 2}{l \cdot d \cdot (e^{\mu \cdot \beta} - 1)}$$

mit $\mu = \mu_{\text{Gleit}} = 0,5$ und $\beta = 270^\circ \equiv 4,712$

$$\Rightarrow F_B = \frac{1000 \text{ Nm} \cdot 60 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot 2}{320 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot 350 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot (e^{0,5 \cdot 4,712} - 1)}$$

$$\Rightarrow F_B = 112,183 \text{ N}$$

E-KB 3 Skizzieren Sie eine Anordnung von Hohlrad und Bandbremse, bei der das erzielbare Bremsmoment unabhängig von der Drehrichtung ist.



Name: *Musterlösung*

Matr.-Nr.: -----

Aufgabe E FÜ (Führungen)

Teilaufgabe	E-FÜ 1	E-FÜ 2	E-FÜ 3	E-FÜ 4	Σ
Max. Pktzahl	2	2	2	2	8
Erreichte Pktzahl					

E-FÜ 1 Nennen Sie zwei Vorteile von **aerostatischen** Gleitführungen.

Lösung:

- *Reibung ist sehr gering*
- *Kein Stick- Slip- Effekt*
- *Theoretisch Verschleißfrei*

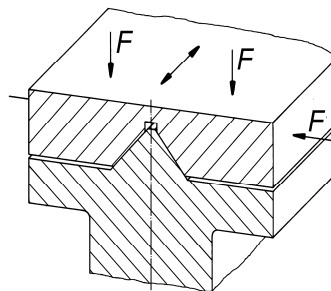
E-FÜ 2 Nennen Sie zwei Vorteile von Wälzführungen.

Lösung:

- *Leichter Lauf*
- *Können vorgespannt werden – Spielfreiheit*
- *Kein Stick- Slip- Effekt*
- *Wälzführung arbeitet nahezu wartungsfrei*

E-FÜ 3 Skizzieren Sie eine Prismenführung.

Lösung:



E-FÜ 4 Wieso ist bei hydrostatischen Lagern ein Druckausgleich zwischen den einzelnen Schmieraschen zu vermeiden?

Wie kann dies konstruktiv realisiert werden?

Lösung:

Bei einem Druckausgleich zwischen den einzelnen Schmieraschen würde z.B. bei einseitiger Belastung das Öl bei einer Tasche mit großem Spalt ungehindert abfließen, während bei einer Tasche mit kleinerem Spalt kein Druck aufgebaut werden könnte.

- Konstruktive Möglichkeiten:*
- *je eine Pumpe pro Tasche*
 - *je eine Drossel pro Tasche*