

Name: *Musterlösung*

Matr.-Nr.:

Aufgabe E FE

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

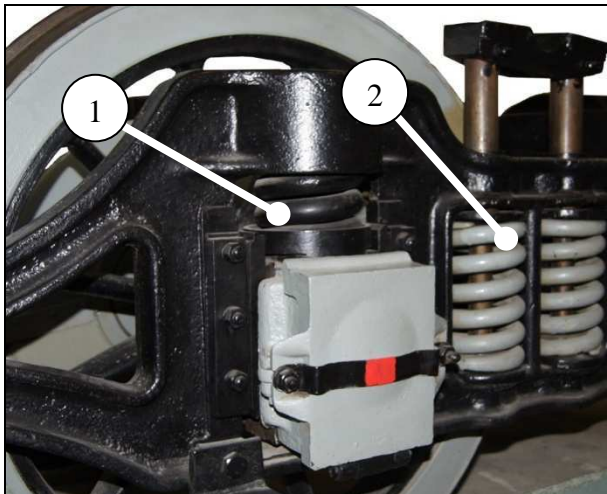


Abb. 1



Abb. 2 (Quelle: ZF.com)

E-FE 1

In Abb. 1 sind die Federn eines Drehgestells dargestellt. Welcher Bauform entsprechen die Federn?

Schraubenfeder

Welche Belastung dieser Federn bildet die Hauptbelastung (Biegung, Scherung oder Torsion?)

Torsionsbelastung

Feder 1 hat 5,5 federnde Windungen, einen Drahtdurchmesser von 30 mm und einen mittleren Windungsdurchmesser von 200 mm. Der mittlere Windungsdurchmesser von Feder 2 beträgt 150 mm, der aufgewickelte Federdraht hat einen Durchmesser von 20 mm und die Anzahl federnder Windungen beträgt 6,5. Der Schubmodul beider Federn beträgt 81.500 N/mm²

Welche Feder hat die größere Federrate? Berechnen Sie hierzu zunächst den Betrag beider Federraten.

Formelsammlung:

$$\omega_e = \sqrt{\frac{c}{m}}; \quad t_S = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m}{c}}$$

$$\frac{1}{c_{\text{ges}}} = \sum \frac{1}{c_i} = \frac{1}{c_1} + \frac{1}{c_2}$$

$$c = \frac{G \cdot d^4}{8 \cdot i_f \cdot D^3}$$

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

$$c_1 = \frac{81500 \text{ N} \cdot (30 \text{ mm})^4}{\text{mm}^2 \cdot 8 \cdot 5,5 \cdot (200 \text{ mm})^3} = 187,54 \text{ N/mm}$$

$$c_2 = \frac{81500 \text{ N} \cdot (20 \text{ mm})^4}{\text{mm}^2 \cdot 8 \cdot 6,5 \cdot (150 \text{ mm})^3} = 74,3 \text{ N/mm}$$

Tragen Sie den Verlauf von Feder 2 qualitativ in das untere F-s Diagramm ein. Wie wird der Verlauf bezeichnet?

Name: *Musterlösung*

Matr.-Nr.:

E-FE 2

In Abb.2 ist die Kupplungsplatte einer KFZ-Kupplung abgebildet. Zu welcher Bauform gehört diese Feder?

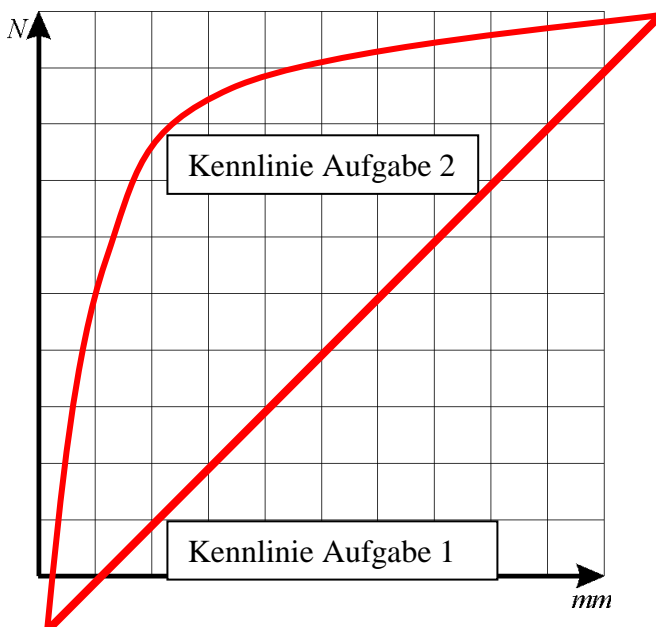
Geschlitzte Tellerfeder

Tragen Sie den Federkennlinienverlauf der Feder qualitativ in das untere F-s-Diagramm ein.

Richtiger Graph

Wie wird der Kennlinienverlauf bezeichnet? *Degressiv*

Warum eignet sich die Feder für den entsprechenden Einsatzzweck bessere als die in Aufgabe E-FE1 betrachteten Federn? *Geringer Vorspannkraftverlust bei Verschleiß der Kupplungsreibbeläge*



E-FE 3

In Abb. 3 ist die Vorderradaufhängung eines Trabant P50 (Bj. 1958) dargestellt. Zu welcher Bauart gehört die eingesetzte Feder? *Blattfeder*



Welchen Vorteil bietet diese Feder gegenüber den heute eingesetzten Schraubenfedern? Auf welches übliche Bauteil kann dadurch verzichtet werden? *Dämpfung durch Reibung / Stoßdämpfer*

Name: *Musterlösung*

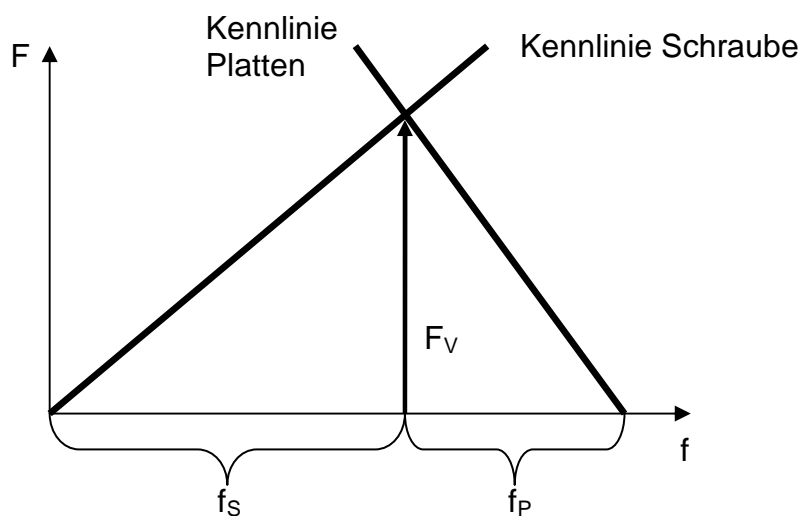
Matr.-Nr.:

Aufgabe E SR (Schrauben)

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

E-SR 1 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.

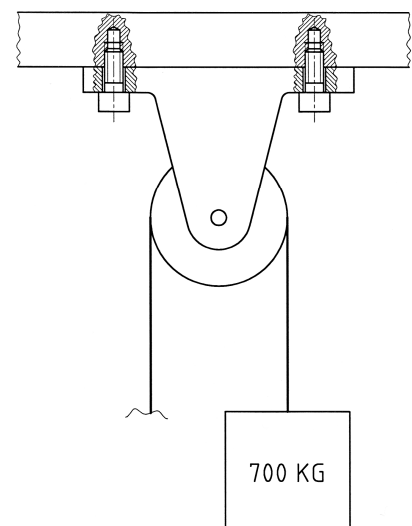
Lösung:



*Korrekte
Abszisse /
Ordinate: 1 P*

E-SR 2 Die im Schnitt dargestellten Schrauben dehnen sich unter Belastung plastisch. Beurteilen Sie mit kurzer Erläuterung, ob die folgenden vorgeschlagenen Verbesserungsmöglichkeiten sinnvoll sind:

- Verwenden längerer Schrauben:
Kein Einfluss, da Spannung auf Querschnitt wirkt.
- Verwendung von Schrauben mit höherer Festigkeit:
Sinnvolle Maßnahme.
- Verwendung von Schrauben mit größerem Durchmesser:
Sinnvolle Maßnahme.
- Herabsetzen der Vorspannkraft
Könnte sinnvoll sein, wenn Vorspannkraft danach ausreichend.
- Verwendung von Schrauben mit höherem E-Modul
Kein Einfluss, beeinflusst nur die elastische Verformung



