

Name: *Musterlösung*

Matr.-Nr.: -----

Aufgabe E KB B (Kupplung)

Teilaufgabe	E-KB-B 1	E-KB-B 2	E-KB-B 3	Σ
Max. Pktzahl	3	2,5	2,5	8
Erreichte Pktzahl				

E-KB 1

Der Dieselmotor eines Schiffsantriebes soll über eine geeignete Gummi-Klauenkupplung mit dem Getriebe des Antriebsstranges verbunden werden. Der Dieselmotor hat bei einer Drehzahl von 800 U/min eine Leistung von 400 kW. Laut Angaben des Werftbetreibers wird im Maschinenraum eine Umgebungstemperatur von 45 °C erreicht.

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

Lösung:

$$T_N = \frac{P}{\omega} = \frac{400.000 \text{ kW}}{2 \cdot \pi \cdot \frac{800}{60} \cdot \frac{1}{s}}$$

$$T_N = 4775 \text{ Nm}$$

b) Ermitteln Sie mit Hilfe der angegebenen Formel das Kupplungsnennmoment T_{KN} der Gummi-Klauenkupplung, wenn die Gummielemente aus Polyurethan Elastomer (PUR) hergestellt sind und die Kupplung durch den Dieselmotor mäßigen Stößen ausgesetzt ist. Die Werte für den Betriebsfaktor φ und den Temperaturfaktor S_ϑ sind den Tabellen zu entnehmen und müssen markiert werden.

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

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

Tabelle für den Temperaturfaktor S_ϑ

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 φ

Lösung:

$$\varphi = 1,5$$

$$\vartheta = 1,4$$

$$T_{KN} \geq 1,5 \cdot 1,4 \cdot 4775 \text{ Nm}$$

$$T_{KN} \geq 10.028 \text{ Nm}$$

Name: *Musterlösung*

Matr.-Nr.:

c) Markieren Sie in der unten stehenden Tabelle die zu verwendende Kupplung.

Kupplungsgröße Coupling size	T_{KN} Nm	T_{Kmax} Nm	T_{KW} (bei / with...% Vorlast / pre-load) kNm			
			25%	50%	75%	100%
200 R	2000	6000	0,48	0,87	1,27	1,66
320 R	3200	9600	0,76	1,39	2,03	2,66
500 R	5000	15000	1,19	1,90	2,60	3,31
700 R	7000	21000	1,66	2,59	3,51	4,43
1200 R	12000	36000	2,85	4,90	6,95	9,00
1600 R	16000	48000	3,80	6,77	9,73	12,7
2100 R	21000	63000	4,99	8,66	12,3	16,0
2900 R	29000	87000	6,90	12,4	17,8	23,3
3500 R	35000	105000	8,30	14,2	20,1	26,0

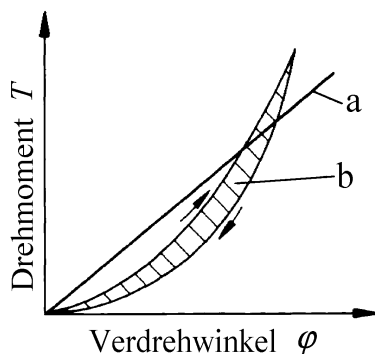
Kupplungstabelle der Firma Stromag /www.stromag.de/

Lösung:

Kupplungsgröße 1200 R

E-KB2

Im unteren Bild ist die Drehfederkennlinie (b) einer elastischen Ausgleichskupplung dargestellt.



a) Welche Auswirkungen hat die progressive Kennlinie auf das Verhalten der Kupplung bei großen und bei kleinen Drehmomenten?

Lösung:

$T_{\text{groß}} \rightarrow$ Kupplung hart
 $T_{\text{klein}} \rightarrow$ Kupplung weich

b) Wie sollten Elastomere möglichst belastet werden?


Lösung:

*Schubbelastung
Druckbelastung*

c) Welche Belastungsart sollte vermieden werden?

Lösung:

Zugbelastung

 Maschinenelemente Universität Dortmund Fakultät Maschinenbau Prof. Dr.-Ing. B. Künne	Konstruktionselemente / Maschinenelemente Fachprüfung	Kl. E
		E-FE 16 bre 13.08.09 Bl. 3 v. 3 Name: Künne / Mitarbeiter

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

E-KB3 Nennen Sie fünf Beispiele für Elastische oder Hochelastische Ausgleichkupplungen.

Lösung:

- *Gummibolzenkupplung*
 - *Gummi-Klauenkupplung*
 - *Stahlbandkupplung*
 - *Schraubenfederkupplung*
 - *Polygonringkupplung*
 - *Gummimantelkupplung*
 - *Gummischeibenkupplung*
 - *Luftfederkupplung*
 - *Stahlfederkupplung*
-

Name: *Musterlösung*

Matr.-Nr.:

Aufgabe E SR (Schrauben)

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

E-SR 1 Zwei Stahlschrauben mit gleicher Geometrie sind mit 8.8 bzw. 10.9 gekennzeichnet.
Um wie viel Prozent unterscheiden sich die Mindeststreckgrenzen?
Um wie viel Prozent unterscheiden sich die elastischen Längenänderungen bei gleicher Belastung?

Lösung:

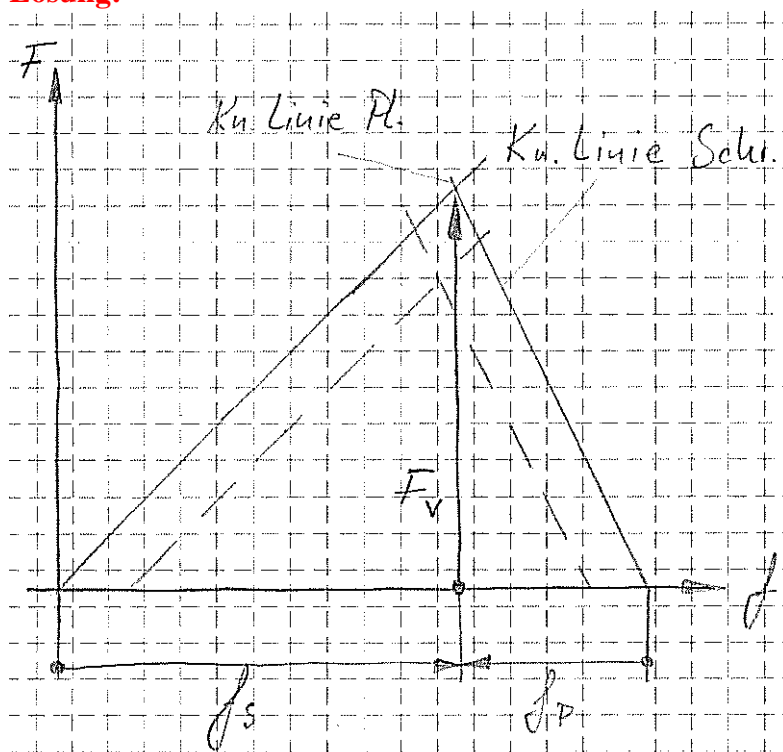
$$\begin{array}{ll}
 \text{8.8:} & R_{m1} = 800 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \\
 & R_{el1} = 640 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \\
 \text{10.9:} & R_{m2} = 1000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \\
 & R_{el2} = 900 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}
 \end{array}$$

$$\rightarrow \frac{R_{el2}}{R_{el1}} = \frac{900}{640} = 1,406 \rightarrow \text{Steigerung um } 41 \%$$

Unterschied elastische Längenänderung: 0%
Sie ist vom E-Modul abhängig. Der liegt jedoch bei beiden bei etwa 210.000 N/mm²

E-SR 2 Zeichnen Sie das Verspannungsschaubild (Kraft abhängig von Längenänderung) für eine Schraube, die zwei elastische Platten miteinander verbindet. Kennzeichnen Sie die Kennlinie der Schraube und der beiden verspannten Platten. Zeichnen Sie in das Diagramm die Vorspannkraft der Schraube ein.

Lösung:



Name: *Musterlösung*

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	2	8
Erreichte Pktzahl					

E-NT 1 Um welche (prinzipiellen) Nietformen handelt es sich bei den folgenden Abbildungen?

<p>a)</p>	<p>b)</p>	<p>c)</p>	<p>d)</p>
<i>Flachrundniet</i>	<i>Rohrniet</i>	<i>Senkniet</i>	<i>Linsenniet</i>

E-NT 2 Beschreiben Sie kurz die Vorgehensweise bei der Nietlochherstellung für eine **besonders hohe** Belastung. Gehen Sie dabei davon aus, dass in das Werkstück mehrere Nietlöcher eingebracht werden sollen.

Lösung:

- Risse im Werkstück vermeiden; selbst kleine Nietlöcher durch Bohren herstellen
- Nach dem Heften gemeinsam auf endgültigen Nietlochdurchmesser bearbeiten (Reiben), damit Nietlöcher fluchtend sind
- Herstellung des Nietlochs durch Stanzen vermeiden, da Rissbildung infolge hoher Druckkräfte; im Stahlbau Stanzen untersagt

E-NT 3 Eine Nietverbindung ist nur von einer Seite aus zugänglich. Haben Sie eine Möglichkeit, die Nietverbindung trotzdem herzustellen?

