



# FACHPRÜFUNG

## MASCHINENELEMENTE

11.09.2003 - 13:00 bis 17:00 Uhr (4 Stunden)

<b>Bearbeiter:</b>
<b>Matr.-Nr. :</b>

**Umfang:**

Maschinenelemente I, II, III, IV (200 Punkte)

**S = 200 Punkte**

Die Klausur ist bestanden, wenn mindestens 80 Punkte erreicht wurden.

**Hinweise zur Bearbeitung:**

- Alle Blätter sind mit dem Namen und der Matrikel-Nr. zu beschriften.
- Alle Aufgaben sind auf den Aufgabenblättern zu bearbeiten. Zusätzliche Blätter sind beim Aufsichtspersonal erhältlich.
- **Zugelassene Hilfsmittel: Keine**  
(außer Taschenrechner, Schreib- und Zeichenwerkzeug)

**Bewertung:** (Nicht vom Bearbeiter auszufüllen)

E VE	E AW	E WN	E WL	E GL	E NT	E FE	E SW	E SR	E ZR	E RK	E KB	E GG	<b>S</b>
P <sub>max</sub> 20	P <sub>max</sub> 20	P <sub>max</sub> 7	P <sub>max</sub> 6	P <sub>max</sub> 8	P <sub>max</sub> 6	P <sub>max</sub> 6	P <sub>max</sub> 7	P <sub>max</sub> 6	P <sub>max</sub> 13	P <sub>max</sub> 6	P <sub>max</sub> 10	P <sub>max</sub> 85	<b>P<sub>max</sub> 200</b>



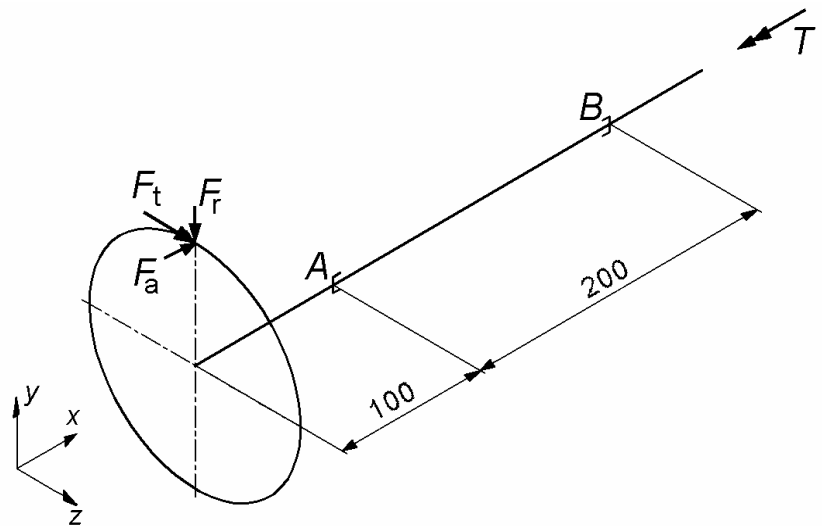
Name:

Matr.-Nr.:

**Aufgabe E VE**

Teilaufgabe	E-VE 1	E-VE 2	S
Max. Pktzahl	2	18	<b>20</b>
Erreichte Pktzahl			

**E-VE 1** Gegeben ist eine in O-Anordnung gelagerte Antriebswelle. Auf dieser Welle befindet sich ein fliegend gelagertes Kegelrad. Vervollständigen Sie das gegebene Freikörperbild, indem Sie die Reaktionskräfte der Lager A und B antragen. Diese sind mit Indizes entsprechend ihrer Wirkrichtung anzutragen (z. B.  $F_{Ay}$ ).



**E-VE 2** An dem Kegelrad wirken die folgenden Kräfte und Momente:  
 $F_t = 775,47 \text{ N}$ ;  $F_a = F_r = 199,58 \text{ N}$ ;  $T = 30 \text{ Nm}$   
 mittlerer Teilkreisdurchmesser des Kegelrades:  $d_m = 100 \text{ mm}$   
 Berechnen Sie die Lagerkräfte komponentenweise. Bestimmen Sie die Schnittlasten und stellen Sie den Verlauf grafisch im nachfolgenden Diagramm (siehe Blatt 3) dar.



Maschinenelemente  
Universität Dortmund  
Fakultät Maschinenbau  
Prof. Dr.-Ing. B. Künne

**Konstruktionselemente / Maschinenelemente**  
**Fachprüfung**

Kl. E

E-VE bar/wil09.03 **Bl. 2 v. 3**  
Name: Künne / Mitarbeiter

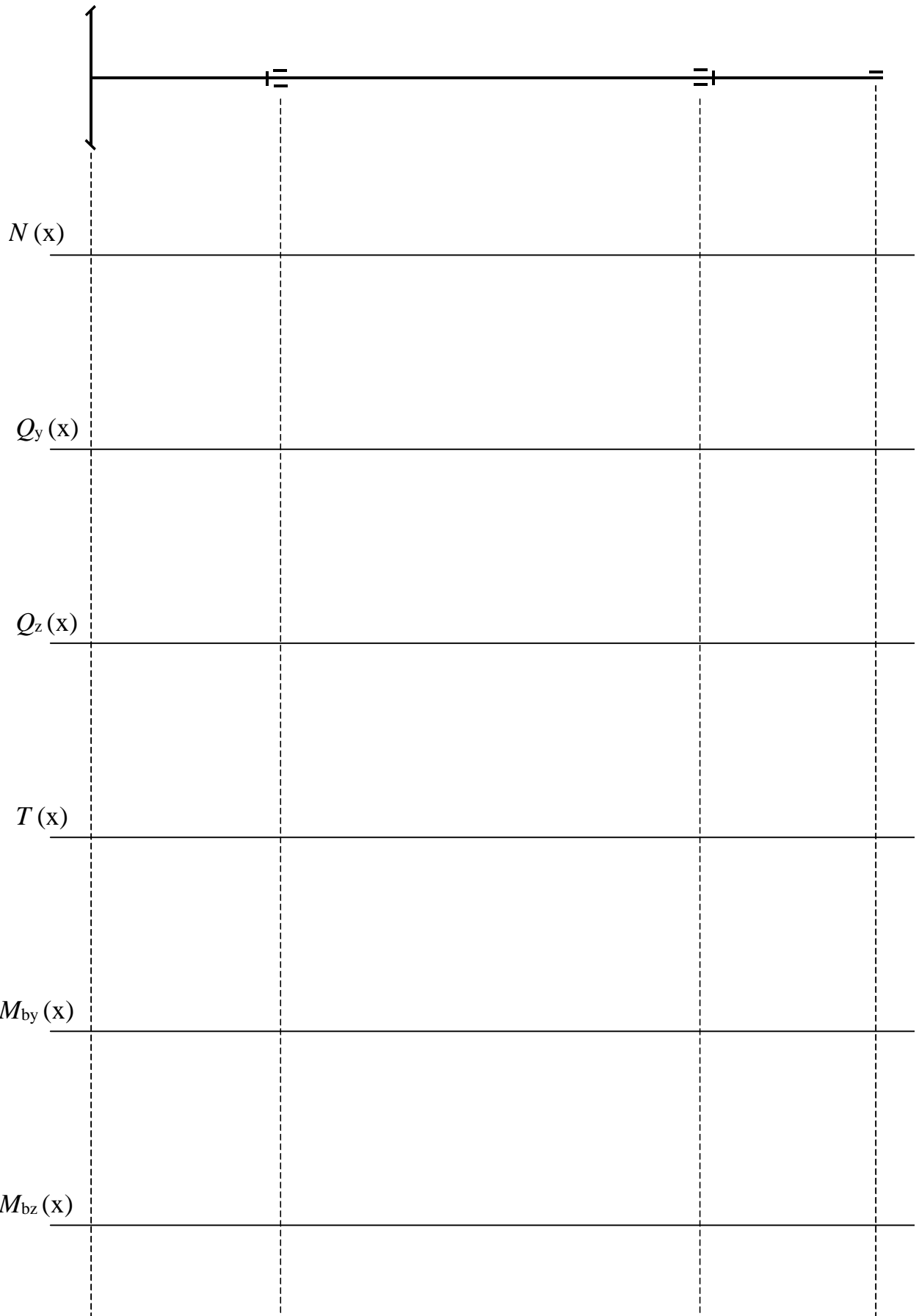
Name:

Matr.-Nr.:



Name:

Matr.-Nr.:



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

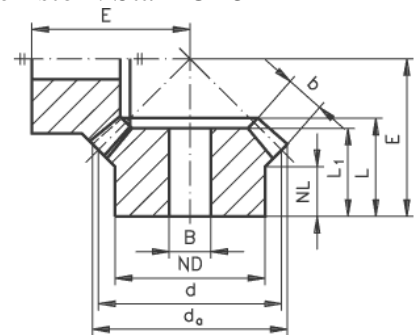
**Aufgabe E AW**

Teilaufgabe	E-AW 1	E-AW 2	E-AW 3	E-AW 4	S
Max. Pktzahl	1	1	10	8	<b>20</b>
Erreichte Pktzahl					

**E-AW 1** Wählen Sie ein geeignetes Kegelrad für eine Leistung von  $P = 18 \text{ KW}$  und einer Drehzahl von  $n = 6000 \text{ min}^{-1}$  mit Hilfe der gegebenen Tabelle aus. Nennen Sie die Artikel-Nr. sowie die Zähnezah  $z$ , den Teilkreisdurchmesser  $d$  und die Zahnbreite  $b$ .

