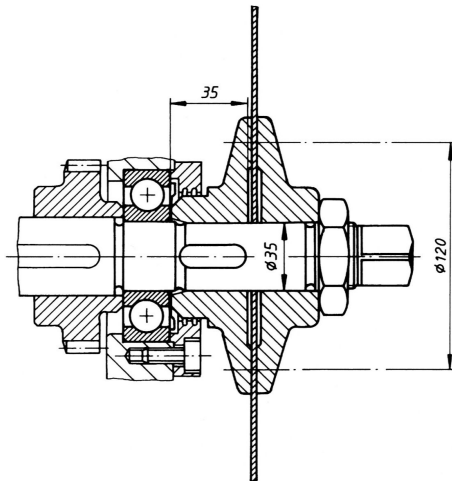


Aufgaben zur Berechnung von WNV

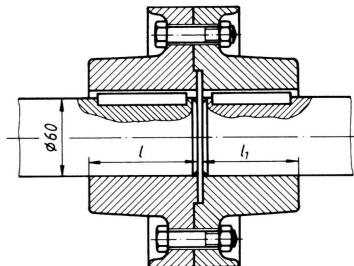
Passfederverbindungen

- 12.1** Zur Befestigung des Sägeblattes auf dem Wellenzapfen (Werkstoff E295, Rohteildicke $d = 45$ mm) einer Universal-Kreissäge mit einer Nennleistung $P = 4$ kW bei $n = 2850 \text{ min}^{-1}$ ist eine Passfeder DIN 6885-A10 $\times 8 \times 32$ aus C45 + C vorgesehen. Es ist zu prüfen, ob die gewählte Passfederverbindung festigkeitsmäßig ausreicht, wenn eine stoßartige Belastung ($K_A \approx 1,5$) anzunehmen ist, die Nabenteile aus EN-GJL-200 (Rohteildicke $t_{\max} \approx 35$ mm) gefertigt werden und für p_{zul} der mittlere Wert genommen wird
- a) mit Methode C überschlägig,
 - b) mit Methode B.



Aufgaben zur Berechnung von WNV

- 12.2** Zur Übertragung eines einseitig wirkenden Nenndrehmomentes $T \approx 450 \text{ Nm}$ auf eine Scheibenkupplung DIN 116–A60 aus GE 240+N soll eine Passfeder nach DIN 6885, Ausführung A, aus E295GC+C eingesetzt werden. Aus der Konstruktion ergibt sich eine Rohteildicke $t < 100 \text{ mm}$ und Nabenlänge $l \approx l_1 = 85 \text{ mm}$ der Kupplung sowie $d = 70 \text{ mm}$ der Welle aus E295. Es ist zu prüfen, ob die Verbindung bei stoßartiger Belastung ($K_A = 1,5$) das Moment sicher übertragen kann, wenn die Passfeder kürzer als die Nabenlänge sein soll und der mittlere Wert für p_{zul} genommen wird
- a) mit Methode C überschlägig,
 - b) mit Methode B.
 - c) Für Welle und Bohrung sind geeignete ISO-Toleranzen anzugeben.



Passfederverbindung → Berechnung

(mittlere) Flächenpressung

$$p_m \approx \frac{F_t \cdot K_\lambda}{h' \cdot \ell' \cdot n \cdot \phi} = \frac{2 \cdot T \cdot K_\lambda}{d \cdot h' \cdot \ell' \cdot n \cdot \phi} \leq p_{zul}$$

h' tragende Passfederhöhe, $h' \approx 0,45 \cdot h$

ℓ' tragende Passfederlänge, $\ell' = \ell - b$ für Formen A und E mit Breite b

F_t Tangentialkraft am Fugendurchmesser d ,
 $F_t = K_A \cdot F_{t\text{ nenn}}$ bei dynamischer Belastung,
 $F_t = F_{t\text{ max}}$ bei statischer Belastung

T Drehmoment, $T = T_{\text{eq}} = K_A \cdot T_{\text{nenn}}$ bei dyn. Belastung,
 $T = T_{\text{max}}$ bei statischer Belastung

K_λ Lastverteilungsfaktor, $K_\lambda = 1$ für Übersichtsrechnung

ϕ Faktor zur Berücksichtigung ungleichmäßigen Tragens beim Einsatz von n Passfedern, $\phi = 1$ bei $n = 1$, $\phi \approx 0,75$ bei $n = 2$

p_{zul} zulässige Flächenpressung des schwächsten Werkstoffs

Passfederverbindung → Berechnung

Zulässige Flächenpressung

$$p_{zul} = \begin{cases} \frac{R_e}{S_F} & \text{für duktile Werkstoffe,} \\ \frac{R_m}{S_B} & \text{für spröde Werkstoffe} \end{cases}$$

