



FACHPRÜFUNG

MASCHINENELEMENTE I

10.03.2008 - 14:30 bis 16:00 Uhr (1,5 Stunden)

Bearbeiter:	Musterlösung
Matr.-Nr. :	

Umfang: $\Sigma = 60$ Punkte

Maschinenelemente I (60 Punkte)

Die Klausur ist bestanden, wenn mindestens 24 Punkte erreicht wurden.

Hinweise zur Bearbeitung:

Alle Blätter sind mit dem Namen und der Matrikel-Nr. zu beschriften. Bei fehlender Beschriftung werden die Aufgaben ggf. nicht bewertet. Alle Aufgaben müssen in den Blättern zu bearbeiten. Zusätzlich sind die Aufgabenblätter in 4 Blätter zu schneiden.

Die Musterlösung ist in bestimmten Teilbereichen sehr ausführlich

Das Ergebnis der Berechnungen in das vorgesehene Lösungskästchen, zusätzlich muss der Lösungsweg nachvollziehbar sein; das Ergebnis alleine ist nicht ausreichend.

Zugelassen sind Taschenrechner, Schreib- und Zeichenwerkzeug

dies dient dem Zwecke das Selbststudium zu erleichtern.

Bewertung: (Nicht vom Bearbeiter auszufüllen)

E GG	E VE	E AW	E WN	Σ
Pmax 30	Pmax 6	Pmax 8	Pmax 16	Pmax 60

Name: **Musterlösung**

Matr.-Nr.:

Aufgabe E GG 1 (Konstruktionsaufgabe)

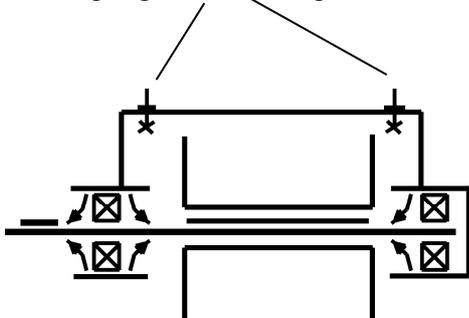
Teilaufgabe	E-GG 1	E-GG 2	Σ
Max. Pktzahl	15	15	30
Erreichte Pktzahl			

Es ist eine Seilwinde für einen Geländewagen gemäß der untenstehenden Skizze zu konstruieren; Vorlage s. nächste Seite. Beachten Sie dabei folgendes:

- Der Antrieb erfolgt links über das Wellenende mit Passfeder.
- Die Seiltrommel (einteilig, Gussteil) wird mittels Passfederverbindung auf der Welle befestigt.
- Das Gestell nimmt die beiden Lager auf und wird mittels zweier Schrauben (in der Skizze oben) an dem Fahrzeug befestigt. Das Gestell soll als Gusskonstruktion ausgeführt werden.
- Es treten nur kleine Axialkräfte auf.
- Lagerung als **Fest-Los-Lagerung**; die Lager sind fettgeschmiert; es ist gegen von außen eintretendes Wasser abzudichten; hierzu ist rechts ein abgedichteter Deckel vorzusehen, an den drei anderen Stellen Radialwellendichtringe (s. Skizze).
- Beachten Sie die Montierbarkeit (Teilung des Gestells o. ä.)
- Stellen sie bitte mindestens eine Schraubenverbindung vollständig dar.