Kegelräder aus Stahl mit geraden ballig gefrästen Zähnen; Modul 2,5; Werkstoff: Stahl C 45

Art.-Nr.	Übersetzung	Zähnezahl	da	d	ND	NL	L1	L	S	b	B-H7	E	zul. MD	Gewicht
	i		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	Nm	kg
<a href="#">361.107.00</a>	1:1	16	43,7	40,0	30	10,0	21	23,8	16,8	11	10	35	2,6	0,12
<a href="#">361.109.00</a>	1:1	18	48,7	45,0	30	10,0	22	25	17,4	12	10	38	3,6	0,15
<a href="#">361.111.00</a>	1:1	20	53,7	50,0	35	10,0	22	25,9	16,9	14	10	40	4,9	0,21
<a href="#">361.113.00</a>	1:1	22	58,7	55,0	30	10,0	24	27,1	17,3	15	10	43	6,3	0,24
<a href="#">361.116.00</a>	1:1	25	66,2	62,5	45	10,0	25	28,8	17,6	17	15	47	9,3	0,37
<a href="#">361.120.00</a>	1:1	30	78,7	75,0	50	12,0	29	32,7	19,3	20	15	55	16,3	0,56
<a href="#">361.126.00</a>	1:1	40	103,6	100,0	60	14,0	31	35,4	21,8	20	25	70	33,6	1,10
<a href="#">361.148.00</a>	1,5:1	16	44,3	40,0	30	11,6	26	28,2	16,4	14	10	45	3,3	0,15
<a href="#">361.149.00</a>	1,5:1	24	62,9	60,0	30	12,0	26	29,4	22,1	14	10	40	-	0,30
<a href="#">361.152.00</a>	1,5:1	20	54,3	50,0	30	10,0	27	30,2	16,0	18	10	52	6,8	0,23
<a href="#">361.153.00</a>	1,5:1	30	77,9	75,0	50	14,0	27	31,1	22,2	18	15	45	-	0,55
<a href="#">361.156.00</a>	2:1	15	42,2	37,5	30	15,4	31	33,3	18,6	17	10	55	3,4	0,16
<a href="#">361.157.00</a>	2:1	30	77,3	75,0	50	10,0	24	28,1	21,6	17	15	38	-	0,53
<a href="#">361.160.00</a>	2:1	20	54,6	50,0	30	14,0	34	36,6	19,2	20	10	68	4,3	0,28
<a href="#">361.161.00</a>	2:1	40	102,3	100,0	60	15,0	29	33,3	25,3	20	25	48	-	0,97
<a href="#">361.164.00</a>	2,5:1	16	44,8	40,0	30	13,0	32	34,1	15,9	20	10	65	5,0	0,18
<a href="#">361.165.00</a>	2,5:1	40	101,9	100,0	60	15,0	29	33,8	27,4	20	25	45	-	1,00
<a href="#">361.168.00</a>	2,5:1	18	49,8	45,0	30	15,6	36	37,9	19,7	20	10	75	7,1	0,24



**E-AW 2** Bestimmen Sie den Wellendurchmesser für die Stelle an der das Kegelrad aufgesetzt werden soll, mit Hilfe einer überschlägigen Auslegung (Grobdimensionierung) über das Drehmoment.

Name:

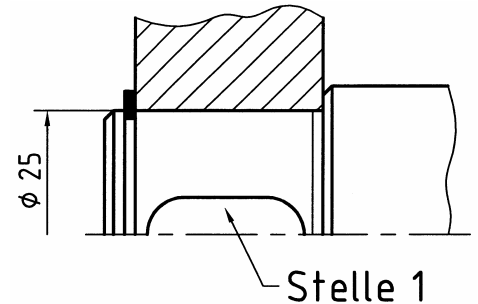
Matr.-Nr.:

**E-AW 3** Führen Sie den Spannungsnachweis an dem Kegelradsitz (Stelle 1) durch. Die Welle-Nabe-Verbindung ist durch eine Passfederverbindung realisiert. Es ist mit den folgenden Werten der Spannungsnachweis durchzuführen:

$$N = 200 \text{ N}; Q_y = 200 \text{ N}; Q_z = 800 \text{ N}; T = 30 \text{ Nm}; M_{by} = 0 \text{ Nm}; M_{bz} = 10 \text{ Nm}$$

Werkstoff St 50, Nuttiefe  $t_1 = 4 \text{ mm}$ ;  $S = 2$ ;  $R_z = 25 \text{ }\mu\text{m}$

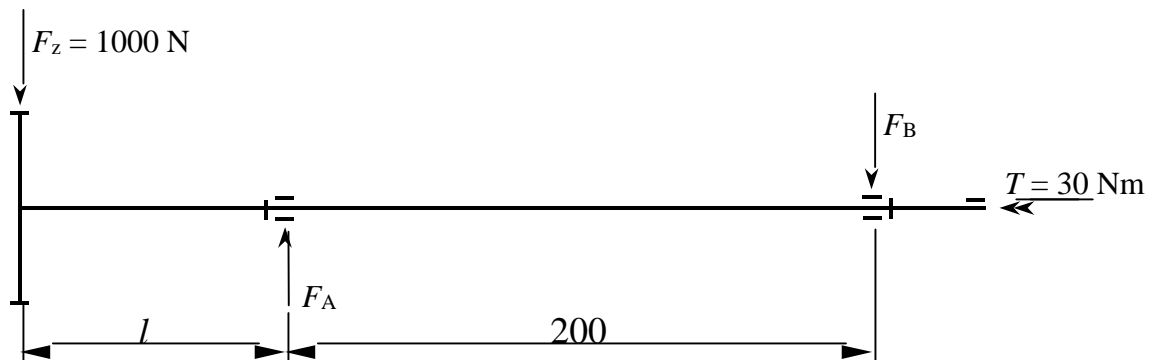
**Bei der Berechnung sollen alle Spannungen mit berücksichtigt werden. Der Anstrengungsfaktor ist exakt zu berechnen. Kennzeichnen Sie die Werte, die aus den gegebenen Tabellenwerken (siehe Blatt 2) entnommen wurden, bitte deutlich!!**



Name:

Matr.-Nr.:

- E-AW 4** Anstatt des Kegelrades ist auf der dargestellten Welle ein geradzahntes Stirnrad befestigt. Berechnen Sie die maximal zulässige Kraglänge  $l$  in Millimetern bei einer Mindestsicherheit von  $S = 1,5$ ;  $b_o = 0,9$ ;  $b_G = 0,9$ ;  $b_k = 1,8$ , bei der die Welle (St-50) am Lagersitz A ( $d = 25$  mm) gerade noch ausreichend dimensioniert ist. An dem Stirnrad greift die aus  $F_r$  und  $F_t$  resultierende Zahnkraft  $F_z = 1000$  N an. Weiterhin wird die Welle mit einem Torsionsmoment von  $T = 30$  Nm beansprucht. Bei der Berechnung sind die Scherspannungen zu vernachlässigen. Es ist vereinfacht mit  $a_0 = 0,7$  zu rechnen.

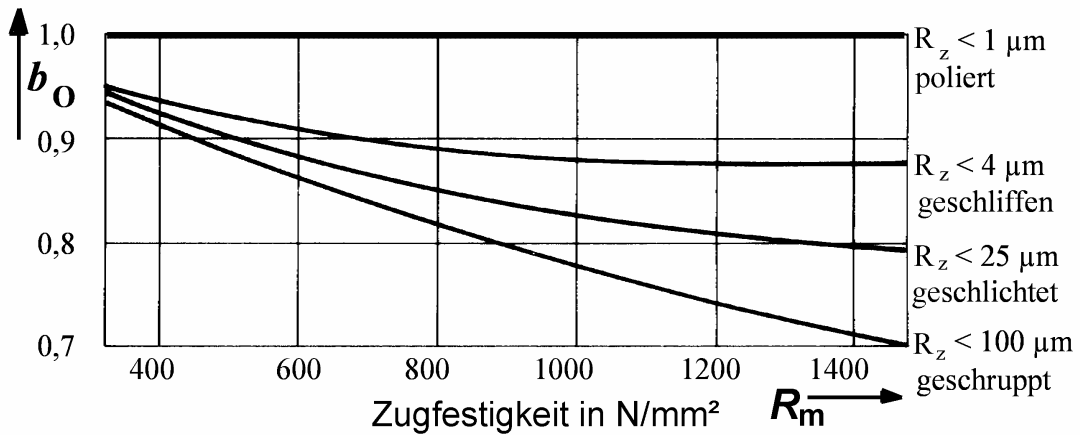
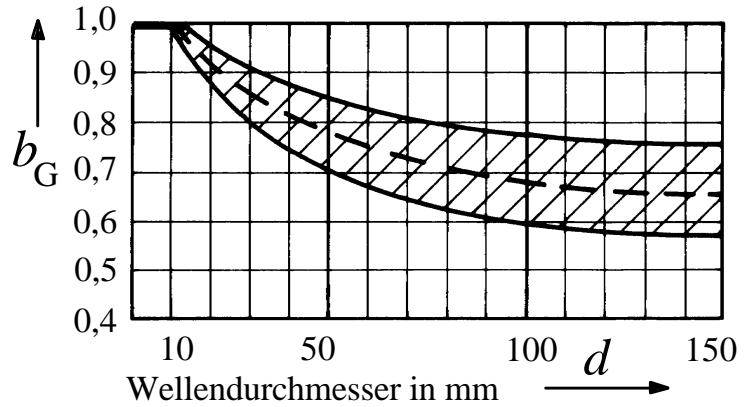