Lösung:

- Verwendung von Blindnieten

E-NT 4 Charakterisieren Sie kurz sogenannte „Stanzniete“

Lösung:

- Löcher werden beim Nieten in die zu verbindenden Werkstücke gestanzt
- Werkstücke müssen von beiden Seiten zugänglich sein
- Setzen der Stanzniete mittels einer Matrize
- Ausführung als Halbhohl- oder Vollniet

Name: *Musterlösung*

Matr.-Nr.:

Aufgabe E-GL (Gleitlager)

Teilaufgabe	E-GL 1	E-GL 2	E-GL 3	E-GL 4	Σ
Max. Pktzahl	0,5	1	6	0,5	8
Erreichte Pktzahl					

Ein hydrodynamisch geschmiertes Radialgleitlager soll ausgelegt werden.

gegebene Daten:

Betriebskraft $F_r = 15 \text{ kN}$ Betriebsdrehzahl $n = 3000 \text{ min}^{-1}$
 Wellennenddurchmesser $d = 80 \text{ mm}$ Breite-Durchmesserverhältnis $b/d = 0,8$
 Wellenwerkstoff St 52 Lagerschalenwerkstoff Grauguss
 Viskosität des Schmiermittels $\eta = 32 \cdot 10^{-9} \frac{\text{Ns}}{\text{mm}^2}$

E-GL 1 Welches relative Lagerspiel ψ würden Sie für dieses Lager anstreben?

Lösung: $\psi = 1 \dots 2\%$

E-GL 2 Legen Sie eine geeignete Passung für die Kombination Welle/Lagerschale fest (Erläutern Sie kurz die Vorgehensweise)!

Lösung: H6 / e6
Begründung siehe Diagramm

E-GL 3 Ein Konstrukteur hat sich für die Passung **H5/e5** entschieden. Berechnen Sie die Sommerfeldzahl für das Größt- und für das Kleinstspiel!

Lösung: $\text{Ø } 80 \text{ e5} \equiv \text{Ø } 80 \begin{smallmatrix} -0,060 \\ -0,073 \end{smallmatrix}$ $\text{Ø } 80 \text{ H5} \equiv \text{Ø } 80 \begin{smallmatrix} 0,013 \\ 0 \end{smallmatrix}$

$$S_{\min} = 0,06 \text{ mm}$$

$$S_{\max} = 0,086 \text{ mm}$$

$$\psi_{\min} = \frac{S_{\min}}{d} = \frac{0,06 \text{ mm}}{80 \text{ mm}} = 7,5 \cdot 10^{-4}$$

$$\psi_{\max} = \frac{S_{\max}}{d} = \frac{0,086 \text{ mm}}{80 \text{ mm}} = 1,075 \cdot 10^{-3}$$

$$So_{\min} = \frac{15.000 \text{ N} \cdot (7,5 \cdot 10^{-4})^2}{0,8 \cdot (80 \text{ mm})^2 \cdot 32 \cdot 10^{-9} \frac{\text{Ns}}{\text{mm}^2} \cdot 2 \cdot \pi \cdot 50 \frac{1}{\text{s}}} = 0,164$$

$$So_{\max} = \frac{15.000 \text{ N} \cdot (1,075 \cdot 10^{-3})^2}{0,8 \cdot (80 \text{ mm})^2 \cdot 32 \cdot 10^{-9} \frac{\text{Ns}}{\text{mm}^2} \cdot 2 \cdot \pi \cdot 50 \frac{1}{\text{s}}} = 0,34$$

Name: *Musterlösung*

Matr.-Nr.:

E-GL 4 In welchem Bereich sollte die Sommerfeldzahl in der Praxis liegen?
Ist das Lager grundsätzlich lauffähig?

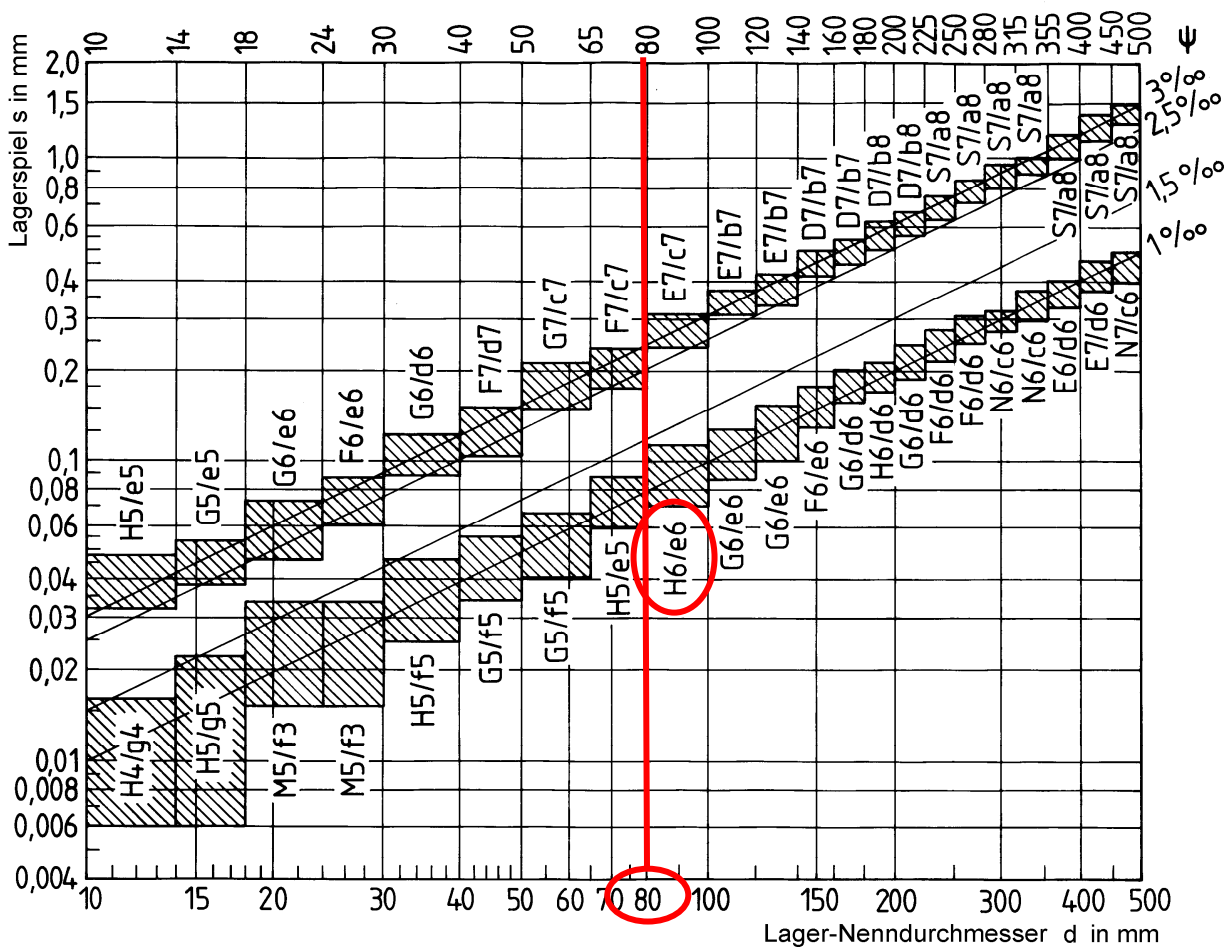
Lösung:

$$1 \leq S_o \leq 10 \quad (\text{evtl. auch } 1 \dots 4)$$

Das Lager ist nicht lauffähig, da $S_o \leq 1$.

Auszüge aus dem Vorlesungsumdruck:

Werkstoff der Lagerschale	Relatives Lagerspiel ψ
Bronze	$\approx 0,0025 \dots 0,003 = 2,5 \dots 3 \text{ ‰}$
Weißmetall	$\approx 0,0005 = 0,5 \text{ ‰}$
Grauguss	$\approx 0,001 \dots 0,002 = 1 \dots 2 \text{ ‰}$
Kunststoff	$\approx 0,003 \dots 0,004 = 3 \dots 4 \text{ ‰}$



$$\text{Sommerfeldzahl } S_o = \frac{p_m \cdot \psi^2}{\eta \cdot \omega} = \frac{F_r \cdot \psi^2}{b \cdot d \cdot \eta \cdot \omega}; \quad \psi = \frac{d_2 - d_1}{d_1}$$

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

ISO-Abmaße DIN ISO 286 für Außenmaße

Lage Qualität	c							
	3	4	5	6	7	8	9	10
über 18	-110	-110	-110	-110	-110	-110	-110	-110
bis 30	-114	-116	-119	-123	-131	-143	-162	-194
über 30	-120	-120	-120	-120	-120	-120	-120	-120
bis 40	-124	-127	-131	-136	-145	-159	-182	-220
über 40	-130	-130	-130	-130	-130	-130	-130	-130
bis 50	-134	-137	-141	-146	-155	-169	-192	-230

Lage Qualität	d							
	3	4	5	6	7	8	9	10
über 18	-65	-65	-65	-65	-65	-65	-65	-65
bis 30	-69	-71	-74	-78	-86	-98	-117	-149
über 30	-80	-80	-80	-80	-80	-80	-80	-80
bis 50	-84	-87	-91	-96	-105	-119	-142	-180
über 50	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100
bis 80	-105	-108	-113	-119	-130	-146	-174	-220

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
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
über 50	-60	-60	-60	-60	-60	-60	—	-30	-30	-30	-30	-30	-30	—	—	-10	-10	-10	-10	—	—	—
bis 80	-73	-79	-90	-106	-134	-180	—	-38	-43	-49	-60	-76	-104	—	—	-18	-23	-29	-40	—	—	—

ISO-Abmaße DIN ISO 286 für Innenmaße

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
über 18	+49	+53	+61	+73	+92	+124	+24	+26	+29	+33	+41	+53	+72	+104	+11	+13	+16	+20	+28	+40	+59	+91
bis 30	+40	+40	+40	+40	+40	+40	+20	+20	+20	+20	+20	+20	+20	+20	+7	+7	+7	+7	+7	+7	+7	+7
über 30	+61	+66	+75	+89	+112	+150	+29	+32	+36	+41	+50	+64	+87	+125	+13	+16	+20	+25	+34	+48	+71	+10
bis 50	+50	+50	+50	+50	+50	+50	+25	+25	+25	+25	+25	+25	+25	+25	+9	+9	+9	+9	+9	+9	+9	+9
über 50	+73	+79	+90	+106	+134	+180	—	—	+43	+49	+60	+76	+104	—	—	—	+23	+29	+40	+58	—	—
bis 80	+60	+60	+60	+60	+60	+60	—	—	+30	+30	+30	+30	+30	—	—	—	+10	+10	+10	+10	—	—

