

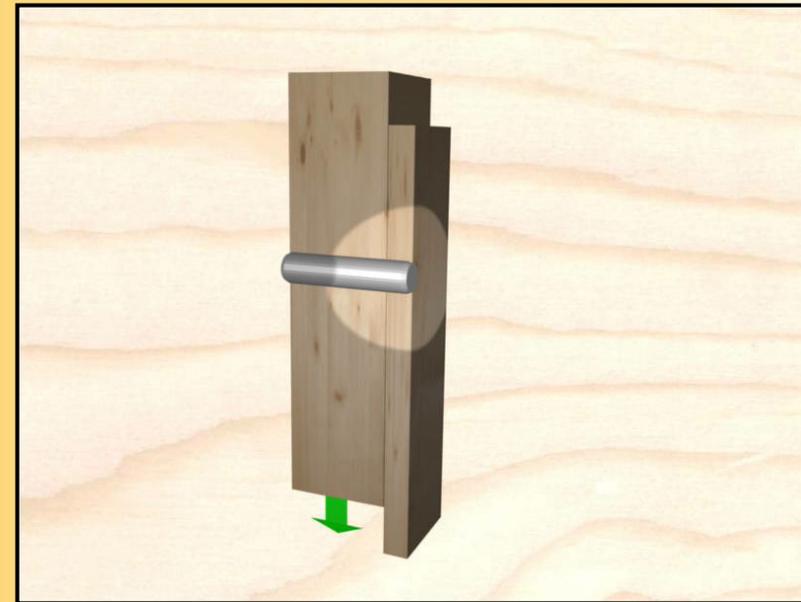
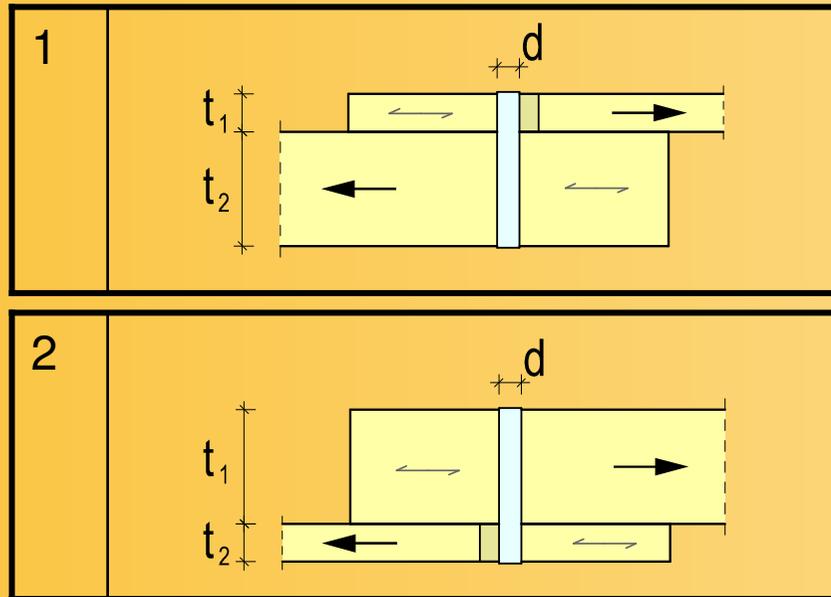
DIN 1052 Abscheren stiftförmiger Verbindungsmitel (Holz – Holz)



Verbindungen mit *stiftförmigen metallischen* Verbindungsmitteln

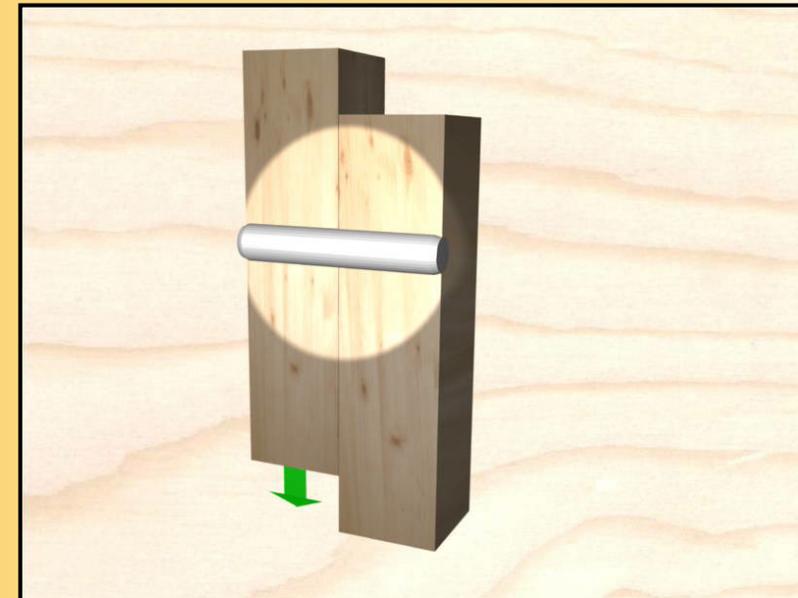
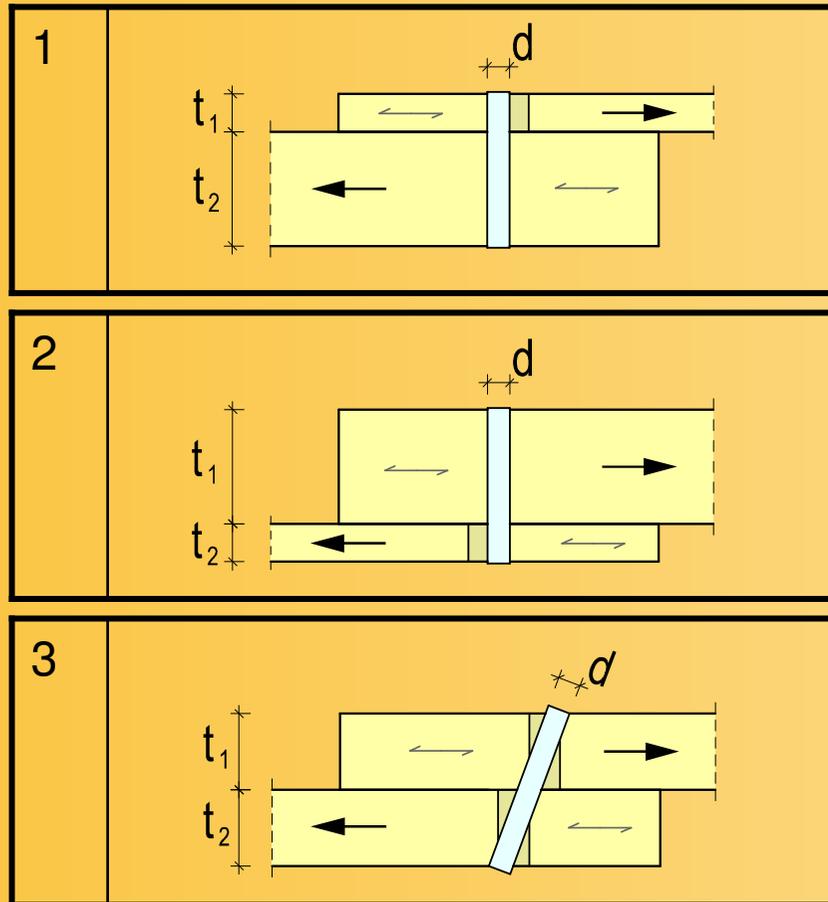
- Stabdübel und Passbolzen (12.3)
- Bolzenverbindungen (12.4)
- Gewindestangen (12.4)
- Nagelverbindungen (12.5)
- Schraubenverbindungen (12.6)
- Klammerverbindungen (12.7)
- Tragfähigkeit auf Herausziehen (12.8)

