


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:	

Danke.

FACHPRÜFUNG



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

MASCHINENELEMENTE I

24. August 2010 - 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 Matrikelnummer zu versehen. Die Aufgaben ggf. nicht bevorzugen. Die Aufgabenblätter sind zu bearbeiten. Ein Auftrennen der Blätter ist nicht zulässig. Die Blätter Nebenrechnungen und Skizzen dürfen die Rückseiten verwendet werden. Zusätzliche 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 Angabe 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	9	13	8	60

Name:

Musterlösung

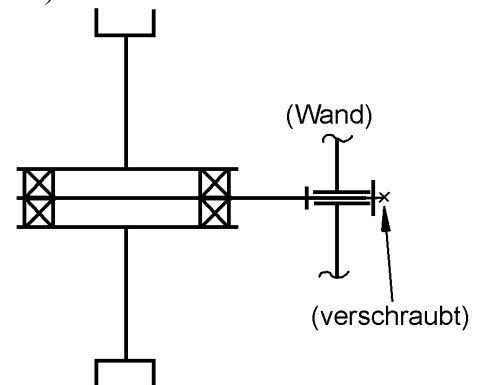
Matr.-Nr.:

	Teil 1	Teil 2	Σ
max. Punktzahl	13	17	30
erreichte Punktzahl			

Aufgabe E GG Teil 1 (Umlenkrolle)
(Arbeitsblatt s. nächste Seite)

Eine Umlenkrolle (links, Profil der Lauffläche des Seils ist bereits vorgegeben) soll drehbar auf einer stillstehenden Achse gelagert sein. Die stillstehende Achse wird in die vorgegebene Bohrung der Wand eingesteckt und mittels einer großen Scheibe (rechts, bereits vorgegeben) und einer zentralen Schraube fixiert. Konstruieren Sie die Umlenkrolle mit Lagerung, Achse usw. auf dem beigefügten Blatt unter Berücksichtigung der folgenden Gestaltungskriterien (siehe Prinzipskizze):

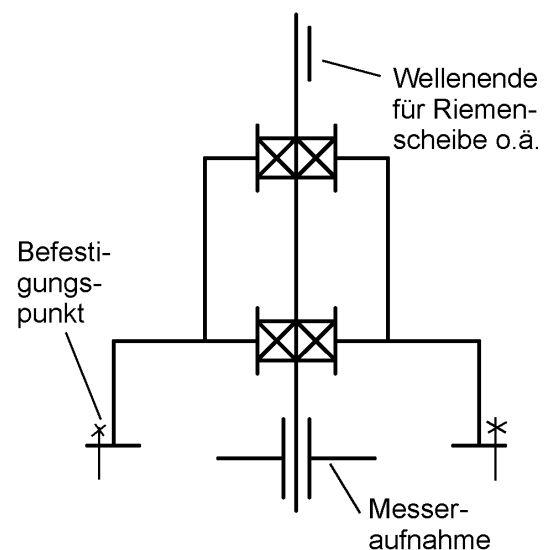
- Die Umlenkrolle soll als **Gussteil** gestaltet werden,
- es sollen Wälzlager mit Lebensdauerschmierung verwendet werden, d. h. eine zusätzliche Abdichtung ist nicht erforderlich; die Abmessungen der Lager sind zu schätzen,
- es muss eine **schwimmende Lagerung** konstruiert werden,
- die Verschraubung der Achse an die Wandhalterung muss vollständig dargestellt werden,
- erforderliches Spiel bzw. notwendige Spieleinstellungen sind deutlich darzustellen,
- die Darstellung der oberen Hälfte ist ausreichend.



