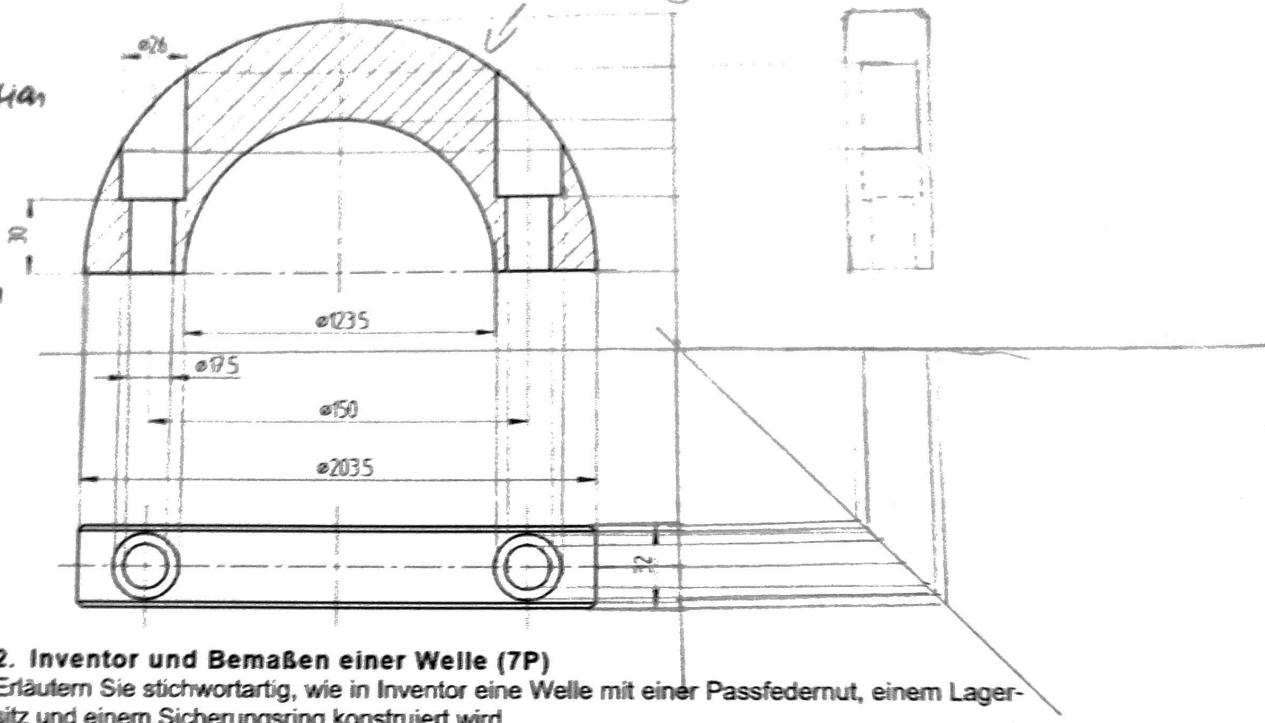


**1. Drei-Tafel-Projektion (9P)**

Beschreiben Sie zunächst in Stichworten, wie eine fehlende Ansicht zeichnerisch hergeleitet werden kann. Skizzieren Sie anschließend auf Ihrem Lösungsblatt, wie die fehlende Ansicht (s.u.) vermutlich aussehen wird.

*Der Schnitt im Vollschnitt*

Mithilfe der  
Drei-Tafel-Projektion  
und der Hilfslinie  
kann man  
fehlende Ansichten  
bestimmen



**2. Inventor und Bemaßen einer Welle (7P)**

Erläutern Sie stichwortartig, wie in Inventor eine Welle mit einer Passfedernut, einem Lager- sitz und einem Sicherungsring konstruiert wird.

Fertigen Sie eine ganz einfache technische Zeichnung der Welle inkl. Bemaßung an.

**3. Erläutern Sie stichwortartig und mittels Skizzen, was unter einem Voll- schnitt, einem Halbschnitt und einem Profilschnitt zu verstehen ist. (6P)**

**4. Inventor-Fragen (6P)**

4.1 Wo bzw. wie erstellen Sie eine neue 2D-Skizze in einer Bauteildatei?

4.2 Was bedeuten die Abkürzung \*.ipt, \*.iam, \*.idw?

4.3 Welcher Abhängigkeitstyp wird beim Spiegeln automatisch vergeben?

4.4 Wie viele Skizzen werden für eine Erhebung mindestens benötigt?

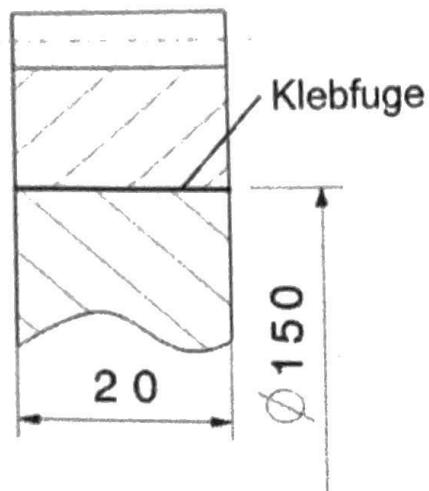
4.5 Schreiben Sie alle Befehle für die Erzeugung skizzierter Elemente auf Ihren Lösungsbo- gen. Mehrere Antworten sind richtig: Sweeping, Rundung, Prägen, Drehung, Fase, Extrusion

**5. Zeichnen Sie ein Festlager, dessen Innenring auf einer Welle mit einem Sicherungsring gesichert ist inkl. Welle sowie Gehäuse bzw. Gehäusede- ckel. Erläutern Sie, worauf es bei der Festlagerung ankommt. (9P)**

**6. Ordnen Sie Sicherungsringe in das in der Vorlesung verwendete Ord- nungssystems für Verbindungen ein und nennen Sie zwei unterschiedliche Vor- und Nachteile von Sicherungsringen. (3P)**

### 7. Klebverbindung (8P)

Der Zahnkranz eines Zahnrades wird auf eine Nabe/Welle geklebt. Gegeben: Klebstoff: Löttemperatur:  $307^{\circ}\text{C}$ , Geforderte Sicherheit:  $S=2$ . Wie groß ist das maximal übertragbare, wechselnde Drehmoment des Zahnrades (s. Anlage Klebverbindungen)? Hinweis: Wechselfestigkeit des Klebstoffs muss über einen Faktor  $0,2 \dots 0,4$  berücksichtigt werden.