Versagensfälle einschnittiger Verbindungen (Johansen)



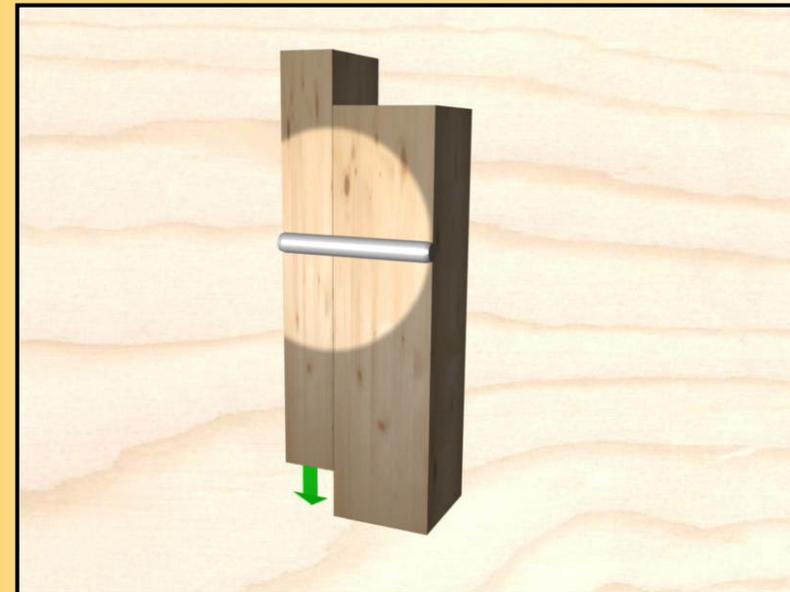
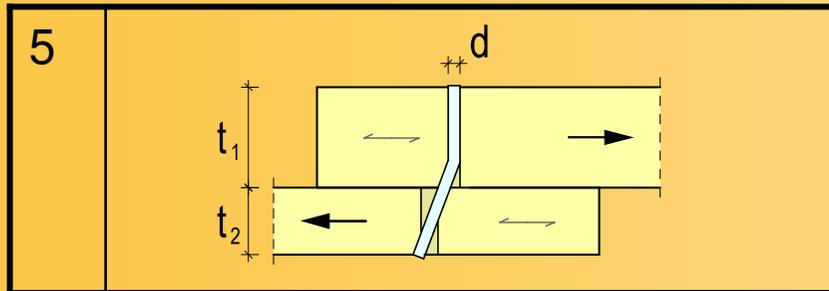
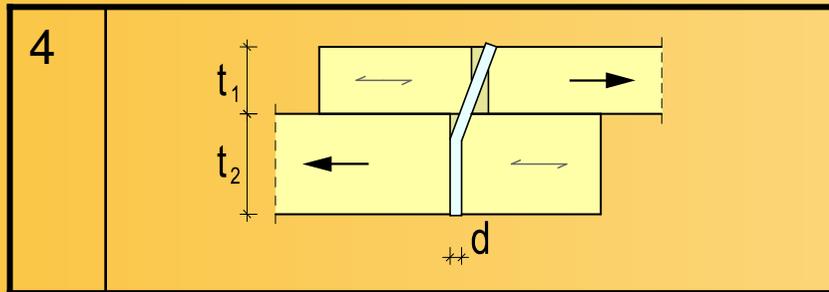
Lochleibungsversagen Teil 1
bzw. Teil 2

Versagensfälle einschnittiger Verbindungen (Johansen)