Aufgabe E GG Teil 2 (Rasenmäherwelle)
(Arbeitsblatt s. übernächste Seite)

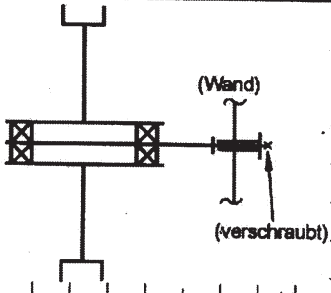
Es ist eine Welle mit Lagerung und Gehäuse für einen Rasenmäher (Aufsitzmäher) zu konstruieren. Am unteren Ende befindet sich die bereits dargestellte Befestigung des Messers. Das gesamte Gehäuse wird an den unten dargestellten Befestigungspunkten angeschraubt. Am oberen Wellenende wird eine nicht zu konstruierende Riemenscheibe für den Antrieb aufgesetzt, hierfür ist ein geeignetes Wellenende mit Passfeder vorzusehen. Konstruieren Sie die Anordnung unter Berücksichtigung der folgenden Gestaltungskriterien (siehe Prinzipskizze):

- Die Welle ist in einer **Fest-Los-Lagerung für hohe axiale und radiale Kräfte** zu lagern,
- die Lager sind **ölgeschmiert**, die Anordnung ist entsprechend abzudichten; die Abmessungen der Lager sind zu schätzen,
- auf das obere Wellenende soll eine Riemenscheibe o. ä. aufgesetzt werden können (Wellenende mit Passfeder); die Riemenscheibe o. ä. ist **nicht** zu konstruieren,
- das Gehäuse ist als **Schweißteil** zu konstruieren,
- Schraubenverbindungen brauchen nicht dargestellt zu werden, die Darstellung der Mittellinien genügt,
- die Darstellung der linken Hälfte ist ausreichend.

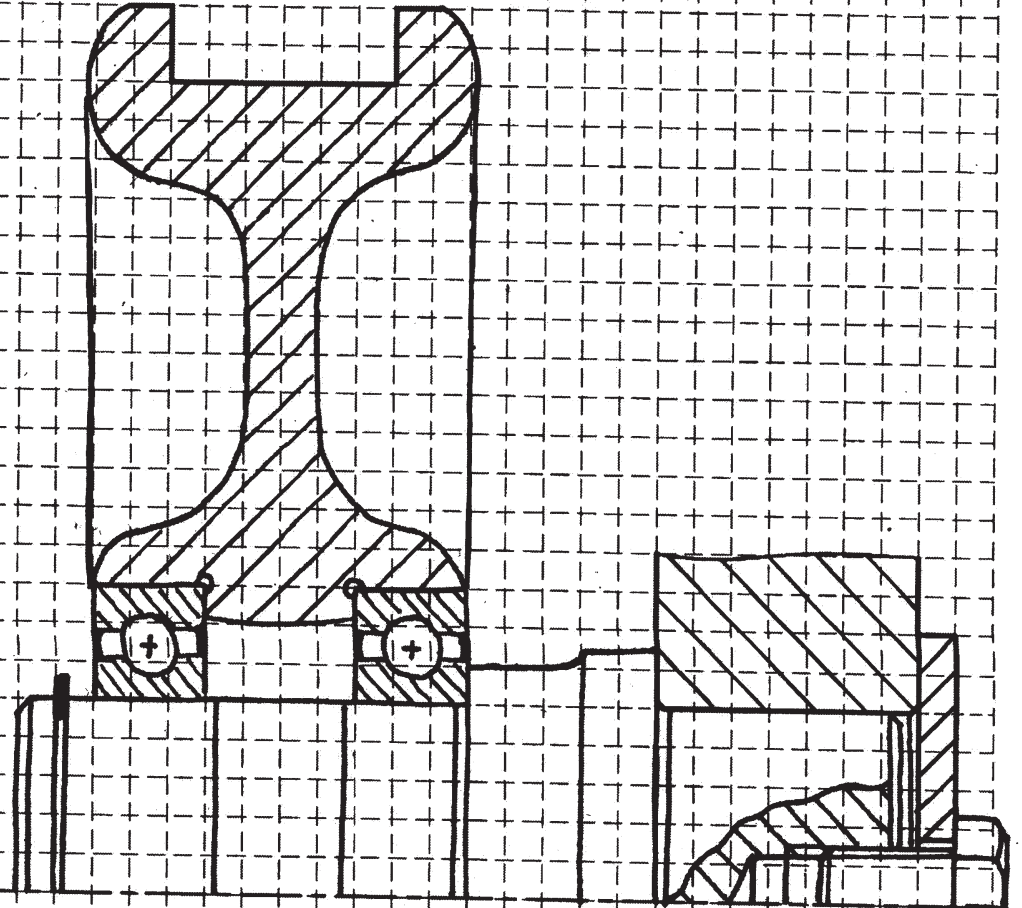


Name:

Matr.-Nr.:



Halbdarstellung
 (obere Hälfte)
 ausreichend!