Name: *Musterlösung*

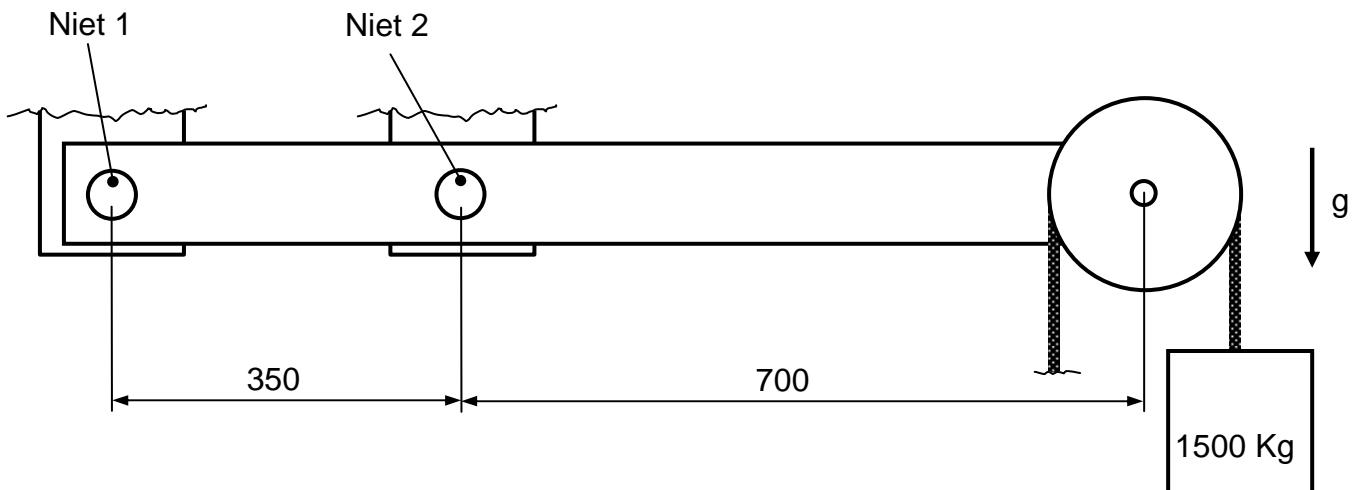
Matr.-Nr.:

Aufgabe E NT (Nieten)

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

Berechnung einer Nietverbindung:

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



Auszug aus dem Skript:

Lochleibungsdruck:

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

- 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

Name: *Musterlösung*

Matr.-Nr.:

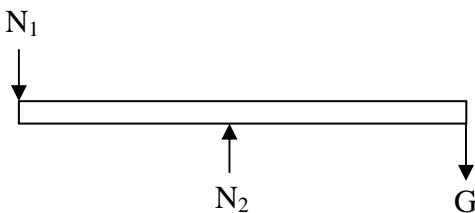
Werte für $\tau_{a\text{ zul}}$ und $\sigma_{I\text{ zul}}$:

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

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

E-NT 1 Bestimmen Sie die beiden resultierenden Kräfte, die auf die beiden Niete wirken.

Lösung:



$$G = 1500 \text{ kg} \cdot 2 \cdot 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}} = \underline{\underline{29,43 \text{ kN}}}$$

$$N_1 = \frac{29,43 \text{ kN} \cdot 700 \text{ mm}}{350 \text{ mm}} = 58,86 \text{ kN}$$

$$N_2 = N_1 + G = \underline{\underline{58,86 \text{ kN}}} + \underline{\underline{29,43 \text{ kN}}} = \underline{\underline{88,29 \text{ kN}}}$$

E-NT 2 Berechnen Sie bei einer Blechdicke von 14 mm und einem Nietdurchmesser von 10 mm für **den Niet 1** den **vorhandenen Lochleibungsdruck**. Hält die Verbindung?

$$\sigma_{l1} = \frac{F}{n \cdot d \cdot t_{\min}} = \frac{58,86 \text{ kN}}{1 \cdot 10 \text{ mm} \cdot 14 \text{ mm}}$$

$$\sigma_{l1} = \underline{\underline{420,42 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}}$$

⇒ *Verbindung 1 hält.*

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

Aufgabe E GL (Gleitlager)

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

Die auf der Titanic verbaute Parson Turbine hatte ein Drehmoment von 681.000 Nm bei einer Drehzahl von 165 1/min. Der Lagernenddurchmesser der Antriebswelle betrug 380 mm. Die Antriebswelle wurde aus Stahl, die Lagerbuchse aus Bronze gefertigt.

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

Lösung:

$$2,5 - 3 \text{ } ^0/_{00}$$

E-GL 2 Legen Sie eine geeignete Passung für die Kombination Welle/Lagerschale fest!

Lösung:

$$S7/a8$$

E-GL 3 Welche Reibungsarten treten bei der Verwendung von Gleitlagern auf?

Lösung:

-Festkörperreibung

-Mischkörperreibung

-Flüssigkeitsreibung

E-GL 4 Nennen Sie vier Vorteile von Gleitlagern gegenüber Wälzlagern.

Lösung:

- Im Nennbetriebspunkt näherungsweise verschleißfrei

-geringerer Fertigungsaufwand

-geringere Baugröße

-kostengünstig

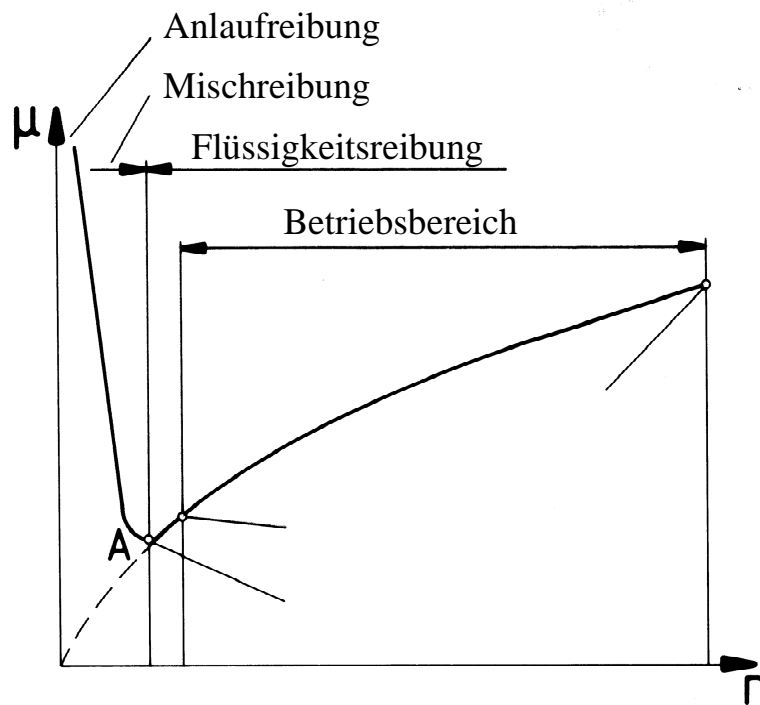
... weitere Antworten möglich

Name: *Musterlösung*

Matr.-Nr.: -----

E-GL 5 Welche Phasen durchläuft ein hydrodynamisches Gleitlager während seiner Beschleunigung vom Stillstand bis zur Betriebsdrehzahl?
Skizzieren Sie den prinzipiellen Verlauf der Stribeck-Kurve und kennzeichnen Sie die einzelnen Bereiche!