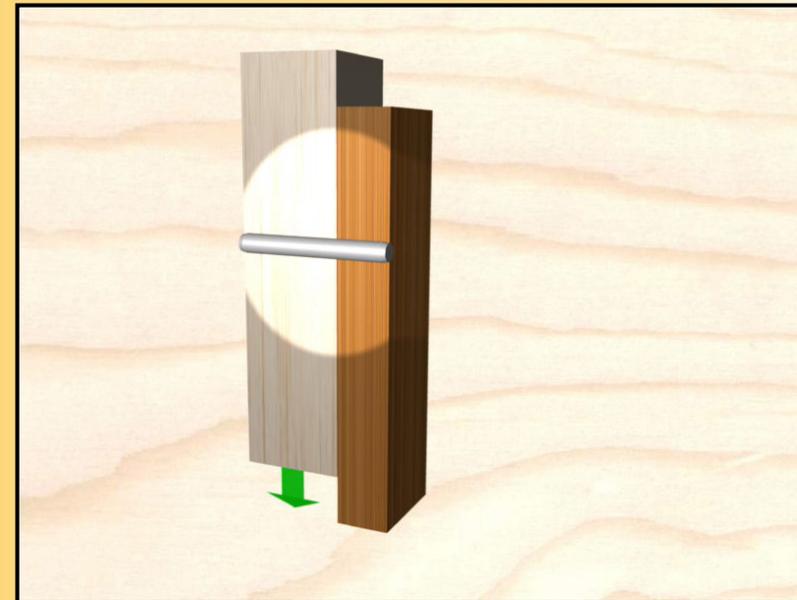
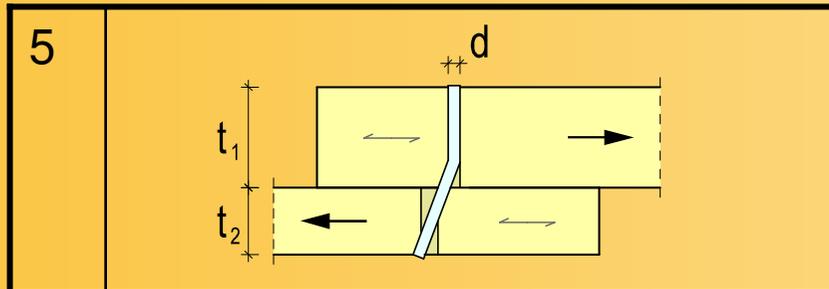
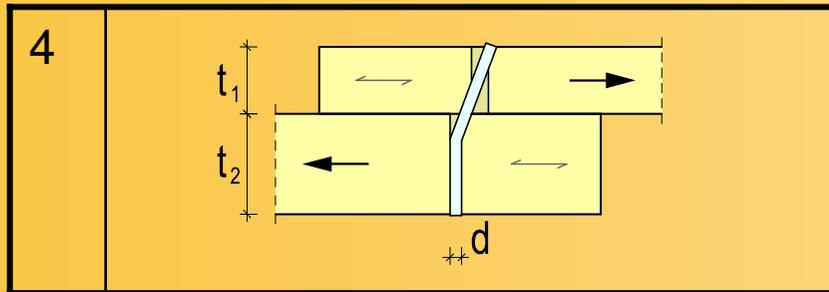
Lochleibungsversagen Teil 1
und Teil 2

Versagensfälle einschnittiger Verbindungen (Johansen)



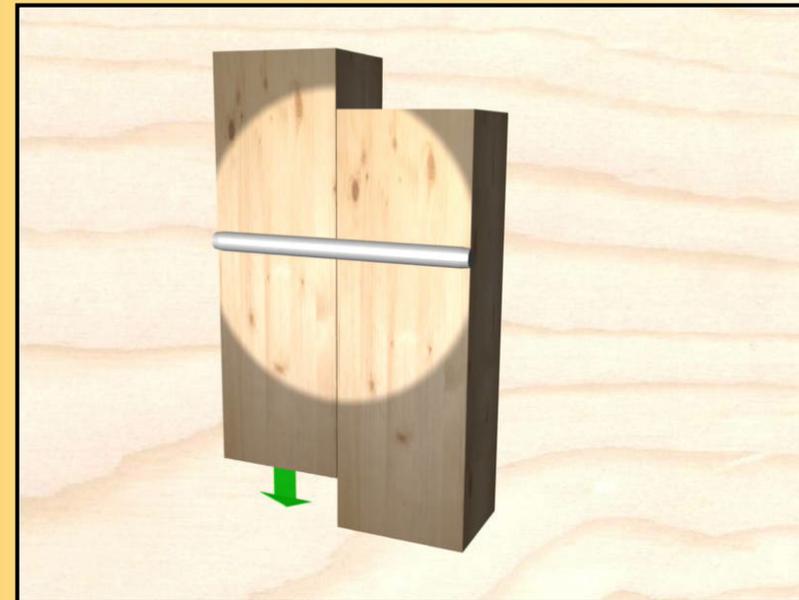
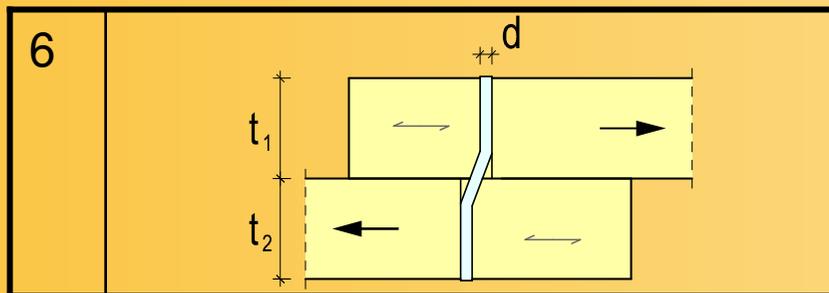
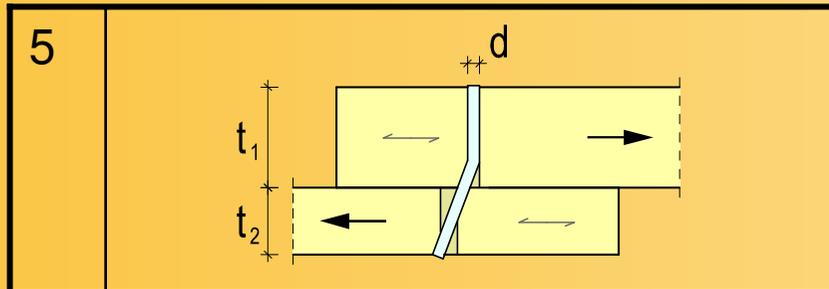
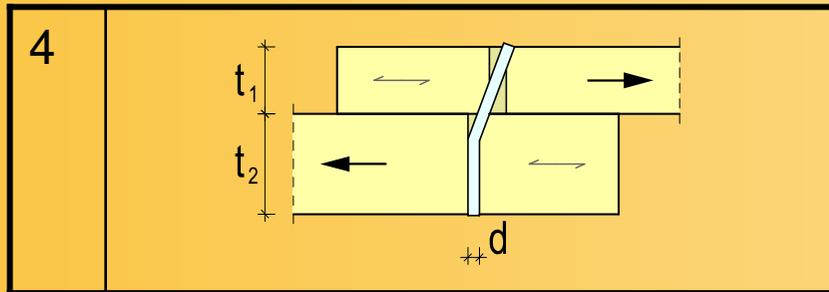
Lochleibungsversagen Teil 1
bzw. Teil 2, Fließgelenk Stift