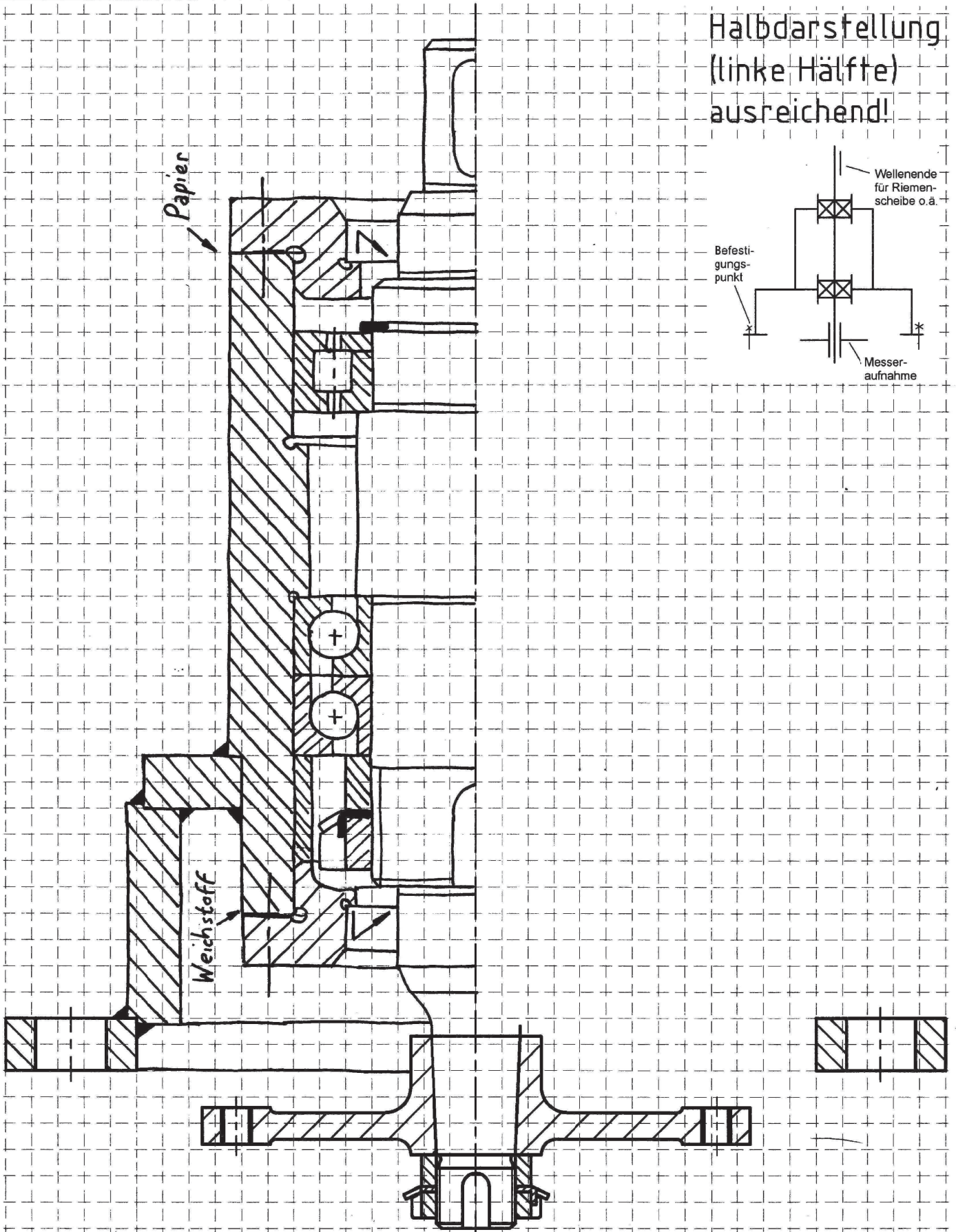


Ergänzende Anmerkungen:

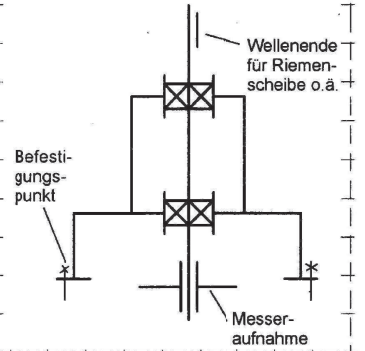
- Die Länge der Passung ist auf die Lagerbreite begrenzt.
- Spiel überdeutlich dargestellt (tats. 0,5mm – 1mm)

Name:

Matr.-Nr.:



Halbdarstellung
(linke Hälfte)
ausreichend!



Ergänzende Anmerkungen:

- Schlecht demontierbar, Los-Lager nicht zerstörungsfrei demontierbar, ggf. Los-Lager Bauform NU verwenden, Nachteil: hoher konstruktiver Aufwand
- Bohrung in Vorlage zu groß, daher liegt die Schweißnaht sehr dicht an der Bohrung

Name:

Musterlösung

Matr.-Nr.:

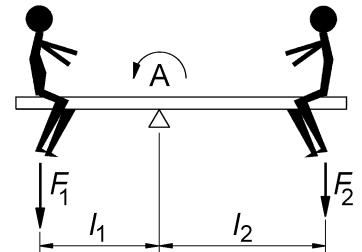
Aufgabe E VE

(Grundlagen der Festigkeitsberechnung)

	Teil 1	Teil 2	Teil 3	Σ
max. Punktzahl	3	2	4	9
erreichte Punktzahl				

Teil 1:

Ein Vater von zwei Kindern möchte eine Kinderwippe bauen. Er möchte die Sitzflächen im Abstand von 3 m anbringen (die Gesamtlänge der Stange ist größer, beispielsweise 3,40 m). Ein Kind hat eine Masse von $m_1 = 40$ kg, das andere hat eine Masse von $m_2 = 35$ kg. Wie groß müssen die Abstände zum Drehpunkt (l_1, l_2) gewählt werden?



Aufgabenteil 1: insgesamt 3 Punkte

Lösung: gegebene Daten:

$$l_{\text{Sitzabstand}} = 3 \text{ m}$$

$$m_1 = 40 \text{ kg}$$

$$m_2 = 35 \text{ kg}$$

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

Formeln:

$$M_b = m \cdot g \cdot l = \text{const.}$$

$$l_1 + l_2 = l_{\text{Sitzabstand}}$$

Gleichung (1)

Gleichung (2)

Aus **Gleichung (1)** ergibt sich:

$$m_1 \cdot g \cdot l_1 = m_2 \cdot g \cdot l_2$$

$$l_1 = \frac{l_{\text{Sitzabstand}} \cdot m_2}{m_1 + m_2} = 1,4 \text{ m}$$

Einsetzen von l_1 in **Gleichung (2)**:

$$l_2 = l_{\text{Sitzabstand}} - l_1$$

$$l_2 = 3 \text{ m} - 1,4 \text{ m} = 1,6 \text{ m}$$

Abstand l_1 1400 mm

Abstand l_2 1600 mm

Teil 2:

Bei einer ähnlichen Anordnung ist $m_1 = m_2 = 50$ kg und $l_1 = l_2 = 1,5$ m. An welcher Stelle tritt die höchste Belastung auf (d. h. an welcher Stelle würde die Wippe bei Überlastung brechen)? Kennzeichnen Sie die betreffende Stelle in der Skizze oben; benennen Sie die Art der Belastung und berechnen Sie ihre Größe (mit Einheiten).