### 8. Schweißverbindung (10P)

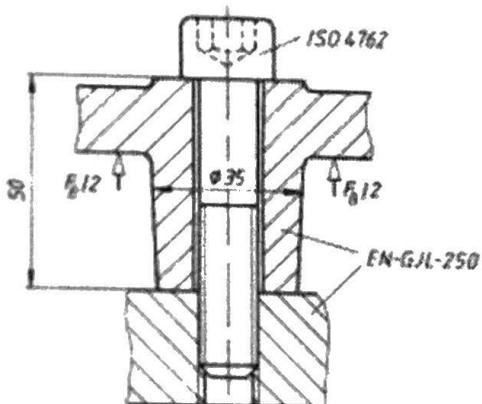
Die Antriebswelle einer Arbeitsmaschine soll bei wechselnder Drehrichtung ein Drehmoment von  $T = 380 \text{ Nm}$  übertragen. Die Welle besteht aus einem Rohr aus S355GT und einem angeschweißten Rohrstück, das die Welle mit der Antriebseinheit verbindet. Die Schweißnaht wird zu 100% zerstörungsfrei geprüft. Wie groß muss die Wanddicke des Rohres mit 40 mm Außendurchmesser mindestens sein, damit entsprechend starke Stöße mit  $K_A = 1,5$  von der Welle ertragen werden (s. Anlage Schweißverbindungen)?

### 9. Schraubenverbindung (16P)

Ein gefrästes Maschinenteil (Oberfläche  $R_z = 16 \mu\text{m}$ ) aus EN-GJL-250 soll mit einer geschwärzten und leicht geölten Zylinderschraube ISO 4762 - 8.8 befestigt werden. Das Anziehen erfolgt mit signalgebendem Drehmomentschlüssel. Die Schraubenverbindung ist mit dem

aus der VDI-Richtlinie 2230 abgeleiteten vereinfachten Verfahren für eine zwischen  $F_{Bu} = 8 \text{ kN}$  und  $F_{Bo} = 27 \text{ kN}$  schwankende Betriebskraft auszulegen. Die Mindest-Klemmkraft sollte 9 % der Betriebskraft betragen, um ein Abheben der Trennfuge zu vermeiden.

- Bestimmen Sie den notwendigen Gewindenenddurchmesser der Schraube (statischer Nachweis).
- Weisen Sie nach, dass die Schraubenverbindung dauerfest ist (dynamischer Nachweis).
- Überprüfen Sie die Flächenpressung unter dem Schraubekopf.

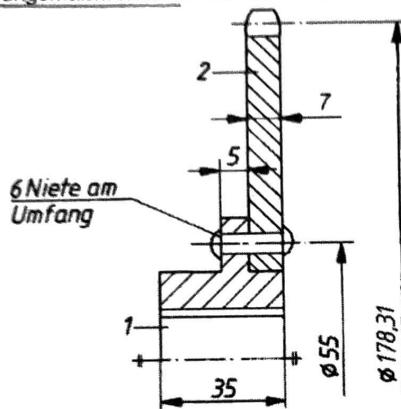


### 10. Lagerberechnung (9P)

Das Festlager einer Maschinenwelle, ein Rillenkugellager 6214, wird mit  $F_r = 4,2 \text{ kN}$  und  $F_a = 3,4 \text{ kN}$  bei  $n = 900 \text{ min}^{-1}$  belastet. Welche Lebensdauer ist von dem Lager zu erwarten (s. Anlage Wälzlager)?

### 11. Nietverbindung (7P)

Eine Kettenradscheibe (2) aus E295 mit 70 Zähnen, passend für eine Rollenkette mit 8 mm Teilung, soll durch 6 am Umfang angeordnete Niete DIN 660 - 5x20 - St mit einer Anbaunabe (1) aus S235 verbunden werden. Das Kettenrad dreht sich in unterschiedliche Richtungen und soll eine Leistung  $P = 0,35 \text{ kW}$  bei einer Drehzahl  $n = 25 \text{ min}^{-1}$  übertragen. Im Betrieb muss mit einer ständigen Häufigkeit der Höchstlast und mittleren Stößen, entsprechend  $K_A = 1,4$ , gerechnet werden. Die Nietverbindung ist für eine regelmäßige Benutzung im Dauerbetrieb bzgl. Abscherung und Lochleibung zu überprüfen (s. Anlage Nietverbindungen). Falls die Verbindung nicht dauerfest sein sollte, benennen Sie bitte zwei konstruktive Verbesserungsmaßnahmen. Hinweis:  $P = 2\pi \cdot n \cdot T$



## Anlage Formelsammlung (Quelle: Roloff/Matek – Maschinenelemente)

### Toleranzen/Passungen

Spielpassung:  $S_o = G_{oB} - G_{uW}$  und  $S_u = G_{uB} - G_{oW}$

Übermaßpassung:  $\bar{U}_o = G_{uB} - G_{oW}$  und  $\bar{U}_u = G_{oB} - G_{uW}$

Schweißverbindungen z.T. auch für Lötverbindungen

Grenzwerte bei Querschnittsteilen mit Dicken  $t \geq 4\text{mm}$ :  $3\text{ mm} \leq a \leq 0,7t_{min}$  und  $a \geq \sqrt{t_{max}} - 0,5$

$$\left(\frac{\sigma}{\sigma_{zul}}\right)^2 + \left(\frac{\tau}{\tau_{zul}}\right)^2 \leq 1$$

$$t = \frac{D_a \cdot p_e}{2 \text{ oder } 4 \frac{K}{S} v + p_e} + c_1 + c_2 \quad 2 \text{ oder } 4, K, S, v, c_1 \text{ und } c_2 \text{ werden angegeben.}$$