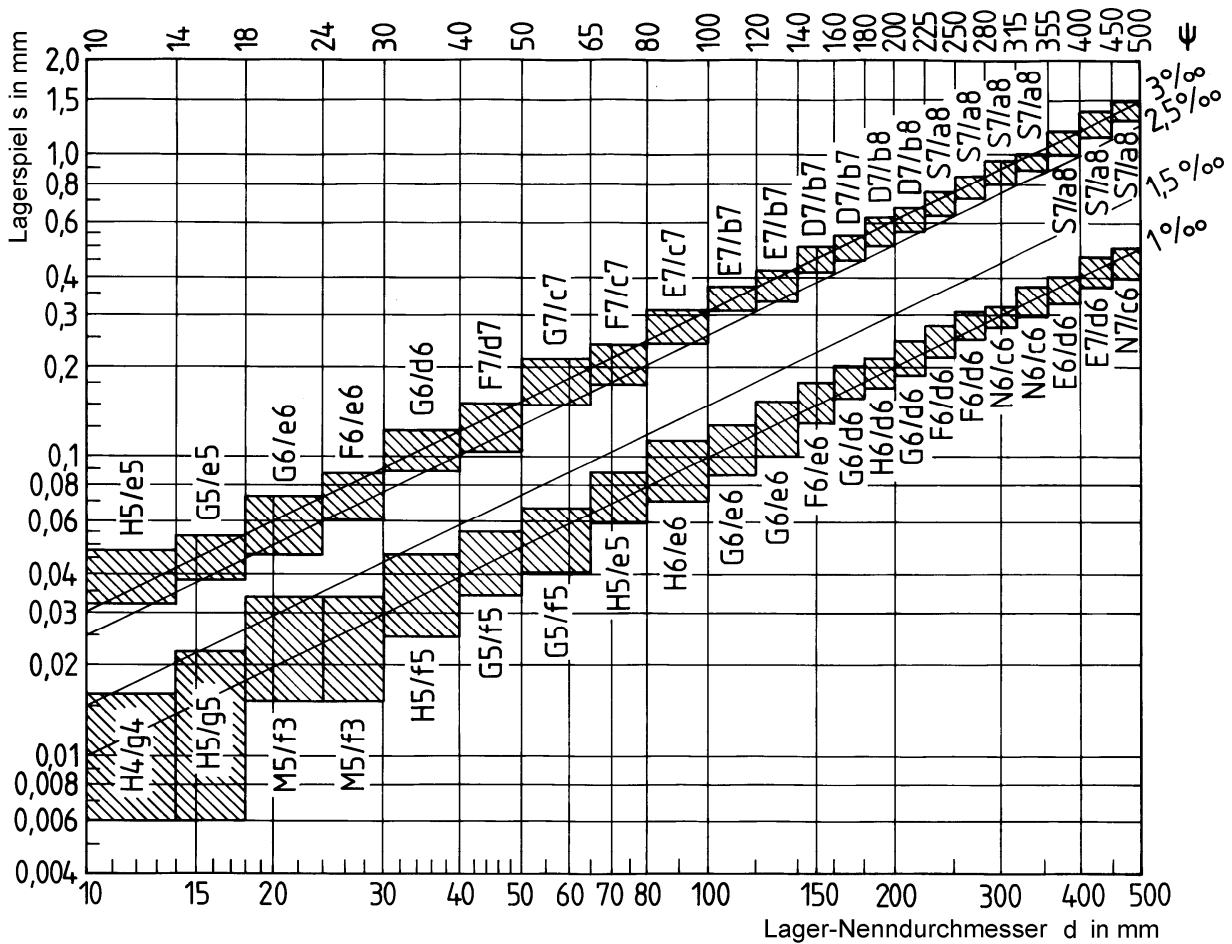
Lösung:



Name: *Musterlösung* Matr.-Nr.:

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	$\approx 0,003 \dots 0,004 = 3 \dots 4 \text{ ‰}$



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

Aufgabe E-SW (Schweißverbindungen)

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

E-SW 1 Nennen Sie mindestens **sechs** Leitregeln für die beanspruchungsgerechte Gestaltung von Schweißverbindungen!

1.	<i>Möglichst wenig Schweißnähte vorsehen</i>
2.	<i>Keine Nähte in Passflächen anordnen</i>
3.	<i>Ausführbarkeit der Schweißung sicherstellen; auf Zugänglichkeit der Nähte achten</i>
4.	<i>Wannenposition anstreben (Decklage oben, waagrechtes Arbeiten)</i>
5.	<i>Möglichst wirtschaftliches Schweißverfahren und niedrige Bewertungsgruppe wählen</i>
6.	<i>Nahtüberprüfung muss durchführbar sein</i>
7.	<i>Kosten proportional zum Nahtvolumen → kurze dünne Nähte billiger als lange dicke</i>
8.	<i>Wärmebehandlung nur, wenn unbedingt nötig</i>
9.	<i>Nahthäufung und Überlagerungen vermeiden (Schrumpfung, Eigenspannungen)</i>
10.	<i>Stumpfnähte haben höhere dynamische Festigkeit als Kehlnähte (bessere Kraftleitung)</i>

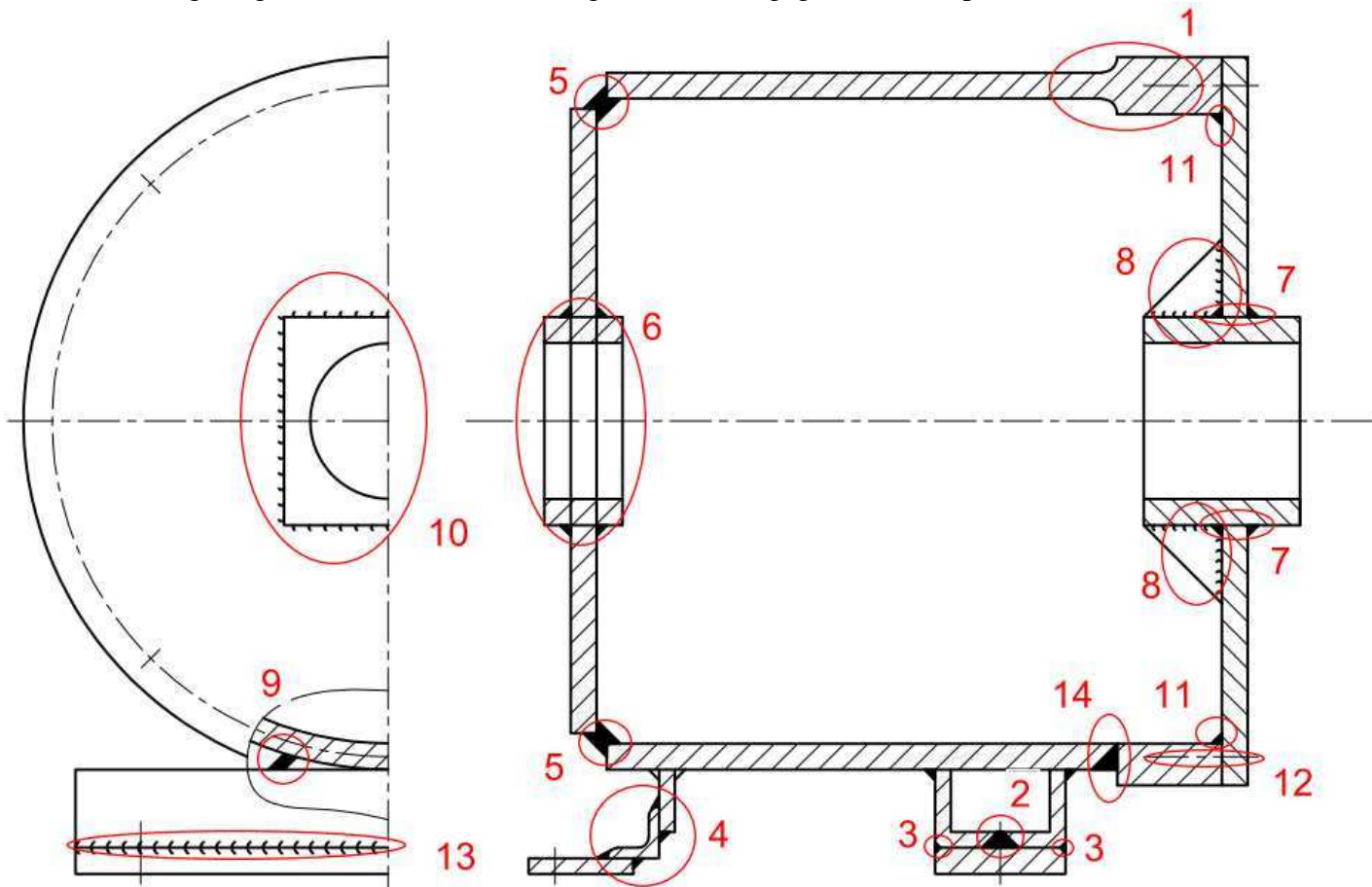
Und:

- *Kehlnähte möglichst doppelseitig als Hohlkehlnähte ausführen*
- *Zugbeanspruchung in Nahtwurzel vermeiden, da empfindlich; dort nur Druckbeanspruchung*
- *Halbzeuge vermeiden, um Nähte zu vermeiden*
- *Bei Torsion Übergänge von offenen zu geschlossenen Profilen vermeiden*
- *Zug/Druck besser als Biegung/Torsion*
- *Kraftumlenkung in Schweißzone vermeiden*
- *Kraftfluss möglichst kurz halten*

Name: *Musterlösung*

Matr.-Nr.:

E-SW 2 a) Markieren und erläutern Sie mindestens **sechs** weitere gestalterische Fehler in der unten gezeigten Schweißkonstruktion gemäß dem angegebenen Beispiel!