Aufgabenteil 2: insgesamt 2 Punkte

Lösung: gegebene Daten:

$$l_{\text{Sitzabstand}} = 3 \text{ m}$$

$$m_1 = m_2 = 50 \text{ kg}$$

$$l_1 = l_2 = 1,5 \text{ m}$$

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

Formel(n):

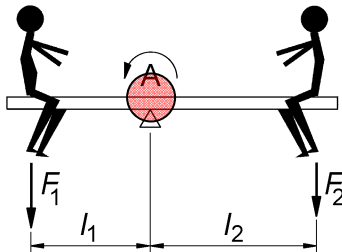
$$M_b = m \cdot g \cdot l$$

Name:

Musterlösung

Matr.-Nr.:

I. Größte Belastung: Tritt in der Mitte der Wippe auf.



II. Art der Belastung: Biegemoment

III. Bestimmung des maximalen Biegemoments:

$$M_b = m_{1/2} \cdot g \cdot l_{1/2} = 750 \text{ Nm}$$

Falls $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ gewählt wurde: (Beide Ergebnisse sind zugelassen!)

$$M_b = m_{1/2} \cdot g \cdot l_{1/2} = 735,75 \text{ Nm}$$

Größe (m. Einh.):

750 Nm bzw. 735,75 Nm

Teil 3:

Es stehen für die Anordnung nach Teil 2 zwei Stangen aus Stahl zur Verfügung, nämlich ein Rundstahl mit dem Durchmesser 35 mm und ein Rechteckstahl mit einer Breite von 20 mm und einer Höhe von 40 mm. Welche der Stangen ist besser geeignet, wenn die Spannung an der höchstbelasteten Stelle 150 N/mm² nicht überschreiten soll?

Aufgabenteil 3: insgesamt 4 Punkte

Lösung: gegebene Daten:

$$\sigma_{zul} = 150 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Rundstahl: } \varnothing = 35 \text{ mm}$$

$$\text{Rechteckstahl: } b = 20 \text{ mm}$$

$$h = 40 \text{ mm}$$


Vergleich kann sowohl über die Spannung σ_b als auch über das zulässige Biegemoment $M_{b, zul}$ erfolgen!

Allein die Bestimmung des Biege­wider­stands­mo­men­tes W_b reicht nicht aus, denn hier wird die zulässige Spannung nicht beachtet, sondern nur die Profile miteinander verglichen.

I. Bestimmung des Biege­wider­stands­mo­men­tes W_b :

$$W_{b, \text{Rund}} = \frac{\pi \cdot d^3}{32} = 4209 \text{ mm}^3$$

$$W_{b, \text{Rechteck}} = \frac{b \cdot h^2}{6} = 5333 \text{ mm}^3$$

 technische universität dortmund Fakultät Maschinenbau Maschinenelemente Prof. Dr.-Ing. B. Künne	Maschinenelemente I Fachprüfung	Kl. EI 10.08
		Blatt 6 v. 10 Name: Künne/Mitarbeiter
Name: Musterlösung		Matr.-Nr.: -----

Vergleich kann sowohl über σ_b als auch über $M_{b, zul}$ erfolgen:

II. Vergleich über σ_b :

$$\begin{array}{ll}
 \sigma_{b, \text{Rund}} (M_b = 750 \text{ Nm}) = 178,19 \text{ N/mm}^2 & \sigma_{b, \text{Rund}} > \sigma_{zul} \\
 \sigma_{b, \text{Rund}} (M_b = 735,75 \text{ Nm}) = 174,8 \text{ N/mm}^2 & \sigma_{b, \text{Rund}} > \sigma_{zul} \\
 \sigma_{b, \text{Rechteck}} (M_b = 750 \text{ Nm}) = 140,6 \text{ N/mm}^2 & \sigma_{b, \text{Rechteck}} < \sigma_{zul} \\
 \sigma_{b, \text{Rechteck}} (M_b = 735,75 \text{ Nm}) = 137,96 \text{ N/mm}^2 & \sigma_{b, \text{Rechteck}} < \sigma_{zul}
 \end{array}$$

Der Vergleich der vorhandenen Biegespannungen zeigt, dass der Rundstahl nicht geeignet ist, da die zulässige Spannung von 150 N/mm^2 überstiegen wird.