Lage Qualität	H																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
über 18	+1,5	+2,5	+4	+6	+9	+13	+21	+33	+52	+84	+130	+210	+330	+520	+840	+1300	+2100	+3300
bis 30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
über 30	+1,5	+2,5	+4	+7	+11	+16	+25	+39	+62	+100	+160	+250	+390	+620	+1000	+1600	+2500	+3900
bis 50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
über 50	+2	+3	+5	+8	+13	+19	+30	+46	+74	+120	+190	+300	+460	+740	+1200	+1900	+3000	+4600
bis 80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Lage Qualität	J			K						M									
	6	7	8	3	4	5	6	7	8	9	10	3	4	5	6	7	8	9	10
über 18	+8	+12	+20	-0,5	0	+1	+2	+6	+10	—	—	-6,5	-6	-5	-4	0	+4	-8	-8
bis 30	-5	-9	-13	-4,5	-6	-8	-11	-15	-23	—	—	-10,5	-12	-14	-17	-21	-29	-60	-92
über 30	+10	+14	+24	-0,5	+1	+2	+3	+7	+12	—	—	-7,5	-6	-5	-4	0	+5	-9	-9
bis 50	-6	-11	-15	-4,5	-6	-9	-13	-18	-27	—	—	-11,5	-13	-16	-20	-25	-34	-71	-109
über 50	+13	+18	+28	—	—	+3	+4	+9	+14	—	—	—	—	-6	-5	0	+5	—	—
bis 80	-6	-12	-18	—	—	-10	-15	-21	-32	—	—	—	—	-19	-24	-30	-41	—	—

Name: *Musterlösung*

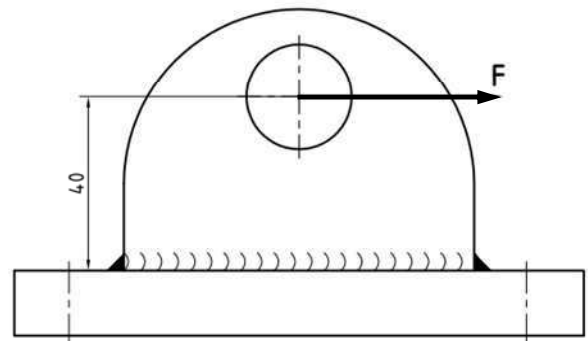
Matr.-Nr.:

Aufgabe E-SW (Schweißverbindungen)

	Σ
Max. Pktzahl	8
Erreichte Pktzahl	

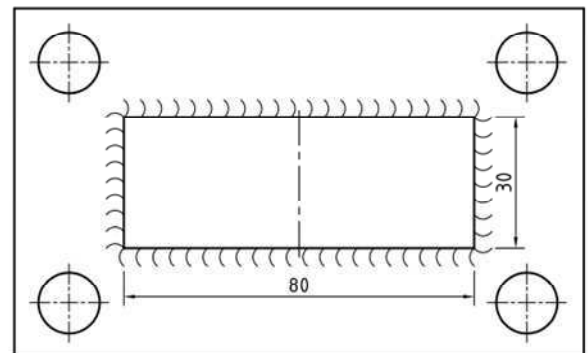
E-SW

Die abgebildete Halterung zur Ladungssicherung aus S235 (St 37) wird mit einer wechselnden Kraft von $F = 8.500 \text{ N}$ belastet. Die Halterung ist mit einer umlaufenden Flachkehlnaht ($a = 4 \text{ mm}$), Bewertungsgruppe B, an eine Grundplatte geschweißt und wird auf **Schub** und **Biegung** beansprucht.



Ist die Schweißnaht hinreichend dimensioniert?

Kennzeichnen Sie ggf. verwendete Tabellenwerte (s. nächste Seiten).



Lösung:

$$\sigma_{b \text{ zul}} = \frac{\alpha_0 \cdot \alpha_N \cdot \beta \cdot \sigma_{b \text{ w}}}{s} = \frac{0,8 \cdot 0,5 \cdot 0,9 \cdot 160 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{2}$$

$$\sigma_{b \text{ zul}} = 28,8 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$M_b = F \cdot l = 8.500 \text{ N} \cdot 40 \text{ mm}$$

$$M_b = 340.000 \text{ Nmm}$$

$$W_b = \frac{[(s + 2 \cdot a) \cdot (h + 2 \cdot a)^3 - s \cdot h^3]}{6 \cdot (h + 2 \cdot a)} = \frac{[(30 \text{ mm} + 2 \cdot 4 \text{ mm}) \cdot (80 \text{ mm} + 2 \cdot 4 \text{ mm})^3 - 30 \text{ mm} \cdot 80^3 \text{ mm}^3]}{6 \cdot (80 \text{ mm} + 2 \cdot 4 \text{ mm})}$$

$$W_b = 19.954 \text{ mm}^3$$



Name: *Musterlösung*

Matr.-Nr.:

$$\sigma_b = \frac{M_b}{W_b} = \frac{340.000 \text{ Nmm}}{19.954 \text{ mm}^3}$$

$$\sigma_b = 17,04 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Nur die seitlichen Nähte mit $l = 80 \text{ mm}$ werden auf Schub beansprucht

$$\tau_s = \frac{F}{A} \quad \text{mit } A = 2 \cdot 80 \text{ mm} \cdot 4 \text{ mm} = 640 \text{ mm}^2$$

$$\tau_s = \frac{F}{A} = \frac{8.500 \text{ N}}{640 \text{ mm}^2}$$

$$\tau_s = 13,28 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma_v = 0,5 \cdot \left(\sigma_b + \sqrt{\sigma_b^2 + 4 \cdot \tau_s^2} \right) = 0,5 \cdot \left(17,04 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} + \sqrt{\left(17,04 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right)^2 + 4 \cdot \left(13,28 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right)^2} \right)$$

$$\sigma_v = 24,3 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma_v < \sigma_{b \text{ zul}}$$

Schweißnaht hält!

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			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: *Musterlösung*

Matr.-Nr.:

Kennwerte für σ_{Grenz} in N/mm²:

	σ_{sch}	σ_{w}	$\sigma_{\text{h,sch}}$	$\sigma_{\text{h,w}}$	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
		$\alpha_{\text{N}} \cdot \sigma_{\text{sch}}$	$\alpha_{\text{N}} \cdot \sigma_{\text{w}}$	$\alpha_{\text{A}} \cdot \sigma_{\text{sch}}$	$\alpha_{\text{A}} \cdot \sigma_{\text{w}}$	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		$\alpha_{\text{N}} \cdot \tau_{\text{sch N}}$ $\alpha_{\text{N}} \cdot \tau_{\text{w N}}$ 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	Σ
Max. Pktzahl	1	3	2	2	8
Erreichte Pktzahl					

Ein Motorrad (BMW G450X) hat eine Leistung von 18 kW (incl. Belastungsfaktor c_2). Das Primärgetriebe treibt das Antriebsrad des Zahnriemens mit 3000 min^{-1} an.

Die Drehzahl des Hinterrades beträgt an diesem Leistungspunkt 20 s^{-1} .

Die Zahnriemenbreite beträgt aufgrund des beengten Bauraums 25 mm.

Das Abtriebszahnriemenrad hat 80 Zähne, das Antriebszahnriemenrad besitzt 32.

Die Wirkdurchmesser können der Tabelle entnommen werden.

Der Zahneingriffsfaktor c_1 ist mit 1 anzunehmen.

Bearbeiten Sie die folgenden Fragestellungen und markieren Sie ihre den Tabellen / Diagrammen entnommenen Werte.

E-RK 1

Bestimmen Sie anhand des Diagramms, welche 2 Zahnriemenprofile sinnvoll eingesetzt werden können.

Lösung:

Es kann lt. Diagramm die Zahnriemenprofile 8M und 14M verwendet werden.

E-RK 2

Ermitteln Sie den vorläufigen und den endgültigen Achsabstand, sowie die vorläufige Wirklänge.

Lösung:

$$e^* = 0,9 \cdot (d_{wg} + d_{wk})$$

$$e^* = 0,9 \cdot (356,51 + 142,60) = 449,20 \text{ mm}$$

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

$$l_w^* = 2 \cdot 449,20 + 1,57 \cdot (356,51 + 142,60) + \frac{(356,51 + 142,60)^2}{4 \cdot 449,20} = 1707 \text{ mm} \Rightarrow l_w = 1778 \text{ mm}$$

$$e = p + \sqrt{p^2 - q}$$

$$p = 0,25 \cdot l_w - 0,393 \cdot (d_{wg} + d_{wk}) = 0,25 \cdot 1778 - 0,393 \cdot (356,51 + 142,60) = 248,35 \text{ mm}$$

$$q = 0,125 \cdot (d_{wg} + d_{wk})^2 = 0,125 \cdot (356,51 + 142,60)^2 = 31138,85 \text{ mm}$$

$$e = 248,35 + \sqrt{(248,35)^2 - 31138,85} = 423,10 \text{ mm}$$

Name: *Musterlösung*

Matr.-Nr.:

E-RK 3

Bestimmen Sie die fehlenden Korrekturfaktoren und überprüfen Sie, ob der gewählte Riemen der endgültigen Berechnungsleistung Stand hält.