Geben Sie an, welche Lager Sie gewählt haben: _____

Befestigung am Fahrzeug

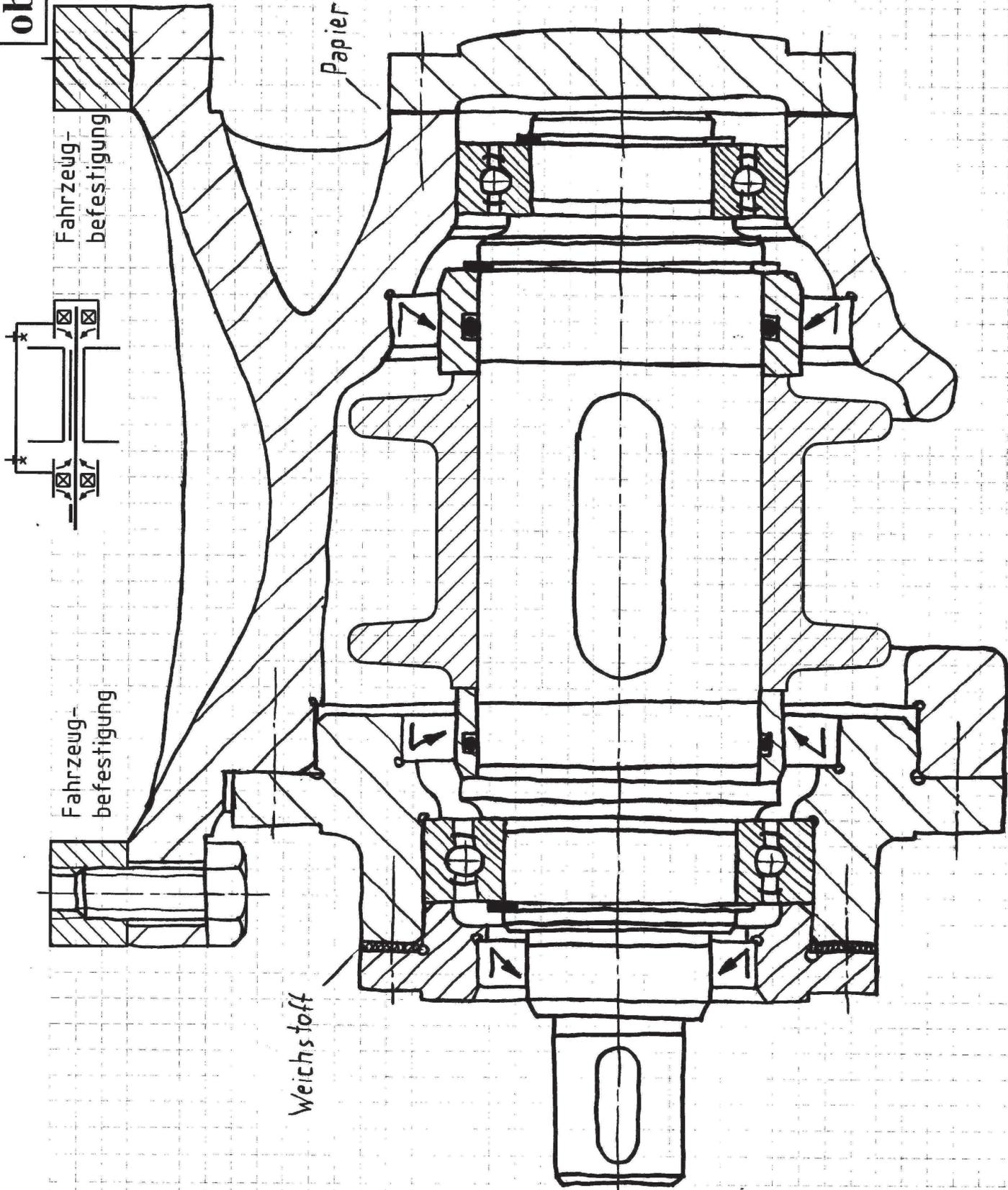


WL	5		Nicht auszufüllen, nur für Bewertung GG 2
Dar.	-0,5		
Ben.	-0,5		
Fkt.	-2		
T-S-L	-1		
x	-0,5		
509	-0,5		
<-->	-1		
W	4,5		
D	-1		
x	-0,5		
ax	-0,5		
509	-0,5		
Δ	1,5		
Z	-0,5		
axF	-0,5		
G	4		
x	-0,5		
mont.	-1		
WL $\uparrow\downarrow$	-1		
$\uparrow\downarrow \Delta$	-1		
D G	1,5		
Ξ	-1		
Gest.	-0,5		
Allg.			

Name:

Matr.-Nr.:

oben



Ergänzende Anmerkungen:

- Innendurchmesser RWDR rechts groß genug damit das Los-Lager durch passt (montierbarkeit).
- den rechten RWDR als erstes im Gehäuse einsetzen, dann Baugruppe um Welle hineinschieben.
- Es müssen unterschiedliche Passungen für die O-Ringe und die Seilrolle vorgesehen werden.

Name: **Musterlösung**

Matr.-Nr.:

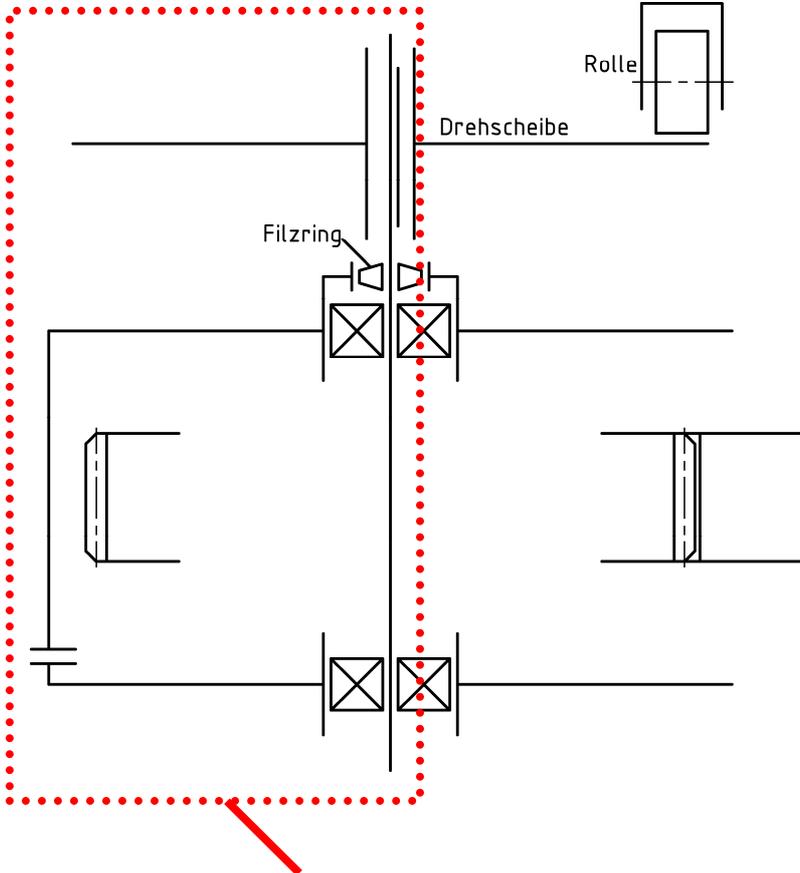
Aufgabe E GG 2 (Konstruktionsaufgabe)

Für einen Rollenprüfstand ist eine Drehscheibe zu konstruieren. Auf dieser Drehscheibe werden die Rollen mit einer hohen Axialkraft belastet. Der Antrieb erfolgt über ein aufgesetztes Zahnrad. Die Lagerung der Welle ist als Trag-Stütz-Anordnung auszuführen.

Vorlage s. nächste Seite. Beachten Sie dabei folgendes:

- Die Drehscheibe (einteilig, Schweißteil) wird mittels Passfederverbindung auf der Welle befestigt.
- Das Zahnrad ist drehmomentschlüssig mit der Welle befestigt.
- Es treten große Axialkräfte auf.
- Lagerung als **Trag-Stütz-Lagerung**; die Lager sind fettgeschmiert; es ist gegen Staub von außen mit einem Filzring abzudichten; (s. Skizze).
- Gehäuse als Schweißkonstruktion
- Darstellung im Halbschnitt ausreichend (s. rechteckige Kennzeichnung in Skizze)
- Befestigungselemente (Füße o. ä.) sind nicht erforderlich.