II. Vergleich über $M_{b, zul}$:

$$\begin{array}{ll}
 M_{b, zul} (\text{Rund}) = \sigma_{zul} \cdot W_b = 631,35 \text{ Nm} & M_{b, zul} < M_b, \text{vorh.} \\
 M_{b, zul} (\text{Rechteck}) = \sigma_{zul} \cdot W_b = 800 \text{ Nm} & M_{b, zul} > M_b, \text{vorh.}
 \end{array}$$

Der Vergleich des zulässigen Biegemomentes zeigt, dass der Rundstahl nicht geeignet ist, da das vorhandene Biegemoment von 750 N/mm^2 bzw. $735,75 \text{ N/mm}^2$ überstiegen wird.

Als Hilfsmittel: Formeln (Auszug aus dem Skript):

$$\tau_t = \frac{T}{W_t} \qquad \sigma_b = \frac{M_b}{W_b} \qquad W_b = \frac{\pi}{32} \cdot d^3 \text{ bzw. } W_b = \frac{b \cdot h^2}{6} \qquad W_t = \frac{\pi}{16} \cdot d^3$$

**Erfolgt keine Angabe des Rechenweges: 1 Punkt für das richtige Ergebnis.
Falsche oder keine Angabe der Einheit, wenn erforderlich, -0.25 Punkte Abzug.**

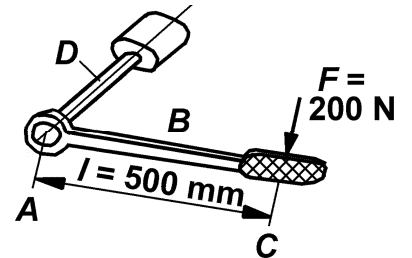
Name: Musterlösung	Matr.-Nr.: -----
--	------------------

Aufgabe E AW (Achsen und Wellen)

	Teil 1	Teil 2	Teil 3	Teil 4	Σ
max. Punktzahl	3	1	4	5	13
erreichte Punktzahl					

Teil 1:

Ein Automechaniker löst die Muttern eines Rades mittels einer Knarre für Steckschlüsseinsätze, s. rechts. Wie groß ist das Biegemoment in dem Hebelarm an den Stellen *A* (Mitte Steckschlüssel), *B* (Mitte Hebelarm), *C* (rechtes Ende, Kraftangriffspunkt)?


Aufgabenteil 1: insgesamt 3 Punkte
Lösung: gegebene Daten:

$$\begin{aligned}
 F &= 200 \text{ N} \\
 l_{a,B} &= 500 \text{ mm} \\
 l_{a,C} &= 250 \text{ mm} \\
 l_{a,A} &= 0 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Formeln:

$$M_b = F \cdot l$$

Die Angabe des Rechenweges ist bei dieser Teilaufgabe nicht erforderlich gewesen!

$$M_{b,A} = F \cdot l_a = 100 \text{ Nm}$$

$$M_{b,B} = F \cdot l_b = 50 \text{ Nm}$$

$$M_{b,C} = F \cdot l_c = 0 \text{ Nm}$$

 Biegemoment im Punkt *A*
(mit Einheit)

100 Nm

 Biegemoment im Punkt *B*
(mit Einheit)

50 Nm

 Biegemoment im Punkt *C*
(mit Einheit)

0 Nm

Teil 2:

Welches Drehmoment wird in den Aufsatz zum Lösen der Schrauben eingeleitet? Die relevanten Werte sind der Zeichnung zu entnehmen.

Aufgabenteil 2: insgesamt 1 Punkte
Lösung: gegebene Daten:

$$\begin{aligned}
 F &= 200 \text{ N} \\
 l_a &= 500 \text{ mm}
 \end{aligned}$$


Formeln:

$$T = F \cdot l_a$$

$$T = F \cdot l_a = 100 \text{ Nm}$$

Drehmoment

100 Nm

	technische universität dortmund Fakultät Maschinenbau Maschinenelemente Prof. Dr.-Ing. B. Künne	Maschinenelemente I Fachprüfung	Kl. EI 10.08 Blatt 8 v. 10 Name: Künne/Mitarbeiter
	Name: Musterlösung		Matr.-Nr.: -----

Teil 3:

Bei einer ähnlichen Anordnung wirkt im Hebelarm der Knarre ein maximales Biegemoment von 140 Nm. Wie groß ist die größte Biegespannung im Hebelarm, wenn es sich um einen runden Querschnitt mit einem Durchmesser von 20 mm handelt?