1.	<i>keine Schweißkonstruktion; hoher Aufwand bei spangebender Bearbeitung</i>
2.	<i>Besser U-Profil</i>
3.	<i>Nahtvorbereitung notwendig</i>
4.	<i>Nachgeahmte Nietverbindung; hoher Schweißaufwand</i>
5.	<i>Kein Spannen, Positionieren möglich</i>
6.	<i>Zentrierung schwierig; Bohrung durch Fugen unterbrochen</i>
7.	<i>Keine Schweißhilfe; Zentrierung</i>
8.	<i>Ecke nicht freigeschnitten und kein Überstand</i>
9.	<i>Nahtwurzel nicht zugänglich</i>
10.	<i>Rechteckige Fräsung</i>

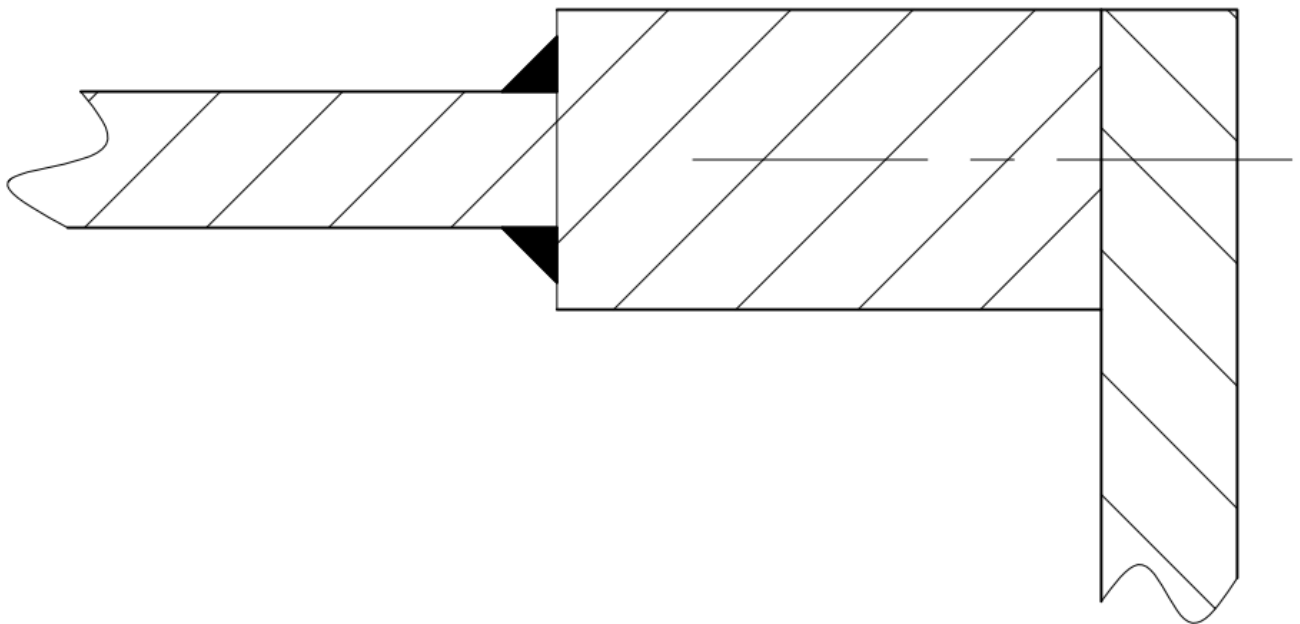
Name: *Musterlösung*

Matr.-Nr.: -----

11.	<i>Deckel festgeschweißt; Schweißnaht nicht zugänglich</i>
12.	<i>Fehlende Zentrierung</i>
13.	<i>Lange durchgezogene Schweißnaht; keine definierte Aufstandsfläche der Füße</i>
14.	<i>Stumpfstoß: scharfer Übergang vermeiden, wegen allmählichem Kraftfluss</i>

E-SW 2 b) Zeichnen Sie einen konstruktiven Verbesserungsvorschlag für den in Aufgabenteil a) beispielhaft angegebenen gestalterischen Fehler!

Lösung:





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. Punkte	3	2,75	2	2,25	8
Erreichte Punkte					

E-RK 1

Welche Arten von Zugmittelgetrieben werden häufig in Verbrennungsmotoren zur Kopplung der Kurbel- und Nockenwelle verwendet und warum?

Lösung:

- Zahnriemen
- Ketten

Steuerzeiten müssen übereinstimmen. Kein Schlupf zulässig.

Nennen Sie mindestens jeweils 3 Vor- bzw. Nachteile der vorher **genannten** Zugmittelgetriebe.

Lösung:

Zahnriemen im Vergleich mit Ketten

Vorteile:

- leiser
- fast keine Ungleichförmigkeit (Polygoneffekt sehr gering)
- keine Schmierung nötig
- keine Korrosion
- keine Längung \Rightarrow keine Spanneinrichtung nötig
- preisgünstiger und leichter
- Spielfreiheit möglich (kein Durchhang) mit Spezialrädern (\Rightarrow teurer)
- Lage beliebig
- Schränken möglich.

Nachteile:

- Leistung begrenzt
- höhere Achskräfte (Vorspannung)
- temperaturempfindlich
- nicht teilbar \Rightarrow Montage schwieriger

Name: *Musterlösung*

Matr.-Nr.:-----

E-RK 2

Im Rahmen der Konzipierung eines Shredders (Zerkleinerungsmaschine) zur Altmetallrückgewinnung ist der Antrieb des Rotors der Anlage auszulegen. Der Antrieb ist mit einem Schmalkeilriementrieb zu realisieren. Der Antrieb erfolgt über einen Verbrennungsmotor (schwere Antriebsmaschine), der eine Leistung $P_{\text{an}} = 260 \text{ kW}$ liefert, und soll für einen täglichen Betrieb von 9 Stunden ausgelegt werden. Der Antriebsmotor hat eine Nenndrehzahl von $n_{\text{an}} = 1200 \text{ 1/min}$. Es ist motorseitig eine Riemenscheibe zu wählen, die einen Wirkdurchmesser von $d_{\text{wk}} = 224 \text{ mm}$ besitzt.

Welches Riemenprofil und welcher normgerechte Wirkdurchmesser der Riemenscheibe des Rotors ist zu wählen, damit ein Übersetzungsverhältnis von etwa $i = 3$ realisiert werden kann?

Aus Tabellen / Diagrammen entnommene Werte sind **eindeutig** zu markieren.

Lösung:

$c_2 = 1,4 - 1,5$ (schwerer Antrieb, sehr schwerer Abtrieb, 9 h tägl.)
(gerechnet mit 1,5)

$$P \cdot c_2 \approx 390 \text{ kW}$$

$$n_K = 1.200 \text{ min}^{-1}$$

SPC

$$d_{\text{wg}} = \frac{i}{1,015} \cdot d_{\text{wk}} \approx 662 \text{ mm}$$

$$d_{\text{wg}} = 630 \text{ mm gew\ddot{a}hlt}$$

E-RK 3

Berechnen Sie unter der Annahme einer Wirklänge des Riemens von $l_w = 3150 \text{ mm}$ und eines Wirkdurchmessers der großen Riemenscheibe $d_{\text{wg}} = 560 \text{ mm}$ den Achsabstand.

Lösung:

$$p = 0,25 \cdot l_w - 0,393 \cdot (d_{\text{wg}} + d_{\text{wk}}) = 479 \text{ mm}$$

$$q = 0,125 \cdot (d_{\text{wg}} - d_{\text{wk}})^2 = 14.112 \text{ mm}$$

$$e = p + \sqrt{p^2 - q} = 943 \text{ mm}$$



Name: *Musterlösung*

Matr.-Nr.:-----

E-RK 4

Geben Sie die benötigte Anzahl der Riemen an. Der Umschlingungswinkel kann mit $\beta_k = 150^\circ$ und die Übersetzung mit $i = 3$ abgeschätzt werden.

Ist die gewählte Lösung des Schmalriementriebs für diesen Anwendungszweck sinnvoll? Begründen Sie.

Aus Tabellen / Diagrammen entnommene Werte sind **eindeutig** zu markieren.