Name: \_\_\_\_\_ Matr.-Nr.: \_\_\_\_\_

$$s_v = \sqrt{(s_z + s_b)^2 + 3 \cdot (a_0 \cdot (t_t + t_s))^2}$$

$$a_0 = \frac{s_{bw}}{1,73 \cdot t_{tsch}}$$

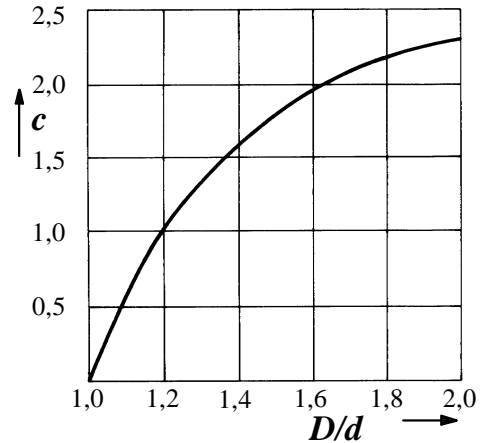
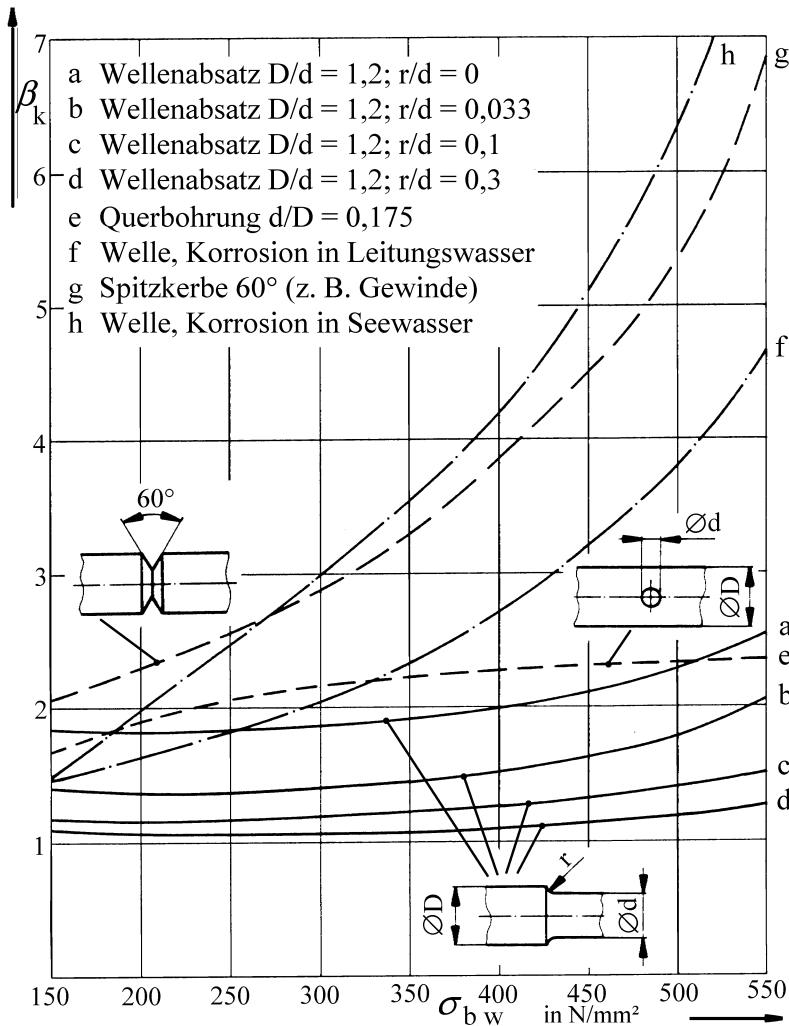
$$s_{zul} = \frac{b_G \cdot b_O \cdot s_{b\text{grenz}}}{b_k \cdot S}$$



Kerbenform		Kerbfaktor $\beta_k$
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



Name: \_\_\_\_\_ Matr.-Nr.: \_\_\_\_\_



- Werte für abgesetzte Wellen gelten nur für  $D/d = 1,2$
- für  $D/d \neq 1,2$  Korrektur gemäß Formel, Faktor  $c$  s. obiges Diagramm

$$b'_k = 1 + c \cdot (b_k - 1)$$

Werkstoff	$R_m$	$S_{z\text{sch}}$	$S_{z\text{w}}$	$S_{b\text{sch}}$	$S_{b\text{w}}$	$t_{t\text{sch}}$	$t_{t\text{w}}$
<b>Allgemeine Baustähle:</b>							
St 37	340	240	175	340	<b>200</b>	170	140
St 42	410	260	190	360	<b>220</b>	180	150
St 50	490	300	230	420	<b>260</b>	210	180
St 60	570	340	270	470	<b>300</b>	230	210
St 70	670	370	320	520	<b>340</b>	260	240
<b>Vergütungsstähle</b>							
C22/Ck22	400/550	360	250	480	<b>280</b>	250	190
C45/Ck45	580/700	490	340	625	<b>370</b>	340	260
40Mn4, 25CrMo4, 34Cr4, 34CrMo4	900	650	400	750	<b>440</b>	450	300
41Cr4, 34CrMo4	1000	780	450	830	<b>480</b>	550	330
50CrMo4, 34CrNiMo6, 36CrNiMo4	1100	860	500	940	<b>540</b>	630	370
30CrNiMo8, 30CrMoV4, 32CrMo12	1250	980	570	1040	<b>600</b>	730	420
<b>Einsatzstähle</b>							
Ck15	740	300	270	420	<b>300</b>	210	180
15Cr3	760	400	320	560	<b>350</b>	280	210
16MnCr5, 25MoCr4	880	600	400	780	<b>450</b>	430	270
15CrNi6	960	650	500	900	<b>550</b>	450	300
20MnCr5	1080	700	540	980	<b>600</b>	490	340
18CrNi8, 17CrNiMo8	1250	800	580	1060	<b>650</b>	550	410

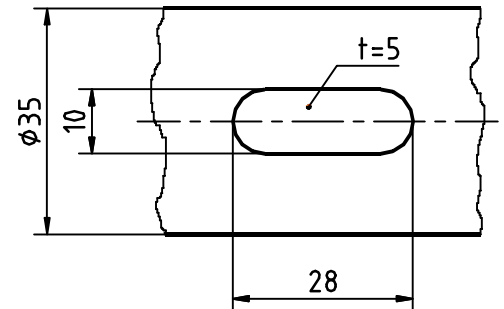
Name:

Matr.-Nr.:

**Aufgabe E WN (Welle-Nabe-Verbindungen)**

Teilaufgabe	E-WN 1	E-WN 2	S
Max. Pktzahl	5,5	1,5	7
Erreichte Pktzahl			

Ein Dieselmotor treibt über einen Antriebsflansch aus Grauguss eine Welle aus St 50 an. Der Flansch ist über die dargestellte Passfeder Verbindung mit der Welle verbunden. Die Passfederhöhe beträgt  $h = 8$  mm, die Nabennuttiefe  $t_2 = 3,3$  mm.



E-WL 1 Mit welchem Drehmoment darf die Welle maximal angetrieben werden, damit die Passfeder Verbindung nicht zerstört wird? Kennzeichnen Sie evtl. verwendete Tabellenwerte!

E-WL 2 Um die Belastbarkeit zu erhöhen, werden statt einer drei der dargestellten Passfedern eingesetzt. Welches maximale Drehmoment kann nun übertragen werden?

**Auszüge aus dem Vorlesungsumdruck:**

$j$  = Tragfaktor zur Berücksichtigung des ungleichmäßigen Tragens beim Einsatz mehrerer Passfedern:

- $j = 1$  bei  $z = 1$ ;
- $j = 0,75$  bei  $z = 2$ ;
- $j = 0,66$  bei  $z = 3$

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

Zulässige Flächenpressungen in N/mm<sup>2</sup>

Name:

Matr.-Nr.:

**Aufgabe E WL (Wälzlager)**

Teilaufgabe	E-WL 1	S
Max. Pktzahl	6	6
Erreichte Pktzahl		

**E-WL 1 Berechnung Kegelrollenlager**

Die Antriebswelle eines Winkelgetriebes, vergleichbar mit jener aus E-VE, ist mit Kegelrollenlagern nach DIN 720 in O-Anordnung gelagert. Es ist eine Lebensdauerberechnung der Lager durchzuführen, mit dem Ziel die nominelle Lebensdauer in Betriebsstunden zu erhalten und diese einzuschätzen.

Es ist mit folgenden Daten zu rechnen:

Lager	$F_r$ [N]	$C_{dyn}$ [kN]	$Y$	$e$
A	11750	50,1	1,6	0,37
B	3930	35,8	1,05	0,57

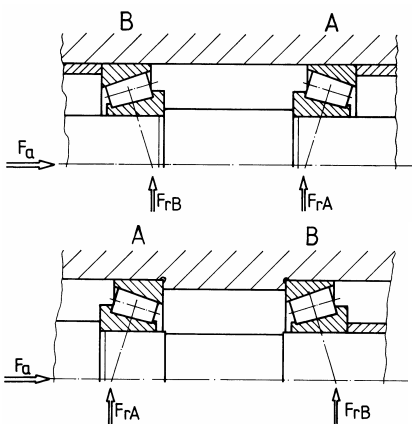
$n = 6000 \text{ min}^{-1}; F_a = 2000 \text{ N}$

**Dynamisch äquivalente Belastung:**

Einzellager:

für  $\frac{F_{aBer}}{F_r} \leq e : P = F_r \text{ [kN]}$

für  $\frac{F_{aBer}}{F_r} > e : P = 0,4 \cdot F_r + Y \cdot F_{aBer} \text{ [kN]}; Y \text{ nach Tabelle}$



Lastverhältnisse	Axialkraft $F_{aBer}$ , die bei der Berechnung der dynamischen äquivalenten Belastung $P$ einzusetzen ist
$\frac{F_{rA}}{Y_A} \leq \frac{F_{rB}}{Y_B}$ oder $\frac{F_{rA}}{Y_A} > \frac{F_{rB}}{Y_B}$ <b>und</b> $F_a > 0,5 \left( \frac{F_{rA}}{Y_A} - \frac{F_{rB}}{Y_B} \right)$	$F_{aBer} = F_a + 0,5 \cdot \frac{F_{rB}}{Y_B}$ für Lager A
$\frac{F_{rA}}{Y_A} > \frac{F_{rB}}{Y_B}$ <b>und</b> $F_a \leq 0,5 \left( \frac{F_{rA}}{Y_A} - \frac{F_{rB}}{Y_B} \right)$	$F_{aBer} = 0,5 \cdot \frac{F_{rA}}{Y_A} - F_a$ für Lager B