Aufgabenteil 3: insgesamt 4 Punkte

Lösung: gegebene Daten:

$$\begin{aligned} \varnothing &= 20 \text{ mm} \\ M_b &= 140 \text{ Nm} \end{aligned}$$

Formeln:

$$W_b = \frac{\pi}{32} \cdot d^3 \qquad \sigma_b = \frac{M_b}{W_b}$$

$$W_b = \frac{\pi \cdot 20^3 \text{ mm}^3}{32} = 785,3982 \text{ mm}^3$$

$$\sigma_b = \frac{M_b}{W_b} = \frac{140 \cdot 1000 \text{ Nmm}}{785,3982 \text{ mm}^3} = 178,3 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Biegespannung
(mit Einheit)

178,3 N/mm²

Teil 4:

Bei einer ähnlichen Anordnung wirkt in der Welle (Steckschlüssel-Verlängerung, Stelle D) ein maximales Drehmoment von 160 Nm. Wie groß muss der Durchmesser mindestens sein, damit die Torsionsspannung nicht größer als 50 N/mm² wird?

Aufgabenteil 4: insgesamt 5 Punkte

Lösung: gegebene Daten:

$$\begin{aligned} M_{b, \max} &= 160 \text{ Nm} \\ \tau_t &= 50 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Formeln:

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

$$W_t = \frac{\pi \cdot d^3}{16} = \frac{T}{\tau_t} = \frac{160 \cdot 1000 \text{ Nmm}}{50 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}} = 3200 \text{ mm}^3$$

$$d^3 = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot W_t}{\pi}} = 25,35 \text{ mm}$$

Minstdurchmesser
(mit Einheit)

25,35 mm

Als Hilfsmittel: Formeln (Auszug aus dem Skript):

$$\tau_t = \frac{T}{W_t} \qquad \sigma_b = \frac{M_b}{W_b} \qquad W_b = \frac{\pi}{32} \cdot d^3 \qquad W_t = \frac{\pi}{16} \cdot d^3$$

**Erfolgt keine Angabe des Rechenweges: 1 Punkt für das richtige Ergebnis.
Falsche oder keine Angabe der Einheit, wenn erforderlich, -0.25 Punkte Abzug.**

Name: **Musterlösung**

Matr.-Nr.:

Aufgabe E WN (Passfederverbindung)

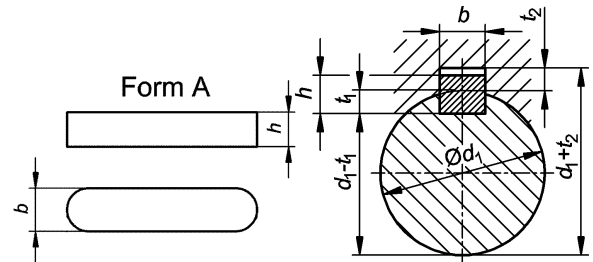
	Teil 1	Teil 2	Σ
max. Punktzahl	5	3	8
erreichte Punktzahl			

Teil 1:

Legen Sie für die folgenden Daten eine Passfeder Form A aus; geben Sie deren Bezeichnung (*Breite×Höhe×Länge*) an. (Formeln und Tabellen s. unten)

Gegeben: $T = 200 \text{ Nm}$ = zu übertragendes Drehmoment
 $d = 40 \text{ mm}$ = Durchmesser der Welle
 $p = 90 \text{ N/mm}^2$ = zulässige Flächenpressung

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



Passfeder- querschnitt	h9	b	2	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36
Wellendurch- messer d_1	über	d_1	6	8	10	12	17	22	30	38	44	50	58	65	75	85	95	110	130
	bis	d_1	8	10	12	17	22	30	38	44	50	58	65	75	85	95	110	130	150
Wellennuttiefe	t_1		1,2	1,8	2,5	3	3,5	4	5	5,5	6	7	7,5	9	9	10	11	12	
	zul. Abw.				+0,1					+0,2						+0,3			
Nabennuttiefe mit Rückenspiel	t_2		1	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	8,4
	zul. Abw.			+0,1						+0,2						+0,3			
Passfederlänge	von	bis	6	6	8	10	14	18	22	28	36	45	50	56	63	70	80	90	100
			20	36	45	56	70	90	110	140	160	180	200	220	250	280	320	360	400

