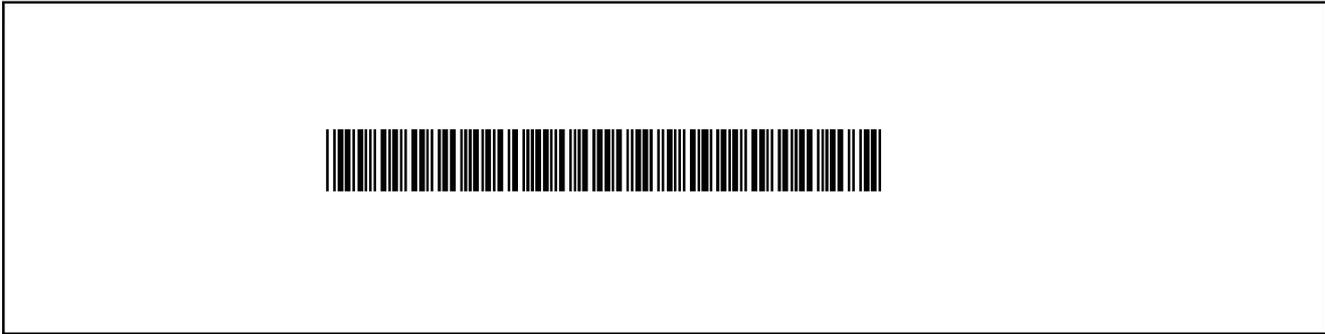


Klausurdeckblatt



Matrikel – Nr.:

--	--	--	--	--	--

Bitte tragen Sie ihre Matrikelnummer und ihren Namen in die dafür vorgesehenen Felder ein. Bitte in deutlicher Handschrift mit einem schwarzen Stift (nicht Bleistift)
Das Feld mit dem Barcode ist unbedingt frei zu lassen.

Vorname: **Musterlösung**

Nachname: **Musterlösung**

Danke.

FACHPRÜFUNG



Fakultät Maschinenbau
Fachbereich Maschinenelemente
Prof. Dr.-Ing. B. Künne

MASCHINENELEMENTE I

25. August 2009 - 09:00 bis 10:30 Uhr (90 Minuten)

Umfang: $\Sigma = 60$ 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 versehen. Die Aufgaben ggf. nicht bewerten. Die Blätter sind zu bearbeiten. Ein Auftrennen der Blätter ist nicht zulässig. Berechnungen und Skizzen dürfen die Rückseiten verwendet werden. Die Blätter sind zudem beim Aufsichtspersonal erhältlich.

Bitte schreiben Sie das Ergebnis der Berechnungen in das vorgesehene Lösungskästchen, zusätzlich muss der Lösungsweg nachvollziehbar sein; das Ergebnis alleine ist nicht ausreichend. Die Aufgabe ist freihändig mit einem Bleistift zu lösen.

Zugelassen sind Taschenrechner, Schreib- und Zeichenwerkzeug)

Bewertung: (Nicht vom Bearbeiter auszufüllen)

E GG	E VE	E AW	E WN	Σ
Pmax	Pmax	Pmax	Pmax	Pmax
30	6	15	9	60

Die Musterlösung ist in bestimmten Teilbereichen sehr ausführlich
dies dient dem Zwecke das Selbststudium zu erleichtern.

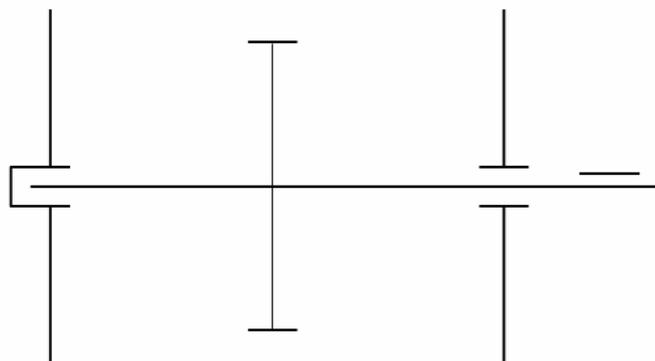
Name: <i>Musterlösung</i>	Matr.-Nr.:-----
----------------------------------	-----------------

Aufgabe E GG 1 (Lagergestaltung)