Lösung:

$$P_N = 14,77 \text{ kW}$$

$$c_1 = 0,92$$

$$c_2 = 0,9$$

$$z \geq \frac{P \cdot c_2}{P_N \cdot c_1 \cdot c_3} \approx 31,89 \Rightarrow 32$$

Zu viele Riemen notwendig. Da Riemenlänge nicht konstant, keine gleichmäßige Aufteilung der Last.

Name: *Musterlösung*

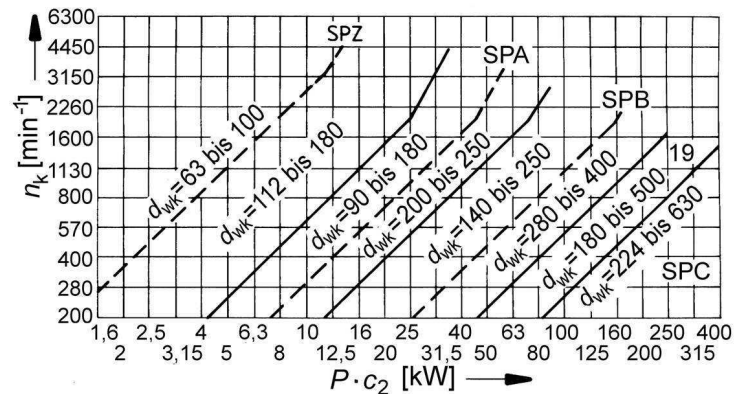
Matr.-Nr.: -----

Auszug aus den Vorlesungsumdrucken

Betriebsfaktor c_2

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

Riemenprofil und Bereich des kleinen Scheibendurchmessers



Wirklänge des Riemens l_w und Längenfaktor c_3

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

Winkelfaktor c_1

$\frac{d_{wg} - d_{wk}}{e}$	Umschlingungswinkel β_k	Winkelfaktor c_1
0	180°	1
1,15	170°	0,98
0,35	160°	0,95
0,5	150°	0,92
0,7	140°	0,89
0,85	130°	0,86
1	120°	0,82
1,15	110°	0,78
1,3	100°	0,73
1,45	90°	0,68

Anzahl z der Riemen: $z \geq \frac{P \cdot c_2}{F_N \cdot c_1 \cdot c_3}$

Wirkdurchmesser der großen Scheibe:

$$d_{wg} \approx \frac{i}{1,015} \cdot d_{wk} \text{ (kleine Scheibe treibend)}$$

$$d_{wg} \approx \frac{1,015}{i} \cdot d_{wk} \text{ (große Scheibe treibend)}$$

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

$$p = 0,25 \cdot l_w - 0,393 \cdot (d_{wg} + d_{wk})$$

$$q = 0,125 \cdot (d_{wg} - d_{wk})^2$$



Name: *Musterlösung*

Matr.-Nr.: -----

d_{wk} in mm	i oder i^{-1}	Drehzahl der kleinen Scheibe n_k in min^{-1}																							
		200	400	700	800	950	1200	1450	1600	2000	2400	2800	3200	3600	4000	4500	5000	5500	6000						
		Nennleistung P_N in kW																							
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	1,81	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	2,04	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	2,27	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	2,50	2,63	2,72	2,77						
	≥ 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	2,74	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	2,59	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	2,82	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	3,05	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	3,28	3,45	3,58	3,67						
	≥ 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	3,51	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	3,42	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	3,65	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	3,89	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	4,12	4,33	4,48	4,58						
	≥ 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	4,35	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	4,30	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	4,53	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	4,76	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	4,99	5,23	5,39	5,48						
	≥ 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	5,22	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	5,10	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	5,34	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	5,57	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	5,80	6,05	6,20	6,25						
	≥ 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	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	5,99	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	6,22	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	6,45	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	6,68	6,91	7,01	6,97						
	≥ 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	6,91	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	6,83	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	7,06	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	7,29	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	7,52	7,69	7,69	7,50						
	≥ 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	7,75	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	7,64	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	7,87	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	8,10	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	8,33	8,37	8,18	7,74						
	≥ 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	8,56	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	8,11	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	8,64	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	8,88	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	9,11	8,88	8,31	7,36						
	≥ 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	9,34	9,14	8,80	7,68						
180	1	0,92	1,71	2,81	3,15	3,65	4,45	5,19	5,61	6,63	7,50	8,20	8,71	9,01	9,08	8,81	8,11	6,93	5,22						
	1,05	0,93	1,74	2,84	3,19	3,70	4,51	5,26	5,69	6,74	7,63	8,35	8,88	9,20	9,29	9,04	8,36	7,21	5,53						
	1,2	0,94	1,76	2,88	3,23	3,75	4,57	5,34	5,77	6,84	7,75	8,49	9,04	9,38	9,49	9,28	8,62	7,49	5,84						
	1,5	0,95	1,78	2,92	3,28	3,80	4,63	5,41	5,86	6,94	7,87	8,63	9,21	9,57	9,70	9,51	8,88	7,77	6,15						
	≥ 3	0,96	1,80	2,95	3,32	3,85	4,69	5,49	5,94	7,04	8,00	8,78	9,37	9,75	9,90	9,74	9,14	8,06	6,45						
v in m/s \approx		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)



Name: *Musterlösung*

Matr.-Nr.: -----

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

Nennleistung P_N für Profil SPA (Stufenlinien sind Linien etwa gleicher Riemengeschwindigkeit v)