Stufung der Passfederlängen	Längentoleranz	
	Passfeder	Nut
6 8 10 12 14 16 18 20 22 25 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

Aufgabenteil 1: insgesamt 5 Punkte

Lösung: gegebene Daten:

$T = 200 \text{ Nm}$
 $d_{\text{Welle}} = 40 \text{ mm}$
 $p_{\text{zul}} = 90 \text{ N/mm}^2$

Formeln:

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

$$l = l_{\text{ges}} - b \quad (l = \text{tragende Länge})$$

I. Werte aus Tabelle bei $d_{\text{Welle}} = 40 \text{ mm}$

$b = 12 \text{ mm}$
 $h = 8 \text{ mm}$

II. Bestimme l aus Formel: $l \geq \frac{2 \cdot T}{d \cdot (h - t_1) \cdot p_{\text{zul}} \cdot z \cdot \varphi} = 37,04 \text{ mm}$

II. Bestimme $l_{\text{ges, min}}$: $l_{\text{ges, min}} = l + b = 49,037 \text{ mm}$

III. wähle $l_{\text{ges}} = 50 \text{ mm}$ (Nächste Stufung nach 45 mm!)

Breite×Höhe×Länge **12 x 8 x 50**

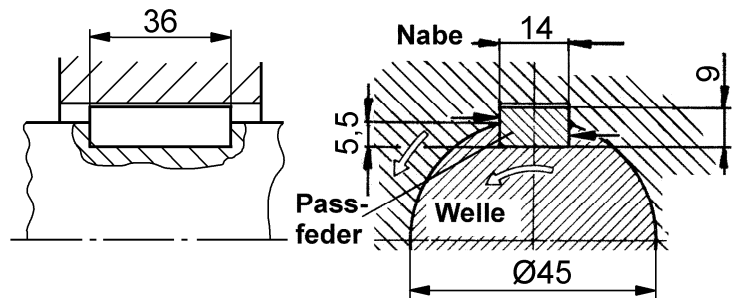
Name:

Musterlösung

Matr.-Nr.:

Teil 2: insgesamt 3 Punkte

Bei der dargestellten Passfederverbindung wird die Länge der Passfeder von bisher 36 mm auf 80 mm erhöht werden. Um welchen Faktor vergrößert sich das übertragbare Drehmoment (bei gleicher Flächenpressung)? Bitte den Lösungsweg angeben!



Aufgabenteil 2: insgesamt 3 Punkte

Lösung: gegebene Daten:

$$\begin{aligned} T &= 200 \text{ Nm} \\ l_{\text{vor}} &= 36 \text{ mm} \\ l_{\text{nach}} &= 80 \text{ mm} \\ d_{\text{Welle}} &= 45 \text{ mm} \\ p_{\text{zul}} &= 90 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

Formeln:

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

$$l = l - b \quad (l = \text{tragende Länge})$$

I. Werte aus Tabelle bei $d_{\text{Welle}} = 45 \text{ mm}$

$$\begin{aligned} b &= 14 \text{ mm} \\ h &= 9 \text{ mm} \end{aligned}$$

II. Bestimme Faktor aus:

$$\frac{p_{\text{zul,alt}}}{p_{\text{zul,neu}}} = \frac{\frac{2 \cdot T}{d \cdot (h - t_1) \cdot l_{\text{alt}} \cdot z \cdot \varphi}}{\frac{2 \cdot T}{d \cdot (h - t_1) \cdot l_{\text{neu}} \cdot z \cdot \varphi}}$$

$$= \frac{l_{\text{neu}}}{l_{\text{alt}}} = \frac{(36 - 14) \text{ mm}}{(80 - 14) \text{ mm}} = 1/3$$

Das Drehmoment vergrößert sich, daher muss der Faktor 3 (Kehrwert) sein.

Faktor

3