Versagensfälle einschnittiger Verbindungen (Johansen)



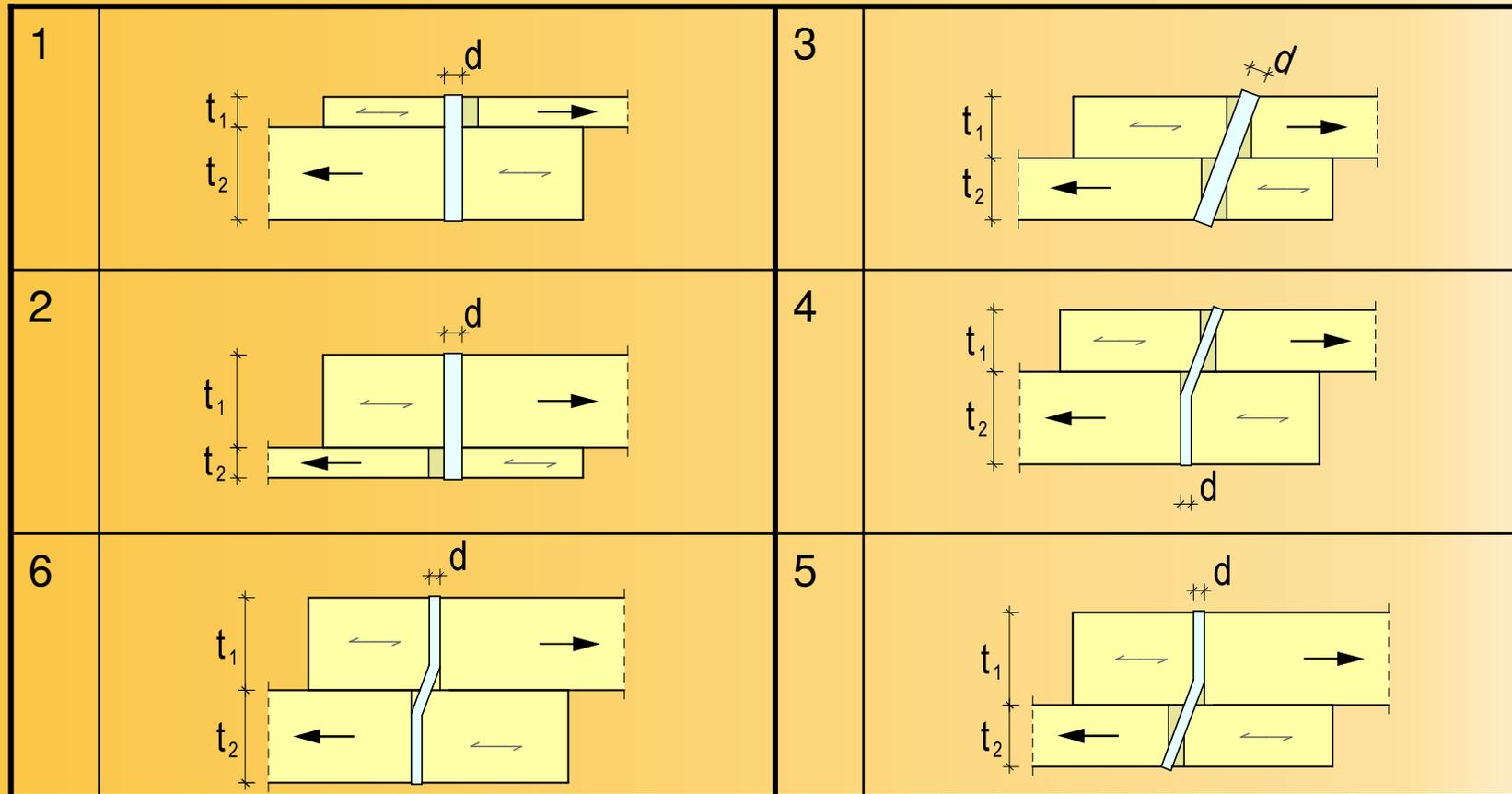
Lochleibungsversagen Teil 1
bzw. Teil 2, Fließgelenk Stift

Versagensfälle einschnittiger Verbindungen (Johansen)



Zwei Fließgelenke im Stift

Versagensfälle einschnittiger Verbindungen (Johansen)



Tragfähigkeit einschnittiger Verbindungen (Johansen)

1	$R_k = f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d$ $\gamma_M = 1,3$	3	$R_k = \frac{f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d}{1 + \beta} \left\{ \sqrt{\beta + 2\beta^2 \left[1 + \frac{t_2}{t_1} + \left(\frac{t_2}{t_1} \right)^2 \right] + \beta^3 \left(\frac{t_2}{t_1} \right)^2} - \beta \left(1 + \frac{t_2}{t_1} \right) \right\}$ $\gamma_M = 1,3$
2	$R_k = f_{h,1,k} \cdot t_2 \cdot d \cdot \beta = f_{h,2,k} \cdot t_2 \cdot d$ $\gamma_M = 1,3$	4	$R_k = \frac{f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d}{2 + \beta} \left[\sqrt{2 \cdot \beta \cdot (1 + \beta) + \frac{4 \cdot \beta \cdot (2 + \beta) \cdot M_{y,k}}{f_{h,1,k} \cdot d \cdot t_1^2}} - \beta \right]$ $\gamma_M = 1,2$
6	$R_k = \sqrt{\frac{2 \cdot \beta}{1 + \beta}} \sqrt{2 \cdot M_{y,k} \cdot f_{h,1,k} \cdot d}$ $\gamma_M = 1,1$	5	$R_k = \frac{f_{h,1,k} \cdot t_2 \cdot d}{1 + 2\beta} \left[\sqrt{2\beta^2 \cdot (1 + \beta) + \frac{4\beta \cdot (1 + 2\beta) \cdot M_{y,k}}{f_{h,1,k} \cdot d \cdot t_2^2}} - \beta \right]$ $\gamma_M = 1,2$