Lösung:

$$P \text{ incl. } c_2 \text{ 18 kW}$$

$$c_1 = 1 \text{ (lt. Aufgabenstellung)}$$

$$c_3 = 1 \text{ (da Übersetzung ins langsamere)}$$

$$c_5 = 0,95 \text{ da Riemenlänge zwischen 1624 - 1890 mm}$$

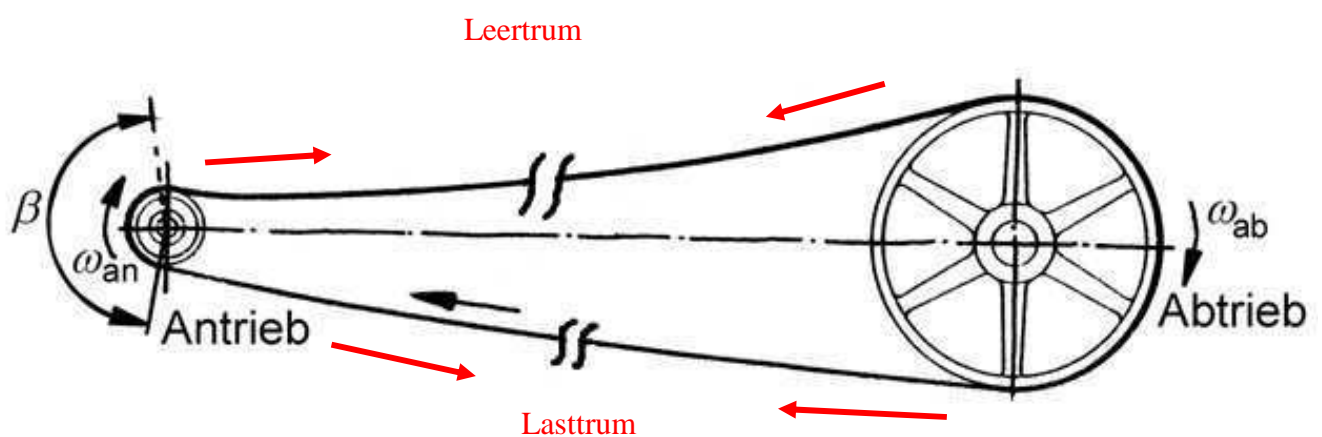
$$P_B = 18 \text{ kW} * 1 * 1 * 0,95 = 17,1 \text{ kW}$$

→ Zahnriemen hält

E-RK 4

Zeichnen Sie an der nachfolgenden Skizze die Kräfte am Riemen ein, und markieren Sie Lastrum und Leertrum.

Lösung:



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

Ermittlung des Belastungsfaktors c_2 , abhängig von Antriebs- und Arbeitsmaschine und tägl. Laufzeit

		Antreibende Maschinen								
		Niedriges Anlaufmoment <small>(z.B. Gleichstrom-Nebenschluss-Motoren; Verbrennungsmotoren 8 und mehr Zyl.; Wasser- und Dampfturbinen)</small>			Mittleres Anlaufmoment <small>(z.B. Kurzschlussläufermotoren; Gleichstrommotoren mit Doppelschlusswicklung; Verbrennungsmotoren 4 bis 6 Zyl.)</small>			Hohes Anlaufmoment <small>(z.B. Einphasen- und Synchronmotoren; Drehstrom-Bremsmotoren; Verbrennungsmotoren bis 4 Zyl.; Hydraulikmotoren)</small>		
		Tägliche Betriebsdauer in Stunden								
Bei Außenspannrollen erhöht sich der Wert für c_2 um 0,2		bis 10h			10...16h			> 10h		
Getriebene Maschinen										
Rührwerke										
flüssig		1,2	1,4	1,6	1,4	1,6	1,8	1,6	1,8	2,0
halbflüssig		1,3	1,5	1,7	1,5	1,7	1,9	1,7	1,9	2,1
Masch.f. Ziegelei- und Tonindustrie										
Bohr- und Mischmaschinen		1,4	1,6	1,8	1,6	1,8	2,0	1,8	2,0	2,2
Kornmaschinen und Lehmöhlen		1,6	1,8	2,0	1,8	2,0	2,2	2,0	2,2	2,4
Kompressoren										
Kolbenkompressoren		1,6	1,8	2,0	1,8	2,0	2,2	2,0	2,2	2,4
Zentrifugalkompressoren		1,4	1,6	1,8	1,5	1,7	1,9	1,6	1,8	2,0
Förderanlagen										
Bänder für leichtes Gut		1,1	1,3	1,5	1,2	1,4	1,6	1,3	1,5	1,7
Bänder für Erz, Kohle, Sand		1,2	1,4	1,6	1,4	1,6	1,8	1,6	1,8	2,0
Plattenbänder, Brecher, Elevatoren		1,4	1,6	1,8	1,6	1,8	2,0	1,8	2,0	2,2
Schleuder- und Schraubenförderer		1,4	1,6	1,8	1,6	1,8	2,0	1,8	2,0	2,2
Ventilatoren										
Exhaustoren, Zentrifugalgebläse		1,4	1,6	1,8	1,6	1,8	2,0	1,8	2,0	2,2
Schraubengebläse, Grubenlüfter		1,6	1,8	2,0	1,8	2,0	2,2	2,0	2,2	2,4
Wäschereimaschinen										
Extraktoren allgemein		1,2	1,4	1,6	1,4	1,6	1,8	1,6	1,8	2,0
Waschmaschinen		1,4	1,6	1,8	1,6	1,8	2,0	1,8	2,0	2,2
Werkzeugmaschinen										
Dreh-, Schraubenmaschine		1,2	1,4	1,6	1,4	1,6	1,8	1,6	1,8	2,0
Bohrmaschine, Schleifmaschine		1,3	1,5	1,7	1,5	1,7	1,9	1,7	1,9	2,1
Walzmaschine, Hobelmaschine		1,3	1,5	1,7	1,5	1,7	1,9	1,7	1,9	2,1
Maschinen für Papierindustrie										
Rührwerke, Kalander		1,2	1,4	1,6	1,4	1,6	1,8	1,6	1,8	2,0
Pumpen, Holzschleifer, Holländer		1,4	1,6	1,8	1,6	1,8	2,0	1,8	2,0	2,2
Pumpen										
Zentrifugal-, Zahnradpumpen		1,2	1,4	1,6	1,4	1,6	1,8	1,6	1,8	2,0
Rotations-, Ölleitungspumpen		1,7	1,9	2,1	1,9	2,1	2,3	2,1	2,3	2,5
Siebmaschinen										
Vibration (Schütteln)		1,3	1,5	1,7	1,5	1,7	1,9	-	-	-
Trommeln, auch konische		1,2	1,4	1,6	1,4	1,6	1,8	-	-	-
Textilmaschinen										
Webstühle, Spinnmaschinen		1,3	1,5	1,7	1,5	1,7	1,9	1,7	1,9	2,1
Zettel-, Spulmaschinen		1,2	1,4	1,6	1,4	1,6	1,8	-	-	-
Holzbearbeitung										
Drehbänke, Bandsägen		1,2	1,4	1,6	1,3	1,5	1,7	-	-	-
Schlichthobel, Kreissägen, Hobel		1,2	1,4	1,6	1,4	1,6	1,8	-	-	-
Sonstige										
Bäckerei-, Teigmaschinen		1,4	1,6	1,8	1,6	1,8	2,0	1,8	2,0	2,2
Zentrifugen		1,5	1,7	1,9	1,7	1,9	2,1	-	-	-
Generatoren, Erregermotoren		1,4	1,6	1,8	1,6	1,8	2,0	1,8	2,0	2,2
Hammer- Mühlen		1,5	1,7	1,9	1,7	1,9	2,0	1,9	2,1	2,3
Hebezeuge, Aufzüge		1,4	1,6	1,8	1,6	1,8	2,0	1,8	2,0	2,2
Wellenstränge		1,2	1,4	1,6	1,4	1,6	1,8	1,6	1,8	2,0
Mühlen, Kugel-, Kiesmühlen		-	-	-	1,9	2,1	2,3	2,1	2,3	2,5
Graphische Maschinen		1,2	1,4	1,6	1,4	1,6	1,8	1,6	1,8	2,0
Maschinen der Gummiindustrie		1,4	1,6	1,8	1,6	1,8	2,0	1,8	2,0	2,2
Sägewerkmaschinen		1,4	1,6	1,8	1,6	1,8	2,0	1,8	2,0	2,4

Ermittlung der vorläufigen Berechnungsleistung $P_{B \text{ vorl}}$

Name: *Musterlösung*

Matr.-Nr.:

$$P_{B \text{ vorl}} = P \cdot c_2$$

P = zu übertragende Leistung gemäß Aufgabenstellung
 c_2 = Belastungsfaktor, s. Tabelle oben