Teilaufgabe	E-GG 1	E-GG 2	Σ
max. Punktzahl	10	20	30
erreichte Punktzahl			

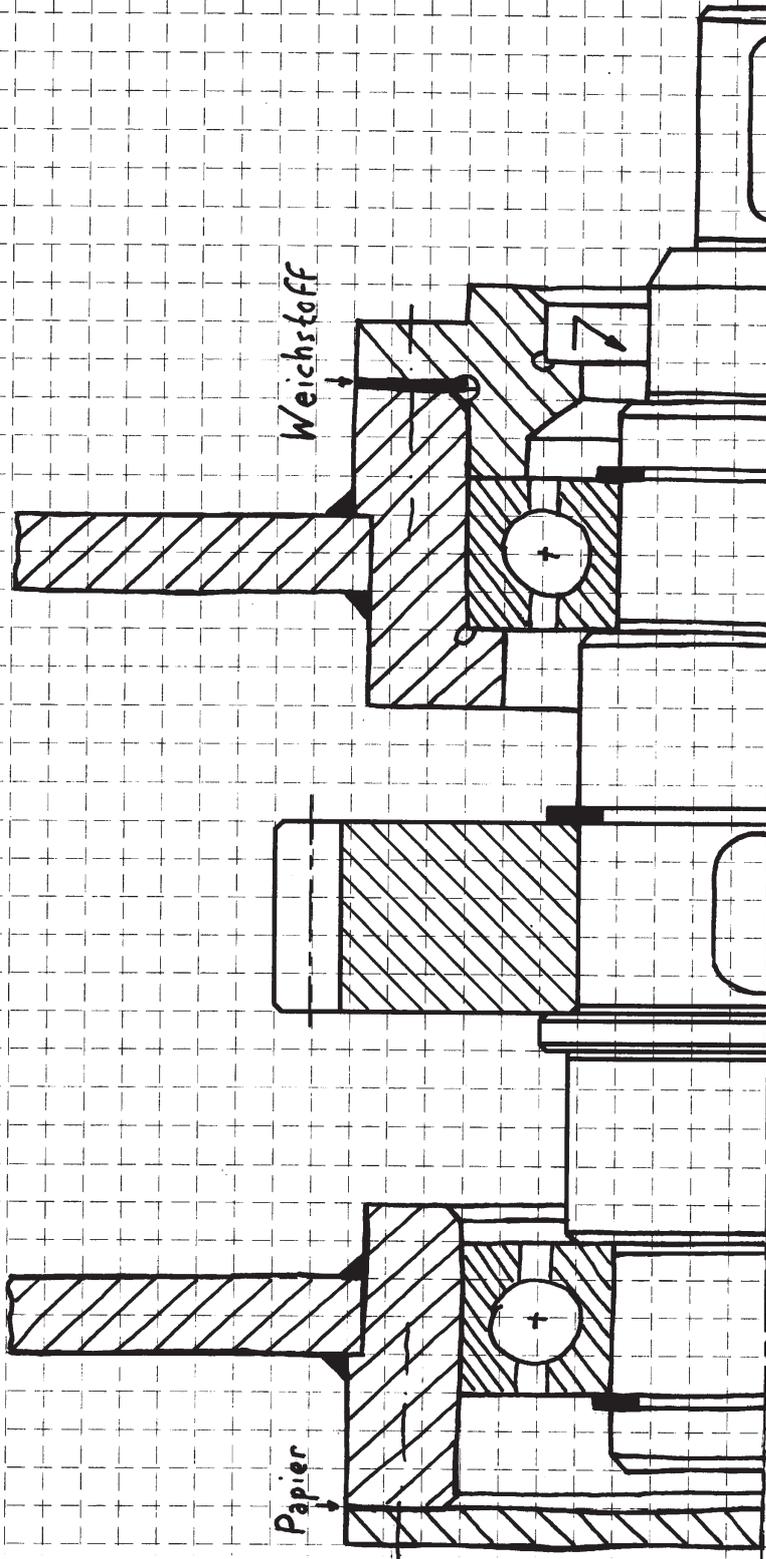
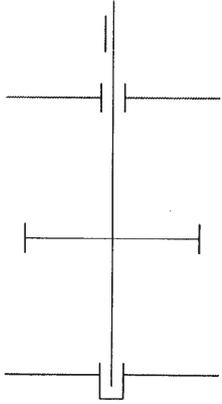
Eine Antriebswelle ist mittels **Fest-Los-Lagerung** in einem **Schweißgehäuse** gelagert. Diese ist auf dem beigefügten Blatt mit folgenden Gestaltungskriterien darzustellen:

- der Antrieb erfolgt rechts über ein Wellenende mit Passfeder
- die verwendeten Dichtungen sind zu kennzeichnen
- beide Lager müssen zu Wartungszwecken von außen zugänglich sein
- das Getriebe ist ölgeschmiert – Öl darf am offenen Wellenende nicht austreten
- Zahnrad und Mittellinie sind vorgegeben, für eine ausreichende Befestigung des Zahnrades muss gesorgt werden
- geeignete Wälzlager sind zu verwenden
- Schrauben müssen **nicht** explizit dargestellt werden, sondern können als Mittellinien angedeutet werden
- eine Prinzipskizze findet sich unten
- auf die Darstellung eines kompletten *Schweißgehäuses* ist zu verzichten, lediglich für die Lagergestaltung/Lagerfestlegung erforderliche Wandteile sind zu zeichnen
- aus rotationssymmetrischen Gründen ist es ausreichend, nur den entsprechenden Teil der Welle zu zeichnen, der bereits auf dem beiliegenden Blatt angedeutet ist



Name:

Matr.-Nr.:



Ergänzende Anmerkungen:

- Deckel am Los-Lager komplett spangebend bearbeitet (anderenfalls wäre eine definierte Schraubenkopfaufgabe notwendig, siehe Festlager).

 technische universität dortmund Fakultät Maschinenbau Maschinenelemente Prof. Dr.-Ing. B. Künne	Maschinenelemente I Fachprüfung	Kl. EI 09.08
		GG Blatt 3 v. 4 Name: Künne/Mitarbeiter
Name:		Matr.-Nr.:

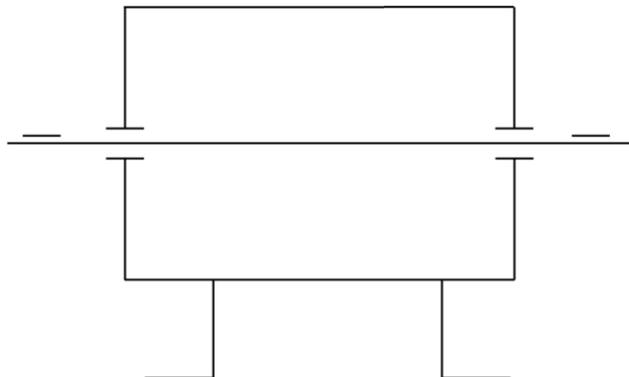
Aufgabe E GG 2 (Gehäusegestaltung)

Zu konstruieren ist das **Gussgehäuse** einer Getriebewelle. Der Antrieb erfolgt mittels eines E-Motors über eine Passfederverbindung am linken Wellenende, der Ausgang am rechten Ende der Welle ist ebenfalls mit einer Passfederverbindung zum anzutreibenden Aggregat zu versehen.

Anforderungen:

- eine **Trag-Stütz-Lagerung in O-Anordnung** soll gestaltet werden
- Dichtungen sind **nicht** erforderlich
- der Kraftfluss der Lager ist in der Zeichnung anzudeuten
- bei der Darstellung der Schrauben ist die Andeutung der Mittellinien ausreichend
- die verwendeten Dichtungen sind zu kennzeichnen
- die obere und untere Hälfte der gesamten Konstruktion sind zu zeichnen, Halbdarstellung ist **nicht** zulässig
- das Gehäuse ist mit Füßen zu versehen, die mit einem Fundament in der Maschinenhalle verbunden werden