Maschinenelemente  
Universität Dortmund  
Fakultät Maschinenbau  
Prof. Dr.-Ing. B. Künne


**Konstruktionselemente / Maschinenelemente**  
Fachprüfung

Kl. E

E-WL bar 03.09 Bl. 2 v. 2  
Name: Künne / Mitarbeiter

Name:

Matr.-Nr.:

	Maschinenelemente Universität Dortmund Fakultät Maschinenbau Prof. Dr.-Ing. B. Künne	<b>Konstruktionselemente / Maschinenelemente</b> <b>Fachprüfung</b>	Kl. E
			E-GL 8 wul 07.03 Bl. 1 v. 2 Name: Künne / Mitarbeiter

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

**Aufgabe E GL (Gleitlager)**

Teilaufgabe	E-GL 1	S
Max. Pktzahl	8	8
Erreichte Pktzahl		

Ein Konstrukteur hat ein hydrodynamisch geschmiertes Radialgleitlager folgendermaßen ausgelegt:

Betriebskraft  $F_r = 2 \text{ kN}$   
Betriebsdrehzahl  $n = 4000 \text{ min}^{-1}$   
Lagernendurchmesser  $d = 30 \text{ mm}$   
Passung F7/d7  
Breite-Durchmesserverhältnis  $b/d = 0,8$   
Viskosität des Schmiermittels  $h = 32 \cdot 10^{-9} \frac{\text{Ns}}{\text{mm}^2}$

**E-GL 1** Ist dieses Lager sowohl beim Mindest- als auch beim Höchstspiel grundsätzlich lauffähig?

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

(evtl. Fortsetzung)

**Auszüge aus dem Vorlesungsumdruck:**

$$\text{Sommerfeldzahl } S_o = \frac{p_m \cdot y^2}{h \cdot w} = \frac{F_r \cdot y^2}{b \cdot d \cdot h \cdot w}$$

**ISO-Abmaße DIN ISO 286**

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

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

Lage Qualität	E						F						G									
	5	6	7	8	9	10	3	4	5	6	7	8	9	10	3	4	5	6	7	8	9	10
über 18	+49	+53	+61	+73	+92	+124	+24	+26	+29	+33	+41	+53	+72	+104	+11	+13	+16	+20	+28	+40	+59	+91
bis 30	+40	+40	+40	+40	+40	+40	+20	+20	+20	+20	+20	+20	+20	+20	+7	+7	+7	+7	+7	+7	+7	+7
über 30	+61	+66	+75	+89	+112	+150	+29	+32	+36	+41	+50	+64	+87	+125	+13	+16	+20	+25	+34	+48	+71	+10
bis 50	+50	+50	+50	+50	+50	+50	+25	+25	+25	+25	+25	+25	+25	+25	+9	+9	+9	+9	+9	+9	+9	+9
über 50	+73	+79	+90	+106	+134	+180	—	—	+43	+49	+60	+76	+104	—	—	—	+23	+29	+40	+58	—	—
bis 80	+60	+60	+60	+60	+60	+60	—	—	+30	+30	+30	+30	+30	—	—	—	+10	+10	+10	+10	—	—

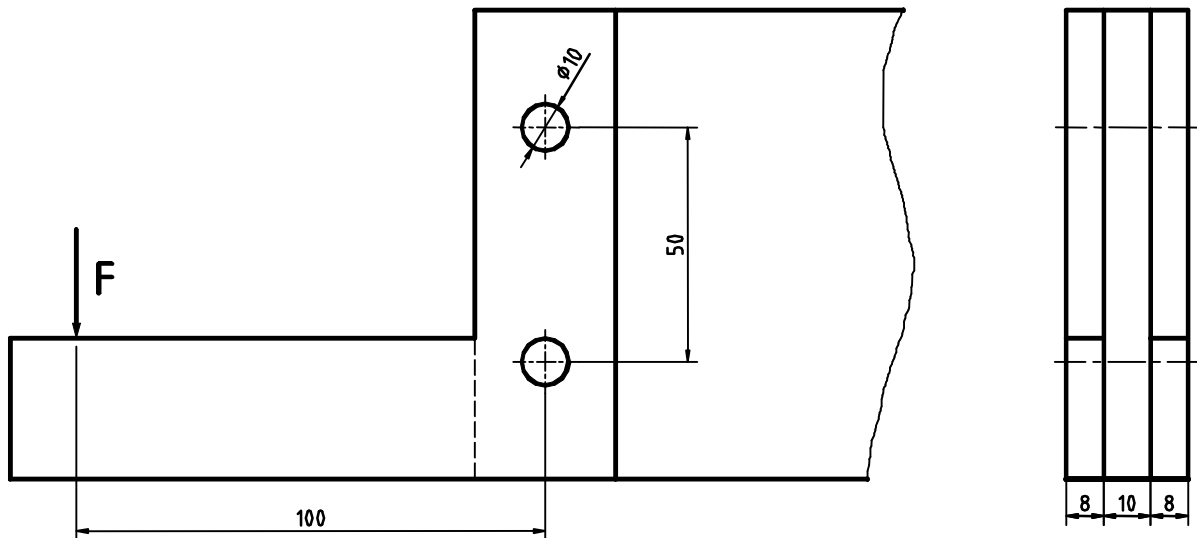
Name:

Matr.-Nr.:

**Aufgabe E-NT (Nietverbindungen)**

Teilaufgabe	E-NT 1	E-NT 2	S
Max. Pktzahl	3	3	6
Erreichte Pktzahl			

Bei der dargestellten Winkelkonsole sind zwei L-förmige Bleche mit einer Blechstärke von 8 mm von links und rechts an einen Flachstahl mit einer Stärke von 10 mm genietet. Die beiden Vollniete bestehen aus St 36 und besitzen einen Durchmesser von  $d = 10$  mm.



**E-NT 1** Zeichnen Sie das Freikörperbild und berechnen Sie die Kraft, mit der die beiden Niete belastet werden, wenn auf die Konsole eine Kraft von  $F = 10.000$  N wirkt (Annahme: Beide Niete werden gleich stark belastet).

**E-NT 2** Prüfen Sie, ob die Nietverbindung hält. Gehen Sie dabei von Lastfall H aus. Wenn Sie Aufgabenteil 1 nicht gelöst haben, nehmen Sie eine Kraft von 20.000 N auf jeden Niet an.

Name:

Matr.-Nr.:

## Formeln

### Lochleibungsdruck $s_l$ :

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

- $s_l$  = Lochleibungsdruck
- $t_{\min}$  = kleinste tragende Blechdicke
- $n$  = Anzahl der tragenden Niete
- $F$  = senkrecht zum Niet angreifende Kraft
- $d$  = Durchmesser des geschlagenen Nietschaftes
- $s_{l \text{ zul}}$  = zulässiger Lochleibungsdruck

### Abscherspannung $t_a$ :

$$t_a = \frac{F}{n \cdot m \cdot A_{\text{Niet}}} \leq t_{a \text{ zul}}$$

- $t_a$  = Abscherspannung
- $t_{a \text{ zul}}$  = zulässige Abscherspannung
- $m$  = Schnittigkeit
- $A_{\text{Niet}} = \frac{d^2 \cdot \pi}{4}$  = Querschnittsfläche des Niets

### Optimale Blechdicke $t_{\text{opt}}$ :

$$F = t_{a \text{ zul}} \cdot n \cdot m \cdot A_{\text{Niet}} = s_{l \text{ zul}} \cdot n \cdot d \cdot t_{\text{opt}}$$

$\Rightarrow$

$$t_{\text{opt}} = \frac{d \cdot \pi \cdot m}{4} \cdot \frac{t_{a \text{ zul}}}{s_{l \text{ zul}}}$$

### Werte für $t_{a \text{ zul}}$ und $s_{l \text{ zul}}$ :

Abhängig vom Werkstoff des Niets und vom Belastungsfall; Lastfall H (nur Hauptlasten) und HZ (Haupt- und Zusatzlasten); in N/mm<sup>2</sup>:

Werkstoff	$t_{a \text{ zul}}$		$s_{l \text{ zul}}$	
	H	HZ	H	HZ
St 36	140	160	320	360
St 44	210	240	480	540



Name:

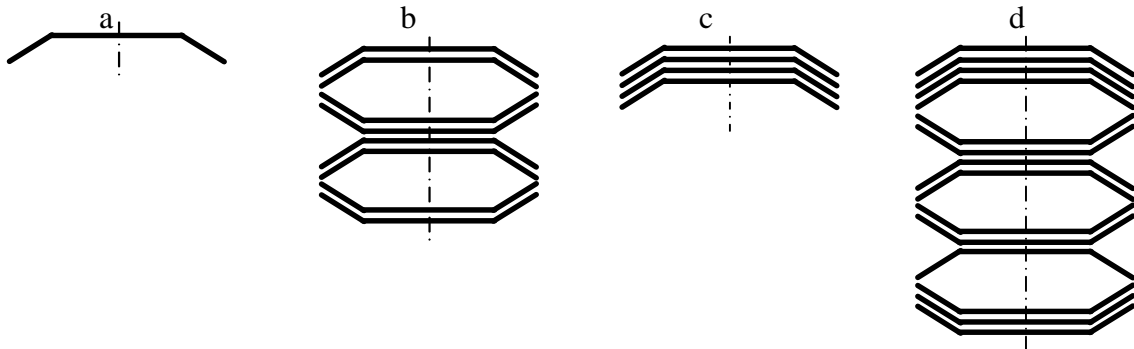
Matr.-Nr.:

**Aufgabe E FE (Federn)**

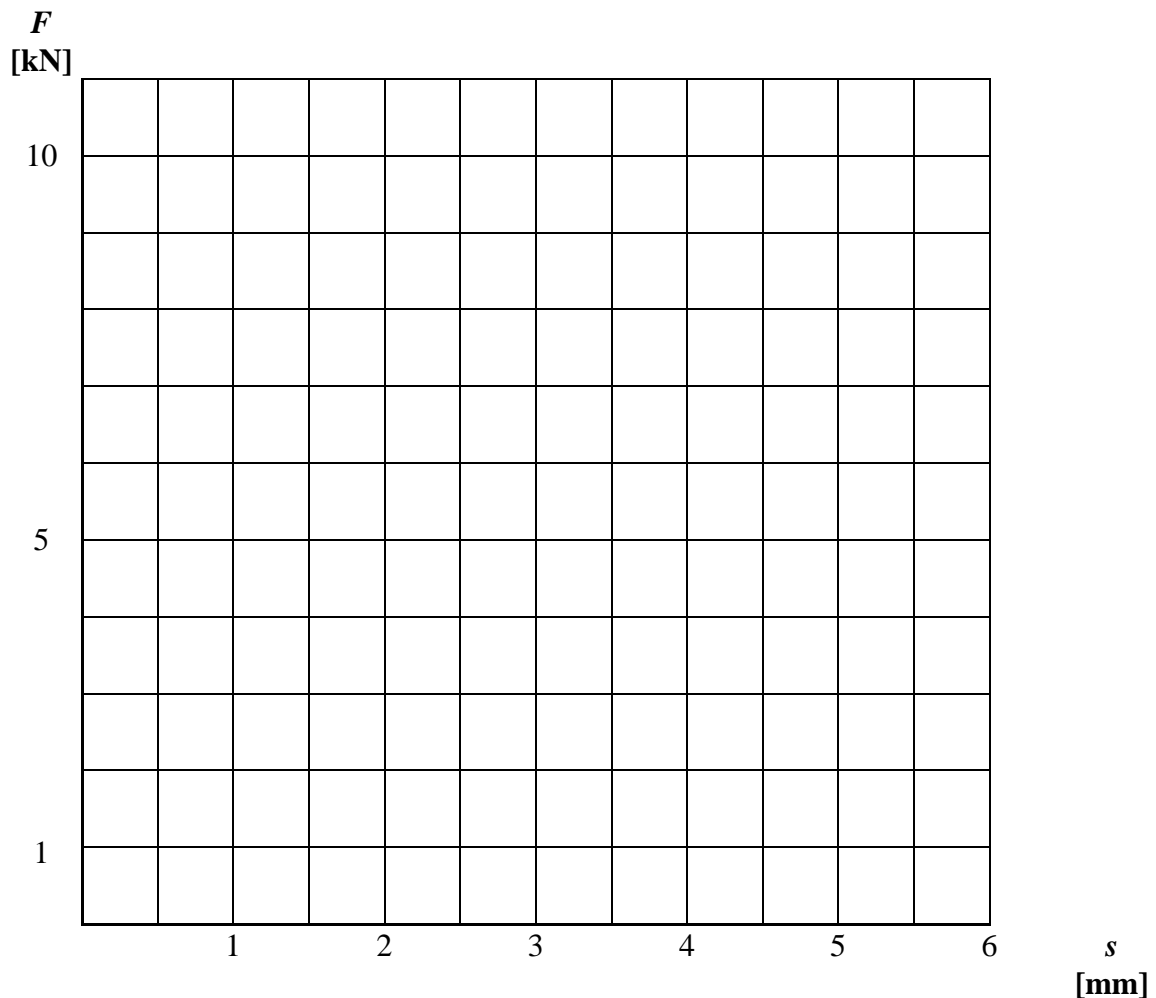
Teilaufgabe	E-FE 1	E-FE 2	E-FE 3	S
<b>Max. Pktzahl</b>	5	0,5	0,5	6
<b>Erreichte Pktzahl</b>				

**Aufgabenstellung**

Gegeben sind mehrere stilisiert dargestellte Tellerfederpakete, deren Grundbaustein eine Tellerfeder mit der Federrate  $c = 2 \text{ kN/mm}$  bildet.



**E-FE 1** Zeichnen Sie die Kennlinien der Federpakete a bis d in das untenstehende Diagramm ein. Geben Sie für jedes Paket an charakteristischen Stellen Wertepaare an (Berechnung auf der nächsten Seite).



 Maschinenelemente Universität Dortmund Fakultät Maschinenbau Prof. Dr.-Ing. B. Künne	<b>Konstruktionselemente / Maschinenelemente</b>  Fachprüfung	KL. E
		E-FE 1 hog 07.03 Bl. 2 v. 2 Name: Künne / Mitarbeiter

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

**E-FE 1** Rechenweg

**E-FE 2** Wie bezeichnet man die Federcharakteristik des Tellerfederpaketes d?

**E-FE 3** Mit welcher Federart (keine Federpakete) lässt sich eine ähnliche Kennlinie wie die des Tellerfederpaketes d erzielen?

Name:

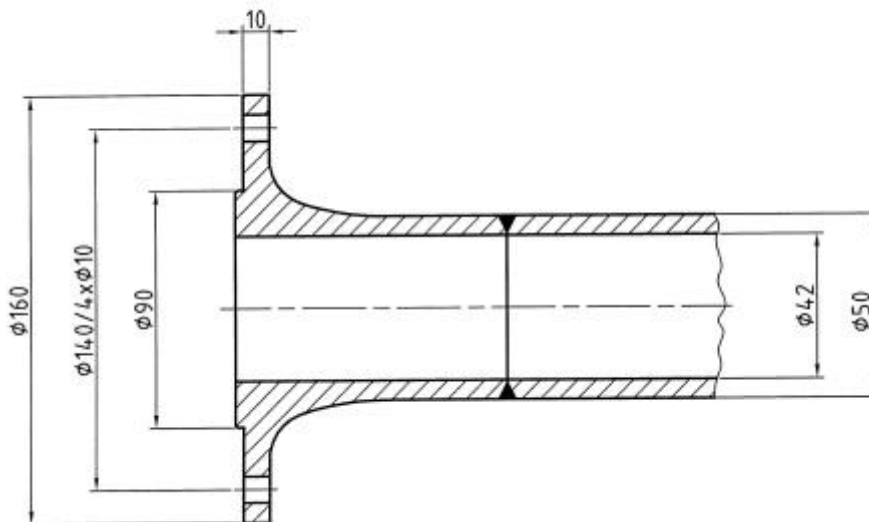
Matr.-Nr.:

**Aufgabe E-SW (Schweißverbindungen)**

Teilaufgabe	E-SW 1	S
Max. Pktzahl	7	7
Erreichte Pktzahl		

**E-SW 1** Der dargestellte Vorschweißflansch aus St 37 wird mit einem schwellenden Torsionsmoment von 140 Nm belastet. Die Güte der Schweißnaht entspricht der Bewertungsgruppe B. Ist die Schweißnaht ausreichend dimensioniert?

Kennzeichnen Sie ggf. verwendete Tabellenwerte.





Maschinenelemente  
Universität Dortmund  
Fakultät Maschinenbau  
Prof. Dr.-Ing. B. Künne

**Konstruktionselemente / Maschinenelemente**  
**Fachprüfung**

Kl. E

E-SW6 wer 03.09 **Bl. 2 v. 4**  
Name: Künne / Mitarbeiter

Name:

Matr.-Nr.:

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

**E-SW Formelsammlung:**

**Vorhandene Spannung bei Kehlnähten:**

Belastung		Nahtform	Nahtnennspannung	Nahtfläche bzw. Widerstandsmoment
Biegung			$s_b = M_b / W_b$	$W_b = \frac{a \cdot l^2}{6}$ hochkant $W_b = \frac{a^2 \cdot l}{6}$ flachkant
Schub + Biegung			Vergleichs- spannung aus $s_b$ und $t_s$	$s_v = \frac{(s_b + \sqrt{s_b^2 + 4 \cdot t_s^2})}{2}$ $W_b = \frac{[(s + 2 \cdot a) \cdot (h + 2 \cdot a)^3 - s \cdot h^3]}{6 \cdot (h + 2 \cdot a)}$
Torsion			$t_t = \frac{T}{W_p}$	$W_p = \frac{p}{16} \cdot \frac{(d + 2 \cdot a)^4 - d^4}{d + 2 \cdot a}$
Torsion + Biegung			Vergleichs- spannung aus $s_b$ und $t_t$	$s_v = \frac{(s_b + \sqrt{s_b^2 + 4 \cdot t_t^2})}{2}$ $W_b = \frac{p}{32} \cdot \frac{(d + 2 \cdot a)^4 - d^4}{d + 2 \cdot a}$

$s_{z,d}, s_b, t_s, t, s_v$  = Spannungen  
 $T$  = Torsionsmoment  
 $W_b$  = Biege-Widerstandsmoment  
 $W_p$  = Polares Widerstandsmoment

$A$  = Nahtquerschnitt  
 $s_{zul N/A}$  = zulässige Spannungen  
 $M_b$  = Biegemoment  
 $F_{z,d}, F_q$  = Zug-/Druckkraft, Querkraft

**Zulässige Spannung:**

$$s_{zulN} = \frac{a_0 \cdot a_N \cdot b \cdot s_{Grenz}}{S}$$

$$s_{zulA} = \frac{a_0 \cdot a_A \cdot b \cdot s_{Grenz}}{S}$$

( $t_{zul}$  entsprechend)