### Schraubenverbindungen

$$A_s \text{ bzw. } A_T \geq \frac{F_B + F_{KL}}{\frac{R_{p0,2}}{K \cdot k_A} - \beta \cdot E \cdot \frac{f_Z}{l_k}} \quad \beta = 1,1 \text{ Schrauben; } 0,8 \text{ Ganzgewindeschrauben; } 0,6 \text{ Dehnschr.}$$

$\mu_G$	0,08	0,10	0,12	0,14	0,20
Schaftschraube	1,11	1,15	1,19	1,24	1,41
Dehnschraube	1,15	1,20	1,25	1,32	1,52

$k = 0,1$  Stahl; 0,125 Gusseisen; 0,15 Aluminium

$$\pm \sigma_{A(SV)} \approx \pm 0,85(150/d+45)$$

$$\pm \sigma_{A(SG)} \approx (2 \cdot F_m/F_{0,2}) \sigma_{A(SV)}$$

$$\pm \sigma_a \approx \pm k \frac{F_{Bo} - F_{Bu}}{A_s} \leq \pm \sigma_A$$

$$p \approx \frac{F_{sp}/0,9}{A_p} \leq p_G$$

### Nietverbindungen

$$\text{Lochleibung: } \sigma_{vorh} = \frac{F}{d_0 \cdot t_{min} \cdot n} \quad \text{und} \quad \text{Abscherung: } \tau_{vorh} = \frac{F}{A_0 \cdot n \cdot m}$$

einschnittige Verbindungen:  $\tau_{a,zul} = 0,6 \cdot \sigma_{zul}$  und  $\sigma_{l,zul} = 1,5 \cdot \sigma_{zul}$

mehrschnittigen Verbindungen:  $\tau_{a,zul} = 0,8 \cdot \sigma_{zul}$  und  $\sigma_{l,zul} = 2,0 \cdot \sigma_{zul}$

### Bolzenverbindungen

**Einbaufall 1:** Der Bolzen sitzt in Gabel und in Stange mit Spielpassung  $M_{b,max} = \frac{F \cdot (t_S + 2t_G)}{8}$

**Einbaufall 2:** Der Bolzen sitzt in Gabel mit Übermaß- und in Stange mit Spielpassung  $M_{b,max} = \frac{F \cdot t_S}{8}$

**Einbaufall 3:** Der Bolzen sitzt in Stange mit Übermaß- und in Gabel mit Spielpassung  $M_{b,max} = \frac{F \cdot t_G}{4}$

$$d \approx k \cdot \sqrt{\frac{K_A \cdot F_{nenn}}{\sigma_{b,zul}}} \quad \text{und} \quad d = \sqrt[3]{\frac{K_A \cdot M_b}{\frac{\pi}{32} \cdot \sigma_{b,zul}}}$$

$\sigma_{b,zul} = 0,3 \cdot R_m$  bei ruhender,  $0,2 \cdot R_m$  bei schwelrender und  $0,15 \cdot R_m$  bei wechselnder Belastung (Richtwert  $R_m = 400 \text{ N/mm}^2$ )

$k = 1,6$  (1,9) Einbaufall 1 (Klammerwerte bei Gleitverbindungen); 1,1 (1,4) EF 2; 1,1 (1,2) EF 3

$D \approx (2,5 \dots 3) \cdot d$  (Stahl/GS),  $D \approx (3 \dots 3,5) \cdot d$  (GJL) (größere Werte bei stramm eingepressten Bolzen)

$$\tau_{max} = \frac{4}{3} \cdot \frac{K_A \cdot F_{nenn}}{A_S \cdot 2} \leq \tau_{a,zul} \quad \text{und} \quad p_{max} = \frac{K_A \cdot F}{A_{proj}} \leq p_{zul}$$

$\tau_{a,zul} = 0,2 \cdot R_m$  bei ruhender,  $0,15 \cdot R_m$  bei schwelrender und  $0,1 \cdot R_m$  bei wechselnder Belastung.

Nicht gleitende Flächen:  $p_{zul} = 0,35 \cdot R_m$  bei ruhender und  $0,25 \cdot R_m$  bei schwelrender Belastung.

### Klebverbindungen

$$\tau = \frac{F}{A}, \quad \tau = \frac{F \cdot S \cdot K_A}{A}; \quad \tau = \frac{T}{W_t}, \quad T = F \cdot \frac{d}{2}$$