Geben Sie an, welche Lager Sie gewählt haben: _____



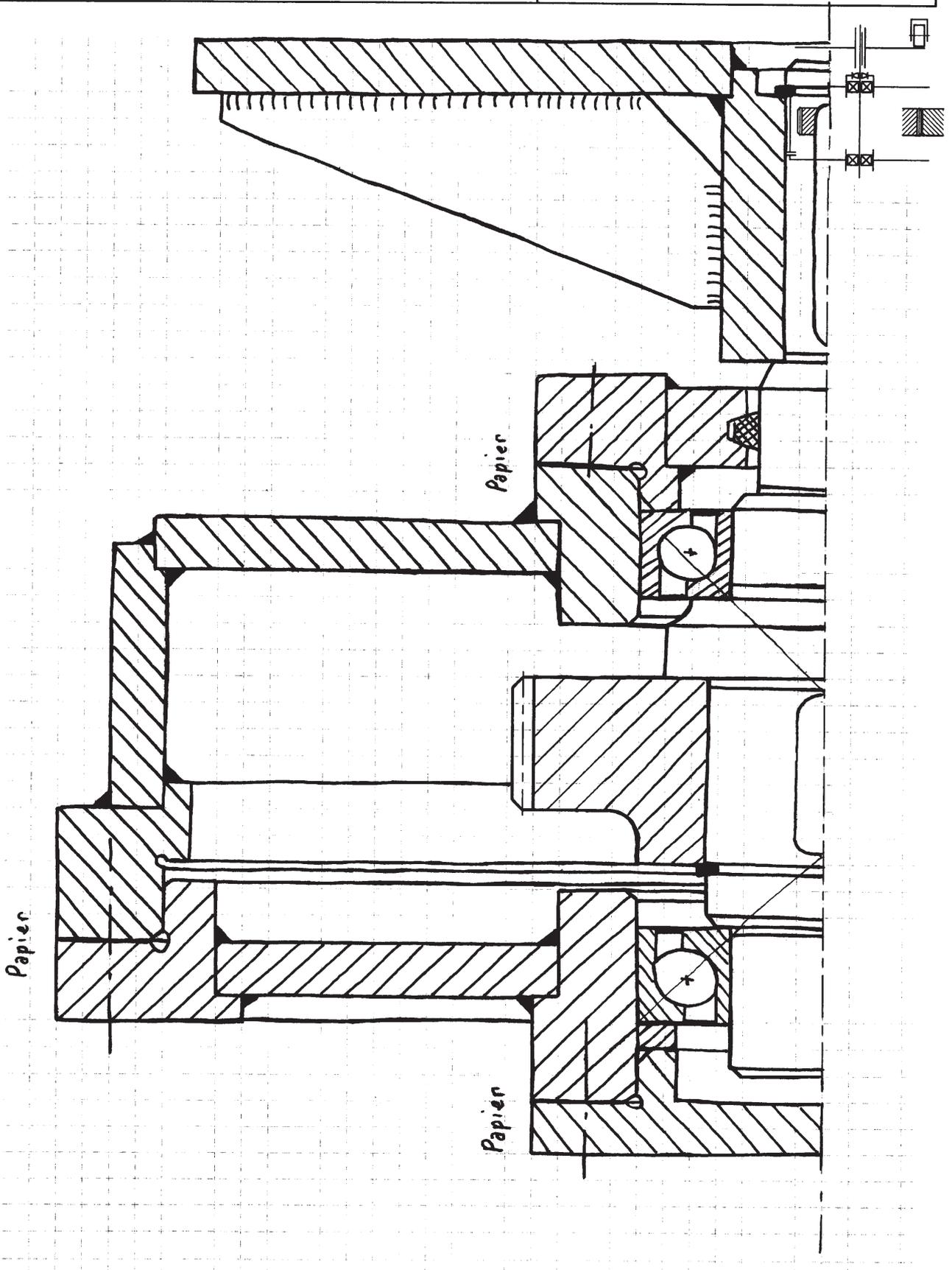
Zu konstruierender Bereich (im Halbschnitt)

WL	5	
Dar.	-0,5	
Ben.	-0,5	
Fkt.	-2	
F-L-L	-1	
x	-0,5	
509	-0,5	
W	5	
⊃	-1	
x	-0,5	
ax	-0,5	
509	-0,5	
Rw	je -0,5	
/	-1	
<-->	-0,5	
509	-0,5	
G	4	
x	-0,5	
Fü	-1	
mont.	-1	
WL ↑↓	-1	
↑↓ ↙	-1	
SR	1	
⊗		
Π		
Allg.		

Nicht auszufüllen, nur für Bewertung GG 1

Name:

Matr.-Nr.:



Ergänzende Anmerkungen:

- Deckel komplett spangebend bearbeitet (anderenfalls wäre eine definierte Schraubenkopfaufgabe notwendig).
- Schweißhilfen besser kleiner gestalten.

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

Aufgabe E VE (Versagenskriterien)

Teilaufgabe	E-VE 1	E-VE 2a	E-VE 2b	Σ
Max. Pktzahl	2	1	3	6
Erreichte Pktzahl				

E-VE 1 Es werden zwei Brucharten unterschieden. Benennen Sie diese und beschreiben Sie die Bruchprozesse sowie das entstehende Bruchbild. Welche(r) Werkstoffkennwert(e) sind maßgebend für das Bruchverhalten?

Aufgabenteil VE 1: insgesamt 2 Punkte

Lösung:

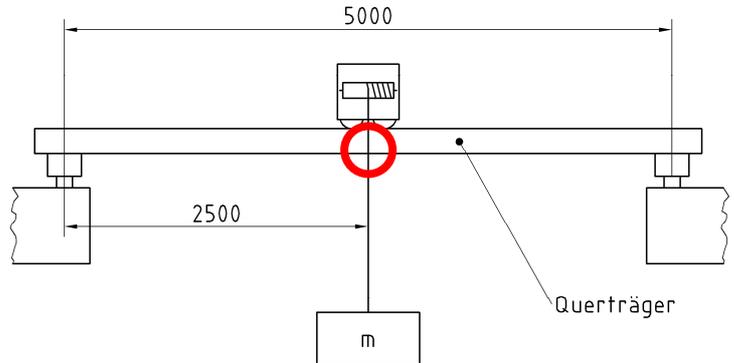
Brucharten:	Gewaltbruch	Dauerbruch
Prozess:	schlagartiger Bruch infolge von zu hoher Belastung/Spannung, die die Tragfähigkeit (zul. Spannung) der belasteten Querschnittsfläche überschreiten	Rissbildung in der Oberfläche infolge dynamischer Belastungen, Rissausbreitung mit Rastphasen in denen die Rissbildung aussetzt, schließlich Gewaltbruch
Bruchbild:	Stark zerklüftete Oberfläche, Bruchfläche weist homogene Erscheinungen auf.	Anrisse in Oberfläche, Dauerbruchfläche (Rastlinien, matte Oberfläche) Gewaltbruchfläche, inhomogene Erscheinung.
Werkstoffkennwert:	Beginn der Einschnürung: Zugfestigkeit R_m [N/mm ²], Bruch bei Bruchfestigkeit R_r [N/mm ²], bei spröden Werkstoffen gilt $R_p = R_m = R_r$	Dauerfestigkeit σ_D, τ_{tD} [N/mm ²]

Name:

Musterlösung

Matr.-Nr.:

E-VE2 Ein Portalkran ist wie in der Abbildung dargestellt geplant. Der verfahrbaren Querträger besteht aus einem IPB-Profil auf dem sich eine verfahrbare Katze befindet, die die Seiltrommel beinhaltet. Das IPB-Profil besteht aus S235JRG2 (St 37-2) mit einer maximal ertragbaren Biegespannung von 260 N/mm^2 . Der Kran soll für Lasten bis $m = 10 \text{ t}$ ausgelegt werden. Sie sollen den Träger auslegen.