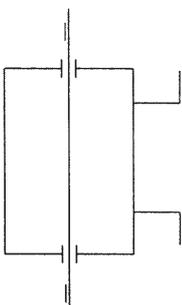
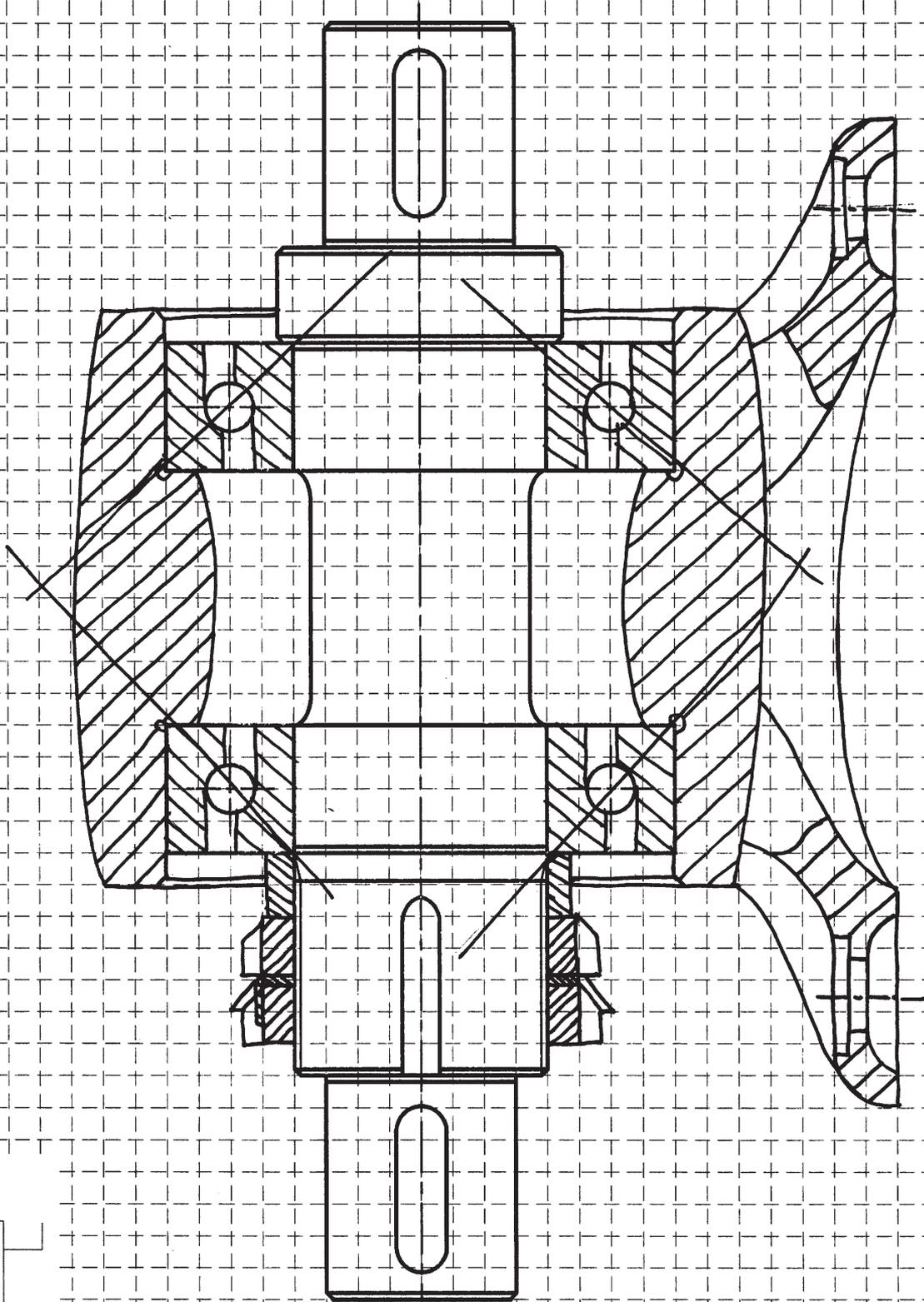
Die Welle und Lager sind auf dem nachfolgenden Blatt bereits angedeutet





Name:

Matr.-Nr.:



 technische universität dortmund Fakultät Maschinenbau Maschinenelemente Prof. Dr.-Ing. B. Künne	Maschinenelemente I Fachprüfung	Kl. EI 09.08
		VE Blatt 1 v. 2 Name: Künne/Mitarbeiter

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

Aufgabe E VE 1 (Versagekriterien)

Teilaufgabe	E-VE 1	E-VE 2	Σ
max. Punktzahl	3	3	6
erreichte Punktzahl			

Ein Bauteil weist eine raue Bruchfläche auf, die unter einem Winkel von 45° zur Mittelachse verläuft. Wie ist dieser Schaden entstanden (Belastung, Zeitraum der Entstehung)? Wie heißt dieser Bruch?

Aufgabenteil E VE 1: insgesamt 3 Punkte

Lösung: I. Entstehung:

Durch zügige Laststeigerung, die die Festigkeit des Werkstoffes übersteigt.

Belastung:

Torsion $\rightarrow 45^\circ$ Winkel

Zeitraum:

sehr **schnell**, plötzlich \rightarrow *zügige Laststeigerung*

II. Bruchart:

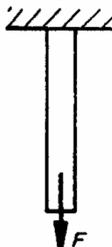
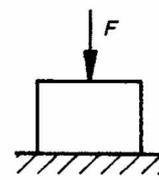
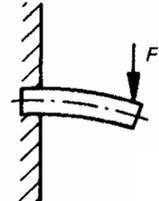
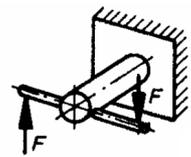
Gewaltbruch \rightarrow *raue Bruchfläche*

Name: **Musterlösung**

Matr.-Nr.: -----

Aufgabe E VE 2 (Versagekriterien)

Gegeben ist die folgende Tabelle. Welche Belastungsart ist dargestellt? Welche Kräfte, Spannungen und Momente wirken dort jeweils? Tragen Sie die Formel der zugehörigen Spannung ein.