# Anlage Klebverbindungen (Quelle:

**TB 5-2 Klebstoffe zum Verbinden von Metallen nach Richtlinie VDI 2229: 1979-06**

Handelsname	Hersteller <sup>1)</sup>	chemische Basis <sup>2)</sup>	Abbinde-temperatur °C	Abbinde-druck (bar) <sup>3)</sup>	Zugscherfestigkeit $t_{sb}$ in N/mm <sup>2</sup> bei °C							vorzugsweise zu verkleben <sup>4)</sup>	
					-25	+20	+55	+80	+105	+155			
<b>überwiegend kalt abbindende Klebstoffe</b>													
Agomet	P76	A	4	20...50	Kd	20	21	19	6	-	-	ME, HK, HO, GL	
	M	A	6	20	Kd	32,5	37,5	32,8	22,5	-	-	AL, ST, HK	
Araldit	AW2101/HW2951	B	4, 2	20	Kd	17	20	17	5	-	-	ME, KE, HO, KU	
	Ay103/Hy991	B	4, 9	20	Kd	13	17	14	6	3	-	ME, (KU), TP	
Patlex		C		20	>10	8	7	3	1	0,3	-	ME, KU	
Stabilit-Express		C	1	20	-	-	6	-	-	-	-	ME, GL, KU, KE, PO	
Sicomet	85	D	3	23	Kd	15,2	25,8	16	18	15,2	5,2	ME, KU, EL	
	50	D	3	23	Kd	15,8	25,2	14	13,8	10,6	1,3	ME, KU, EL	
	8300	D	3	23	Kd	20,4	26	13,6	12	9,4	0,9	ME, KU, EL	
Technicoll	8202	E	3	20	Kd	12	19	6	6	-	-	ME, (KU), KE	
	8258/59	E	4	20	Kd	28	33	30	8	3	-	ME und andere	
Loctite	638	F	5	20	Kd	-	12	11	9	7	2	ME, KU	
	648	F	5	20	Kd	-	20	20	20	18	14	ME, KU	
<b>warmbindende Klebstoffe</b>													
Araldit	AT1	B	4	150...200	Kd	32	32	32	30	17	2	ME, KE	
	AW142	B	4	150...200	Kd	23	23	25	25	23	3	ME, KE	
Metallon	E2701	C	4	180	Kd	20	31	30	29	28	9	ME	
	E2706	C	4	180	Kd	30	32	31	30	23	6	ME	
Technicoll	8280	E	4	150...200	Kd	36	39	41	42	36	15	ME und andere	
	8282	E	4	120...150	Kd	-	40	39	27	11	-	ME und andere	
Loctite	307	F	5	20...120	Kd	-	23	22	18	14	5	ME	
	317	F	5	20...120	Kd	-	35	29	19	12	7	GL, ME	
<b>Klebefilme (Klebefolien), bei erhöhten Temperaturen abbindend</b>													
Redux	609	B	4	100...170	Kd	30	34	30	22	12	-	ME, KE, BM	
Technicoll	8401	E	8, 11	120...200	5	-	32	16	12	9	-	ME, WK	
Tegofilm	EP375	G	4	≥100	>1	21	23	22	17	10	-	AL, ST, CU, KU, HO	
	M12B	G	11	130...165	4...15	31	33	24	13	7	-	AL, ST, RB	
PM-73		H	7	120	1...5	40	40	-	28	-	-	AL, TI, ST	
FM-1000		H	10	175	1...3	50	48	-	25	-	-	AL, TI, ST	

## Anlage Schweißverbindungen (Quelle: Roloff/Matek – Maschinenelemente)

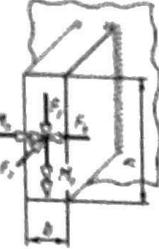
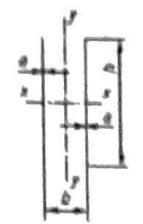
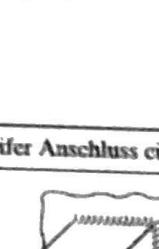
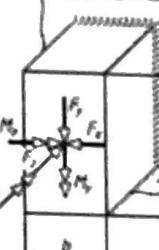
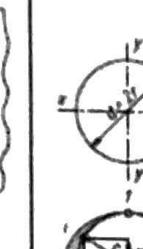
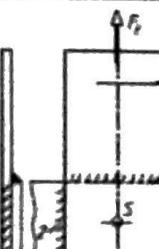
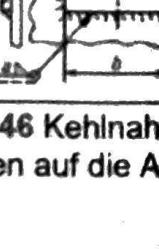
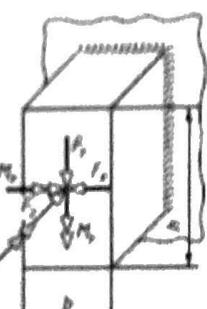
Zelle Nr.	Belastungsbild	Nahrbild (Wurzellinie)	Querschnitts- werte	Beanspru- chungsart	Nennspannungen
T-Schluß mit 2 Kehlnähten (Flächen umschweißt)					
1			$A_w = 2 \cdot a \cdot h$ $I_x = \frac{1}{6} \cdot a \cdot h^3$ $I_y = \frac{1}{2} \cdot a \cdot h \cdot b^2$ $W_x = \frac{1}{3} \cdot a \cdot h^2$ $W_y = a \cdot h \cdot b$	Zug/Druck	$\sigma_{\perp} = \frac{F_z}{2 \cdot a \cdot h}$
2			$A_w = 2 \cdot a \cdot h$	Biegung	$\sigma_{\perp} = \frac{M_x}{\frac{1}{6} \cdot a \cdot h^3} \cdot y$
3					$\sigma_{\perp} = \frac{M_y}{\frac{1}{2} \cdot a \cdot h \cdot b^2} \cdot x$
4			$A_w = 2 \cdot a \cdot h$	Schub (Mittelwert)	$\tau_{\parallel} = \frac{F_y}{2 \cdot a \cdot h}$
5					$\tau_{\perp} = \frac{F_x}{2 \cdot a \cdot h}$
Biegesteifer Anschluss eines umschweißten Rechteckprofils					
6			$A_w = 2 \cdot a \cdot (b + h)$ $I_x = 2 \cdot a \cdot h^2 \cdot \left(\frac{h}{12} + \frac{b}{4}\right)$ $I_y = 2 \cdot a \cdot b^2 \cdot \left(\frac{b}{12} + \frac{h}{4}\right)$ $A_{wy} = 2 \cdot a \cdot h$ $A_{wx} = 2 \cdot a \cdot b$ $W_t = 2 \cdot A_m \cdot a = 2 \cdot b \cdot h \cdot a$	Zug/Druck	$\sigma_{\perp} = \frac{F_z}{A_w}$
7				Biegung	$\sigma_{\perp} = \frac{M_x}{2 \cdot a \cdot h^2 \cdot (h/12 + b/4)} \cdot y$
8					$\sigma_{\perp} = \frac{M_y}{2 \cdot a \cdot b^2 \cdot (b/12 + h/4)} \cdot x$
9				Schub (Mittelwert)	$\tau_{\parallel} = \frac{F_y}{2 \cdot a \cdot h}$
10					$\tau_{\perp} = \frac{F_x}{2 \cdot a \cdot b}$
11				Torsion	$\tau_{\parallel} = \frac{T}{2 \cdot b \cdot h \cdot a}$
Biegesteifer Anschluss eines zylindrischen Bauteils (Rohr, Zapfen)					
12			$A_w = a \cdot \pi \cdot d$ $I_w = a \cdot \pi \cdot r^3$ $W_w = a \cdot \pi \cdot r^2$ $W_{wt} = 2 \cdot A_m \cdot a = 2 \cdot a \cdot \pi \cdot r^2$ $A_t = a \cdot \pi \cdot r$	Zug/Druck	$\sigma_{\perp} = \frac{F_z}{a \cdot \pi \cdot d}$
13				Biegung	$\sigma_{\perp} = \frac{M}{a \cdot \pi \cdot r^2}$
14				Schub	$\tau_{\parallel} = \frac{F_y}{a \cdot \pi \cdot d}$
15					$\tau_{\perp 1} = \frac{F_y}{a \cdot \pi \cdot r} \cdot \frac{x_1}{r}$
16					$\tau_{\perp 2} = \tau_{\max} = \frac{2 \cdot F_y}{a \cdot \pi \cdot d}$
17				Torsion	$\tau_{\parallel} = \frac{T}{2 \cdot a \cdot \pi \cdot r^2}$
Überlappter Anschluss mit Moment in der Blechebene					
18			Schub in der Sturkahlnaht (1)	infolge $F_x$	$\tau_{\parallel} = \frac{F_x}{2 \cdot a \cdot b}$
19				infolge Drehmoment	$\tau_{\parallel} = \frac{F_x \cdot (l_1 + 0.5 \cdot l_2)}{2 \cdot a \cdot b \cdot l_2}$
20			Schub in der Flanken- kahlnaht (2)	infolge $F_x$	$\tau_{\parallel} = \frac{F_x}{2 \cdot a \cdot l_2}$
21				infolge Drehmoment	$\tau_{\parallel} = \frac{F_x \cdot (l_1 + 0.5 \cdot l_2)}{2 \cdot a \cdot b \cdot l_2}$