Vereinfachter Nachweis

Holzteile so dick, dass Versagensfall 6 eintritt:

$$R_k = \sqrt{\frac{2 \cdot \beta}{1 + \beta}} \sqrt{2 \cdot M_{y,k} \cdot f_{h,k} \cdot d}$$

β = Verhältniswert der Lochleibungsfestigkeiten

Vereinfachung bei gleichen Lochleibungsfestigkeiten:

$$R_k = \sqrt{2 \cdot M_{y,k} \cdot f_{h,k} \cdot d}$$

Charakteristische Tragfähigkeit

$$R_k = \sqrt{2 \cdot M_{y,k} \cdot f_{h,k} \cdot d}$$

$M_{y,k}$ = Char. Wert des Fließmomentes Stahl
z. B. $0,3 \cdot f_{u,k} \cdot d^{2,6}$ (Stabdübel, Nägel etc.)
 $f_{u,k}$ = Zugfestigkeit Stahl

$f_{h,k}$ = Char. Wert der Lochleibungsfestigkeit Holz
z. B. $0,082 \cdot (1-0,01d) \cdot \rho_k \cdot d^{-0,3}$ (vorgeb. VBM)

d = Verbindungsmitteldurchmesser

Charakteristische Tragfähigkeit

Mindestholzdicken Seitenhölzer:

$$t_1 \geq t_{1,req} = 1,15 \cdot \left(2 \cdot \sqrt{\frac{\beta}{1+\beta}} + 2 \right) \cdot \sqrt{\frac{M_{y,k}}{f_{h,1,k} \cdot d}}$$

$$t_2 \geq t_{2,req} = 1,15 \cdot \left(2 \cdot \frac{1}{\sqrt{1+\beta}} + 2 \right) \cdot \sqrt{\frac{M_{y,k}}{f_{h,2,k} \cdot d}}$$

Mindestholzdicke Mittelholz:

$$t_2 \geq t_{2,req} = 1,15 \cdot \left(\frac{4}{\sqrt{1+\beta}} \right) \cdot \sqrt{\frac{M_{y,k}}{f_{h,2,k} \cdot d}}$$

Charakteristische Tragfähigkeit

Aufbereitete Anforderungen in Formelsammlung

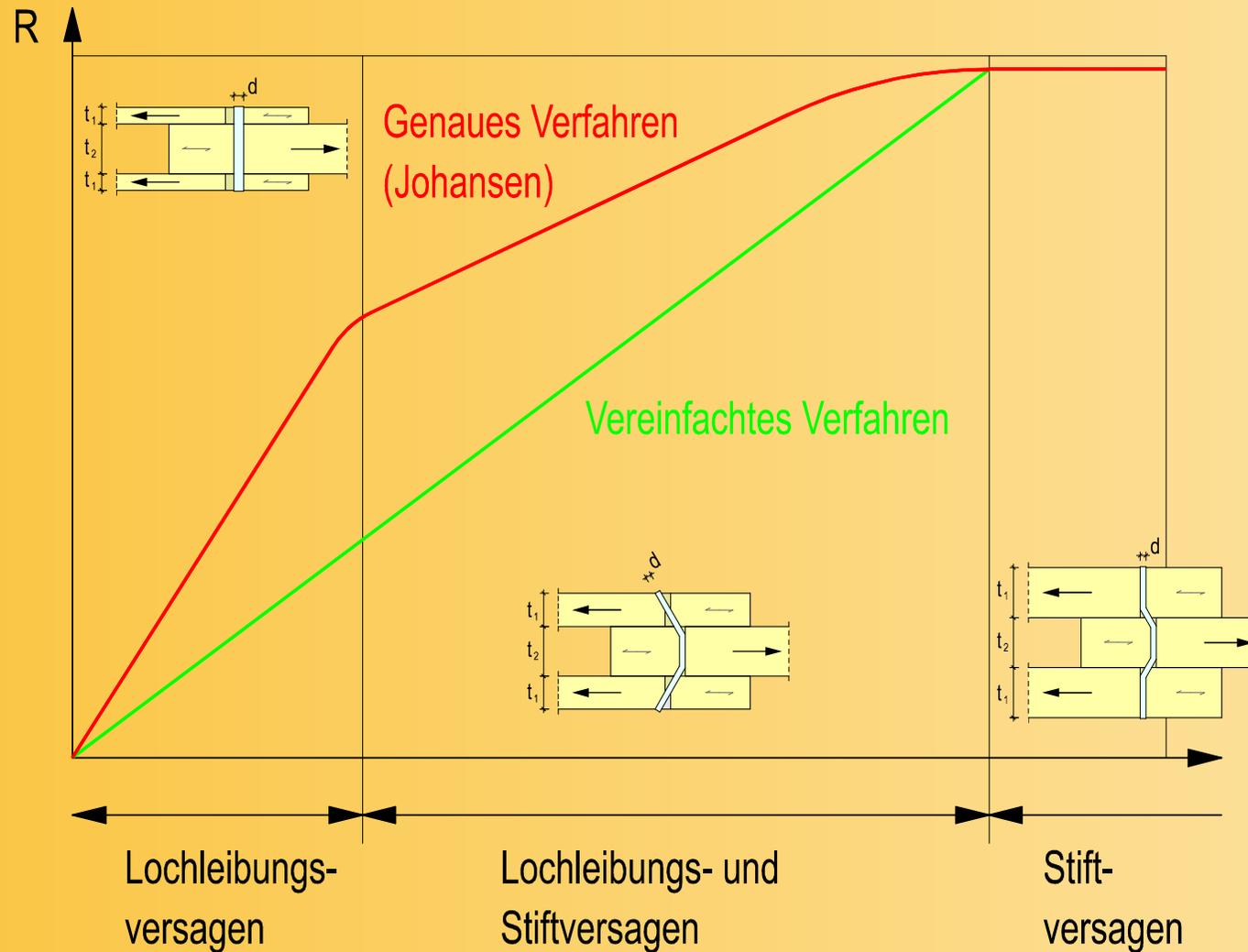
Charakteristische Nageltragfähigkeit pro Scherfuge (vereinfachter Nachweis)							4-1
Nadelholz C24 ¹⁾ , Brettschichtholz GL 24c ¹⁾ , Rohdichte $\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$, Stahlzugfestigkeit $f_{u,k} = 600 \text{ N/mm}^2$				nicht vorgebohrt		vorgebohrt	
				Mindestein- schlagtiefe 2),3)	Mindest- holzdicke 4)	Mindestholzdicke Spaltgefahr ⁵⁾	
\emptyset	l	t_{req}	t_{req}	$a_{2,t(c)} < 10d$	$a_{2,t(c)} \geq 10d$ oder Kiefernholz	R_k	R_k
[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[N]	[N]
2,0	30, 40, 45	18	24 ⁶⁾	28	24	320	350
2,2	30, 40, 50	20	24 ⁶⁾	31	24	375	415
2,4	30, 40, 50	22	24 ⁶⁾	34	24	430	485
2,7	40, 50, 60	24	24	38	24	525	600
3,0	50, 60, 70, 80	27	27	42	24	625	725
3,4	60, 70, 80, 90	31	31	48	24	765	905
3,8	70, 80, 90, 100	34	34	53	27	920	1100