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

d _{wk} in mm	i oder i ⁻¹	Drehzahl der kleinen Scheibe n _k in min ⁻¹																	
		200	400	700	800	950	1200	1450	1600	1800	2000	2200	2400	2800	3200	3600	4000	4500	
		Nennleistung P _N in kW																	
140	1	1,08	1,92	3,02	3,35	3,83	4,55	5,19	5,54	5,95	6,31	6,62	6,86	7,15	7,17	6,89	6,28	5,00	
	1,05	1,12	2,02	3,19	3,55	4,06	4,84	5,55	5,93	6,39	6,80	7,15	7,44	7,84	7,95	7,77	7,25	6,10	
	1,2	1,17	2,12	3,36	3,74	4,29	5,14	5,90	6,32	6,83	7,29	7,69	8,03	8,52	8,73	8,65	8,23	7,20	
	1,5	1,22	2,21	3,53	3,94	4,52	5,43	6,25	6,71	7,27	7,78	8,23	8,61	9,20	9,15	9,52	9,20	8,30	
	≥ 3	1,27	2,31	3,70	4,13	4,76	5,72	6,61	7,10	7,71	8,26	8,76	9,20	9,89	10,29	10,40	10,18	9,39	
160	1	1,37	2,47	3,92	4,37	5,01	5,98	6,86	7,33	7,89	8,38	8,80	9,13	9,52	9,53	9,10	8,21	6,36	
	1,05	1,41	2,57	4,10	4,57	5,24	6,28	7,21	7,72	8,33	8,87	9,33	9,71	10,20	10,31	9,98	9,18	7,46	
	1,2	1,46	2,66	4,27	4,76	5,47	6,57	7,56	8,11	8,77	9,36	9,87	10,30	10,89	11,09	10,86	10,16	8,55	
	1,5	1,51	2,76	4,44	4,96	5,70	6,86	7,92	8,50	9,21	9,85	10,41	10,88	11,57	11,87	11,74	11,13	9,65	
	≥ 3	1,56	2,86	4,61	5,15	5,93	7,15	7,27	8,89	9,65	10,33	10,94	11,47	12,25	12,65	12,61	12,11	10,75	
180	1	1,65	3,01	4,82	5,37	6,16	7,38	8,46	9,05	9,74	10,34	10,83	11,21	11,62	11,49	10,77	9,40	6,68	
	1,05	1,70	3,11	4,99	5,57	6,40	7,67	8,82	9,44	10,18	10,83	11,37	11,80	12,30	12,27	11,65	10,37	7,77	
	1,2	1,75	3,20	5,16	5,76	6,63	7,97	9,17	9,83	10,62	11,32	11,91	12,39	12,98	13,05	12,52	11,35	8,87	
	1,5	1,80	3,30	5,33	5,96	6,86	8,26	9,53	10,22	11,06	11,80	12,44	12,97	13,66	13,83	13,40	12,32	9,97	
	≥ 3	1,85	3,40	5,50	6,15	7,09	8,55	9,88	10,61	11,50	12,29	12,98	13,56	14,35	14,61	14,28	13,30	11,07	
200	1	1,94	3,54	5,69	6,35	7,30	8,74	10,02	10,70	11,50	12,18	12,72	13,11	13,41	13,01	11,83	9,77	5,85	
	1,05	1,99	3,64	5,86	6,55	7,53	9,04	10,37	11,09	11,94	12,67	13,25	13,69	14,10	13,79	12,71	10,75	6,95	
	1,2	2,03	3,74	6,03	6,75	7,76	9,33	10,73	11,48	12,38	13,155	13,79	14,28	14,78	14,57	13,59	11,72	8,04	
	1,5	2,08	3,84	6,21	6,94	7,99	9,62	11,08	11,87	12,82	13,64	14,33	14,86	15,46	15,36	14,46	12,70	9,14	
	≥ 3	2,13	3,93	6,38	7,14	8,23	9,91	11,43	12,26	13,26	14,13	14,86	15,45	16,14	16,14	15,34	13,68	10,24	
224	1	2,28	4,18	6,73	7,52	8,63	10,33	11,81	12,59	13,49	14,21	14,76	15,10	15,14	14,22	12,23	9,04	3,18	
	1,05	2,32	4,28	6,90	7,71	8,86	10,62	12,17	12,98	13,93	14,70	15,29	15,69	15,83	15,00	13,11	10,01	4,28	
	1,2	2,37	4,37	7,07	7,91	9,10	10,92	12,52	13,37	14,37	15,19	15,83	16,27	16,51	15,78	13,98	10,99	5,38	
	1,5	2,42	4,47	7,24	8,10	9,33	11,21	12,87	13,76	14,80	15,68	16,37	16,86	17,19	16,57	14,86	11,96	6,47	
	≥ 3	2,47	4,57	7,41	8,30	9,56	11,50	13,23	14,15	15,24	16,16	16,90	17,44	17,87	17,35	15,74	12,94	7,57	
250	1	2,64	4,86	7,84	8,75	10,04	11,99	13,66	14,51	15,47	16,19	16,68	16,89	16,44	14,69	11,48	6,63		
	1,05	2,69	4,96	8,01	8,94	10,27	12,28	14,01	14,90	15,91	16,68	17,21	17,47	17,13	15,47	12,36	7,61		
	1,2	2,74	5,05	8,18	9,14	10,50	12,57	14,37	15,29	16,35	17,17	17,75	18,06	17,81	16,25	13,23	8,58		
	1,5	2,79	5,15	8,35	9,33	10,74	12,87	14,72	15,68	16,78	17,66	18,28	18,65	18,49	17,03	14,11	9,56		
	≥ 3	2,83	5,25	8,52	9,53	10,97	13,16	15,07	16,07	17,22	18,15	18,82	19,23	19,17	17,81	14,99	10,53		
280	1	3,05	5,63	9,09	10,14	11,62	13,82	15,65	16,56	17,52	18,17	18,48	18,43	17,13	14,04	8,92	1,55		
	1,05	3,10	5,73	9,26	10,33	11,85	14,11	16,01	16,95	17,96	18,65	19,01	19,01	17,81	14,82	9,80	2,53		
	1,2	3,15	5,83	9,43	10,53	12,08	14,41	16,36	17,34	18,39	19,14	19,55	19,60	18,49	15,60	10,68	3,50		
	1,5	3,20	5,93	9,60	10,72	12,32	14,70	16,72	17,73	18,83	19,63	20,09	20,18	19,18	16,38	11,56	4,48		
	≥ 3	3,25	6,02	9,77	10,92	12,55	14,99	17,07	18,12	19,27	20,12	20,62	20,77	19,86	17,16	12,43	5,45		
315	1	3,53	6,53	10,51	11,71	13,40	15,84	17,79	18,70	19,56	20,00	19,97	19,44	16,71	11,47	3,40			
	1,05	3,58	6,62	10,68	11,91	13,63	16,13	18,15	19,09	20,00	20,49	20,51	20,03	17,39	12,25	4,28			
	1,2	3,63	6,72	10,85	12,11	13,86	16,43	18,50	19,48	20,44	20,97	21,05	20,61	18,07	13,03	5,16			
	1,5	3,68	6,82	11,02	12,30	14,09	16,72	18,85	19,87	20,88	21,46	21,58	21,20	18,76	13,81	6,04			
	≥ 3	3,73	6,92	11,19	12,50	14,32	17,01	19,21	20,26	21,32	21,95	22,12	21,78	19,44	14,59	6,91			
355	1	4,08	7,53	12,10	13,46	15,33	17,99	19,96	20,78	21,39	21,42	20,79	19,46	14,45	5,91				
	1,05	4,12	7,63	12,27	13,65	15,57	18,28	20,31	21,17	21,83	21,91	21,33	20,05	15,13	6,69				
	1,2	4,17	7,73	12,44	13,85	15,80	18,57	20,67	21,56	22,27	22,39	21,87	20,63	15,81	7,47				
	1,5	4,22	7,82	12,61	14,04	16,03	18,86	21,02	21,95	22,71	22,88	22,40	21,22	16,50	8,25				
	≥ 3	4,27	7,92	12,78	14,24	16,26	19,16	21,37	22,34	23,15	23,37	22,94	21,80	17,18	9,03				
400	1	4,68	8,64	13,82	15,34	17,39	20,17	22,02	22,62	22,76	22,07	20,46	17,87	9,37					
	1,05	4,73	8,74	13,99	15,53	17,62	20,46	22,37	23,01	23,19	22,55	21,00	18,46	10,05					
	1,2	4,78	8,84	14,16	15,73	17,85	20,75	22,72	23,40	23,63	23,04	21,54	19,04	10,74					
	1,5	4,83	8,94	14,33	15,92	18,09	21,05	23,08	23,79	24,07	23,53	22,07	19,63	11,42					
	≥ 3	4,87	9,03	14,50	16,12	18,32	21,34	23,43	24,18	24,51	24,02	22,61	20,21	12,10					
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 SPB (Stufenlinien sind Linien etwa gleicher Riemengeschwindigkeit v)