Bild 6.46 Kehlnahtanschlüsse. Beispiele zur Berechnung der Kehlnaht-Nennspannungen bezogen auf die Anschlussebene.

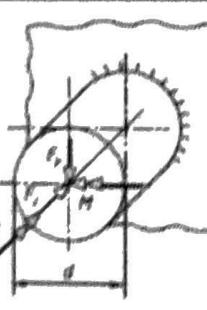
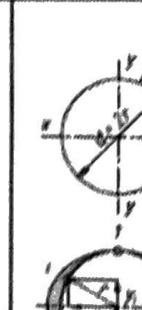
# Anlage Schweißverbindungen (Quelle: Roloff/Matek – Maschinenelemente)

Zeile Nr.	Belastungsbild	Nutzhöhe (Wurzellinie)	Querschnitts- werte	Beanspru- chungslart	Nennspannungen
1-Stiel mit 2 Kehlnähten (Füchen umschweißt)					
1			$A_w = 2 \cdot a \cdot h$ $I_x = \frac{1}{3} \cdot a \cdot h^3$ $I_y = \frac{1}{3} \cdot a \cdot h \cdot b^2$ $W_x = \frac{1}{3} \cdot a \cdot h^2$ $W_y = a \cdot h \cdot b$	Zug/Druck	$\sigma_{\perp} = \frac{F_z}{2 \cdot a \cdot h}$
2				Biegung	$\sigma_{\perp} = \frac{M_x}{\frac{1}{12} \cdot a \cdot h^3} \cdot y$
3					$\sigma_{\perp} = \frac{M_y}{\frac{1}{12} \cdot a \cdot h \cdot b^2} \cdot x$
4			$A_w = 2 \cdot a \cdot h$	Schub (Mittelwert)	$\tau_{\parallel} = \frac{F_y}{2 \cdot a \cdot h}$
5					$\tau_{\perp} = \frac{F_x}{2 \cdot a \cdot h}$

Biegsteifer Anschluss eines umschweißten Rechteckprofils

6			$A_w = 2 \cdot a \cdot (b + h)$ $I_x = 2 \cdot a \cdot h^2 \cdot \left(\frac{h}{12} + \frac{b}{4}\right)$ $I_y = 2 \cdot a \cdot b^2 \cdot \left(\frac{b}{12} + \frac{h}{4}\right)$ $A_{wy} = 2 \cdot a \cdot h$ $A_{wx} = 2 \cdot a \cdot b$ $W_x = 2 \cdot A_m \cdot a = 2 \cdot b \cdot h \cdot a$	Zug/Druck	$\sigma_{\perp} = \frac{F_z}{A_w}$
7				Biegung	$\sigma_{\perp} = \frac{M_x}{2 \cdot a \cdot h^2 \cdot (h/12 + b/4)} \cdot y$
8					$\sigma_{\perp} = \frac{M_y}{2 \cdot a \cdot b^2 \cdot (b/12 + h/4)} \cdot x$
9				Schub (Mittelwert)	$\tau_{\parallel} = \frac{F_y}{2 \cdot a \cdot h}$
10					$\tau_{\perp} = \frac{F_x}{2 \cdot a \cdot b}$
11				Torsion	$\tau_{\parallel} = \frac{T}{2 \cdot b \cdot h \cdot a}$

Biegsteifer Anschluss eines zylindrischen Bauteils (Rohr, Zapfen)