	Belastungsart	wirkende Kräfte, Momente und Spannungen	Formel für die Spannung
	ZUG	Zugspannung σ_z Zugkraft F	$\sigma_{z,d} = \frac{F}{A}$
	Druck	Druckspannung σ_d Druckkraft F	$\sigma_{z,d} = \frac{F}{A}$
	Abscherung	Scherspannung τ_s Querkraft F_q	$\tau_s = \frac{F_q}{A}$
	Biegung	Biegespannung σ_b Kraft F Biegemoment M_b Widerstandsmoment W_b	$\sigma_b = \frac{M_b}{W_b}$
	Verdrehung	Torsionsspannung τ Torsionsmoment M_t Polares Widerstandsmoment W_p Kraft F	$\tau_T = \frac{T}{W_t}$

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

Aufgabe E AW 1 (Achsen und Wellen)

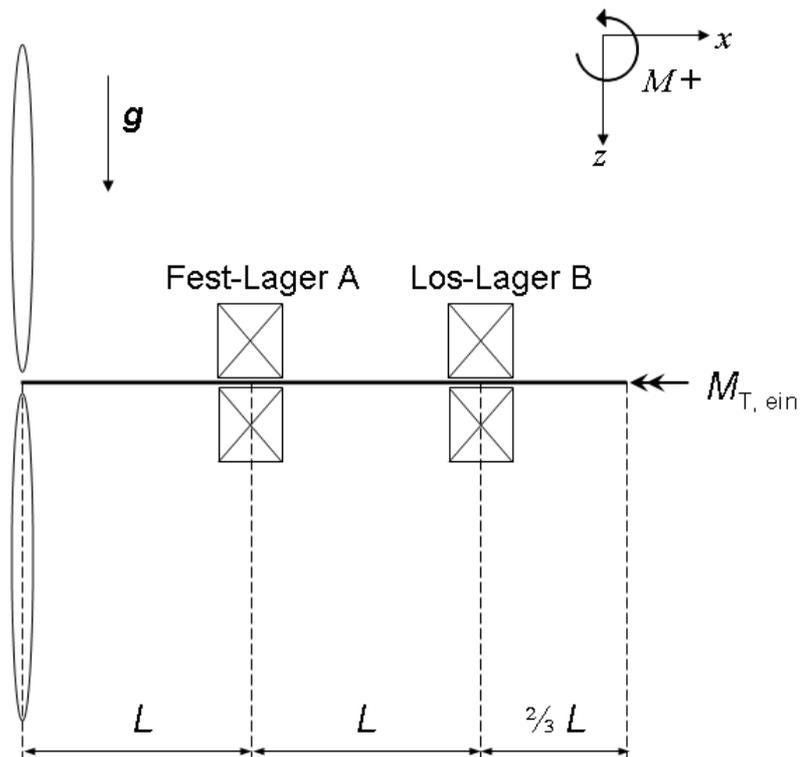
Teilaufgabe	E-AW 1	E-AW 2	Σ
max. Punktzahl	9	6	15
erreichte Punktzahl			

Für die Welle eines Propellers sind die Schnittlastenverläufe zu bestimmen. Die Welle wird mittels eines Elektromotors (P , n s. unten) angetrieben. Der Propeller hat eine Masse m_P (s. unten) und bewirkt eine axiale Schubkraft F_S zentrisch auf die Welle.

Die Welle ist mit einer **Fest-Los-Lagerung** versehen, siehe Skizze. Ihr Eigengewicht kann vernachlässigt werden. Der Propeller ist symmetrisch und ausgewuchtet; es treten keine Störkräfte auf. Die Reibung in den Lagern sowie die Luftreibung kann vernachlässigt werden.

Folgende Daten sind gegeben:

Antriebsleistung P des E-Motors	$P = 2 \text{ kW}$
Drehzahl n der Welle	$n = 1500 \text{ U/min}$
Masse m_P des Propellerrades	$m_P = 10 \text{ kg}$
axiale Schubkraft F_S	$F_S = 150 \text{ N}$
Erdbeschleunigung g	$g = 9,81 \text{ m/s}^2$.
Länge	$L = 100 \text{ mm}$



 technische universität dortmund Fakultät Maschinenbau Maschinenelemente Prof. Dr.-Ing. B. Künne	Maschinenelemente I Fachprüfung	Kl. EI 09.08
		AW Blatt 2 v. 6 Name: Künne/Mitarbeiter
Name: Musterlösung		Matr.-Nr.: -----

- a) Berechnen Sie das Eingangsmoment $M_{T, \text{ein}}$ und die auf die Welle durch das Gewicht m_p des Propellers wirkende Kraft $F_{P,z}$.

Aufgabenteil a)

Lösung **gegebene Daten:**

$$\begin{aligned}
 P &= 2000 \text{ W} \\
 m_p &= 10 \text{ kg} \\
 g &= 9,81 \text{ m/s}^2 \\
 n &= 1500 \text{ U/min}
 \end{aligned}$$

Formeln:

$$T = \frac{P}{2 \cdot \pi \cdot n}$$

$$F = m \cdot g$$

$$T = \frac{2000 \text{ W}}{2 \cdot \pi \cdot 25 \frac{1}{\text{s}}} = 12,73 \text{ Nm}$$

$$F_{Pz} = m \cdot g = 98,1 \text{ N}$$

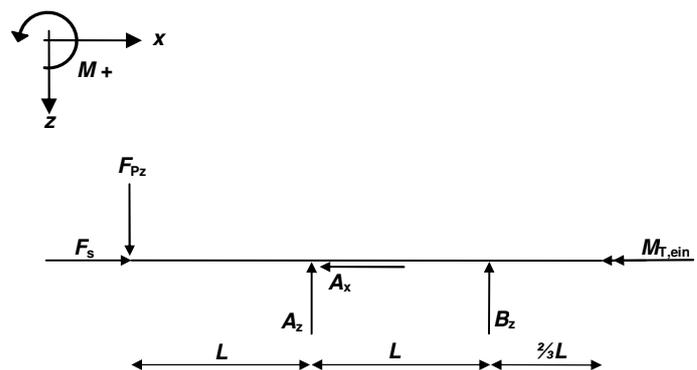
- b) Bestimmen Sie die Kräfte in den Lagern A und B.

Aufgabenteil b)

Lösung **gegebene Daten:**

$$\begin{aligned}
 L &= 100 \text{ mm} \\
 F_S &= 150 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Freikörperbild:



$$\sum F_x = 0 = A_x - F_S$$

$$A_x = F_S = 150 \text{ N}$$

$$\sum F_z = 0 = F_{Pz} - A_z - B_z$$

$$A_z = F_{Pz} - (-F_{Pz}) = 196,2 \text{ N}$$

$$\sum M_A = 0 = F_{Pz} \cdot L + B_z \cdot L$$

$$B_z = -F_{Pz} = -98,1 \text{ N}$$

Das Vorzeichen ist nicht Schlacht entscheidend!!!