Charakteristische Tragfähigkeit

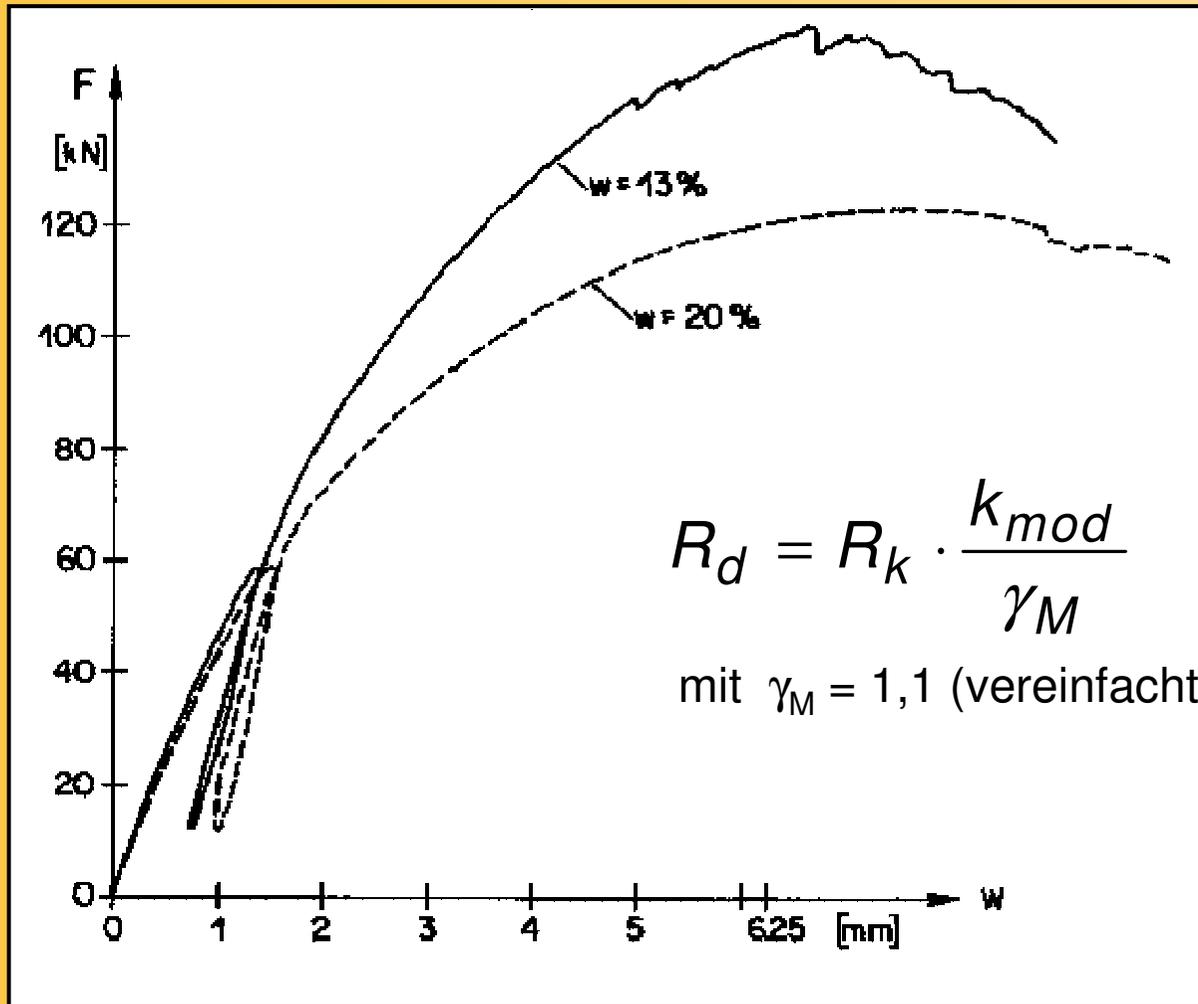
Werden die geforderten Mindestholzdicken nicht eingehalten, muss R_k mit dem Verhältniswert $t_1/t_{1,req}$ bzw. $t_2/t_{2,req}$ abgemindert werden!