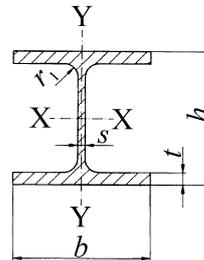


- Wo wirkt die die größte Belastung? Markieren Sie die entsprechende Stelle deutlich in der Skizze und berechnen Sie die Größe des Biegemomentes an dieser Stelle.
- Wie groß muss das Biegeverstandsmoment des Trägers bei zweifacher Sicherheit mindestens sein? Wählen Sie einen geeigneten IPB-Träger aus der Tabelle aus.

(Beiblatt VE)

Warmgewalzte - I-Träger, IPB-Reihe – DIN 1025 - 2

Kurzzeichen IPB	Maße für [mm]					Querschnitt [cm ²]	W _b [cm ³]
	h	b	s	t	r ₁		
100	100	100	6	10	12	26,0	89,9
120	120	120	6,5	11	12	34,0	144
140	140	140	7	12	12	43,0	216
160	160	160	8	13	15	54,3	311
180	180	180	8,5	14	15	65,3	426
200	200	200	9	15	18	78,1	570
220	220	220	9,5	16	18	91,0	736
240	240	240	10	17	21	106	938
260	260	260	10	17,5	24	118	1150
280	280	280	10,5	18	24	131	1380
300	300	300	11	19	27	149	1680
320	320	300	11,5	20,5	27	161	1930
340	340	300	12	21,5	27	171	2160
360	360	300	12,5	22,5	27	181	2400
400	400	300	13,5	24	27	198	2880
450	450	300	14	26	27	218	3550
500	500	300	14,5	28	27	239	4290
550	550	300	15	29	27	254	4970
600	600	300	15,5	30	27	270	5700
650	650	300	16	31	27	286	6480
700	700	300	17	32	27	306	7340
800	800	300	17,5	33	30	334	8980
900	900	300	18,5	35	30	371	10980
1000	1000	300	19	36	30	400	12890



Name:

Musterlösung

Matr.-Nr.:

Aufgabenteil VE 2a: insgesamt 1 Punkte

Lösung:

gegebene Daten:

$$l_{\text{ges}} = 5000 \text{ mm}$$

$$m = 10 \text{ t}$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2 \quad \text{bzw.} \quad g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

Formeln:

$$M_b = F \cdot l$$

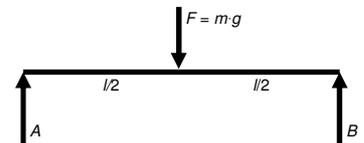
$$F = m \cdot g$$

Ermittlung des maximalen Biegemomentes M_b :

Auflagerreaktionen A und B:

$$A = \frac{F}{2}$$

$$B = \frac{F}{2}$$



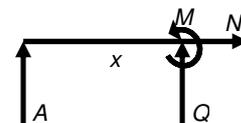
Schnittgröße Biegemoment M_b :

$$0 = M_b - A \cdot x$$

$$M_{b \text{ max}} = \frac{m \cdot g}{2} \cdot \frac{l_{\text{ges}}}{2}$$

$$M_{b \text{ max}} = \frac{10000 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{2} \cdot \frac{5 \text{ m}}{2} = 125000 \text{ Nm}$$

mit $g = 10 \text{ m/s}^2$



oder:

$$M_{b \text{ max}} = \frac{10000 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{2} \cdot \frac{5 \text{ m}}{2} = 122625 \text{ Nm}$$

mit $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

maximales Biegemoment $M_{b \text{ max}}$:

125000 Nm / 122625 Nm

 Maschinenelemente Universität Dortmund Fakultät Maschinenbau Prof. Dr.-Ing. B. Künne	Konstruktionselemente / Maschinenelemente Fachprüfung	Kl. E
		E-VE ege 08.03 Bl. 4 v. 4 Name: Künne / Mitarbeiter

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

Aufgabenteil VE 2b: insgesamt 3 Punkte

Lösung: gegebene Daten:

$$S = 2$$

$$\sigma_{b \max} = 260 \text{ N/mm}^2$$

Formeln:

$$\frac{\sigma_b}{2} = \frac{M_b}{W_b}$$

Ermittlung des Biegewiderstandsmoment W_b :

$$W_b = \frac{M_b}{\frac{\sigma_b}{S}}$$

$$W_b = \frac{125000000 \text{ Nmm}}{\frac{260 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{2}} = 961538,46 \text{ mm}^3$$

oder:

$$W_b = \frac{122625000 \text{ Nmm}}{\frac{260 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{2}} = 943269,23 \text{ mm}^3$$

Biegewiderstandsmoment W_b :

Kurzzeichen des gewählten IPB-Trägers:

961,54 cm³/942,27 cm³
IBP 260

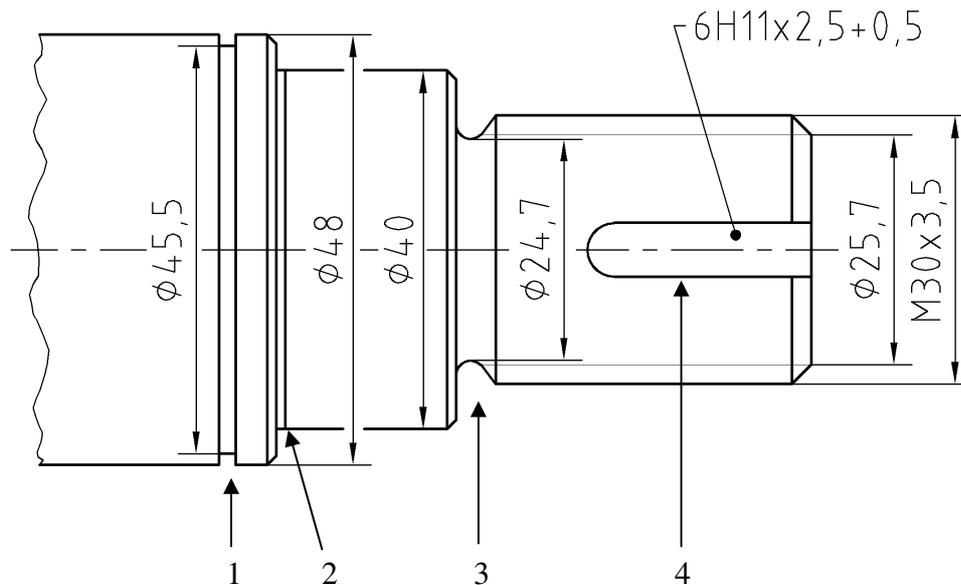
Name:

Musterlösung

Matr.-Nr.:

Aufgabe E AW (Achsen und Wellen)