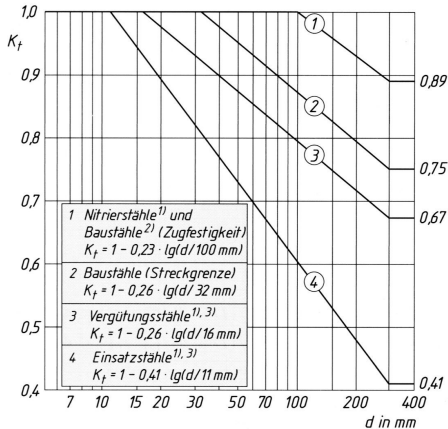
S_F Sicherheit gegen Fließen

S_B Sicherheit gegen (Gewalt-) Bruch

Technologischer Größeneinflussfaktor

TB 3-11 Faktoren K für den Größeneinfluss

a) Technologischer Größeneinflussfaktor K_t für Walzstahl

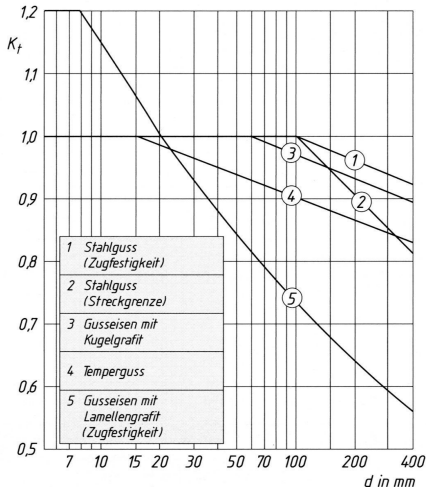


- 1) Bei Nitrier-, Vergütungs- und Einsatzstählen ist K_t für Zugfestigkeit und Streckgrenze gleich.
- 2) ist auch für dynamische Festigkeitswerte zu verwenden.
- 3) für Cr-Ni-Mo-Einsatzstähle gelten die Werte der Vergütungsstähle.

Technologischer Größeneinflussfaktor

TB 3-11 Fortsetzung

b) Technologischer Größeneinflussfaktor K_t für Gusswerkstoffe



Bei Gusseisen mit Kugelgrafit und Temperguss ist K_t für Zugfestigkeit und Streckgrenze gleich

Zulässige Flächenpressung nach TB 12-1

b) Zulässige Fugenpressung p_{Fzul}

Verbindungsart	Nabenwerkstoff	
	Stahl, GS $p_{Fzul} = R_e/S_F$	GJL $p_{Fzul} = R_m/S_B$
Passfeder ¹⁾	$S_F \approx 1,1 \dots 1,5$	$S_B \approx 1,5 \dots 2,0$
Gleitfeder ²⁾ und Keile	3,0 ... 4,0	3,0 ... 4,0
Polygonverbindung	1,5 ... 2,0	2,0 ... 3,0
Profilwelle ²⁾ einseitig, stoßfrei wechselnd, stoßhaft	1,3 ... 1,5	1,7 ... 1,8
	2,7 ... 3,6	3,4 ... 4,0
Pressverband ³⁾	2,5 ... 3,0	2,5 ... 3,0
Kegelpressverband ³⁾	2,5 ... 3,0	2,5 ... 3,0
Spannverbindung, Keilverbindung	1,5 ... 3,0	2,0 ... 3,0

¹⁾ für einseitig wirkendes Moment. Bei Berechnung nach Methode B ist $p_{Fzul} = f_S \cdot f_H \cdot R_e/S_F$ bzw. $= f_S \cdot R_m/S_B$ mit Stützfaktor f_S und Härteeinflussfaktor f_H nach TB 12-2d.

²⁾ $S_F(S_B)$ sind zu erhöhen

für unbelastet verschiebbare Radnabe um Faktor $\geq 3(3)$;

für unter Last verschiebbare Nabe um Faktor $\geq 6(12)$.

³⁾ Hier gilt: $p_{Fzul} = R_e/S_F \cdot (1 - Q_A^2)/\sqrt{3}$ bzw. $p_{Fzul} = R_m/S_B \cdot (1 - Q_A^2)/\sqrt{3}$.