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

c) Berechnen Sie das maximale Biegemoment.

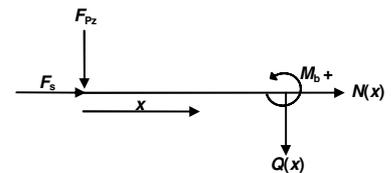
Aufgabenteil c)

Lösung bekannte Daten:

- $F_{Pz} = 98,1 \text{ N}$
- $F_S = 150 \text{ N}$
- $A_z = 196,2 \text{ N}$
- $A_x = 150 \text{ N}$
- $B_z = -98,1 \text{ N}$
- $M_{T,\text{ein}} = 12,73 \text{ Nm}$
- $L = 100 \text{ mm}$

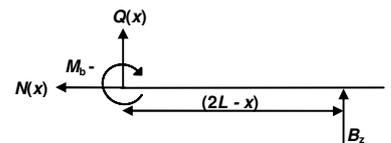
1. Schnittufer $0 < x < 100\text{mm}$

	$x = 0 \text{ m}$	$x = 0,1 \text{ m}$
$N(x) = -F_S$	-150 N	-150 N
$Q(x) = -F_{Pz}$	-98,1 N	-98,1 N
$M_{bz}(x) = -F_{Pz} \cdot x$	0	-9,81 Nm



2. Schnittufer $100 < x < 200\text{mm}$

	$x = 0,1 \text{ m}$	$x = 0,2 \text{ m}$
$N(x) = 0$	0	0
$Q(x) = -B_z$	98,1 N	98,1 N
$M_{bz}(x) = -B_z \cdot (2L - x)$	-9,81 NM	0



$M_{b,\text{max}}(x = L) = -9,81 \text{ Nm}$

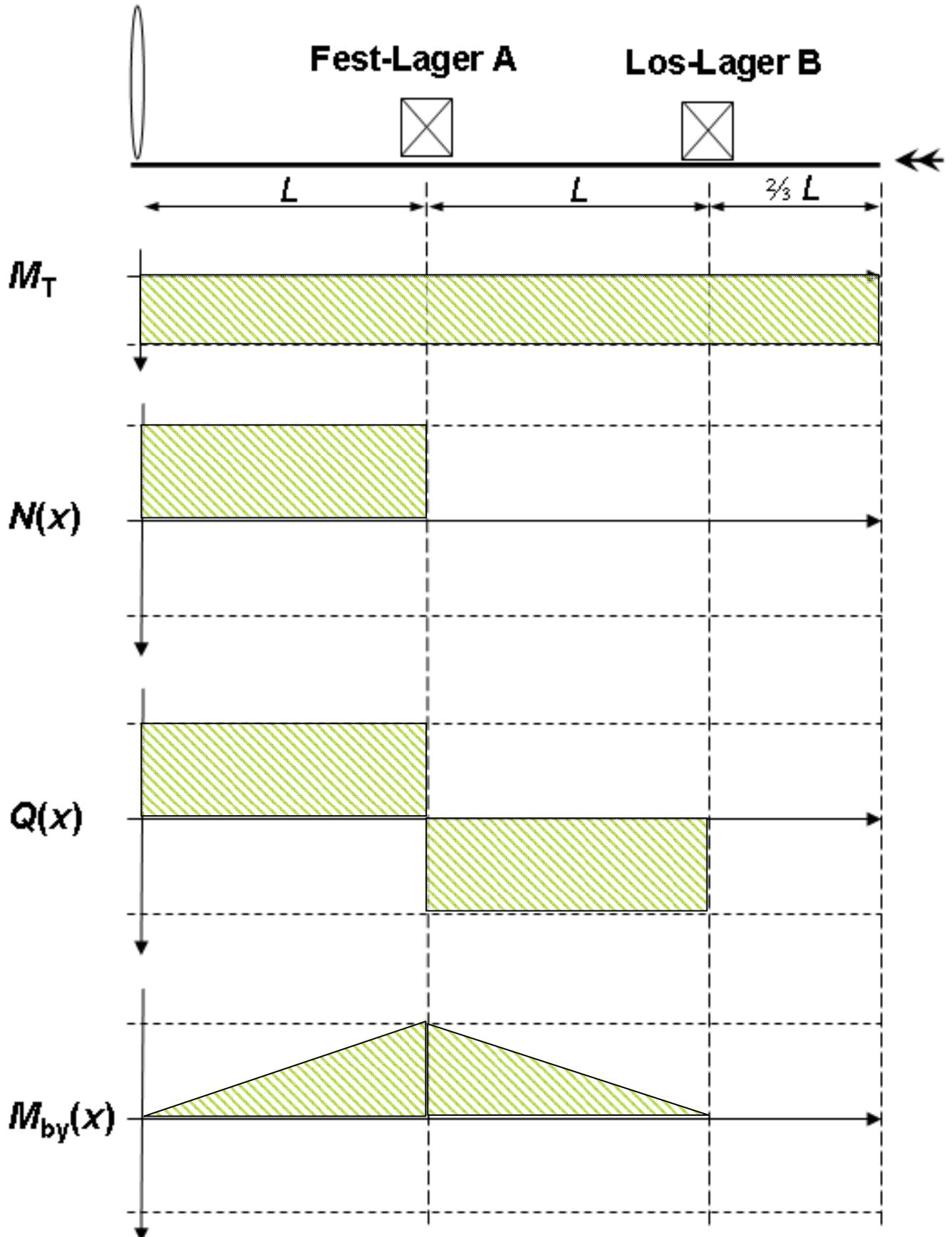
d) Tragen Sie qualitativ (ohne Zahlenwerte) die Verläufe von Torsions- und Biegemoment sowie die Verläufe der angreifenden Quer- und Axialkräfte in das beiliegende Diagramm ein.