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



- E-AW 1** Bestimmen Sie für die dargestellte Welle an den **Stellen 1 und 2** die Kerbfaktoren β_k . Die Welle ist aus St 60 gefertigt. Der Radius des Freistichs am Wellenabsatz (Stelle 2) beträgt 1 mm. Markieren Sie die Werte in den beiliegenden Diagrammen.
- E-AW 2** Bestimmen Sie für die dargestellte Welle an der gekennzeichneten **Stelle 4** den Durchmesser d_{Berr} , der in die Berechnungsformeln für den Spannungsnachweis einzusetzen ist. Der Rechenweg ist anzugeben.
- E-AW 3** Aufgrund der auf die Welle wirkenden Kräfte und Momente ergibt sich nach der Vergleichsspannungshypothese an der **Stelle 3** eine Vergleichsspannung von $\sigma_v = 50 \text{ N/mm}^2$. Berechnen Sie die zulässige Spannung bei einer Sicherheit von $S = 2$. Hält die Welle an dieser Stelle? ($\beta_k = 1,6$; Oberflächenrauigkeit $R_z 25 \mu\text{m}$) Der Rechenweg ist anzugeben und gewählte Werte sind in den beiliegenden Diagrammen zu markieren.

Name:

Musterlösung

Matr.-Nr.:

Aufgabenteil AW 1: insgesamt 2 Punkte

Lösung: gegebene Daten:

Werkstoff = St 60

$d_1 = 48 \text{ mm}$

$d_2 = 40 \text{ mm}$

$r = 1 \text{ mm}$

überprüfe (für Stelle 2):

$$\frac{d_1}{d_2} = \frac{48}{40} = 1,2$$

$$\frac{r}{d_2} = \frac{1}{40} = 0,025$$

Kerbfaktor β_k Stelle 1:

3 (SR-Nut)

Kerbfaktor β_k Stelle 2:

$\approx 1,4 - 1,5$ (Absatz)

Aufgabenteil AW 2: insgesamt 2 Punkte

Lösung: gegebene Daten:

Werkstoff = St 60

$d_{\text{Kern}} = 25,7 \text{ mm}$

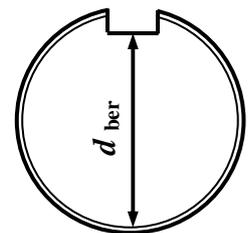
$d_4 = 30 \text{ mm}$

$t_1 = 2,5 \text{ mm}$

Formel:

$$d_{\text{berr}} = d_4 - \frac{d_4 - d_{\text{Kern}}}{2} - t_1$$

Skizze:



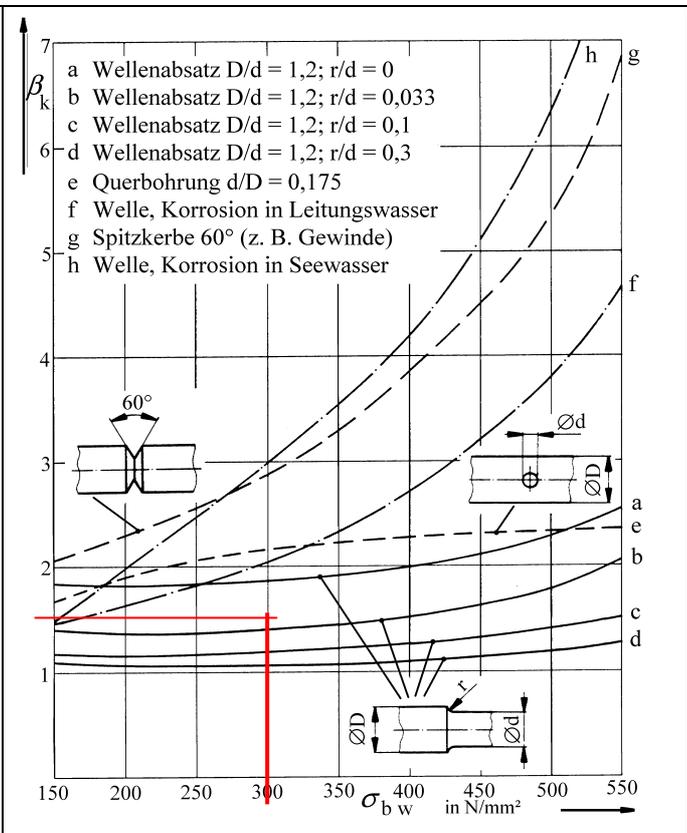
$$d_{\text{berr}} = 30 - \frac{30 - 25,7}{2} - 2,5 = 25,35 \text{ mm}$$

Durchmesser d_{Berr} :

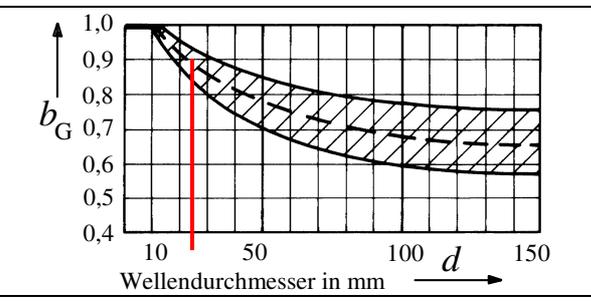
25,35 mm

Name: **Musterlösung** Matr.-Nr.:

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



Werkstoff	R_m	σ_{zsch}	σ_{zw}	σ_{bsch}	σ_{bw}	τ_{sch}	τ_w
Allgemeine Baustähle:							
S235JR (St 37)	340	240	175	340	200	170	140
S275JR (St 42)	410	260	190	360	220	180	150
E295 (St 50)	490	300	230	420	260	210	180
E335 (St 60)	570	340	270	470	300	230	210
E360 (St 70)	670	370	320	520	340	260	240

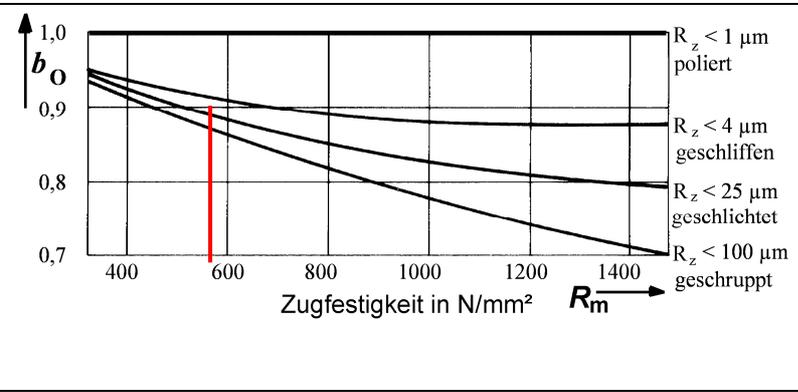


$$\sigma_z = \frac{F_a}{A}; \sigma_b = \frac{M_b}{W_b}; \tau_t = \frac{T}{W_t}; \tau_s = \frac{F_q}{A}$$

$$W_b = \frac{\pi \cdot d^3}{32}; W_t = \frac{\pi \cdot d^3}{16}$$

$$\alpha_0 = \frac{\sigma_{bw}}{1,73 \cdot \tau_{tsch}}; \sigma_{zul} = \frac{b_G \cdot b_O \cdot \sigma_{bw}}{\beta_k \cdot S}$$