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

d_{wk} in mm	i oder i^{-1}	Drehzahl der kleinen Scheibe n_k in min^{-1}																
		200	300	400	500	600	700	800	950	1200	1450	1600	1800	2000	2200	2400	2800	3200
		Nennleistung P_N in kW																
224	1	2,90	4,08	5,19	6,23	7,21	8,13	8,99	10,19	11,89	13,22	13,81	14,35	14,58	14,47	14,01	11,89	8,01
	1,05	3,02	4,26	5,43	6,53	7,57	8,55	9,47	10,76	12,61	14,09	14,77	15,43	15,78	15,79	15,44	13,57	9,93
	1,2	3,14	4,44	5,67	6,83	7,92	8,97	9,95	11,33	13,33	14,95	15,73	16,51	16,98	17,11	16,88	15,25	11,85
	1,5	3,26	4,62	5,91	7,13	8,28	9,39	10,43	11,90	14,05	15,82	16,69	17,59	18,17	18,43	18,32	16,92	13,77
	≥ 3	3,38	4,80	6,15	7,43	8,64	9,81	10,91	12,47	14,77	16,69	17,65	18,66	19,37	19,75	19,76	18,60	15,68
250	1	3,50	4,95	6,31	7,60	8,81	9,95	11,02	12,51	14,61	16,21	16,92	17,52	17,70	17,44	16,69	13,60	8,12
	1,05	3,62	5,13	6,55	7,89	9,17	10,37	11,50	13,07	15,33	17,08	17,88	18,59	18,90	18,76	18,13	15,28	10,04
	1,2	3,74	5,31	6,79	8,19	9,53	10,79	11,98	13,64	16,05	17,95	18,83	19,67	20,10	20,08	19,57	16,96	11,96
	1,5	3,86	5,49	7,03	8,49	9,89	11,21	12,46	14,21	16,77	18,82	19,79	20,75	21,30	21,40	21,01	18,64	13,88
	≥ 3	3,98	5,67	7,27	8,79	10,25	11,63	12,94	14,78	17,49	19,69	20,75	21,83	22,50	22,72	22,45	20,32	15,80
280	1	4,18	5,94	7,59	9,15	10,62	12,01	13,31	15,10	17,60	19,44	20,20	20,75	20,75	20,13	18,86	14,11	6,10
	1,05	4,30	6,12	7,83	9,45	10,98	12,43	13,79	15,67	18,32	20,31	21,16	21,83	21,95	21,45	20,30	15,79	8,02
	1,2	4,42	6,30	8,07	9,75	11,34	12,85	14,27	16,24	19,04	21,18	22,12	22,91	23,15	22,77	21,73	17,47	9,93
	1,5	4,54	6,48	8,31	10,05	11,70	13,27	14,75	16,81	19,76	22,05	23,07	23,99	24,34	24,09	23,17	19,15	11,85
	≥ 3	4,66	6,66	8,55	10,35	12,06	13,69	15,23	17,38	20,48	22,92	24,03	25,07	25,54	25,41	24,61	20,83	13,77
315	1	4,97	7,08	9,07	10,94	12,70	14,36	15,90	18,01	20,88	22,87	23,58	23,91	23,47	22,18	19,98	12,53	
	1,05	5,09	7,26	9,31	11,24	13,06	14,78	16,38	18,58	21,60	23,74	24,54	24,99	24,67	23,50	21,42	14,20	
	1,2	5,21	7,44	9,55	11,54	13,42	15,20	16,86	19,15	22,32	24,60	25,50	26,07	25,87	24,82	22,86	15,88	
	1,5	5,33	7,62	9,79	11,84	13,78	15,62	17,34	19,72	23,04	25,47	26,46	27,15	27,07	26,14	24,30	17,56	
	≥ 3	5,45	7,80	10,03	12,14	14,14	16,04	17,82	20,29	23,76	26,34	27,42	28,23	28,26	27,46	25,74	19,24	
355	1	5,87	8,37	10,72	12,94	15,02	16,96	18,76	21,17	24,34	26,29	26,80	26,62	25,37	22,94	19,22		
	1,05	5,99	8,55	10,96	13,24	15,38	17,38	19,24	21,74	25,06	27,16	27,76	27,70	26,57	24,26	20,66		
	1,2	6,11	8,73	11,20	13,54	15,74	17,80	19,72	22,31	25,78	28,03	28,72	28,78	27,77	25,58	22,10		
	1,5	6,23	8,91	11,44	13,84	16,10	18,22	20,20	22,88	26,50	28,90	29,68	29,86	28,97	26,90	23,54		
	≥ 3	6,35	9,09	11,68	14,14	16,46	18,64	20,68	23,45	27,22	29,77	30,64	30,94	30,17	28,22	24,98		
400	1	6,86	9,80	12,56	15,15	17,56	19,79	21,84	24,52	27,83	29,46	29,53	28,42	25,81	21,54	15,48		
	1,05	6,98	9,98	12,80	15,45	17,92	20,21	22,32	25,09	28,55	30,33	30,49	29,50	27,01	22,86	16,91		
	1,2	7,10	10,16	13,04	15,75	18,28	20,63	22,80	25,66	29,27	31,20	31,45	30,58	28,21	24,18	18,35		
	1,5	7,22	10,34	13,28	16,04	18,64	21,05	23,28	26,23	29,99	32,07	32,41	31,66	29,41	25,50	19,79		
	≥ 3	7,34	10,52	13,52	16,34	19,00	21,47	23,76	26,80	30,70	32,94	33,37	32,74	30,60	26,82	21,23		
450	1	7,96	11,37	14,56	17,54	20,29	22,81	25,07	27,94	31,15	32,06	31,33	28,69	23,95	16,89			
	1,05	8,08	11,55	14,80	17,83	20,65	23,23	25,55	28,51	31,87	32,93	32,29	29,77	25,15	18,21			
	1,2	8,20	11,73	15,04	18,13	21,01	23,65	26,03	29,08	32,59	33,80	33,25	30,85	26,34	19,53			
	1,5	8,32	11,91	15,28	18,43	21,37	24,07	26,51	29,65	33,31	34,67	34,21	31,92	27,54	20,85			
	≥ 3	8,44	12,09	15,52	18,73	21,73	24,48	26,99	30,22	34,03	35,54	35,16	33,00	28,74	22,17			
500	1	9,04	12,91	16,52	19,86	22,92	25,67	28,09	31,04	33,85	33,58	31,70	26,94	19,35				
	1,05	9,16	13,09	16,76	20,16	23,28	26,09	28,57	31,61	34,57	34,45	32,66	28,02	20,54				
	1,2	9,28	13,27	17,00	20,46	23,64	26,51	29,05	32,18	35,29	35,31	33,62	29,10	21,74				
	1,5	9,40	13,45	17,24	20,76	24,00	26,93	29,53	32,75	36,01	36,18	34,57	30,18	22,94				
	≥ 3	9,52	13,63	17,48	21,06	24,36	27,35	30,01	33,32	36,73	37,05	35,53	31,26	24,14				
560	1	10,32	14,74	18,82	22,56	25,93	28,90	31,43	34,29	36,18	33,83	30,05	21,90					
	1,05	10,44	14,92	19,06	22,86	26,29	29,32	31,91	34,86	36,90	34,70	31,01	22,98					
	1,2	10,56	15,09	19,30	23,16	26,65	29,74	32,39	35,43	37,62	35,57	31,97	24,06					
	1,5	10,68	15,27	19,54	23,46	27,01	30,16	32,87	36,00	38,34	36,44	32,93	25,14					
	≥ 3	10,80	15,45	19,78	23,76	27,37	30,58	33,35	36,57	39,06	37,31	33,89	26,22					
630	1	11,80	16,82	21,42	25,58	29,25	32,37	34,88	37,37	37,52	31,74	24,96						
	1,05	11,92	17,00	21,66	25,88	29,61	32,79	35,36	37,94	38,24	32,61	25,92						
	1,2	12,04	17,18	21,90	26,18	29,96	33,21	35,84	38,51	38,96	33,48	26,88						
	1,5	12,16	17,36	22,14	26,48	30,32	33,63	36,32	39,07	39,68	34,35	27,84						
	≥ 3	12,28	17,54	22,38	26,78	30,68	34,04	36,80	39,64	40,40	35,22	28,79						
v in m/s \approx		10	15	20	25	30	35	40										
Scheibenwerkstoff		normal						hochfest										
Scheibenauswuchtung		statisch ausgewuchtet						dynamisch ausgewuchtet										

Nennleistung P_N für Profil SPC (Stufenlinien sind Linien etwa gleicher Riemengeschwindigkeit v)

Name: *Musterlösung*

Matr.-Nr.:

Aufgabe E KB (Kupplungen)

Teilaufgabe	E-KB 1	E-KB 2	E-KB 3	E-KB 4	E-KB 5	E-KB 6	Σ
Max. Pktzahl	1	1	1	2	2	1	8
Erreichte Pktzahl							

Die Antriebsanlage eines Fährschiffs besteht aus einer Gasturbine (1) mit einer Nennleistung von 50.000 kW bei einer Nenndrehzahl von 2.800 U/min. Diese Gasturbine ist über eine Lamellenkupplung (2) und eine weitere Kupplung (3) mit einem Getriebe (4) verbunden, welches das Drehmoment der Gasturbine an die Schiffswelle (5) weiterleitet. (**Abb. 1 und 2**).