Aufgabenteil d)

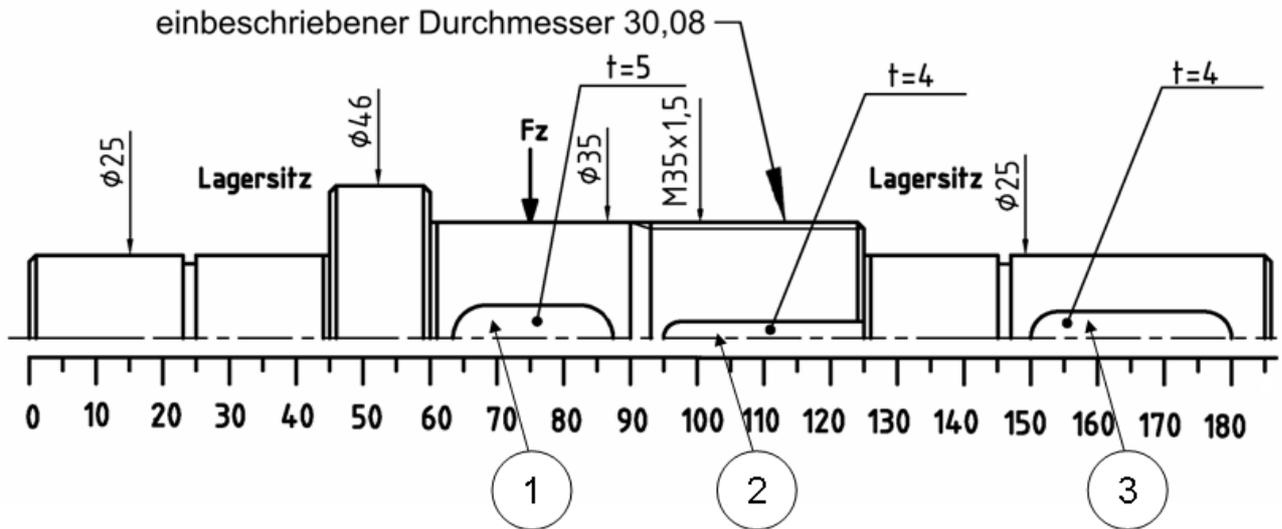
- pro richtigem Verlauf 1 Punkt – die Orientierung ist egal (+/-)

Name:

Matr.-Nr.:



Aufgabe E AW 2 (Achsen und Wellen)



Die oben dargestellte Welle aus **25MoCr4** wird mit einer Kraft F_z belastet. Die Abmessungen der Welle sind der Zeichnung zu entnehmen. Folgende Daten sind weiterhin bekannt:

	Stelle 1	Stelle 2
Torsionsmoment T	20 Nm	20 Nm
Biegemoment M_b	24 Nm	16 Nm

Die Oberflächenqualität der Welle kann der folgenden Tabelle entnommen werden:

	Oberflächenrauheit R_z [μm]
Gewinde	25
Nut für Sicherungsring	25
Nut für Sicherungsblech	25
Lagersitze	6,3
Wellenabsatz mit Passfeder Stelle 1	25
Wellenabsatz mit Passfeder Stelle 3	25

- a) Welche der gekennzeichneten Stellen ist unter Berücksichtigung der Belastungen und der Wellengestaltung eher bruchgefährdet? Begründen Sie Ihre Antwort ausführlich.
- b) Führen Sie den Spannungsnachweis an Stelle 3 mit einer Sicherheit $S = 3$ durch. Die Rechenschritte sind anzugeben; gewählte Werte sind in den beiliegenden Diagrammen zu markieren.

Name:

Matr.-Nr.:

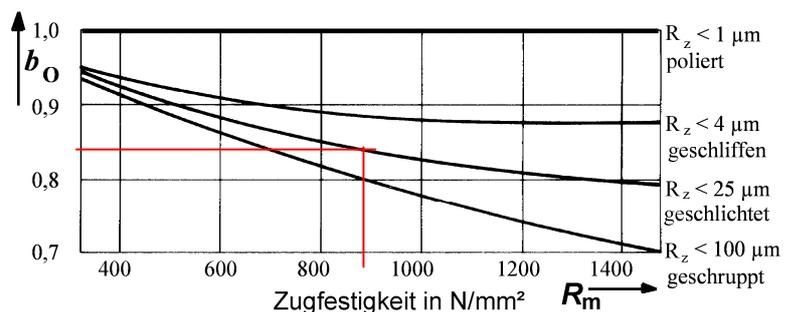
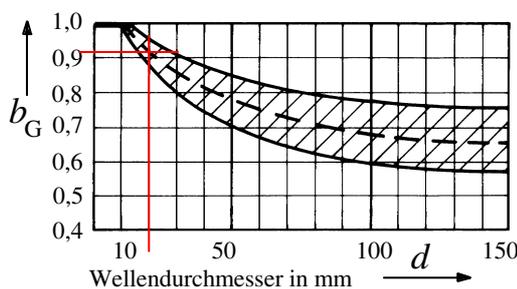
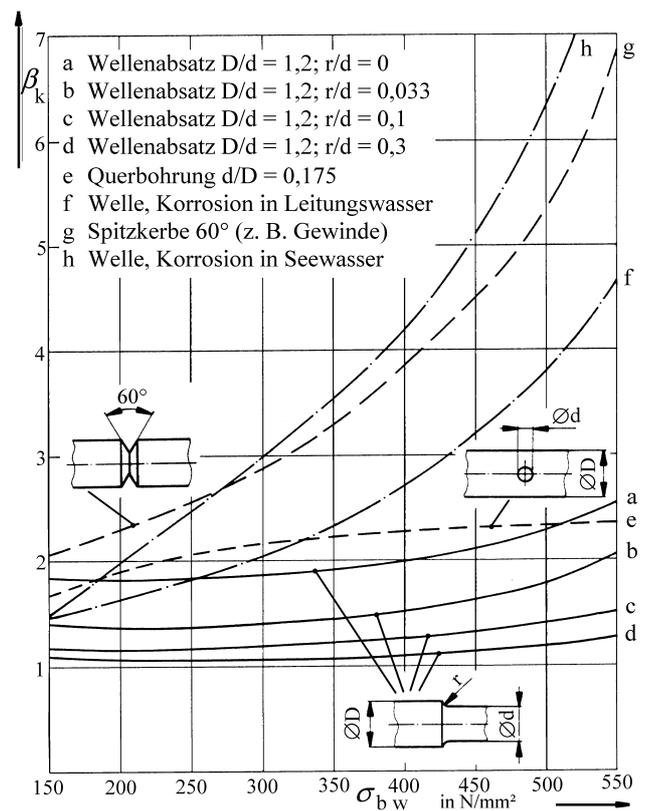
$$\sigma_v = \sqrt{(\sigma_z + \sigma_b)^2 + 3 \cdot (\alpha_0 \cdot (\tau_t + \tau_s))^2}$$

$$\alpha_0 = \frac{\sigma_{bw}}{1,73 \cdot \tau_{t\text{sch}}}$$

$$\sigma_{zul} = \frac{b_G \cdot b_O \cdot \sigma_{b\text{grenz}}}{\beta_k \cdot S}$$