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



Name:

Musterlösung

Matr.-Nr.:

Aufgabenteil AW 3: insgesamt 4 Punkte

Lösung: gegebene Daten:

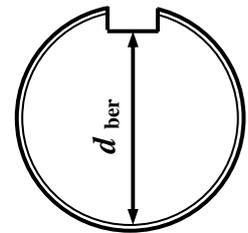
Werkstoff = St 60
 $d_3 = 24,7 \text{ mm}$
 $S = 2$
 $\sigma_v = 50 \text{ N/mm}^2$
 $\beta_K = 1,6$

Formel:

$$\sigma_{zul} = \frac{b_G \cdot b_O \cdot \sigma_{bw}}{\beta_K \cdot S}$$

$$\sigma_{zul} \geq \sigma_v$$

Skizze:



Ermittlung der zulässigen Vergleichsspannung:

$$\sigma_{zul} = \frac{b_G \cdot b_O \cdot \sigma_{bw}}{\beta_K \cdot S}$$

Aus Tabellen/Diagrammen entnommene Werte:

$$b_G = 0,89$$

$$b_O = 0,89$$

$$\sigma_{bw} = 300 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

einsetzen:

$$\sigma_{zul} = \frac{0,89 \cdot 0,89 \cdot 300}{1,6 \cdot 2} = 74,2594 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Überprüfe, ob die Welle hält:

$$74,26 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \not\geq 50 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

zulässige Spannung σ_{zul} :

74,26 N/mm²

Hält die Welle an dieser Stelle?:

ja

Name:

Musterlösung

Matr.-Nr.:

Aufgabe E WN (Welle-Nabe-Verbindung)

Teilaufgabe	E-WN 1	E-WN 2	E-WN 3	E-WN 4	Σ
Max. Pktzahl	4	3	7	2	16
Erreichte Pktzahl					

E-WN 1 Eine **Passfederverbindung** soll ein stoßhaftes Drehmoment von $T = 850 \text{ Nm}$ übertragen. Welle und Nabe sind aus St 50 gefertigt. Der Durchmesser der Welle beträgt $\varnothing = 55 \text{ mm}$. Wählen Sie eine geeignete genormte Passfeder für die Welle-Nabe-Verbindung aus (Auszug Skript am Ende der Aufgabe). Wie viele Passfedern müssen eingesetzt werden, um das Drehmoment zu übertragen, wenn die **Gesamtlänge** der Passfeder der Form A $l = 70 \text{ mm}$ betragen soll?

Aufgabenteil WN1: insgesamt 4 Punkte

Lösung: gegebene Daten:

$T = 850 \text{ Nm}$ (stoßhaft)
Werkstoff = St 50 (**Welle und Nabe**)
 $d = 55 \text{ mm}$
 $l_{\text{ges}} = 70 \text{ mm}$

Formeln:

$$p = \frac{2 \cdot T}{d \cdot (h - t_1) \cdot l \cdot z \cdot \varphi} \leq p_{\text{zul}}$$

$$l = l_{\text{ges}} - b$$

Gewählte Passfeder für $d = 55 \text{ mm}$:

$b = 16 \text{ mm}$
 $h = 10 \text{ mm}$
 $t_1 = 6 \text{ mm}$
 $p_{\text{zul}} = 75 \text{ N/mm}^2$

Bestimme l : $l = 70 \text{ mm} - 16 \text{ mm} = 54 \text{ mm}$

Bestimme $z \cdot \varphi$:
 $z \cdot \varphi = 1$ (bei einer Passfeder)
 $z \cdot \varphi = 1,5$ (bei zwei Passfedern)
 $z \cdot \varphi = 1,98$ (bei drei Passfedern)

$$z \cdot \varphi \geq \frac{2 \cdot 850000 \text{ Nmm}}{55 \text{ mm} \cdot (10 - 6) \text{ mm} \cdot (70 - 16) \text{ mm} \cdot 75 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} = 1,9$$

$z \cdot \varphi \geq 1,9$, daraus folgt, 3 Passfedern sind zu verwenden.

$z = 3$
 $\varphi = 0,66$

Anzahl Passfedern z:

3



Name:

Musterlösung

Matr.-Nr.:

E-WN 2 Eine andere Welle-Nabe-Verbindung soll ebenfalls ein stoßhaftes Drehmoment von $T = 850 \text{ Nm}$ übertragen. Welle und Nabe sind ebenfalls aus St 50 gefertigt. Der Konstrukteur hat eine **Keilwellenverbindung** mit Innenzentrierung, mit 8 Keilen, einer Traglänge von 60 mm, einer Keilhöhe von 8 mm und einem mittleren Profildurchmesser von 50 mm gewählt. Hält die formschlüssige Verbindung der Belastung stand (Auszug Skript am Ende der Aufgabe)?

Aufgabenteil WN 2: insgesamt 3 Punkte

Lösung: gegebene/bekannte Daten:

$T = 850 \text{ Nm}$ (stoßhaft)
Werkstoff = St 50 (Welle und Nabe)
 $z = 8$
 $l = 60 \text{ mm}$
 $h = 8 \text{ mm}$
 $p_{\text{zul}} = 75 \text{ N/mm}^2$
 $d_m = 50 \text{ mm}$

Formeln:

$$p = \frac{2 \cdot T}{d_m \cdot h \cdot l \cdot z \cdot \varphi} \leq p_{\text{zul}}$$

Bestimme p :

$$p = \frac{2 \cdot 850000 \text{ Nmm}}{50 \text{ mm} \cdot 8 \text{ mm} \cdot 60 \text{ mm} \cdot 8 \cdot 0,75} \leq 75 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$11,8056 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 75 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