$a_0$  = Beiwert für die Bewertungsgruppe der Schweißnaht  
 $a_0 = 1$  (Bew.-Gruppe A, nicht mehr genormt)  
 $a_0 = 0,8$  Bewertungsgruppe B  
 $a_0 = 0,5$  Bewertungsgruppe C, D  
 $b = 0,9$  Beiwert für Schrumpfspannungen (d. h. Eigen-  
spannungen  $\approx 10\%$  der Grenzspannung gesetzt)  
 $S$  = Sicherheit  
 $S = 1,5 \dots 2$  bei schwellender Belastung  
 $S = 2$  bei wechselnder Belastung

$a_N$  = Formzahl der Naht gemäß Bild unten  
 $a_A$  = Formzahl des Anschlussquerschnitts gemäß Bild unten  
 $s_{Grenz}$  = Grenzspannung, abhängig von der Belastungsart  
 $= s_{sch}$  bei schwellender Zug-/Druckbelastung  
 $= s_w$  bei wechselnder Zug-/Druckbelastung  
 $= s_{b sch} \approx 1,2 \dots 1,4 \cdot s_{sch}$  schw. Biegebelastung  
 $= s_{b w} \approx 1,3 \cdot s_w$  wechselnde Biegebelastung  
 $= t_{sch} \approx 0,8 \cdot s_{sch}$  schwellende Schubbelastung  
 $= t_w \approx 0,8 \cdot s_w$  wechselnde Schubbelastung



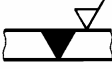






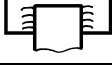

Name:

Matr.-Nr.:

Kennwerte für  $s_{\text{Grenz}}$  in  $\text{N}/\text{mm}^2$ :

	$s_{\text{sch}}$	$s_w$	$s_{\text{h sch}}$	$s_{\text{h w}}$	$t_{\text{sch}}$	$t_w$
<b>1.0037 (St 37)</b>	230	130	300	160	140	100
<b>1.0052 (St 52)</b>	320	180	400	210	230	120

**Dauerfestigkeitskennwerte und Formzahlen:**

Nahtart (Symbol)	Bild	Kennwerte für 1.0037 (St 37)				Zug/Druck		Biegung/Schub	
		Naht		Anschluss		Naht	Anschluss	Biegung	Schub
		$a_N \times s_{\text{sch}}$	$a_N \times s_w$	$a_A \times s_{\text{sch}}$	$a_A \times s_w$	$a_N$	$a_A$	$a_N$	$a_N$
V-Naht (V)		100	55	100	55	0,4..0,5	0,5..0,6	0,35	
V-Naht, wurzelverschweißt DV-Naht (X)		180	100	180	100	0,7..0,8	0,8..0,9	0,5..0,7	
V-Naht, bearbeitet		210	118	210	118	0,92	1,0	0,73	
Flachkehlnaht		80	50	130	75	0,35	0,56	0,5	0,35
Hohlkehlnaht		80	50	160	95	0,35	0,7	0,85	0,45
Doppel-HV-Naht, Doppel-HY-Naht (K-Naht)		130	73	140	78	0,56	0,6	0,8	0,45
Doppel-HV-Naht, Doppel-HY-Naht (K-Naht); hohl		160	91	184	104	0,7	0,7..0,8	0,85	0,45
Flachkehlnaht einseitig		57	32	-	-	0,25	-	0,12	0,2
HV-Naht, hohl		137	78	-	-	0,6	-	0,7	0,5
Flankenkehlnaht ohne/ mit Entkrater-Bearbeitung		150 160	84 91	70 110	50 70	- -	0,35 0,5	- -	0,65 0,7
Rundnaht		$a_N \times t_{\text{sch N}}$ $a_N \times t_{\text{w N}}$ 70..110 50..60		-	-	-	-	Formzahl für Verdrehbeanspruchung $a_N \approx 0,5$	

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

**Aufgabe E SR (Schraubenverbindungen)**

Teilaufgabe	E-SR 1	E-SR 2	S
Max. Pktzahl	4	2	6
Erreichte Pktzahl			

Ein 500 mm langer Gewindebolzen (metrisches ISO-Regelgewinde) der Festigkeitsklasse 10.9 wird mit einer ruhenden Längskraft von  $F = 100 \text{ KN}$  belastet.

**E-SR 1** Wie groß muss der Gewindenenddurchmesser  $d$  mindestens sein, damit der Bolzen nicht überlastet wird? (Markieren Sie verwendete Tabellenwerte!)

**E-SR 2** Es wurde ein Gewindebolzen M 24 gewählt. Wie weit verlängert sich dieser Bolzen elastisch?

**Auszüge aus dem Vorlesungsumdruck:**

Abmessungen am metrischen ISO-Gewinde (Regelgewinde) nach DIN 13 T1, Reihe 1 (Auszug):

Nenn Durchmesser	$d$	M 3	M 4	M 5	M 6	M 8	M 10	M 12	(M14)	M 16	M 20	M 24
Steigung	$P$	0,5	0,7	0,8	1	1,25	1,5	1,75	2	2	2,5	3
Flankendurchmesser	$d_2 = D_2$	2,675	3,545	4,480	5,350	7,188	9,026	10,863	12,700	14,701	18,376	22,051
Kern- $\bar{A}$ Bolzen	$d_3$	2,387	3,141	4,019	4,773	6,466	8,160	9,853	11,546	13,546	16,933	20,319
Kern- $\bar{A}$ Mutter	$D_1$	2,459	3,242	4,134	4,917	6,647	8,376	10,106	11,835	13,835	17,294	20,752
Gewindetiefe Bolzen	$h_3$	0,307	0,429	0,491	0,613	0,767	0,920	1,074	1,227	1,227	1,534	1,840
Gewindetiefe Mutter	$H_1$	0,271	0,379	0,433	0,541	0,677	0,812	0,947	1,083	1,083	1,353	1,624
Nennquerschnitt	$A_N$	7,069	12,6	19,6	28,3	50,3	78,5	113	154	201	314	452
Kernquerschnitt	$A_{d_3}$	4,48	7,75	12,7	17,9	32,8	52,3	76,3	105	144	225	324
Spannungsquerschnitt	$A_S$	5,03	8,78	14,2	20,1	36,6	58,0	84,3	115	157	245	352
<b>Bohrungsmaße</b>												
Kernlochdurchmesser	$d_{14}$	2,5	3,3	4,2	5	6,8	8,5	10,2	12	14	17,5	21
Durchgangsloch mittel H13	$d_h$	3,4	4,5	5,5	6,6	9	11	13,5	15,5	17,5	22	26

M 14 ist eine zu vermeidende Gewindegröße, sie gehört nicht zur Reihe 1

Elastische Nachgiebigkeit  $d$  (Kehrwert der Federsteifigkeit  $c$ ):

$$d = \frac{1}{c} = \frac{f}{F} = \frac{l}{E \cdot A}$$

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

**Aufgabe E-ZR (Zahnräder)**

Teilaufgabe	E-ZR 1	E-ZR 2	E-ZR 3	E-ZR 4	E-ZR 5	S
Max. Pktzahl	2,5	2,5	1,5	3,5	3	13
Erreichte Pktzahl						

Von einem geradzahnten Zahnrad sind die folgenden Daten bekannt:

Fußkreisdurchmesser	$d_{f1} = 38,7 \text{ mm}$
Kopfkreisdurchmesser	$d_{a1} = 52,2 \text{ mm}$
Zähnezahl	$z_1 = 15$
Kopfkürzung	$k_1 = 0$

**E-ZR 1** Berechnen Sie den Teilkreisdurchmesser  $d_1$ , den Modul  $m$  und den Profilverschiebungsfaktor  $x_1$  des Zahnrades.

Das Zahnrad aus Aufgabenteil 1 soll mit einem zweiten Rad gepaart werden, welches über  $z_2 = 20$  Zähne verfügt. Dabei soll ein Achsabstand von  $a = 55 \text{ mm}$  genau eingehalten werden.

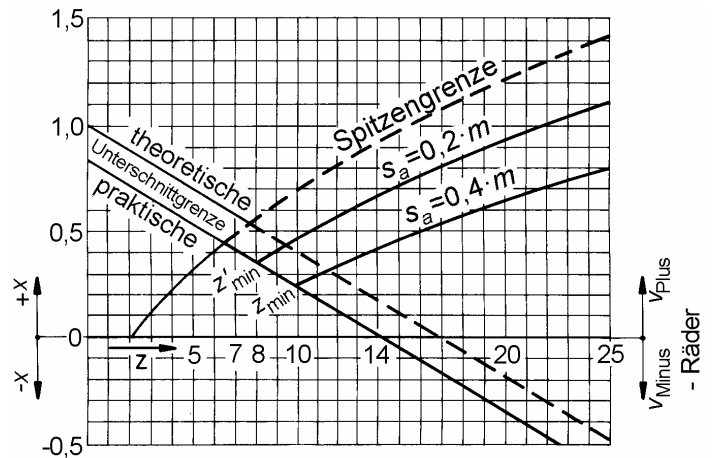
**E-ZR 2** Wie groß ist die Profilverschiebung des zweiten Zahnrades  $x_2$  zu wählen? Falls Sie Aufgabenteil 1 nicht gelöst haben, gehen Sie von einem Modul von  $m = 3 \text{ mm}$  und einer Profilverschiebung von  $x_1 = 0,25$  aus.



Name:

Matr.-Nr.:

**E-ZR 3** Kennzeichnen Sie die Zahnräder 1 und 2 in nebenstehendem Diagramm. Liegen beide Zahnräder im zulässigen Bereich, wenn sie aus einem gehärteten Werkstoff bestehen? Begründung! Falls Sie Aufgabenteil 2 nicht gelöst haben, gehen Sie von  $x_1 = 0,25$  und  $x_2 = 0,8$  aus.



**E-ZR 4** Wie groß sind Kopf- und Fußkreisdurchmesser des zweiten Zahnrades, wenn die Kopfkürzung  $k_2=0$  beträgt? Wie groß ist das Kopfspiel der Zahnradpaarung?