12			$A_w = a \cdot \pi \cdot d$ $I_w = a \cdot \pi \cdot r^3$ $W_w = a \cdot \pi \cdot r^2$ $W_{wt} = 2 \cdot A_m \cdot a = 2 \cdot a \cdot \pi \cdot r^2$ $A_t = a \cdot \pi \cdot r$	Zug/Druck	$\sigma_{\perp} = \frac{F_z}{a \cdot \pi \cdot d}$
13				Biegung	$\sigma_{\perp} = \frac{M}{a \cdot \pi \cdot r^2}$
14				Schub	$\tau_{\parallel} = \frac{F_y}{a \cdot \pi \cdot d}$
15					$\tau_{\parallel} = \frac{F_y}{a \cdot \pi \cdot r} \cdot \frac{r_1}{r}$
16					$\tau_{\parallel 2} = \tau_{\max} = \frac{2 \cdot F_y}{a \cdot \pi \cdot d}$
17				Torsion	$\tau_{\parallel} = \frac{T}{2 \cdot a \cdot \pi \cdot r^2}$

Überlappter Anschluss mit Moment in der Blechebene

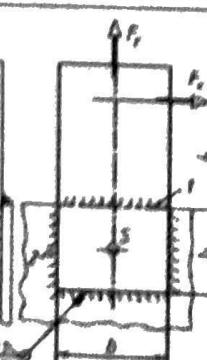
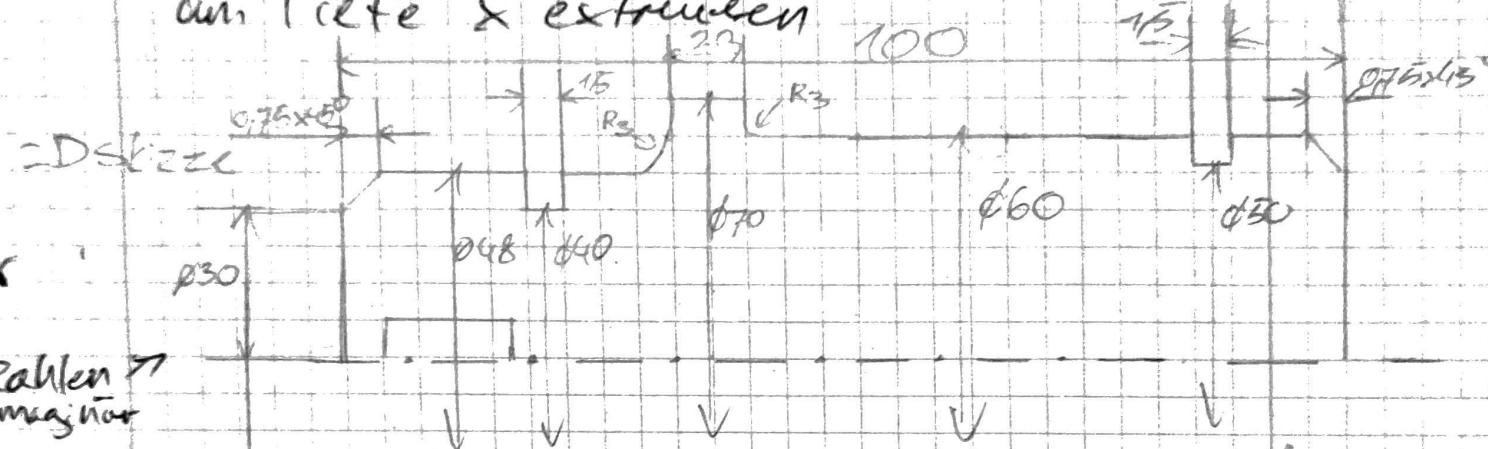
18			Schub in der Stücknahna (1)	infolge $F_x$	$\tau_{\parallel} = \frac{F_x}{2 \cdot a \cdot b}$
19				infolge Drehmoment	$\tau_{\parallel} = \frac{F_x \cdot (l_1 + 0.5 \cdot b)}{2 \cdot a \cdot b \cdot l_2}$
20			Schub in der Flanken- nahna (2)	infolge $F_y$	$\tau_{\parallel} = \frac{F_y}{2 \cdot a \cdot l_3}$
21				infolge Drehmoment	$\tau_{\parallel} = \frac{F_y \cdot (l_1 + 0.5 \cdot l_2)}{2 \cdot a \cdot b \cdot l_3}$

Bild 6.46 Kehlnahanschlüsse. Beispiele zur Berechnung der Kehlnah-Nennspannungen bezogen auf die Anschlusssebene.

# Probeklausur Konstruieren März 2021

## Aufgabe(2)

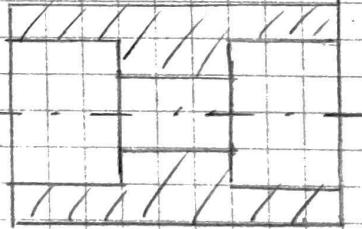
- 2D-Skizze von der Halftiefe anfertigen & bemessen bis alle Komponenten voll bestimmt sind.
- Skizze fertigstellen & Drehung um  $360^\circ$  starten.
- 2D-Skizze auf der Fläche der Welle anfertigen und voll bestimmen.
- anschließend die Skizze in das Bauteil am Tiefe  $\times$  extrudieren



## Aufgabe(3)

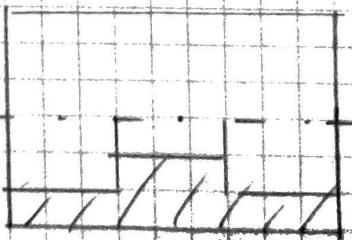
### Vollschnitt

- Halftiefe wird weggescchnitten
- 



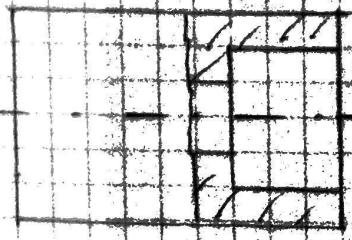
### Halbschnitt

- $\frac{1}{4}$  wird weggescchnitten
- Zeichnungsschnittfläche und die Draufsicht



### Teilschnitt

- kann Schnittflächen gezielt kennzeichnen
- Schnittet einzelne Bereich des Werkstücks