$$R_k = R_k \cdot \min \begin{cases} t_1 / t_{1,req} \\ t_2 / t_{2,req} \end{cases}$$

Auswirkungen der Vereinfachung

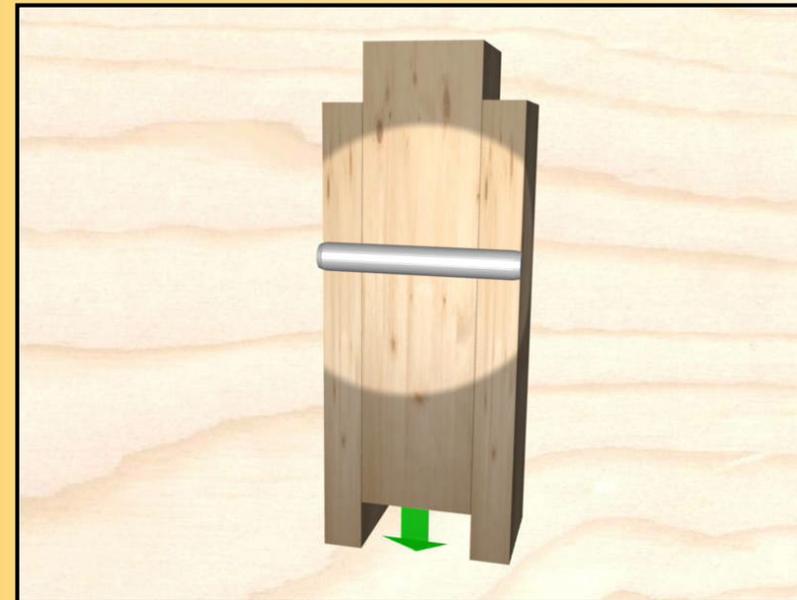
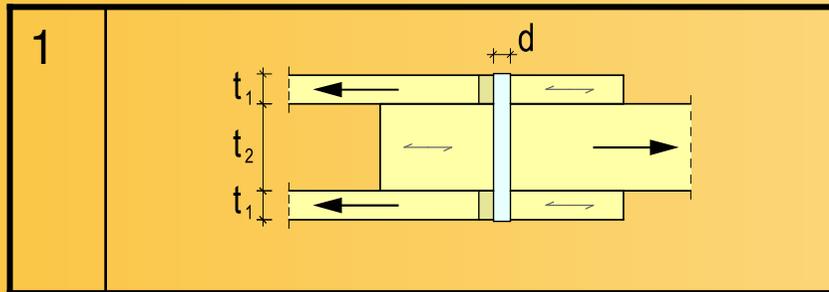


Bemessungswert der Tragfähigkeit



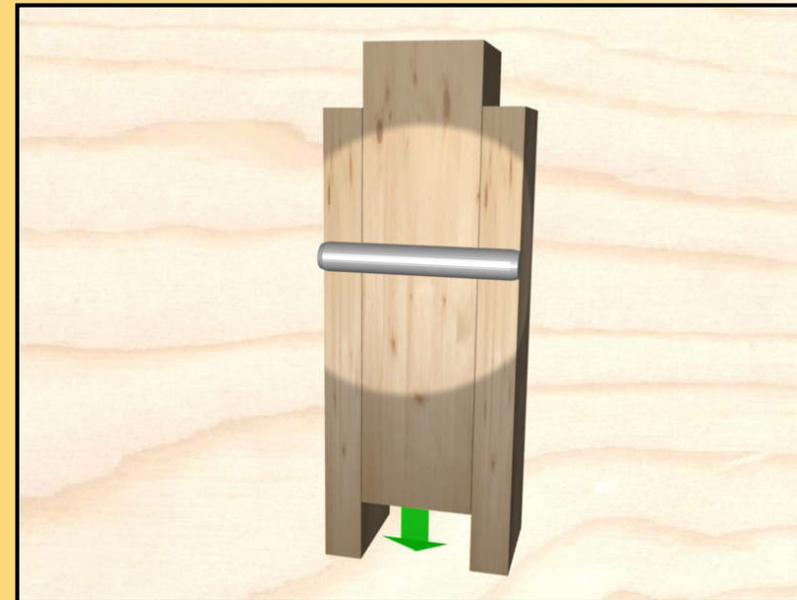
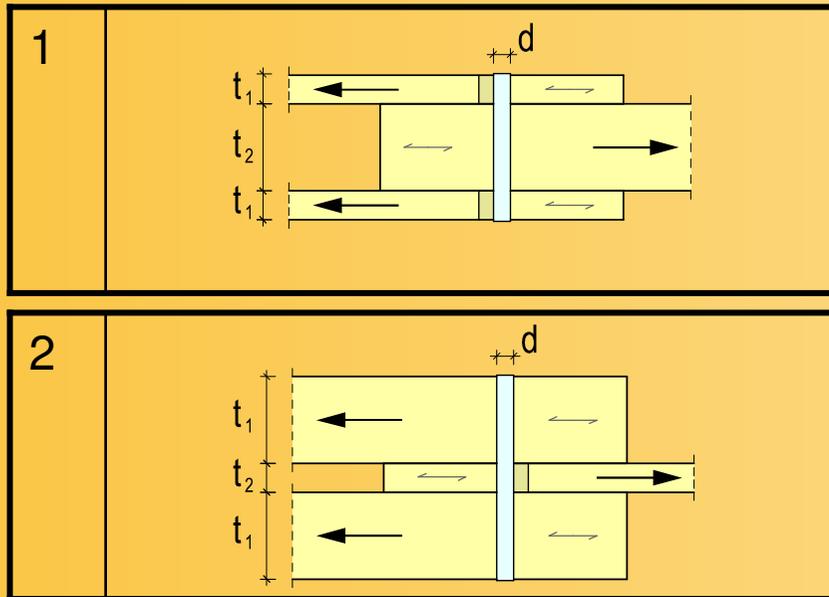
Gehri, 1981