**E-ZR 5** Nennen Sie jeweils 3 Vor- und Nachteile von Zykloidenverzahnungen gegenüber Evolventenverzahnungen.

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

### Evolventen-Funktion

$$\text{inv } a \equiv \text{ev } a = \tan a - \hat{a}$$

a in °	,0	,1	,2	,3	,4	,5	,6	,7	,8	,9
<b>10</b>	0,0017941	0,0018489	0,0019048	0,0019619	0,0020201	0,0020795	0,0021400	0,0022017	0,0022646	0,0023288
<b>11</b>	0,0023941	0,0024607	0,0025285	0,0025975	0,0026678	0,0027394	0,0028123	0,0028865	0,0029620	0,0030389
<b>12</b>	0,0031171	0,0031966	0,0032775	0,0033598	0,0034434	0,0035285	0,0036150	0,0037029	0,0037923	0,0038831
<b>13</b>	0,0039754	0,0040692	0,0041644	0,0042612	0,0043595	0,0044593	0,0045607	0,0046636	0,0047681	0,0048742
<b>14</b>	0,0049819	0,0050912	0,0052022	0,0053147	0,0054290	0,0055448	0,0056624	0,0057817	0,0059027	0,0060254
<b>15</b>	0,0061498	0,0062760	0,0064039	0,0065337	0,0066652	0,0067985	0,0069337	0,0070706	0,0072095	0,0073501
<b>16</b>	0,0074927	0,0076372	0,0077835	0,0079318	0,0080820	0,0082342	0,0083883	0,0085444	0,0087025	0,0088626
<b>17</b>	0,0090247	0,0091889	0,0093551	0,0095234	0,0096937	0,0098662	0,0100407	0,0102174	0,0103963	0,0105773
<b>18</b>	0,010760	0,010964	0,011133	0,011323	0,011515	0,011709	0,011906	0,012105	0,012306	0,012509
<b>19</b>	0,012715	0,012923	0,013134	0,013346	0,013562	0,013779	0,013999	0,014222	0,014447	0,014674
<b>20</b>	0,014904	0,015137	0,015372	0,015609	0,015850	0,016092	0,016337	0,016585	0,016836	0,017089
<b>21</b>	0,017345	0,017603	0,017865	0,018129	0,018395	0,018665	0,018937	0,019212	0,019490	0,019770
<b>22</b>	0,020054	0,020340	0,020629	0,020921	0,021217	0,021514	0,021815	0,022119	0,022426	0,022736
<b>23</b>	0,023049	0,023365	0,023684	0,024006	0,024332	0,024660	0,024992	0,025326	0,025664	0,026005
<b>24</b>	0,026350	0,026697	0,027048	0,027402	0,027760	0,028121	0,028485	0,028852	0,029223	0,029600
<b>25</b>	0,029975	0,030357	0,030741	0,031129	0,031521	0,031916	0,032315	0,032718	0,033124	0,033534
<b>26</b>	0,033947	0,034364	0,034785	0,035209	0,035637	0,036069	0,036505	0,036945	0,037388	0,037835
<b>27</b>	0,038287	0,038742	0,039201	0,039664	0,040131	0,040602	0,041076	0,041556	0,042039	0,042526
<b>28</b>	0,043017	0,043513	0,044012	0,044516	0,045024	0,045537	0,046054	0,046575	0,047100	0,047630
<b>29</b>	0,048164	0,048702	0,049245	0,049792	0,050344	0,050901	0,051462	0,052027	0,052597	0,053172
<b>30</b>	0,053751	0,054336	0,054924	0,055518	0,056116	0,056720	0,057328	0,057940	0,058558	0,059181
<b>31</b>	0,059809	0,060441	0,061079	0,061721	0,062369	0,063022	0,063680	0,064343	0,065012	0,065685
<b>32</b>	0,066364	0,067048	0,067738	0,068432	0,069133	0,069838	0,070549	0,071266	0,071988	0,072716
<b>33</b>	0,073449	0,074188	0,074932	0,075683	0,076439	0,077200	0,077968	0,078741	0,079520	0,080306
<b>34</b>	0,081097	0,081894	0,082697	0,083506	0,084321	0,085142	0,085970	0,086804	0,087644	0,088490
<b>35</b>	0,089342	0,090201	0,091067	0,091938	0,092816	0,093701	0,094592	0,095490	0,096395	0,097306
<b>36</b>	0,098224	0,099149	0,100080	0,101019	0,101964	0,102916	0,103875	0,104841	0,105814	0,106795
<b>37</b>	0,107782	0,108777	0,109779	0,110788	0,111805	0,112829	0,113860	0,114899	0,115945	0,116999
<b>38</b>	0,118061	0,119130	0,120207	0,121291	0,122384	0,123484	0,124592	0,125709	0,126833	0,127965
<b>39</b>	0,129106	0,130254	0,131411	0,132576	0,133750	0,134931	0,136122	0,137320	0,138528	0,139743
<b>40</b>	0,140968	0,142201	0,143443	0,144694	0,145954	0,147222	0,148500	0,149787	0,151083	0,152388
<b>41</b>	0,153702	0,155025	0,156348	0,157700	0,159052	0,160414	0,161785	0,163165	0,164556	0,165956
<b>42</b>	0,167366	0,168786	0,170216	0,171656	0,173106	0,174566	0,176037	0,177518	0,179009	0,180511
<b>43</b>	0,182024	0,183547	0,185080	0,186625	0,188180	0,189746	0,191324	0,192912	0,194511	0,196122
<b>44</b>	0,197744	0,199377	0,201022	0,202678	0,204346	0,206026	0,207717	0,209420	0,211135	0,212863
<b>45</b>	0,21460	0,21635	0,21812	0,21989	0,22168	0,22348	0,22530	0,22712	0,22896	0,23081
<b>46</b>	0,23268	0,23456	0,23645	0,23835	0,24027	0,24220	0,24415	0,24611	0,24808	0,25006
<b>47</b>	0,25206	0,25408	0,25611	0,25815	0,26021	0,26228	0,26436	0,26646	0,26858	0,27071
<b>48</b>	0,27285	0,27501	0,27719	0,27938	0,28159	0,28381	0,28605	0,28830	0,29057	0,29286
<b>49</b>	0,29516	0,29747	0,29981	0,30216	0,30453	0,30691	0,30931	0,31173	0,31417	0,31663

### Kräfte

Umfangskraft am Teilkreis:  $F_t = \frac{2 \cdot T}{d}$

Normalkraft:  $F_n = \frac{F_t}{\cos \alpha_R} = \frac{F_t}{\cos \alpha_n \cdot \cos \beta}$  (Schrägverzahnung)

Radialkraft  $F_r = F_t \cdot \tan \alpha_R$   $\alpha_R = 20^\circ$   
 Axialkraft (Schrägverzahnung):  $F_a = F_t \cdot \tan \mathbf{b}$  mit  $\mathbf{b}$  = Schrägungswinkel

Name:

Matr.-Nr.:

## Geometrie Geradverzahnung

### Durchmesser:

Teilkreis:

$$d = m \cdot z$$

Kopfkreis:

$$d_a = d + 2 \cdot m + 2 \cdot x \cdot m \quad (-2 \cdot k \cdot m \text{ für Kopfkürzung})$$

Fußkreis:

$$d_f = d - 2,5 \cdot m + 2 \cdot x \cdot m \quad (\text{für Spiel} = 0,25 \cdot m)$$

Grundkreis:

$$d_b = d \cdot \cos a_R \quad \text{mit } a_R = 20^\circ$$

Betriebswälzkreis:

$$d_w = \frac{d_b}{\cos a_w}$$

### Fall 1: Berechnung des Achsabstandes bei gegebener Profilverchiebung (auch $x_1 = x_2 = 0$ ):

①  $\text{inv } a_w$  ermitteln:

$$\text{inv } a_w = \frac{2 \cdot (x_1 + x_2) \cdot \tan a_R}{z_1 + z_2} + \text{inv } a_R \quad \text{inv } a_R = \text{inv } 20^\circ = 0,014904$$

②  $a_w$  ermitteln (Tabelle s. vorn)

③ Achsabstand berechnen:

$$a = \frac{z_1 + z_2}{2} \cdot m \cdot \frac{\cos a_R}{\cos a_w}; \quad a_R = 20^\circ$$

### Fall 2: Achsabstand gegeben, Profilverchiebungen gesucht:

① Betriebseingriffswinkel  $a_w$  aus

$$\cos a_w = \frac{z_1 + z_2}{2 \cdot a} \cdot m \cdot \cos a_R \quad \text{mit } a_R = 20^\circ$$

② Profilverchiebungssumme

$$x_1 + x_2 = (z_1 + z_2) \cdot \frac{\text{inv } a_w - \text{inv } a_R}{2 \cdot \tan a_R}$$

③ Überschlägige Aufteilung:  $\frac{x_1}{x_2} \approx \frac{z_2}{z_1}$ , insb. bei  $x_1 + x_2 > 0$ , Unterschnittsgrenze beachten!