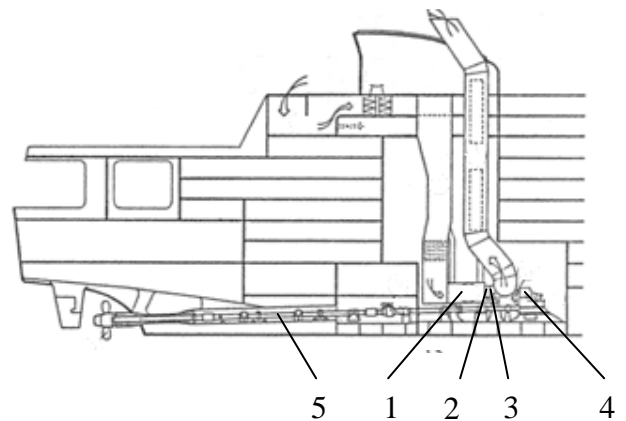


Abb. 1: Antriebsanlage der Fähre

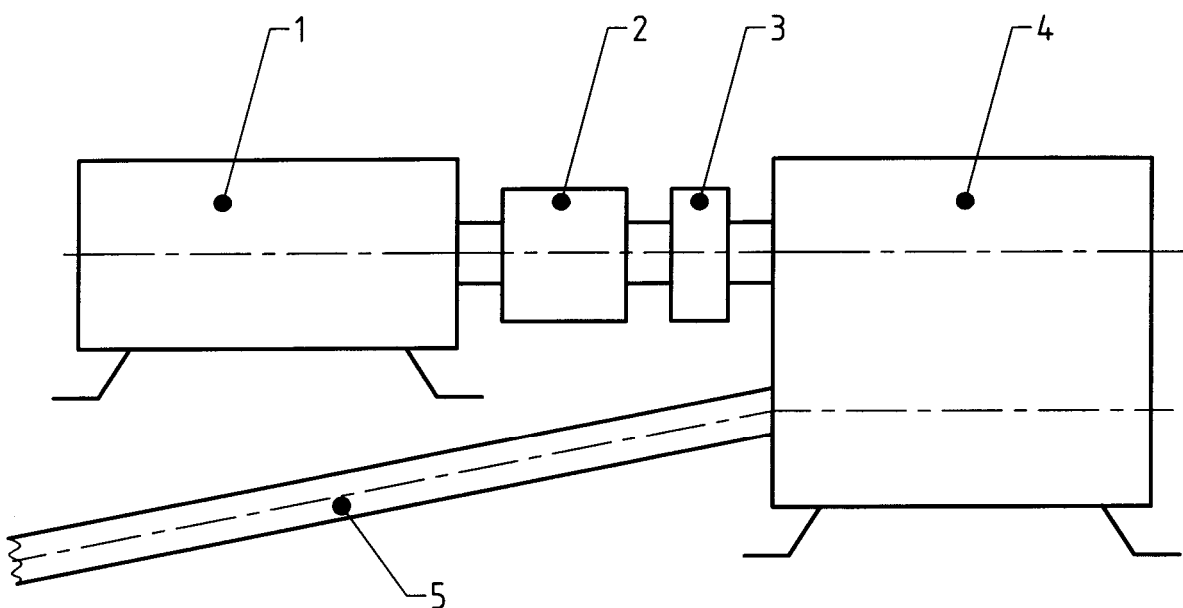


Abb. 2: Antriebsanlage der Fähre (schematisch)

Name: *Musterlösung*

Matr.-Nr.:

E-KB 1 Die Lamellenkupplung (2) soll aus insgesamt 10 Lamellen bestehen, wobei die mit der Antriebsseite der Kupplung verbundenen Lamellen aus Stahl, die mit der Abtriebsseite der Kupplung verbundenen Lamellen aus Sintermetall hergestellt sind. Zeichnen Sie die noch fehlenden Lamellen in **Abb. 3** ein.

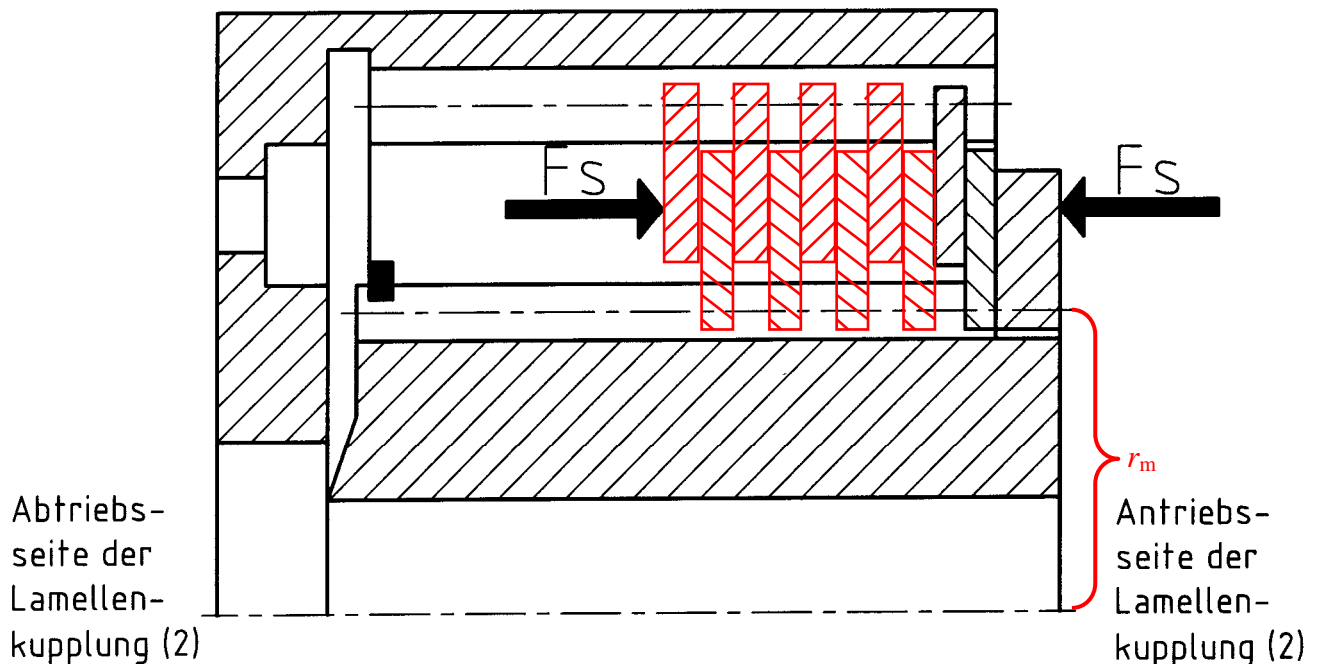


Abb 3: Schematische Darstellung der Lamellenkupplung (2)

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

Lösung:

$$z = 9$$

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

Lösung:

$$\mu = 0,05$$

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

Abb. 4: Reibwerte für unterschiedliche Reibpaarungen

Name: *Musterlösung*

Matr.-Nr.: -----

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

Lösung:

$$P = M \cdot \omega$$

$$\Leftrightarrow \frac{P}{\omega} = M \Rightarrow \frac{50.000 \cdot 10^3 \text{ W}}{2 \cdot \pi \cdot \frac{2.800 \text{ 1}}{60 \text{ s}}} = M$$

$$M = 170.523,15 \text{ Nm}$$

E-KB 5 Bei einer ähnlichen Anordnung kommt eine Lamellenkupplung mit 11 wirksamen Reibflächenpaarungen und einem Reibwert von 0,08 zum Einsatz. Die Kupplung soll ein Drehmoment von 200.000 Nm übertragen. Wie groß muss der mittlere Reibradius r_m mindestens sein, wenn zum Aufbringen der Schaltkraft F_S (**Abb. 3**) ein Hydraulikzylinder zum Einsatz kommen soll, der eine maximale Druckkraft von 150 kN besitzt?

Lösung:

$$F_S = 150 \text{ kN}$$

$$M_R = F_S \cdot r_m \cdot \mu \cdot z \Leftrightarrow \frac{M_R}{F_S \cdot \mu \cdot z} = r_m$$

$$\Rightarrow \frac{200.000 \text{ Nm}}{150 \cdot 10^3 \text{ N} \cdot 0,08 \cdot 11} = r_m = 1,52$$

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

Lösung:

Mögliche Kupplungen: Bogenzahnkupplung (2 Bogenzahnräder in einer Höhe), Kreuzgelenkkupplung (2 Gelenke + Schiebelücke), Kreuzscheibenkupplung, 2 Membran-/Federlaschenkupplung, Wellenschlauchkupplung

Elastische Ausgleichkupplung: Gummibolzen-, Gummiklauen-, Stahlband-, Schraubenfederkupplung

Hochelastische Ausgleichkupplung: Polygonring-, Gummimantel-, Gummischeiben-, Luftfeder-, Stahlfederkupplung

Kupplung dient zum Ausgleich von Verlagerungen (axial, radial, winklig)

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

Aufgabe E-FÜ (Führungen)

Teilaufg.	E-FÜ.1	E-FÜ.2	E-FÜ.3	Summe
Max. Pktzahl	1	1	2	4
Erreichte Punktzahl				

Bei Gleitführungen tritt der sogenannte Stick-Slip-Effekt auf.

E-FÜ.1 Nennen Sie zwei Voraussetzungen, die Stick-Slip verursachen.

Lösung:

- Unterschied zwischen Haftreibungwert μ_H und Gleitreibungwert μ_G bei fallender Stribeck-Kurve
- Große Masse des bewegten Elements
- Federwirkung zwischen Krafteinleitung und bewegter Masse

E-FÜ.2 Nennen Sie die Auswirkungen und Problematiken von Stick-Slip

Lösung:

- Ungenaue Positionierung des geführten Bauteils
- Schwingungen

E-FÜ.3 Wie kann Stick-Slip verhindert werden?

Lösung:

- Kleine Masse
- Hohe Steifigkeit
- Hohe Antriebssteifigkeit
- Kleiner Haftreibungwert μ_H
- Kleiner Unterschied μ_H, μ_G durch Werkstoff und Schmiermittelwahl