Werkstoff	R_m [N/mm ²]	$\sigma_{z\text{sch}}$ [N/mm ²]	σ_{zw} [N/mm ²]	$\sigma_{b\text{sch}}$ [N/mm ²]	σ_{bw} [N/mm ²]	$\tau_{t\text{sch}}$ [N/mm ²]	τ_{tw} [N/mm ²]
Allgemeine Baustähle:							
St 37	340	240	175	340	200	170	140
St 42	410	260	190	360	220	180	150
St 50	490	300	230	420	260	210	180
St 60	570	340	270	470	300	230	210
St 70	670	370	320	520	340	260	240
Einsatzstähle							
Ck15	740	300	270	420	300	210	180
15Cr3	760	400	320	560	350	280	210
16MnCr5, 25MoCr4	880	600	400	780	450	430	270
15CrNi6	960	650	500	900	550	450	300
20MnCr5	1080	700	540	980	600	490	340
18CrNi8, 17CrNiMo8	1250	800	580	1060	650	550	410

Kerbenform		Kerbfaktor β_k
Welle glatt, poliert		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



 technische universität dortmund Fakultät Maschinenbau Maschinenelemente Prof. Dr.-Ing. B. Künne	Maschinenelemente I Fachprüfung	Kl. EI 09.08
		AW Blatt 7 v.6 Name: Künne/Mitarbeiter
Name:		Matr.-Nr.:

Aufgabenteil a)

Lösung Gewinde:

Werkstoffbedingt ist dort ein sehr hoher **Kerbfaktor** $\beta_k = 4,5$ zu finden! Die Passfeder hat nur ein $\beta_k = 2$

Alle anderen Werte sind gleich an diesen Stellen, der Durchmesser ist zwar marginal größer, aber das ist nicht ausschlaggebend. Der **Werkstoff der Welle** ist ausschlaggebend!

Aufgabenteil b)

Lösung gegebene Daten:

$S = 3$
 $T = 20 \text{ Nm}$
 $d_w = 25 \text{ mm}$
 $t = 4 \text{ mm}$

Formeln:

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

$$\tau_t = \frac{T}{W_t} \qquad W_t = \frac{\pi}{16} \cdot d^3$$

$$\sigma_v \leq \sigma_{zul} = \frac{b_G \cdot b_0 \cdot \sigma_{bw}}{S \cdot \beta_K}$$

Spannungsnachweis:

$$\sigma_v \leq \sigma_{zul}$$

I. Ermittlung der vorhandenen Spannung σ_v :

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

Angreifende Kräfte und Momente:

Die Welle wird nur durch Torsion belastet.

Die hervorgerufene Quer- und Normalkraft, sowie das Biegemoment ist bereits von den Lagern aufgenommen worden!

Bestimme α_0 :

$$\alpha_0 = \frac{450}{1,73 \cdot 430} = 0,6049$$

mit $\sigma_{bw} = 450 \text{ N/mm}^2$ und $\tau_{tsch} = 430 \text{ N/mm}^2$

	technische universität dortmund Fakultät Maschinenbau Maschinenelemente Prof. Dr.-Ing. B. Künne	Maschinenelemente I Fachprüfung	Kl. EI 09.08
			AW Blatt 8 v.6 Name: Künne/Mitarbeiter
Name:		Matr.-Nr.:	

Bestimme τ_t :
$$\tau_t = \frac{20000 \text{ Nmm}}{W_t} = 10,9987 \text{ N/mm}^2$$

Bestimme W_t :
$$W_t = \frac{\pi}{16} \cdot 21^3 = 1818,3931 \text{ mm}^3$$

$$\sigma_Z = 0$$

$$\sigma_B = 0$$

$$\tau_S = 0$$

$$\sigma_v = ((0+0)^2 + 3 \cdot (0,6049 \cdot (0+10,9987))^2)^{\frac{1}{2}} = 10,5253 \text{ N/mm}^2$$

II. Ermittlung der zulässigen Spannung σ_{zul} :

$$\sigma_{zul} = \frac{b_G \cdot b_0 \cdot \sigma_{bw}}{S \cdot \beta_K}$$

aus Diagrammen entnommene Werte:

$$b_G = 0,91$$

$$\beta_K = 2$$

$$b_0 = 0,84$$

$$\sigma_{b,w} = 450 \text{ oder auch } \sigma_{b,sch} = 780$$

$$\sigma_{zul} = \frac{0,91 \cdot 0,84 \cdot 450}{3 \cdot 2} = 57,33 \text{ N/mm}^2$$

oder:

$$\sigma_{zul} = \frac{0,91 \cdot 0,84 \cdot 780}{3 \cdot 2} = 99,372 \text{ N/mm}^2$$

III. Vergleich der Spannungen:

$$\sigma_v \leq \sigma_{zul}$$

Die Welle hält!!!

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

Aufgabe E WN 1 (Welle-Nabe-Verbindung)

Teilaufgabe	E-WN 1	E-WN 2	E-WN 3	Σ
max. Punktzahl	3	4	2	9
erreichte Punktzahl				

a) Was wird unter Passungsrost verstanden?

Aufgabenteil a)

Lösung Die *Passivschicht* eines Werkstoffes wird durch *Mikrogleitbewegungen* zwischen Welle und Nabe zerstört. Feuchtigkeit kann nun direkt an den Werkstoff gelangen und eindringen, als Folge fängt die Passung an zu rosten.

Reibkorrosion, auch Passungsrost und Reiboxidation genannt, ist eine Art Schwingungsverschleiß an Kontakt- und Passflächen. Schwingungen, feinste Vibrationen, Schlupf und lose Passungen führen durch Kombination von mechanischen Verschleiß und Wechselbeanspruchung zu einer hohen mechanischen Oberflächenbelastung. Die Werkstoffoberfläche wird zerrüttet und aktiviert, es kommt zur Reaktion mit dem Umgebungsmedium (Luft, Schmiermitteln, Wasser, etc.).