Profilüberdeckung:

$$e_a = \frac{\sqrt{r_{a1}^2 - r_{b1}^2}}{m \cdot \pi \cdot \cos a_R} + \frac{\sqrt{r_{a2}^2 - r_{b2}^2}}{m \cdot \pi \cdot \cos a_R} - \frac{a \cdot \sin a_w}{m \cdot \pi \cdot \cos a_R} \quad \text{mit } a_R = 20^\circ$$

Kopfspiel:

$$c = 0,25 \cdot m - m \cdot \left( \frac{z_1 + z_2}{2} \cdot \left( 1 - \frac{\cos a_R}{\cos a_w} \right) + (x_1 + x_2) \right)$$

Erforderliche Kopfkürzung:

$$k \cdot m = m \cdot \left( \frac{z_1 + z_2}{2} \cdot \left( 1 - \frac{\cos a_R}{\cos a_w} \right) + (x_1 + x_2) \right)$$

Kopfkreisdurchmesser:

$$d_a = d + 2 \cdot m + 2 \cdot x \cdot m - 2 \cdot k \cdot m$$

Name:

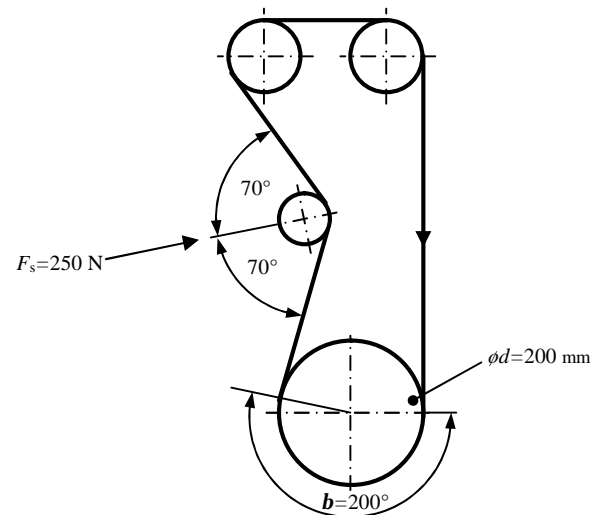
Matr.-Nr.:

**Aufgabe E RK (Riemen und Ketten)**

Teilaufgabe	E-RK 1	E-RK 2	E-RK3	S
<b>Max. Pktzahl</b>	2	3	1	6
<b>Erreichte Pktzahl</b>				

**Aufgabenstellung**

Zur Steuerung von Komponenten eines PKW-Antriebsmotors ist ein Flachriementrieb gemäß der rechts dargestellten Skizze vorgesehen. Die **konstante** Vorspannkraft der im Leertrum angeordneten Spannrolle beträgt  $F_s = 250 \text{ N}$ . Laut Herstellerangaben wird die maximale Drehzahl des Motors mit  $n = 5000 \text{ min}^{-1}$  angegeben.



**E-RK 1** Berechnen Sie die Vorspannkraft  $F_2$  im Leertrum mit Spannrolle.

**E-RK 2** Welche maximale Leistung (in kW) kann an der unteren Riemenscheibe übertragen werden, wenn der Gleitreibbeiwert  $\mu_g = 0,5$  beträgt? (Sollten Sie Aufgabe E-RK 1 nicht gelöst haben, rechnen Sie mit  $F_2 = 350 \text{ N}$ )

**E-RK 3** Welches Problem besteht, wenn der reibschlüssige Riemen entsprechend der oben dargestellten Anwendung zum Antrieb der Nockenwellen eingesetzt wird? Wie kann hier Abhilfe geschaffen werden?



Name:

Matr.-Nr.:

**Aufgabe E KB (Kupplungen und Bremsen)**

Teilaufgabe	E-KB 1	E-KB 2	S
<b>Max. Pktzahl</b>	7,5	2,5	10
<b>Erreichte Pktzahl</b>			

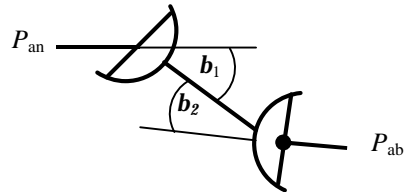
**Aufgabenstellung**

**E-KB 1** Nennen und skizzieren Sie drei unterschiedliche Bauformen von reibschlüssigen Bremsen. Erläutern Sie kurz die Funktionsweise und zeichnen Sie sowohl Reibungs- als auch Betätigungskräfte in die Skizze ein.

Name:

Matr.-Nr.:

- E-KB 2** An einem Getriebeprüfstand wurde eine Kreuzgelenkwelle gemäß der unten dargestellten Skizze 1 eingebaut. Bei der Inbetriebnahme zeigte sich eine starke Geräuschentwicklung. Nennen Sie Ursachen hierfür und geben Sie Möglichkeiten zur Abhilfe an.



Skizze 1: Kreuzgelenkwelle

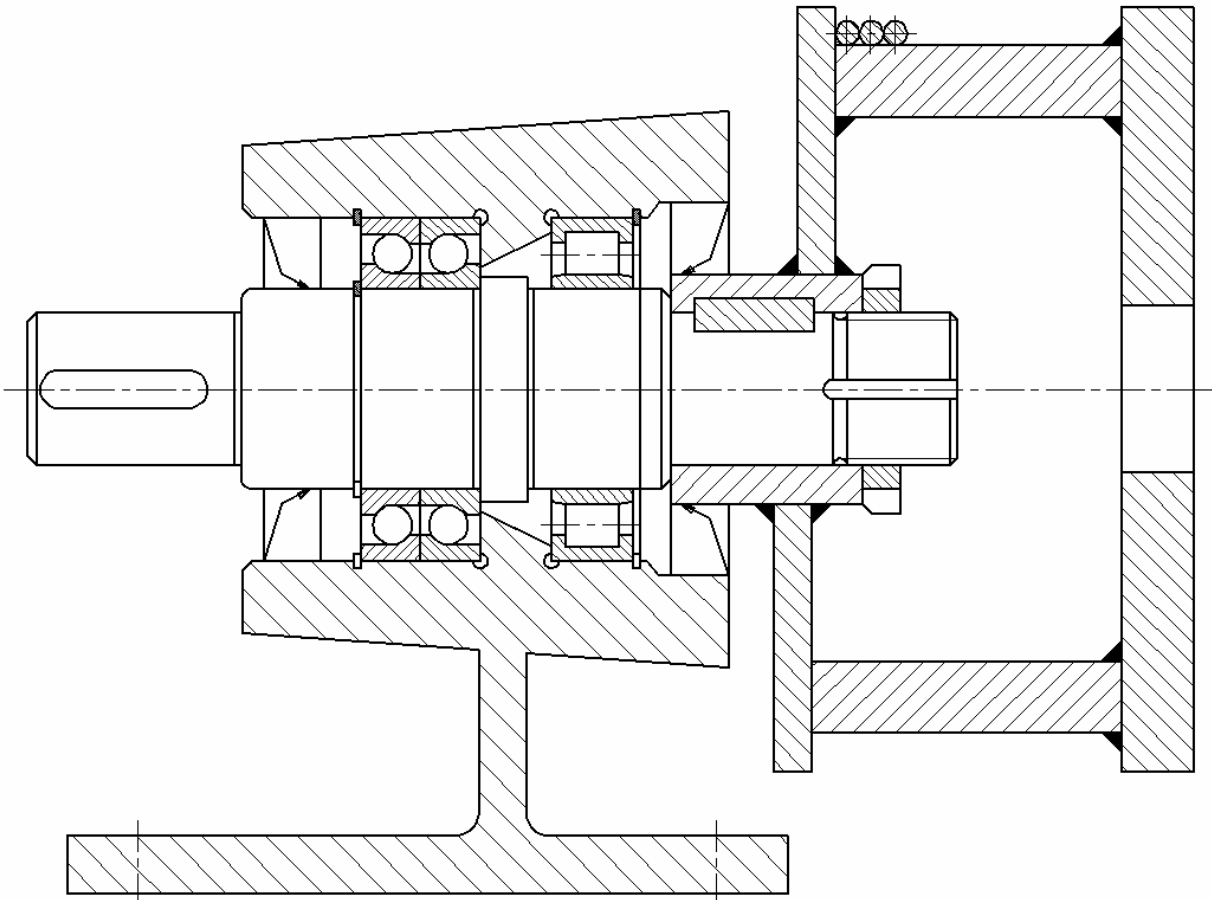
Name:

Matr.-Nr.:

**Aufgabe E GG 10** (Konstruktionsaufgabe Getriebe)

Teilaufgabe	E-GG 1	E-GG 2	S
Max. Pktzahl	7	78	85
Erreichte Pktzahl			

**E-GG 1** Die folgende Konstruktion enthält leider einige Fehler. Kennzeichnen Sie 14 Fehler in der Konstruktion deutlich und beschreiben Sie die Fehler kurz (z. B. Abhilfe nennen o. ä.).



Name:

Matr.-Nr.:

Zu konstruieren ist die Kulissenführung einer elektrisch betriebenen Stichsäge mit einem einstufigen ölgeschmierten Getriebe gemäß untenstehender Prinzipskizze **freihändig** in zwei Ansichten. Alle Details müssen hinreichend erkennbar sein. Die Sägeblattaufnahme ist linear durch eine Führungsstange zu führen, in der eine weitere Führung für die Aufnahme des Exzenter vorzusehen ist.

Die seitliche Führung des Sägeblattes, zur Aufnahme der Schnittkräfte, erfolgt durch eine geschlitzte Rolle, die auf dem Aufgabenblatt bereits vorgegeben ist.

Die Welle des Exzenter ist mit geeigneten Wälzlager in O- Anordnung zu lagern. Die Lagerung der Antriebswelle ist beliebig. An der Antriebswelle ist ein geeignetes Wellenende mit formschlüssiger Nabengestaltung vorzusehen.

**Berücksichtigen Sie bei ihrer Konstruktion folgendes:**

- Gestaltung des Getriebegehäuses als Gusskonstruktion, Kulissenführungsgehäuse als Schweißkonstruktion (siehe Skizze)
- Gestaltung des Auslegers zur Seitenführung des Sägeblattes (auf Zeichenblatt bereits vorgegeben) als Schweißkonstruktion (siehe Skizze)
- Lagerung der Wellen in Wälzlager mit ölgeschmierten Zahnrädern
- **Eine** Schraubenverbindung und die Ölschrauben sind darzustellen (sonst nur Mittellinien)
- Eine Seitenansicht der Lineareinheit im Schnitt ist auf dem DIN A4 Blatt darzustellen