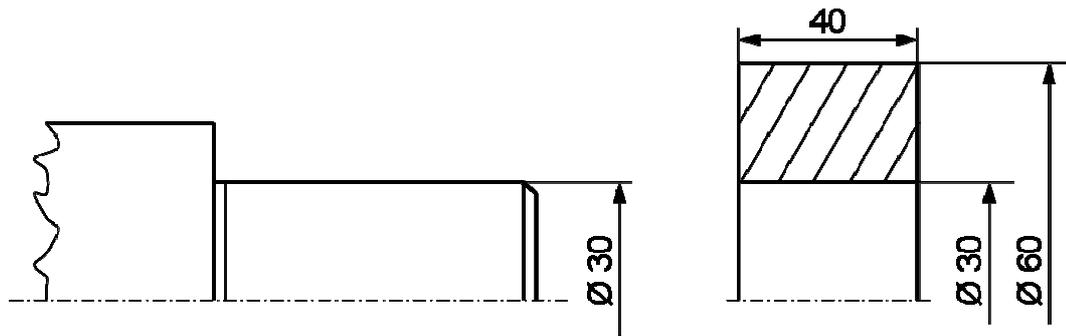
Hält die Verbindung?

ja

Name: **Musterlösung**

Matr.-Nr.:

E-WN 3 Gegeben ist eine **Pressverbindung**, wie in der Skizze dargestellt. Welle und Nabe sind aus St 37 gefertigt. Der Reibwert beträgt $\mu = 0,09$ und das zu übertragende Drehmoment $T = 400$ Nm. Berechnen Sie das minimale und das maximale relative Gesamt-Haftmaß $\xi_{\text{ges min}}$ und $\xi_{\text{ges max}}$ (Auszug Skript am Ende der Aufgabe).



Aufgabenteil WN 3: insgesamt 7 Punkte

Lösung: gegebene/bekannte Daten:

$T = 400$ Nm
Werkstoff = St 37 (Welle und Nabe)
 $\mu = 0,09$
 $D_F = 30$ mm
 $b = 40$ mm
 $D_{II} = 0$ mm

Formeln:

$$\xi_{\text{ges min}} = \frac{p_{\text{min}}}{E} \cdot \frac{2}{1 - Q_A^2}$$

$$\xi_{\text{ges max}} = \frac{p_{\text{max}}}{E} \cdot \frac{2}{1 - Q_A^2}$$

$$Q_A = \frac{D_F}{D_{aA}} \quad Q_I = \frac{D_{iI}}{D_F}$$

$$p_{\text{min}} = \frac{2 \cdot T}{\mu \cdot \pi \cdot D_F^2 \cdot b}$$

$$p_{\text{zulA}} = R_e \cdot \frac{1 - Q_A^2}{\sqrt{3} \cdot S_F}$$

$$p_{\text{zulII}} = R_e \cdot \frac{1 - Q_I^2}{\sqrt{3} \cdot S_F}$$

Bestimme $\xi_{\text{ges min}}$:

$$\xi_{\text{ges min}} = \frac{p_{\text{min}}}{210000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} \cdot \frac{2}{1 - Q_A^2} \quad \text{mit} \quad E_A = E_I = 210000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Bestimme p_{min} :
$$p_{\text{min}} = \frac{2 \cdot 400000 \text{ Nmm}}{0,09 \cdot \pi \cdot 30^2 \text{ mm}^2 \cdot 40 \text{ mm}} = 78,5903 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Bestimme Q_A :
$$Q_A = \frac{30 \text{ mm}}{60 \text{ mm}} = 0,5$$

Name:

Musterlösung

Matr.-Nr.:

$$\xi_{\text{ges min}} = \frac{78,5903 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{210000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} \cdot \frac{2}{1 - 0,5^2} = 0,998 \cdot 10^{-3}$$

Bestimme $\xi_{\text{ges max}}$:

$$\xi_{\text{ges max}} = \frac{p_{\text{max}}}{210000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} \cdot \frac{2}{1 - Q_A^2}$$

$$E_A = E_I = 210000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Bestimme p_{max} : $p_{\text{max}} = \min\{p_{\text{zulA}}; p_{\text{zulII}}\}$

Bestimme p_{zulA} : $p_{\text{zulA}} = R_e \cdot \frac{1 - 0,5^2}{\sqrt{3} \cdot S_F}$

$$R_e = 225 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$S_F = 1,1$$

$$p_{\text{zulA}} = 225 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot \frac{1 - 0,5^2}{\sqrt{3} \cdot 1,1} = 88,5708 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Bestimme p_{zulII} : $p_{\text{zulII}} = R_e \cdot \frac{1 - Q_I^2}{\sqrt{3} \cdot S_F}$

$$R_e = 225 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$S_F = 1,1$$

Bestimme Q_I : $Q_I = \frac{0 \text{ mm}}{30 \text{ mm}} = 0 \text{ mm}$

$$p_{\text{zulII}} = 225 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot \frac{1 - 0^2}{\sqrt{3} \cdot 1,1} = 118,0944 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$p_{\text{zulA}} \leq p_{\text{zulII}} \text{ daraus folgt: } p_{\text{max}} = p_{\text{zulA}}$$

$$\xi_{\text{ges max}} = \frac{88,5708 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{210000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} \cdot \frac{2}{1 - 0,5^2} = 1,1247 \cdot 10^{-3}$$

Relatives Gesamt-Haftmaß $\xi_{\text{ges min}}$:

$$0,998 \cdot 10^{-3}$$

Relatives Gesamt-Haftmaß $\xi_{\text{ges max}}$:

$$1,1247 \cdot 10^{-3}$$

	Maschinenelemente Universität Dortmund Fakultät Maschinenbau Prof. Dr.-Ing. B. Künne	Konstruktionselemente / Maschinenelemente Fachprüfung	Kl. E
			E-WN wcz 10.03.08 Bl. 5 v. 7 Name: Künne / Mitarbeiter

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

E-WN 4 Nennen Sie **jeweils** zwei Vorteile einer Pressverbindung und einer Passfederverbindung.