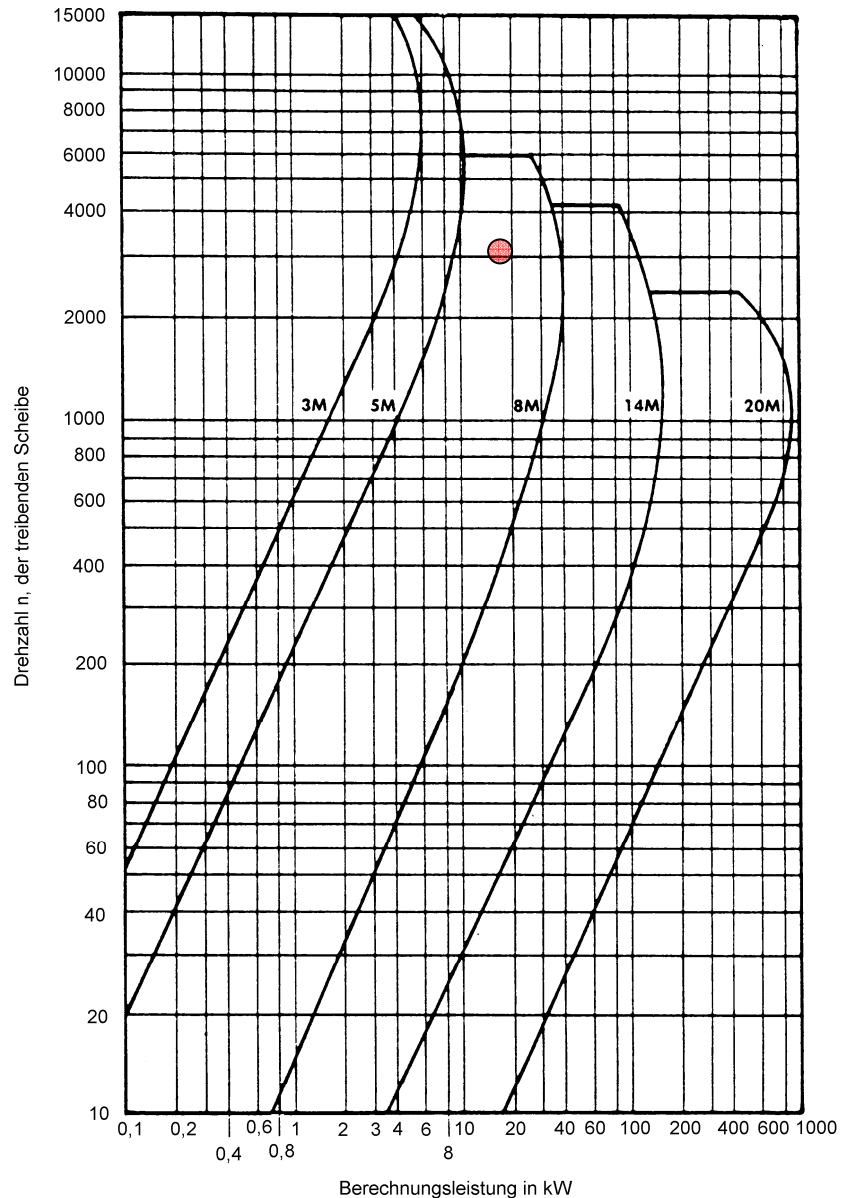
Festlegung der Zahnteilung

gemäß Diagramm rechts

n_1 = Drehzahl der kleinen Scheibe
ins Langsame: n_1 = Antriebsdrehzahl
ins Schnelle: n_1 = Abtriebsdrehzahl

Berechnungsleistung: hier wird zunächst die vorläufige Berechnungsleistung $P_{B \text{ vorl}}$ eingesetzt (s. oben)

- 3M \Rightarrow Teilung 3 mm
- 5M \Rightarrow Teilung 5 mm
- 8M \Rightarrow Teilung 8 mm
- 14M \Rightarrow Teilung 14 mm
- 20M \Rightarrow Teilung 20 mm



② Festlegung der Zähnezahlen und Wirkdurchmesser der Scheiben und der Zahnriemenbreite

- Tabelle für die ermittelte Teilung auswählen, Tabellen s. unten
- Zähnezahl z_1 der kleinen Scheibe wählen, Bereich gemäß Tabelle beachten, zugehöriger Wirkdurchmesser s. Tabelle
- Leistung P_{25} für einen 25 mm breiten Zahnriemen aus Tabelle ermitteln für Drehzahl n_1 der kleinen Scheibe und gewählte Zähnezahl z_1 der kleinen Scheibe

- Faktor $c_{4 \text{ vorl}}$ berechnen:

$$c_{4 \text{ vorl}} = \frac{P_{B \text{ vorl}}}{P_{25}}$$

- Riemenbreite so wählen, dass gilt: $c_4 \geq c_{4 \text{ vorl}}$

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

Teilung 3 mm, Leistung P_{25} für einen 25 mm breiten Zahnriemen in kW

Drehzahl n_1 [min ⁻¹]	Zähnezahl der kleinen Zahnscheibe und Wirkdurchmesser [mm]																
	10	12	14	16	18	20	24	28	32	36	40	44	48	56	64	72	80
	9,55	11,46	13,37	15,28	17,19	19,10	22,92	26,74	30,56	34,38	38,20	42,02	45,84	53,48	61,12	68,75	76,39
20	0,005	0,006	0,008	0,009	0,010	0,012	0,015	0,017	0,020	0,022	0,025	0,028	0,030	0,035	0,040	0,045	0,050
40	0,009	0,012	0,014	0,017	0,020	0,022	0,027	0,032	0,037	0,042	0,047	0,052	0,056	0,066	0,075	0,084	0,093
60	0,013	0,017	0,021	0,024	0,028	0,032	0,039	0,046	0,054	0,061	0,068	0,075	0,082	0,095	0,109	0,122	0,135
100	0,020	0,026	0,032	0,038	0,044	0,050	0,062	0,074	0,085	0,096	0,107	0,118	0,129	0,151	0,172	0,193	0,214
200	0,036	0,048	0,059	0,071	0,082	0,093	0,115	0,137	0,158	0,179	0,200	0,220	0,240	0,280	0,320	0,358	0,397
300	0,051	0,068	0,085	0,101	0,117	0,133	0,165	0,196	0,226	0,256	0,286	0,315	0,344	0,402	0,458	0,513	0,588
400	0,065	0,087	0,108	0,130	0,151	0,171	0,212	0,252	0,291	0,330	0,369	0,406	0,444	0,517	0,590	0,660	0,730
500	0,078	0,105	0,131	0,157	0,183	0,208	0,258	0,306	0,354	0,402	0,448	0,494	0,540	0,629	0,716	0,802	0,886
600	0,091	0,122	0,153	0,184	0,214	0,244	0,302	0,359	0,415	0,471	0,525	0,579	0,632	0,736	0,838	0,937	1,035
700	0,103	0,139	0,175	0,210	0,244	0,278	0,345	0,411	0,475	0,538	0,600	0,662	0,722	0,841	0,956	1,068	1,178
800	0,115	0,155	0,195	0,235	0,274	0,312	0,387	0,461	0,533	0,604	0,674	0,742	0,810	0,942	1,070	1,194	1,315
900	0,126	0,171	0,216	0,260	0,303	0,345	0,428	0,510	0,590	0,668	0,745	0,821	0,895	1,040	1,180	1,315	1,446
950	0,13	0,18	0,22	0,27	0,32	0,36	0,45	0,53	0,62	0,70	0,78	0,86	0,94	1,08	1,23	1,37	1,51
1000	0,13	0,19	0,23	0,28	0,33	0,38	0,47	0,56	0,64	0,73	0,81	0,89	0,98	1,13	1,29	1,43	1,57
1200	0,16	0,22	0,27	0,33	0,38	0,44	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95	1,04	1,13	1,32	1,49	1,65	1,80
1400	0,18	0,24	0,31	0,37	0,44	0,50	0,62	0,74	0,86	0,97	1,08	1,18	1,29	1,49	1,67	1,85	2,01
1450	0,18	0,25	0,32	0,39	0,45	0,51	0,64	0,76	0,88	0,99	1,11	1,22	1,32	1,53	1,72	1,89	2,06
1600	0,20	0,27	0,35	0,42	0,49	0,56	0,69	0,83	0,96	1,08	1,20	1,32	1,43	1,64	1,84	2,02	2,19
1800	0,22	0,30	0,38	0,46	0,54	0,62	0,77	0,91	1,05	1,19	1,32	1,44	1,56	1,79	1,99	2,18	2,33
2000	0,23	0,33	0,42	0,59	0,60	0,67	0,84	0,99	1,14	1,29	1,43	1,56	1,69	1,92	2,13	2,31	2,45
2400	0,32	0,41	0,50	0,59	0,68	0,76	0,92	1,08	1,22	1,36	1,51	1,64	1,77	2,02	2,26	2,49	2,71
2850	0,35	0,46	0,57	0,67	0,76	0,86	1,04	1,22	1,39	1,55	1,71	1,86	2,00	2,29	2,55	2,81	3,06
3200	0,38	0,50	0,62	0,73	0,83	0,94	1,14	1,32	1,51	1,68	1,85	2,02	2,17	2,48	2,77	3,04	3,31
3600	0,41	0,54	0,67	0,79	0,90	1,02	1,23	1,44	1,64	1,83	2,01	2,19	2,36	2,69	3,00	3,29	3,58
4000	0,44	0,58	0,72	0,85	0,97	1,09	1,33	1,55	1,76	1,97	2,16	2,35	2,54	2,89	3,22	3,53	3,83
5000	0,51	0,67	0,83	0,98	1,13	1,27	1,55	1,81	2,05	2,29	2,52	2,73	2,95	3,35	3,72	4,07	4,41
6000	0,56	0,75	0,93	1,11	1,27	1,44	1,75	2,04	2,32	2,58	2,84	3,08	3,31	3,76	4,17	4,56	4,93
7000	0,68	0,89	1,09	1,28	1,46	1,68	1,97	2,25	2,56	2,85	3,13	3,39	3,54	3,92	4,27	4,69	5,38
8000	0,80	1,03	1,25	1,46	1,65	1,84	2,19	2,52	2,82	3,09	3,34	3,57	3,77	4,12	4,390	4,57	4,66
10000	0,89	1,16	1,41	1,65	1,87	2,09	2,48	2,83	3,15	3,43	3,68	3,89	4,07	4,34	4,470	4,47	4,33
12000	0,97	1,27	1,55	1,81	2,06	2,29	2,71	3,07	3,39	3,66	3,88	4,06	4,19	4,30	4,210		
14000	1,03	1,36	1,66	1,94	2,20	2,45	2,88	3,24	3,50	3,78	3,96	4,07	4,11	3,99			