Daneben wird die Bildung von Mikrorissen begünstigt, wodurch die Dauerschwingfestigkeit des Werkstoffes stark reduziert wird. Als Folge kann es daher zum Auftreten eines "Dauerbruches" kommen.

b) Nennen Sie zwei Welle-Nabe-Verbindungen, bei denen Passungsrost entstehen kann. Welche Bedingungen sind bei der jeweiligen Verbindung für die Entstehung des Passungsrostes verantwortlich?

Aufgabenteil b)

Lösung 1. Welle-Nabe-Verbindung: **Kegelverbindung**

Beispielsweise löst sich die Wellenmutter an einer solchen Verbindung, dadurch ist die Axialkraft nicht mehr ausreichend. Eine Relativbewegung zwischen Welle und Nabe zerstört hierbei die Passivschicht.

2. Welle-Nabe-Verbindung: **Spannsätze**

Sobald sich die Verschraubung eines Spannsatzes löst, reicht dessen Vorspannkraft nicht mehr aus und eine Relativbewegung zwischen Welle und Nabe ist möglich, wodurch die Passivschicht des Werkstoffes zerstört werden kann.

3. Welle-Nabe-Verbindung **Presspassung**

Durch das Anbringen von Entlastungsnuten reduzieren sich Flächenpressung und Kerbwirkung, die Gefahr von entstehendem Passungsrost ist gegeben.

Name:

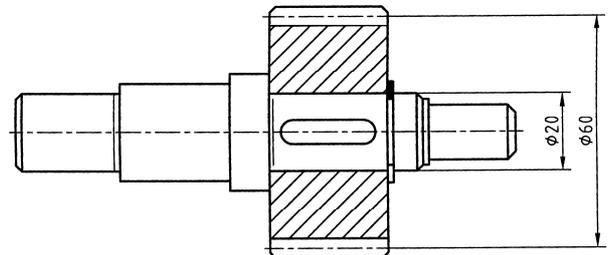
Musterlösung

Matr.-Nr.:

Aufgabe E WN 2 (Passfederverbindung)

Für die in der Skizze dargestellte Passfederverbindung haben Berechnungen eine Gesamtlänge von 16 mm ergeben. Die zulässige Flächenpressung beträgt 75 N/mm².

für Wellen-φ über bis	10	12	17	22	30	38	44	50	58	65	75	85
d ₁	12	17	22	30	38	44	50	58	65	75	85	95
Paßfeder- querschnitt	b 4	h 5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	25
Wellennut- tiefe t ₁	2,5	3	3,5	4	5	5	5,5	6	7	7,5	9	9
Nabennuttiefe, mit Übermaß t ₂ mit Rückenspiel	1,2	1,7	2,2	2,4	2,4	2,4	2,9	3,4	3,4	3,9	4,4	4,4
Schrägung od. Rundung	r ₁ max. 0,25	0,4	0,4	0,4	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8
	r ₂ max. 0,16	0,25	0,25	0,25	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	0,6	0,6
Bohrungen: d ₄ d. Paßfeder				3,4	3,4	4,5	5,5	5,5	6,6	6,6	6,6	9
d ₃				6	6	8	10	10	11	11	11	15
d. Halte- d ₅ /d ₇ schrauben t ₃				M 3	M 3	M 4	M 5	M 5	M 6	M 6	M 6	M 8
der Welle t ₅				2,4	2,4	3,2	4,1	4,1	4,8	4,8	4,8	6
t ₆				4	5	6	6	6	7	6	8	9
				7	8	10	10	10	12	11	13	15
Stufung der Paßfederlängen:	6	8	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32
	45	50	56	63	70	80	90	100	110	125	140	160
	220	250	280	320	360	400						



Flächenpressung p :

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

a) Wie hoch ist das übertragbare Drehmoment?

Aufgabenteil a)

Lösung gegebene Daten:

$$l_{ges} = 16 \text{ mm} \quad t_1 = 3,5 \text{ mm}$$

$$d = 20 \text{ mm} \quad z = 1$$

$$h = 6 \text{ mm} \quad \varphi = 1$$

$$b = 6 \text{ mm} \quad p_{zul} = 75 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Formeln:

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

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

$$T \leq \frac{p_{zul} \cdot d \cdot (h - t_1) \cdot l}{2}$$

Bestimme tragende Länge l : $l = 10 \text{ mm}$

$$T \leq \frac{75 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot 20 \text{ mm} \cdot (6 - 3,5) \text{ mm} \cdot 16 \text{ mm}}{2} \leq 18,75 \text{ Nm}$$

 technische universität dortmund Fakultät Maschinenbau Maschinenelemente Prof. Dr.-Ing. B. Künne	Maschinenelemente I Fachprüfung	Kl. EI 09.08
		WN Blatt 3 v. 3 Name: Künne/Mitarbeiter
Name: <i>Musterlösung</i>		Matr.-Nr.: -----

b) In einer anderen Anwendung haben Sie festgestellt, dass eine Passfederverbindung das vorhandene Moment **nicht** übertragen kann. Schlagen Sie mindestens 4 Abhilfemaßnahmen vor.

Aufgabenteil b)

- Lösung**
1. mehrere Passfedern
 2. Torsionsmoment verkleinern
 3. Wellendurchmesser erhöhen
 4. Passfederhöhe vergrößern
 5. Passfedernlänge vergrößern (tragende Länge)
 6. besseren Werkstoff (zul. Flächenpressung steigt)
 7. Stoßhafte Belastung vermeiden

Aufgabe E WN 3 (Welle-Nabe-Verbindung)

Nennen Sie mindestens 4 Vorteile von kraftschlüssigen im Gegensatz zu formschlüssigen Welle-Nabe-Verbindungen.

Aufgabenteil 3)

- Lösung**
1. spielfrei
 2. geeignet für wechselnde Drehrichtungen
 3. keine axiale Festlegung des Bauteils mehr erforderlich
 4. keine Durchmesserschwächung der Welle

auch durchgehen sind:

5. leichte Montage
6. dynamisch stärker belastbar