## 4) Inventor Fragen

4.1 oben Links bei slice erstellen

4.2 IP4 = Inventor part

Idw = Inventor drawing

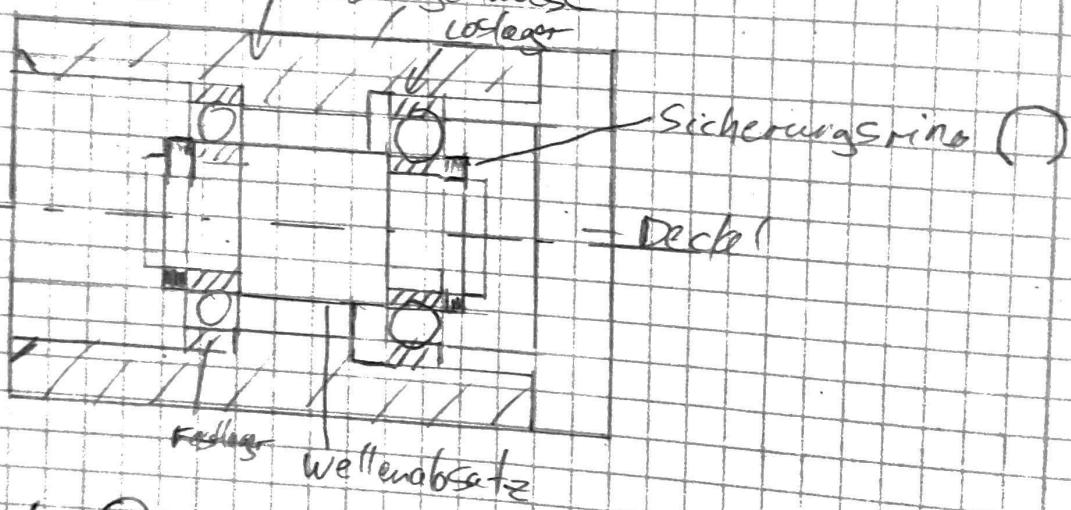
Iam = Inventor assembly

4.3 Beim Spiegeln wird die Symmetrie abhängigkeitslinien übernommen

4.4 Hindernis 2 siehe 3 Felder Tafel

4.5 Sweeping → Drehung → Extrusion

Aufgabe 5 festiger Gehäuse



Aufgabe 6

- lockeres Sicherungslement
- runde Form
- verfübar für Wellen & Bohrungen

Vor & Nachteile

- + Einfache Montage
- + Platzsparend
- + Sicherheitssicher

- Hohe Reibwirkung
- muss etwas aktiv greifen

## Aufgabe 7

$\tilde{\sigma}_{KB} = 18 \text{ N/mm}^2$  Faktor  $0,2 \rightarrow 0,2 - 0,4 \rightarrow$  wechselseitig

$$s=2$$

gesucht:  $T = ?$

$$T = F \cdot \frac{d}{2} \Rightarrow F = \frac{T \cdot 2}{d}$$

$$\tilde{\sigma} = \frac{F \cdot s \cdot Kt}{A}$$

$$\tilde{\sigma} = \frac{T \cdot 2 \cdot s \cdot Kt \cdot \pi}{A \cdot d} \Rightarrow \frac{T \cdot 2 \cdot s \cdot Kt}{\pi \cdot d \cdot d \cdot b}$$

$$T = \frac{\tilde{\sigma} \cdot d^2 \cdot \pi \cdot b}{2 \cdot s \cdot Kt} = \frac{36 \text{ N/mm}^2 \cdot (150 \text{ mm})^2 \cdot 20 \text{ mm}}{2 \cdot 2}$$

$$= 1.272.365 \text{ Nmm}$$

$$= 1.272 \text{ NM}$$

Nach T  
umformen

$$\tilde{\sigma}_{Kw} = 18 \text{ N/mm}^2 \cdot 0,2 = 36 \text{ N/mm}^2$$

Anderer möglicherweise

$$\tilde{\sigma} = \frac{F}{A} \quad \tilde{\tau} = \frac{T \cdot z}{A \cdot d} \Rightarrow T = \frac{\tilde{\sigma} \cdot A \cdot d}{\tilde{\tau}}$$

$$T = \frac{36 \text{ N/mm}^2 \cdot \pi \cdot 150 \cdot 20}{36 \text{ N/mm}^2} = 3.026.939,08 \text{ Nmm}^2$$

$$s = \frac{\tilde{\sigma}_{zul}}{\tilde{\sigma}_{wir}} \quad \tilde{\sigma}_{wir} = 18 \text{ N/mm}^2 \Rightarrow \tilde{\sigma}_{zul} = 36 \text{ N/mm}^2$$

Da was hier richtig ist

Aufgabe 8

$$T = 380 \text{ Nm}$$

S355G5

100Y-zu freien

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

$$k_t = 1,5$$

$$d = ?$$

$$\tau_{\text{ull}} = 80 \rightarrow \sigma$$

$$\sigma_{\text{Zul}} = 82 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{\text{Zul}} = 82 \text{ N/mm}^2 \cdot \left( \frac{10 \text{ mm}}{40 \text{ mm}} \right)^{0,1} = 71,35 \text{ N/mm}^2$$

$$z = \frac{T \cdot k_t}{W_t} \quad W_t = \frac{T \cdot k_t}{\sigma}$$

$$W_t = \frac{320 \text{ Nmm} \cdot 1,5}{71,35 \text{ N/mm}^2} = 7,384 \text{ mm}^3$$

$$W_t = \frac{\pi \cdot (D^4 - d^4)}{16 \cdot D}$$

~~$$d = \sqrt[4]{\frac{4 \cdot \pi \cdot k_t \cdot T}{16 \cdot \sigma}}$$~~

$$d = \sqrt[4]{\frac{4 \cdot \pi \cdot k_t \cdot T}{16 \cdot \sigma}} = 31 \text{ mm}$$

$$\text{Wanddicke} = \frac{D - d}{2} = \frac{40 \text{ mm} - 31 \text{ mm}}{2} = 4,5 \text{ mm}$$