Festigkeitskennwerte nach TB 1-1

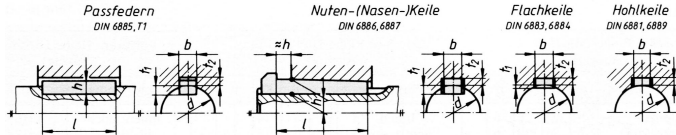
Kurzname	Stahlsorte Werkstoff- nummer	A % min.	R _{mN} min.	R _{eN} R _{p0,2N} min.	σ _{zd WN} (σ _{zd SchN})	σ _{bWN} (σ _{bSchN})	τ _{tWN} (τ _{tSchN})	relative Werkstoff- kosten ³⁾	Eigenschaften und Verwendungsbeispiele	
h) Blankstähle nach DIN EN 10277-2, -3 in kaltgezogenem Zustand (+ C)									kaltverfestigter Stabstahl mit blanker, glatter Oberfläche und großer Maßgenauigkeit; hergestellt durch Ziehen, Schälén und Druckpolieren und gegebenenfalls zusätzliches Schleifen	
Normabmessung d _N = 16 mm										
S235JRG2C	1.0122	9	420	300	165 (300)	210 (360)	125 (210)	1,6	Blankstahl aus Baustählen; Achsen, Bolzen, Stifte, Befestigungselemente, Aufspannplatten	kostenreduzierte Herstellung von Maschinenteilen ohne weitere Oberflächenbearbeitung
S355J2G3C	1.0569	7	600	450	240 (430)	300 (540)	180 (310)	1,7		
E295GC	1.0533	7	600	420	240 (420)	300 (505)	180 (290)			
E335GC	1.0543	6	680	480	270 (475)	340 (575)	205 (330)			
35S20	1.0726	7	590	400	235 (400)	295 (480)	175 (275)			
44SMn28	1.0762	5	710	530	285 (495)	355 (620)	210 (365)			
C10	1.0301	9	430	300	170 (300)	215 (360)	130 (210)	Blankstahl aus Einsatzstählen; Bolzen, Spindeln, Kleinteile		
C15	1.0401	8	480	340	190 (340)	240 (410)	145 (235)			
C35	1.0501	7	600	420	240 (420)	300 (505)	180 (290)	1,7	Blankstahl aus Vergütungsstählen; Wellen, Stangen, Schienen, Hebel, Druckstücke, Grundplatten	
C45	1.0503	6	710	500	285 (495)	355 (600)	210 (345)	1,8		
C60	1.0601	5	780	550	310 (530)	390 (660)	235 (380)			

Festigkeitskennwerte nach TB 1-2

Werkstoffbezeichnung		A % min.	R _m N min.	R _{p0,2} N min.	σ _b WN	E kN/mm ²	relative Werkstoff- kosten ¹⁾	Eigenschaften und Verwendungsbeispiele
Kurzzeichen	Nummer							
g) Stahlguss für allgemeine Anwendung nach DIN EN 10293 (Es bedeuten: +N → Normalglühen, +QT oder +QT1 oder +QT2 → Vergüten (Härten in Luft oder Flüssigkeit + Anlassen)) Normabmessung des Probestückes (gleichwertiger Rohrgussdurchmesser) d_N = 100 mm Bei hochlegierten Sorten kein Größeneinfluss.								direkt in Formen vergossener Stahl, je nach verwendeter Stahlsorte und Wärmebehandlung optimal einstellbare Eigenschaften hinsichtlich Festigkeit, Verschleiß- und Korrosionsbeständigkeit und Einsatztemperaturen, idealer Konstruktionswerkstoff durch sehr gute Schweißbarkeit, mechanische Eigenschaften weitgehend richtungsunabhängig.
GE 200 +N	1.0420	25	380	200	190	210	6	unlegierter Stahlguss (0,1 bis 0,5 % C), wird im Temperaturbereich zwischen –10 °C und +300 °C für Bauteile mit mittlerer Beanspruchung eingesetzt; Maschinenständer, Hebel, Zahnräder, Pleuelstangen, Bremscheiben
GS 200 +N	1.0449	25	380	200	190			
GE 240 +N	1.0456	22	450	240	225			
GS 240 +N	1.0455	22	450	240	225			
GE 300 +N	1.0558	18	520	300	260			
G17Mn5 +QT	1.1131	24	450	240	225	210	(8)	niedrig legierter Stahlguss in vergütetem Zustand; Einsatz bis +300 °C für dynamisch hoch beanspruchte Bauteile; Produktions- und Konstruktions-schweißung möglich; Zahnkränze, Walzenständer, Turbinenteile, Gelenkteile, Ventil- und Schiebergehäuse, Offshore-Elemente
G20Mn5 +QT	1.1120	22	500	300	250			
G28Mn6 +QT1	1.1165	14	600	450	300			
G10MnMoV6-3 +QT2	1.5410	18	500	380	250			
G26CrMo4 +QT2	1.7221	10	700	550	350			
G42CrMo4 +QT2	1.7231	10	850	700	425	200	(9)	nichtrostender Stahlguss, weist durch einen Cr-Gehalt von mindestens 12 % eine besondere Beständigkeit gegenüber chemischer Beanspruchung auf, druckwasserbeständig; Turbinen- und Ventilgehäuse, Pumpen, Laufräder, Apparateile, Wellen
G35CrNiMo6-6 +QT2	1.6579	10	900	800	450			
G32NiCrMo8-5-4 +QT2	1.6570	10	1050	950	525			
G30NiCrMo14 +QT2	1.6771	7	1100	1000	550			
GX3CrNi13-4 +QT	1.6982	15	700	500	350			
GX4CrNi16-4 +QT1	1.4421	15	780	540	390	200	(9)	
GX4CrNi13-4 +QT2	1.4421	10	1000	830	500			
GX4CrNiMo16-5-1 +QT	1.4405	15	760	540	380			
GX23CrMoV12-1 +QT	1.4931	15	740	540	370			