Teilung 5 mm, Leistung P_{25} für einen 25 mm breiten Zahnriemen in kW

Drehzahl n_1 [min ⁻¹]	Zähnezahl der kleinen Zahnscheibe und Wirkdurchmesser [mm]																
	14	16	18	20	22	24	26	28	32	36	40	44	48	56	64	72	80
	22,28	25,46	28,65	31,83	35,01	38,20	41,38	44,56	50,93	57,30	63,66	70,03	76,39	89,13	101,86	114,59	127,32
20	0,016	0,020	0,024	0,028	0,032	0,036	0,040	0,044	0,051	0,059	0,066	0,074	0,081	0,095	0,110	0,124	0,138
40	0,031	0,038	0,046	0,053	0,060	0,068	0,075	0,082	0,097	0,111	0,125	0,139	0,153	0,180	0,204	0,234	0,261
60	0,044	0,055	0,065	0,076	0,087	0,098	0,108	0,119	0,140	0,160	0,181	0,201	0,221	0,261	0,300	0,339	0,377
100	0,068	0,085	0,103	0,120	0,137	0,154	0,171	0,188	0,221	0,254	0,286	0,319	0,351	0,414	0,476	0,538	0,599
200	0,122	0,155	0,188	0,220	0,253	0,285	0,316	0,348	0,410	0,472	0,533	0,593	0,652	0,770	0,886	1,000	1,112
300	0,171	0,219	0,266	0,313	0,360	0,406	0,451	0,497	0,587	0,675	0,762	0,848	0,934	1,101	1,266	1,426	1,584
400	0,216	0,278	0,340	0,401	0,461	0,521	0,580	0,638	0,754	0,868	0,980	1,091	1,200	1,413	1,621	1,823	2,020
500	0,258	0,335	0,410	0,484	0,558	0,630	0,702	0,773	0,914	1,052	1,188	1,321	1,452	1,707	1,954	2,191	2,419
600	0,299	0,388	0,477	0,564	0,650	0,736	0,820	0,903	1,068	1,229	1,386	1,540	1,691	1,984	2,263	2,528	2,779
700	0,337	0,440	0,542	0,641	0,740	0,838	0,934	1,029	1,215	1,398	1,575	1,749	1,918	2,242	2,547	2,832	3,096
800	0,374	0,490	0,604	0,716	0,827	0,936	1,043	1,149	1,357	1,559	1,756	1,946	2,131	2,481	2,805	3,101	3,366
900	0,410	0,538	0,664	0,788	0,910	1,031	1,149	1,265	1,493	1,714	1,927	2,133	2,330	2,700	3,035	3,331	3,585
950	0,43	0,56	0,69	0,82	0,95	1,08	1,20	1,32	1,56	1,79	2,01	2,22	2,42	2,80	3,14	3,43	3,67
1000	0,44	0,58	0,72	0,86	0,99	1,12	1,25	1,38	1,62	1,86	2,09	2,31	2,51	2,90	3,23	3,52	3,75
1200	0,61	0,74	0,87	1,00	1,13	1,26	1,38	1,50	1,75	1,98	2,21	2,44	2,66	3,10	3,52	3,93	4,33
1400	0,68	0,84	0,98	1,14	1,28	1,43	1,57	1,71	1,98	2,25	2,51	2,77	3,02	3,51	3,99	4,44	4,89
1450	0,70	0,86	1,02	1,17	1,32	1,47	1,61	1,76	2,01	2,31	2,58	2,85	3,11	3,61	4,10	4,57	5,02
1600	0,76	0,90	1,10	1,26	1,43	1,59	1,75	1,90	2,21	2,51	2,80	3,08	3,36	3,91	4,43	4,93	5,41
1800	0,83	1,02	1,20	1,39	1,57	1,74	1,92	2,09	2,43	2,75	3,07	3,39	3,69	4,29	4,85	5,39	5,91
2000	0,89	1,10	1,31	1,51	1,70	1,90	2,09	2,27	2,64	2,99	3,34	3,68	4,01	4,65	5,25	5,83	6,37
2400	1,03	1,27	1,50	1,74	1,96	2,19	2,41	2,62	3,04	3,45	3,85	4,24	4,61	5,33	6,00	6,63	7,21
2850	1,16	1,44	1,71	1,98	2,24	2,50	2,75	2,99	3,47	3,94	4,38	4,82	5,23	6,02	6,74	7,40	7,99
3200	1,26	1,57	1,87	2,16	2,45	2,73	3,00	3,27	3,79	4,29	4,77	5,24	5,68	6,51	7,25	7,91	8,48
3600	1,37	1,70	2,04	2,36	2,67	2,98	3,28	3,57	4,13	4,67	5,19	5,68	6,15	7,01	7,75	8,39	8,90
4000	1,48	1,84	2,20	2,54	2,88	3,21	3,54	3,85	4,46	5,03	5,58	6,09	6,57	7,44	8,17	8,74	9,17

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

Teilung 8 mm, Leistung P_{25} für einen 25 mm breiten Zahnriemen in kW

Drehzahl n_1 [min ⁻¹]	Zähnezahl der kleinen Zahnscheibe und Wirkdurchmesser [mm]																
	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	44	48	56	64	72	80
10	50,93	56,02	61,12	66,21	71,30	76,39	81,49	86,58	91,67	96,77	101,86	112,05	122,23	142,60	162,97	183,35	203,72
10	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,11	0,13	0,14
20	0,04	0,05	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,10	0,11	0,12	0,14	0,15	0,19	0,22	0,25	0,28
50	0,10	0,12	0,14	0,16	0,18	0,20	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30	0,34	0,38	0,46	0,54	0,62	0,70
100	0,19	0,23	0,27	0,21	0,35	0,39	0,43	0,47	0,51	0,55	0,59	0,67	0,75	0,91	1,07	1,22	1,38
200	0,38	0,46	0,54	0,62	0,70	0,77	0,85	0,93	1,01	1,09	1,17	1,32	1,48	1,79	2,10	2,41	2,72
300	0,56	0,68	0,80	0,91	1,03	1,15	1,26	1,38	1,50	1,61	1,73	1,96	2,19	2,66	3,11	3,57	4,03
400	0,74	0,89	1,05	1,21	1,36	1,52	1,67	1,83	1,98	2,13	2,29	2,59	2,90	3,51	4,10	4,72	5,32
500	0,91	1,11	1,30	1,49	1,69	1,88	2,07	2,26	2,46	2,65	2,84	3,22	3,60	4,35	5,10	5,85	6,59
600	1,09	1,32	1,55	1,78	2,01	2,24	2,4	2,70	2,93	3,16	3,38	3,84	4,29	5,18	6,07	6,97	7,84
700	1,26	1,53	1,80	2,06	2,33	2,60	2,86	3,13	3,39	3,66	3,92	4,45	4,97	6,00	7,03	8,07	9,07
800	1,43	1,74	2,04	2,35	2,65	2,95	3,26	3,56	3,86	4,16	4,46	5,05	5,64	6,81	7,97	9,14	10,28
950	1,68	2,04	2,40	2,76	3,12	3,48	3,84	4,19	4,54	4,90	5,25	5,94	6,63	8,00	9,34	10,72	12,03
1000	1,76	2,14	2,52	2,90	3,28	3,65	4,03	4,40	4,77	5,14	5,51	6,24	6,96	8,39	9,79	11,24	12,60
1200	2,09	2,55	3,00	3,45	3,89	4,34	4,78	5,22	5,66	6,10	6,53	7,39	8,24	9,91	11,53	13,58	14,80
1450	2,50	3,04	3,58	4,12	4,65	5,18	5,71	6,23	6,75	7,27	7,78	8,79	9,97	11,72	13,58	15,59	17,35
1600	2,74	3,33	3,92	4,51	5,09	5,67	6,25	6,82	7,38	7,95	8,50	9,60	10,67	12,75	14,72	16,90	18,74
1800	3,05	3,71	4,37	5,03	5,68	6,32	6,96	7,59	8,21	8,83	9,44	10,64	11,81	14,05	16,14	18,54	20,45
2000	3,36	4,09	4,82	5,53	6,24	6,95	7,64	8,33	9,01	9,68	10,34	11,64	12,86	15,26	17,43	20,02	21,94
2200	3,66	4,46	5,25	6,03	6,80	7,56	8,31	9,054	9,78	10,50	11,21	12,59	13,91	16,38	18,57	21,33	23,20
2500	4,10	4,99	5,88	6,74	7,60	8,44	9,27	10,09	10,88	11,67	12,43	13,91	15,30	17,84	19,98	22,94	24,62
2850	4,60	5,59	6,58	7,54	8,49	9,41	10,32	11,21	12,07	12,91	13,72	15,27	16,70	19,19	21,10	24,23	25,45
3000	4,80	5,94	6,87	7,87	8,85	9,81	10,75	11,66	12,54	13,40	14,23	15,79	17,22	19,64	21,39	24,56	25,52
3500	5,88	7,16	8,03	8,90	9,76	10,62	11,47	12,31	13,14	13,97	14,78	16,39	17,94	20,91	23,66	26,15	26,35
4000	7,07	8,16	9,15	10,13	11,10	12,06	13,01	13,95	14,88	15,79	16,69	18,45	20,14	23,29	26,11	27,55	
4500	8,04	9,15	10,25	11,34	12,41	13,47	14,51	15,54	16,55	17,54	18,51	20,39	22,17	25,42	27,18		
5000	8,91	10,12	11,33	12,52	13,68	14,83	15,96	17,06	18,14	19,20	20,22	22,18	24,02	27,05			
5500	9,76	11,08	12,38	13,66	14,92	16,15	17,35	18,52	19,65	20,75	21,82	23,83	25,66				
6000	10,60	12,02	13,41	14,78	16,11	17,41	18,67	19,89	21,07	22,20	23,28	25,30	27,08				