Auftriebswelle / wechselseitige Dehnung

$$\sigma = \frac{T}{Z \cdot \alpha_f \cdot r^2} \cdot W_t$$

Formel Torsion

### Aufgabe 3

$$AS \geq \frac{FB + FKL}{\frac{R_{p0,2}^2 - \beta E \cdot f_z}{K \cdot K_t}}$$

$\phi_{E10} 35$   $R_p = 16 \text{ mm}$   
 Länge 50mm

$$8,8 \rightarrow R_m \cdot K \cdot 100 = 800 \\ C_{0,10} = 8 \cdot 8 \cdot 10 = 640 \\ FBL = 8 \text{ kN}$$

$$FBD = 27 \text{ kN}$$

Mindesf. Klemmkraft 95

$$FKL = 0,03 \cdot 27 \text{ kN} = 243 \text{ N} \\ \leftarrow 2430 \text{ N}$$

$$AS \geq \frac{27000 \text{ N}}{\frac{640 \text{ N/mm}^2}{1,15 \cdot 1,0} - 11 \cdot 21000 \frac{N}{mm^2} \cdot \frac{8}{50 \text{ mm}}}$$

statisch axiale Belastung

$$TB8-13 FBD = 28 \text{ kN} / 8,8 \rightarrow M16$$

Dynamisch axial

$$K = 50 \\ K = 1,10 \\ K_t = 2,0 \\ \beta = 1,1 \\ f_z = 8 \text{ cm} \\ M_G = 0,12$$

$$F_B = FBD - FBL \quad 18,8 \rightarrow M16$$

a)

$$TB8-1 \rightarrow AS = 157 \text{ mm}^2 \quad d = D = 16 \text{ mm}$$

b) Nachweis dauerfestigkeit (Dynamischer Nachweis)

$$\sigma_a = t K \cdot \frac{FBD - FBL}{AS} = \frac{27000 \text{ N} - 8000 \text{ N}}{157 \text{ mm}^2} = \pm 15132 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_A = \pm 0,125 \cdot 157 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_A = \pm 0,85 \cdot \left( \frac{150}{16+16} \right) = \pm 46,22 \text{ N/mm}^2$$

Dauer fest

c) Statische Flächspannung

$$P = \frac{FSP / 0,95}{AP} \leq P_G$$

$$P = \frac{80,3 \text{ kN} / 0,95}{157 \text{ mm}^2}$$

$$P = \frac{(80,3 \cdot 10^3 \text{ N} \cdot 0,95)}{157 \text{ mm}^2} \approx 572,54 \text{ N/mm}^2$$

$$FSP = 80 \text{ kN} \\ P_G = 850 \text{ N/mm}^2 \\ AP = 181 \text{ mm}^2$$

$P_G > P$  Schraube zulässig

## Aufgabe (10)

- Festlager / Rillenkugellager 6214

radial  $F_r = 4,2 \text{ kN}$

axial  $F_a = 34 \text{ kN}$

$n = 300 \text{ min}^{-1}$

$$\frac{F_a}{F_r} = \frac{34 \text{ kN}}{4,2 \text{ kN}} = 0,809$$

$$\frac{F_a}{C_0} = \underline{\underline{0,078}}$$

$$\begin{aligned} C &= 62 \\ C_0 &= 44 \\ C_U &= 2,9 \\ x &= 0,96 \end{aligned}$$

$$Y = 0,8666 \left( \frac{F_a}{C_0} \right)^{-0,229}$$

$$P = x \cdot F_r + Y \cdot F_a = 7,622$$

$$Y = 1,55$$

$$\sigma = 0,51 \cdot \left( \frac{F_a}{C_0} \right)^{0,1233} = 0,283$$

$$L_{10h} = \frac{10^6}{60 \cdot 300} \cdot \left( \frac{62}{7,622} \right)^3 = 9967,22 \text{ min h}$$

$$\approx 9967,22 \cdot 10000 \text{ h}$$

## Aufgabe (11)

• DIN 660-5 x 20 St +  $P = 0,35 \text{ kW}$  •  $n = 25 \text{ min}^{-1}$

• ständige Häufigkeit & Hochlast

• mittlere Schub  $k_A = 1/4$

• regelmäßige Nutzung im Dauerbetrieb

$$d_1 = \sqrt{50 \cdot 5} - 2 \text{ mm} = 13,81 \text{ mm}$$

### Lochleibung

$$P = 2 \pi \cdot n \cdot T \rightarrow T = \frac{P}{2 \pi \cdot n} = 133,70 \text{ Nm}$$

$^{350}$

in sekundenangeler

$$133,70 \cdot k_A = 187,18 \text{ Nmm}$$

$$F = \frac{2 \cdot T}{d} = \frac{2 \cdot 187,18 \text{ mm}}{55 \text{ mm}} = 6,807 \text{ kN}$$

$$\sigma_{\text{vorn}} = \frac{6807 \text{ N}}{1381,5 \text{ mm} \cdot 6} = \underline{\underline{1777 \text{ N/mm}^2}} = 16,43$$

$$\sigma_{\text{hint}} = \frac{F}{A_0 \cdot n \cdot m} = \frac{F}{\frac{\pi}{4} \cdot d^2 \cdot n \cdot m} = \frac{6807 \text{ N}}{\frac{\pi}{4} \cdot (13,81)^2 \cdot 6 \cdot 1} = \underline{\underline{57772 \text{ N/mm}^2}} = 7,57 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{\text{TB76}} \sigma_{\text{wcul}} = 84 \text{ N/mm}^2$$

$13,81$

$$\sigma_{\text{zul}} = 0,6 \cdot 84 \text{ N/mm}^2 = 50,4 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{\text{t,zul}} = 1,5 \cdot 84 \text{ N/mm}^2 = 126 \text{ N/mm}^2$$