Aufgabenteil WN 4: insgesamt 2 Punkte

- Lösung:**
- Pressverbindung:
- Einfache und kostengünstige Herstellung
 - Einfache, genaue und schnelle Prüfung
 - Geeignet für Wechsel- und Stoßbelastung
 - Zentrierung von Welle und Nabe
- Passfederverbindung:
- Einfache Herstellung
 - Einfache Montage
 - Gut geeignet für stoßfreie und einseitige Momente



Name: **Musterlösung** Matr.-Nr.: -----

Auszug aus dem Skript:

Abmessungen der Passfedern nach DIN 6885 T1 (Auszug)

Wellendurchmesser d_1	über bis	8 10	10 12	12 17	17 22	22 30	30 38	38 44	44 50	50 58	58 65	65 75	75 85	85 95	95 110	110 130
Passfederquerschnitt	b h	3 3	4 4	5 5	6 6	8 7	10 8	12 8	14 9	16 10	18 11	20 12	22 14	25 14	28 16	32 18
Wellennuttiefe	t_1	1,8	2,5	3	3,5	4	5	5	5,5	6	7	7,5	9	9	10	11
Nabennuttiefe mit Übermaß	t_2	0,9	1,2	1,7	2,2	2,4	2,4	2,4	2,9	3,4	3,4	3,9	4,4	4,4	5,4	6,4
Nabennuttiefe mit Rückenspiel	t_2	1,4	1,8	2,3	2,8	3,3	3,3	3,3	3,8	4,3	4,4	4,9	5,4	5,4	6,4	7,4
Schrägung/Rundung	$r_{1\max}$ $r_{2\max}$	0,25 0,16	0,25 0,16	0,4 0,25	0,4 0,25	0,4 0,25	0,6 0,4	0,6 0,4	0,6 0,4	0,6 0,4	0,6 0,4	0,8 0,6	0,8 0,6	0,8 0,6	0,8 0,6	0,8 0,6
Bohrungen der Passfeder (für Schrauben)	d_3 d_4 d_5, d_7					3,4 6	3,4 6	4,5 8	5,5 10	5,5 10	6,6 11	6,6 11	6,6 11	9 15	11 18	11 18
Bohrungen der Welle	t_3 t_5 t_6					2,4 4 7	2,4 5 8	3,2 6 10	4,1 6 10	4,1 6 10	4,8 7 12	4,8 6 11	4,8 8 13	6 9 15	7,3 9 15	7,3 11 17
Passfederlänge l_{ges}	von bis	6 36	8 45	10 56	14 70	18 90	20 110	28 140	36 160	45 180	50 200	56 220	63 250	70 280	80 320	90 360

Stufung der Passfederlängen l_{ges} :													Längentoleranz	
													Passfeder	Nut
6	8	10	12	14	16	18	20	22	15	28			- 0,2	+ 0,2
32	36	40	45	50	56	63	70	80					- 0,3	+ 0,3
90	110	125	140	160	180	200	220	250	280	320	360	400	- 0,5	+ 0,5

Flächenpressung p :
$$p = \frac{2 \cdot T}{d \cdot (h - t_1) \cdot l \cdot z \cdot \varphi} \leq p_{zul}$$

$\varphi = 1$ bei $z = 1$; $\varphi = 0,75$ bei $z = 2$; $\varphi = 0,66$ bei $z = 3$

Zulässige Flächenpressung in N/mm^2

Welle	Nabe	p_{zul} in N/mm^2	
		stoßhaft	konstant
St42, St50	GG	45	65
St50	St, GS	75	115
harter Stahl	St, GS	75	115

Keilwellenverbindung:

Flächenpressung p :
$$p = \frac{2 \cdot T}{d_m \cdot h \cdot l \cdot z \cdot \varphi} \leq p_{zul}$$

d_m = Mittlerer Profildurchmesser

h = Keilhöhe

l = Traglänge der Verbindung

z = Anzahl der Keile

φ = Tragfaktor

$\varphi = 0,75$ für Innenzentrierung

$\varphi = 0,9$ für Flankenzentrierung

Name: **Musterlösung**

Matr.-Nr.:

Pressverbindung:

Mindestflächenpressung p_{\min} :

$$p_{\min} = \frac{2 \cdot T}{D_F} \cdot \frac{1}{\mu \cdot \pi \cdot D_F \cdot b} = \frac{2 \cdot T}{\mu \cdot \pi \cdot D_F^2 \cdot b}$$

Maximale Flächenpressung p_{\max} :

$$p_{\max} = \min\{p_{\text{zul I}}, p_{\text{zul A}}\}$$

Zulässige Flächenpressung des Außenteils $p_{\text{zul A}}$ und des Innenteils $p_{\text{zul I}}$:

$$p_{\text{zul A}} = R_e \frac{1 - Q_A^2}{\sqrt{3} \cdot S_F}$$

$$p_{\text{zul I}} = R_e \frac{1 - Q_I^2}{\sqrt{3} \cdot S_F}$$

**R_e = Streckgrenze gemäß Tabelle 1
 S_F = Sicherheit gegen Fließen = 1,1**

**Hilfswerte (Durchmesser-
verhältnisse Q_I und Q_A):**

$$Q_I = \frac{D_{iI}}{D_F} \text{ und } Q_A = \frac{D_F}{D_{aA}}$$

Relatives Haftmaß ξ :

$$\xi_{\text{ges}} = \frac{Z_{\text{ges}}}{D_F} \quad \xi_I = \frac{Z_I}{D_F} \quad \xi_A = \frac{Z_A}{D_F}$$

Relative Aufweitung des Außenteils:

$$\xi_{A \min} = \frac{p_{\min}}{E_A} \cdot \left(\frac{1 + Q_A^2}{1 - Q_A^2} + m_A \right) \quad \xi_{A \max} = \frac{p_{\max}}{E_A} \cdot \left(\frac{1 + Q_A^2}{1 - Q_A^2} + m_A \right)$$

Relative Zusammendrückung des Innenteils:

$$\xi_{I \min} = \frac{p_{\min}}{E_I} \cdot \left(\frac{1 + Q_I^2}{1 - Q_I^2} - m_I \right) \quad \xi_{I \max} = \frac{p_{\max}}{E_I} \cdot \left(\frac{1 + Q_I^2}{1 - Q_I^2} - m_I \right)$$

E = E-Modul und m = Querzahl gemäß Tabelle 2

Relatives Gesamt-Haftmaß ξ_{ges} :

$$\xi_{\text{ges min}} = \xi_{I \min} + \xi_{A \min} \quad \xi_{\text{ges max}} = \xi_{I \max} + \xi_{A \max}$$

Vereinfachung für gleiche Werkstoffe für Vollwelle und Nabe ($E_A = E_I = E$; $m_A = m_I = m$):

Relatives Gesamt-Haftmaß ξ_{ges} :

$$\xi_{\text{ges min}} = \frac{p_{\min}}{E} \cdot \frac{2}{1 - Q_A^2} \quad \xi_{\text{ges max}} = \frac{p_{\max}}{E} \cdot \frac{2}{1 - Q_A^2}$$

E = E-Modul gemäß Tabelle 2

Tabelle 1

Werkstoff	R_e in N/mm ²
St37-2	225
St52-3	345
St60-2	325
St70-2	355

Tabelle 2

Werkstoff	E-Modul E in N/mm ²	Querzahl m
Stähle	210.000	0,3
GG	90.000 ... 155.000	0,24 ... 0,26
GS	200.000 ... 215.000	0,3