Teilung 14 mm, Leistung P_{25} für einen 25 mm breiten Zahnriemen in kW

Drehzahl n_1 [min ⁻¹]	Zähnezahl der kleinen Zahnscheibe und Wirkdurchmesser [mm]															
	28	29	30	32	34	36	38	40	44	48	52	56	64	72	80	
10	124,78	129,23	133,69	142,60	151,51	160,43	169,34	178,25	196,08	213,90	231,73	249,55	285,21	320,86	356,51	
10	0,12	0,13	0,14	0,16	0,18	0,20	0,22	0,24	0,27	0,32	0,34	0,36	0,41	0,46	0,50	
20	0,24	0,25	0,27	0,32	0,36	0,41	0,46	0,50	0,55	0,59	0,68	0,73	0,82	0,91	1,00	
40	0,50	0,55	0,59	0,64	0,73	0,82	0,91	0,96	1,10	1,19	1,32	1,42	1,64	1,83	2,05	
60	0,73	0,78	0,87	1,00	1,10	1,23	1,37	1,46	1,64	1,83	2,01	2,15	2,47	2,74	3,06	
100	1,23	1,32	1,42	1,64	1,87	2,15	2,28	2,42	2,74	3,01	3,29	3,56	4,11	4,61	5,11	
200	2,47	2,65	2,88	3,29	3,74	4,25	4,61	4,89	5,43	6,03	6,62	7,17	8,17	9,18	10,23	
300	3,33	3,61	3,93	4,52	5,11	5,80	6,26	6,62	7,40	8,17	8,90	9,68	11,23	12,83	14,52	
400	4,15	4,52	4,84	5,57	6,35	7,17	7,72	8,17	9,09	10,05	10,96	11,83	13,70	15,62	17,58	
500	4,89	5,30	5,71	6,57	7,44	8,40	9,09	9,60	10,64	11,69	12,74	13,74	15,89	17,99	20,18	
600	5,57	6,03	6,53	7,49	8,49	9,54	10,27	10,87	12,01	13,20	14,34	15,48	17,81	20,09	22,47	
700	6,21	6,72	7,23	8,29	9,41	10,57	11,35	12,01	13,23	14,52	15,75	16,96	19,40	21,75	24,29	
800	6,85	7,35	7,94	9,09	10,32	11,60	12,47	13,15	14,47	15,84	17,17	18,45	21,00	23,56	26,12	
950	7,60	8,23	8,85	10,17	11,55	12,93	13,87	14,59	16,02	17,50	18,94	20,28	22,92	25,57	28,17	
1000	7,94	8,54	9,18	10,55	11,92	13,38	14,34	15,07	16,57	18,04	19,45	20,82	23,52	26,12	28,68	
1200	8,90	9,59	10,32	11,78	13,29	14,89	15,94	16,76	18,31	19,86	21,32	22,69	25,39	27,90	30,27	
1450	9,99	10,70	11,47	13,11	14,79	16,50	17,66	18,49	20,00	21,69	23,10	24,41	26,86	29,09	30,88	
1600	10,55	11,32	12,15	13,84	15,57	17,35	18,54	19,36	20,96	22,51	23,88	25,11	27,40	29,18	30,55	
1800	11,23	12,01	12,90	14,70	16,48	18,34	19,54	20,36	21,92	23,36	24,61	25,70	27,49	28,73	29,27	
2000	11,83	12,69	13,56	16,39	17,21	19,13	20,32	21,10	22,56	23,88	24,98	25,80	27,03	27,40	26,94	
2200	12,74	13,24	14,11	15,98	17,85	19,82	20,96	21,64	22,97	24,11	24,93	25,53	25,94	25,34		
2400	13,74	14,16	14,61	16,44	18,36	20,27	21,37	22,00	23,15	24,00	24,57	24,75	24,25			
2600	14,75	15,16	15,57	16,80	18,68	20,59	21,51	22,15	23,06	23,61	23,79	23,52	22,28			
2850	15,82	16,37	16,76	17,62	18,85	20,73	21,54	22,09	22,56	22,45	22,42	22,42				
3000	16,65	17,12	17,54	18,40	19,02	20,82	21,60	21,83	22,10	22,33	22,46	22,19				
3500	18,54	19,00	19,41	20,18	20,87	21,42	21,87	22,24	22,42	22,42						
4000	20,18	20,59	20,91	21,60	22,05	22,33	22,47	22,42	22,19							

Name: *Musterlösung*

Matr.-Nr.:

③ Ermittlung des Achsabstandes und der Wirklänge des Riemens

- Bestimmung des vorläufigen Achsabstandes
- Bestimmung der vorläufigen Wirklänge des Riemens
- Auswahl eines Riemens
- Berechnung des endgültigen Achsabstandes

Bestimmung des vorläufigen Achsabstandes:

$$e^* = 0,9 \cdot (d_{wg} + d_{wk})$$

Bestimmung der vorläufigen Wirklänge des Riemens

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

Auswahl eines Riemens und Festlegung der endgültigen Wirklänge gemäß Lieferprogramm (s. Tabelle)

Profil 3 M, Teilung 3 mm Breite 9 mm oder 15 mm				Profil 5 M, Teilung 5 mm Breite 9 mm oder 15 mm				Profil 8 M, Teilung 8 mm Breite 20 mm oder 30 mm		Profil 14 M, Teil. 14 mm Breite 40 mm oder 55 mm	
Wirk- länge	Zähne- zahl	Wirk- länge	Zähne- zahl	Wirk- länge	Zähne- zahl	Wirk- länge	Zähne- zahl	Wirk- länge	Zähne- zahl	Wirk- länge	Zähne- zahl
111	37	447	149	330	66	1270	254	480	60	966	69
144	48	474	158	350	70	1420	284	560	70	1190	85
150	50	486	162	375	75	1500	300	600	75	1400	100
159	53	501	167	400	80	1595	319	640	80	1610	115
168	56	513	171	425	85	1790	358	656	82	1778	127
177	59	531	177	450	90	1800	360	720	90	1890	135
201	67	537	179	500	100	1870	374	800	100	2100	150
210	70	564	188	535	107	1895	379	880	110	2310	165
213	71	597	199	565	113	2000	400	960	120	2450	175
216	72	606	202	600	120	2525	505	1040	130	2590	185
225	75	633	211	615	123			1120	140	2800	200
252	84	669	223	635	127			1200	150	3150	225
255	85	711	237	665	133			1280	160	3500	250
267	89	882	294	710	142			1360	170	3850	275
285	95	945	315	740	148			1440	180	4326	309
300	100	1062	354	755	151			1600	200		
312	104	1125	375	800	160			1760	220		
318	106	1263	421	835	167			1800	225		
336	112	1500	500	890	178			2000	250		
339	113	1530	510	925	185			2400	300		
363	121	1569	523	950	190			2800	350		
384	128			1000	200						
390	130			1050	210						
420	140			1125	225						

Berechnung des endgültigen Achsabstandes

$$e = p + \sqrt{p^2 - q}$$

mit $p = 0,25 \cdot l_w - 0,393 \cdot (d_{wg} + d_{wk})$ und $q = 0,125 \cdot (d_{wg} - d_{wk})^2$

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

Ermittlung des Zahneingriffsfaktors c_1

Umschlingungswinkel: $\beta_k = 2 \cdot \arccos \frac{d_{wg} - d_{wk}}{2 \cdot e}$

Teilung: $\tau = \frac{360^\circ}{z_1}$ Anzahl Zähne im Eingriff: $z_{ein} = \frac{\beta_k}{\tau}$

Bestimmung von c_1 gemäß Tabelle:

Eingriffszähnezahl z_{ein}	≥ 6	5	4	3	2
c_1	1	1,25	1,66	2,5	5,0

Belastungsfaktors c_2 s. oben ①

Übersetzungsfaktors c_3

- Tabelle s. rechts für Übersetzungen ins Schnelle
- für Übersetzungen ins Langsame ist $c_3 = 1$ zu setzen

Zähnezahlverhältnis	Faktor c_3
1,00 - 1,24	1,00
1,25 - 1,74	1,10
1,75 - 2,49	1,20
2,50 - 3,49	1,30
3,50 und mehr	1,40

Riemenlängenkorrekturfaktor c_5

Profil 3 M, Teilung 3 mm		Profil 5 M, Teilung 5 mm		Profil 8 M, Teilung 8 mm		Profil 14 M, Teil. 14 mm	
Riemenlänge	Faktor c_5	Riemenlänge	Faktor c_5	Riemenlänge	Faktor c_5	Riemenlänge	Faktor c_5
bis 189 mm	0,8	bis 425 mm	0,8	bis 600 mm	0,8	bis 1190 mm	0,8
192-255 mm	0,9	430 - 535 mm	0,9	608-880 mm	0,9	1204-1610 mm	0,9
258-390 mm	1,0	540 - 800 mm	1,0	888-1200 mm	1,0	1624-1890 mm	0,95
393-597 mm	1,1	805-1050 mm	1,1	1208-1760 mm	1,1	1904-2450 mm	1,00
über 597 mm	1,2	über 1050 mm	1,2	über 1760 mm	1,2	2464-3150 mm	1,05
						über 3150 mm	1,1

Endgültige Berechnungsleistung:

$$P_B = P \cdot c_1 \cdot c_2 \cdot c_3 \cdot c_5$$

Ggf. Korrektur

- Kontrolle in ①, ob Teilung mit der endgültigen Berechnungsleistung ausreicht, ggf. neue Teilung
- Kontrolle in ②, ob Riemenbreite bei der neuen Teilung ausreicht
- Ggf. Korrektur der Werte und Wiederholung der Rechnung

Name: *Musterlösung*

Matr.-Nr.:

Aufgabe E-KB

(Kupplungen und Bremsen)

Teilaufgabe	E-KB 1	E-KB 2	E-KB 3	E-KB 4	Σ
Maximale Punktzahl	2	1	1	4	8
Erreichte Punktzahl					

E-KB1

Ihr Trabant versagt bei der Überfahrt von Hoyerswerda nach Dortmund. Die Kupplungsfeder ist zerstört. Finden Sie anhand des Leistungsdiagramms und der schematischen Darstellung ihrer Kupplung heraus, was für eine Kraft die Feder mindestens aufbringen muss, um das maximale Drehmoment zu übertragen.