Angaben für Passfederverbindungen nach TB 12-2

a) Abmessungen und Nuttiefen für Federn und Keile (Auszug)



Maße in mm

Wellen- durch- messer <i>d</i> über ... bis	Breite × Höhe <i>b</i> × <i>h</i>	Nutenkeile und Federn			Flach- und Hohlkeile			
		Wellen- Nuttiefe <i>t</i> ₁	Nabennuttiefe für Keile <i>t</i> ₂	Nabennuttiefe für Federn <i>t</i> ₂	Flachkeile Breite × Höhe <i>b</i> × <i>h</i>	Hohlkeile Breite × Höhe <i>b</i> × <i>h</i>	Wellen- abflachung <i>t</i> ₁	Naben- nuttiefe <i>t</i> ₂
10 ... 12	4 × 4	2,5	1,2	1,8	—	—	—	—
12 ... 17	5 × 5	3	1,7	2,3	—	—	—	—
17 ... 22	6 es 6	3,5	2,2	2,8	—	—	—	—
22 ... 30	8 × 7	4	2,4	3,3	8 × 5	8 × 3,5	1,3	3,2
30 ... 38	10 × 8	5	2,4	3,3	10 × 6	10 × 4	1,8	3,7
38 ... 44	12 × 8	5	2,4	3,3	12 × 6	12 × 4	1,8	3,7
44 ... 50	14 × 9	5,5	2,9	3,8	14 × 6	14 × 4,5	1,4	4,0
50 ... 58	16 × 10	6	3,4	4,3	16 × 7	16 × 5	1,9	4,3
58 ... 65	18 × 11	7	3,4	4,4	18 × 7	18 × 5	1,9	4,5
65 ... 75	20 × 12	7,5	3,9	4,9	20 × 8	20 × 6	1,9	5,5
75 ... 85	22 × 14	9	4,4	5,4	22 × 9	22 × 7	1,8	6,5
85 ... 95	25 × 14	9	4,4	5,4	25 × 9	25 × 7	1,9	6,4
95 ... 110	28 × 16	10	5,4	6,4	28 × 10	28 × 7,5	2,4	6,9
110 ... 130	32 × 18	11	6,4	7,4	32 × 11	32 × 8,5	2,3	7,9
130 ... 150	36 × 20	12	7,1	8,4	36 × 12	36 × 9	2,8	8,4
150 ... 170	40 × 22	13	8,1	9,4	40 × 14	—	4,0	9,1
170 ... 200	45 × 25	15	9,1	10,4	45 × 16	—	4,7	10,4

Angaben für Passfederverbindungen nach TB 12-2

Passfeder- und Keillängen l	8	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32
	36	40	45	50	56	63	70	80	90	100	110
	125	140	160	180	200	220	250	280	320	360	400

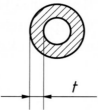
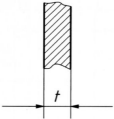
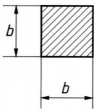
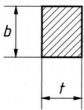
Bezeichnung einer Passfeder Form A mit Breite $b = 10$ mm, Höhe $h = 8$ mm und Länge $l = 50$ mm nach DIN 6885:

Passfeder DIN 6885 – A10 × 8 × 50

TB 3-11: Gleichwertige Durchmesser

TB 3-11 Fortsetzung

e) gleichwertiger Durchmesser für andere Bauteilquerschnitte

Form des Querschnitts					
$d = {}^1)$	d	t	t	b	t
$d = {}^2)$	d	$2t$	$2t$	b	$\frac{2b \cdot t}{b + t}$

¹⁾ Für unlegierte Baustähle, Feinkornstähle, normalgeglühte Vergütungsstähle und Stahlguss.

²⁾ Für vergüteten Vergütungsstahl, Einsatzstahl, Nitrierstahl, Vergütungsstahlguss, GJS, GJL, GJMB, GJMW, Schmiedestücke.