Gegeben: $\mu = 0,15$

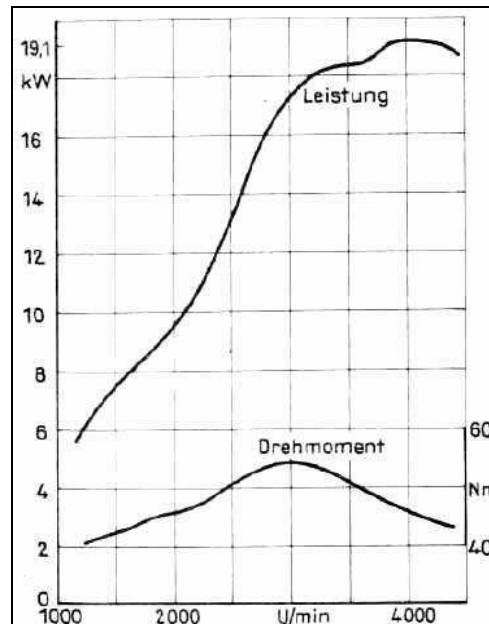
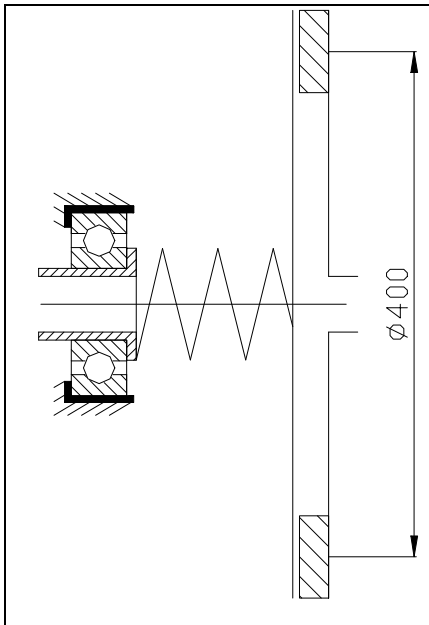


Abbildung 1

Abbildung 2 /trabitechnik.com/

Lösung:

r_m aus Abbildung 1 = 0,2 m ; T_{RT} aus dem Diagramm Abbildung 2 = 55 Nm;

$$F_S = \frac{T_{RT}}{r_m \cdot \mu} = \frac{55 \text{ Nm}}{0,2 \text{ m} \cdot 0,15} = 1,83 \text{ kN}$$

E-KB2

Um die Fahrtzeit zur Universität zu verkürzen, bauen Sie in den Trabant einen Porschemotor ein. Die in der alten Kupplung neu eingesetzte Feder baut nicht genug Kraft auf, um das gesamte Drehmoment zu übertragen. Wie viel Mal so stark muss die neue Federkraft hierzu sein? Für den Fall, dass Sie E-KB1 nicht lösen konnten, gehen Sie von einem Drehmoment $T_{Trabant} = 60 \text{ Nm}$ aus. $T_{Porsche} = 540 \text{ Nm}$

Lösung:

$$x = \frac{F_{S \text{ Porsche}}}{F_{S \text{ Trabant}}} = \frac{F_{R \text{ Porsche}}}{F_{R \text{ Trabant}}} = 10,8 \text{ (bzw. 9, wenn mit 60 Nm gerechnet wurde)}$$

Name: *Musterlösung*

Matr.-Nr.:

E-KB3

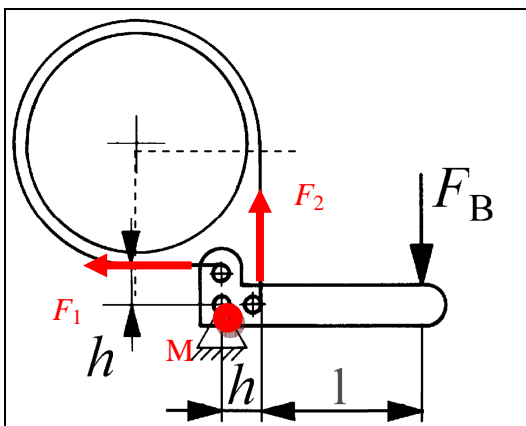
Bei der ersten Testfahrt mit Höchstgeschwindigkeit fällt Ihnen auf, dass die Bremsanlage Ihres Fahrzeugs etwas zu schwach ausgelegt ist. Sie wollen daher eine Bandbremse nach Abbildung 3 einbauen. Kreuzen Sie an, bei welcher Drehrichtung und konstanter Kraft F_B das höhere Bremsmoment übertragen wird.

- Rechtslauf
 Linkslauf
 Drehrichtungsunabhängig

Drehrichtungsunabhängig bei dieser Bauart

E-KB4

An der Bandbremse wirkt eine Umfangskraft, die der dreifachen Trägheitskraft des Fahrzeuges m_{Trabi} entspricht. Wie lang muss die Länge L des Hebels mindestens sein, damit schlupffrei gebremst wird, wenn das Betätigungsgewicht $F_B = 80 \text{ kg}$ beträgt?



Konstante	Wert
m_{Trabi}	620 kg
$a_{\text{Verzögerung}}$	3g
g	10 m/s ²
μ	0,3
h	0,1m
L	$l+h$

Abbildung 3 Lösung:

Berechnung bekannter Größen:

$$F_t = 3 \cdot m \cdot g = 3 \cdot 620 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 18246,6 \text{ N}$$

$$\beta = 2 \cdot \pi \cdot \frac{270^\circ}{360^\circ} = 1,5 \cdot \pi$$

$$F_B = 80 \text{ kg} \cdot g = 80 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 784,8 \text{ N}$$

Umfangskraft, Seilreibung:

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

$$F_t = F_1 - F_2 = F_2 \cdot (e^{\mu\beta} - 1) \Rightarrow F_2 = \frac{F_t}{e^{\mu\beta} - 1}$$

Momentengleichgewicht:

$$\sum M = 0 = -F_2 \cdot h - F_1 \cdot h + F_B \cdot L \quad (\text{mit } L = l + h)$$

$$\Rightarrow \frac{F_B \cdot L}{h} = F_2 + F_1$$

$$\Rightarrow \frac{F_B \cdot L}{h} = F_2 \cdot (e^{\mu\beta} + 1)$$

$$\Rightarrow \frac{F_B \cdot L}{h} = \frac{F_t}{e^{\mu\beta} - 1} \cdot (e^{\mu\beta} + 1)$$

$$\Rightarrow L = \frac{F_t}{F_B} \cdot \frac{e^{\mu\beta} + 1}{e^{\mu\beta} - 1} \cdot h$$

$$\Rightarrow L = \frac{18246,6 \text{ N}}{784,8 \text{ N}} \cdot \frac{e^{0,3 \cdot 1,5 \cdot \pi} + 1}{e^{0,3 \cdot 1,5 \cdot \pi} - 1} \cdot 0,1 \text{ m}$$

$$\Rightarrow L = 3,82 \text{ m}$$

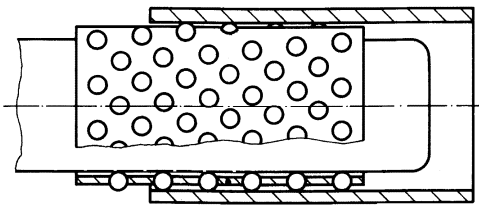
Name: *Musterlösung*

Matr.-Nr.:

Aufgabe E-FÜ (Führungen)

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

E-FÜ.1 Nennen Sie für die dargestellten Führungselemente jeweils zwei charakteristische Eigenschaften (Vorteile, Nachteile oder prinzipielle Anwendungsgebiete) sowie deren Bezeichnung.



Bezeichnung:

Lösung:

*Linearkugellager
Kugelbuchse*

2 (Vorteil/Nachteil/ prinzipielle Anwendungsgebiete):

Lösung:

*begrenzter Hub
einfach, billig
für kurze Wellen
z. B. Schnittwerkzeug*

Bezeichnung:

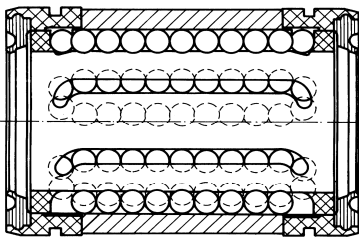
Lösung:

*Linearkugellager mit Kugelrückführung
Kugelumlaufbuchse*

2 (Vorteil/Nachteil/ prinzipielle Anwendungsgebiete):

Lösung:

*theoretisch unbegrenzter Verfahrweg
Zukaufteil
Wellen können nicht abgestützt werden
ggf. Durchbiegung bei zu kleinen Wellen-Ø
gleichmäßige Aufnahme von Querkräften*



Bezeichnung:

Lösung:

*Linearkugellager mit offener Hülse
Offene Kugelumlaufbuchse*

2 (Vorteil/Nachteil/ prinzipielle Anwendungsgebiete):

Lösung:

*theoretisch unbegrenzter Verfahrweg
Zukaufteil
Wellen können abgestützt werden*