Versagensfälle zweischnittiger Verbindungen (Johansen)



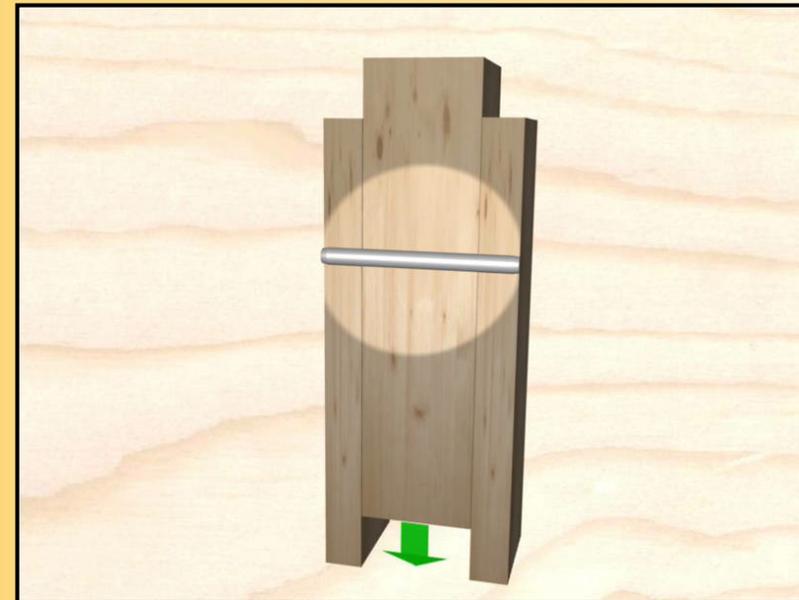
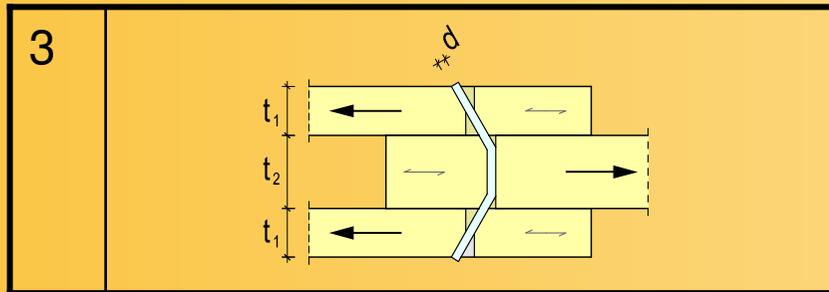
Lochleibungsversagen SH

Versagensfälle zweischnittiger Verbindungen (Johansen)



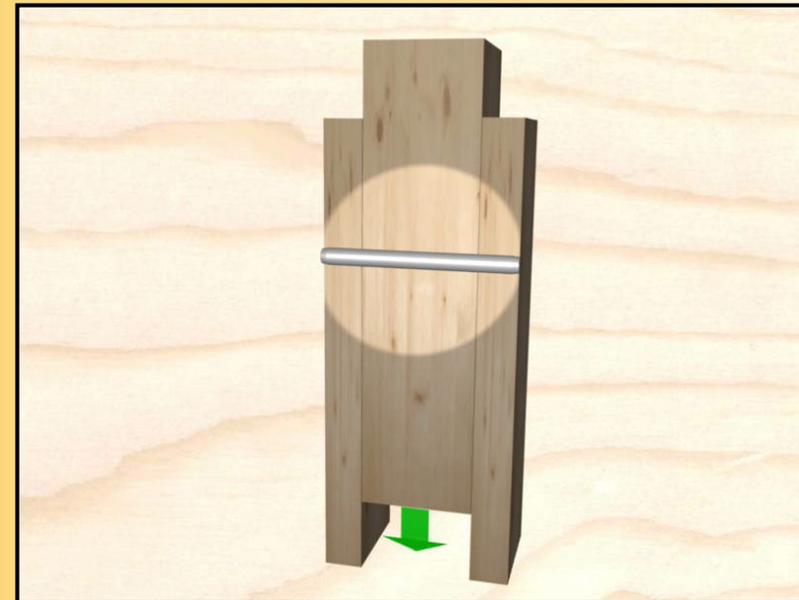
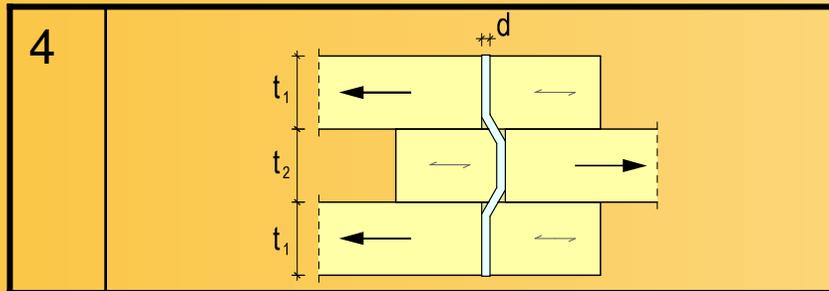
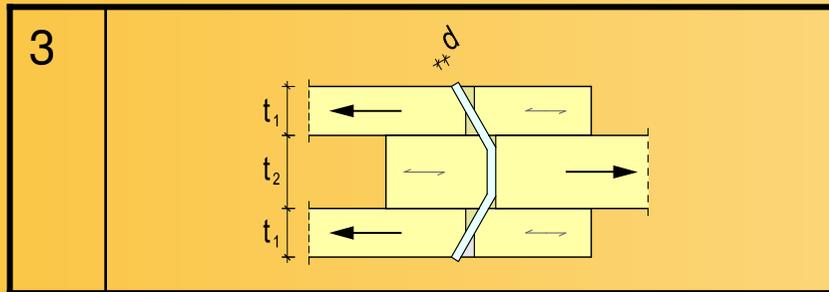
Lochleibungsversagen MH

Versagensfälle zweischnittiger Verbindungen (Johansen)



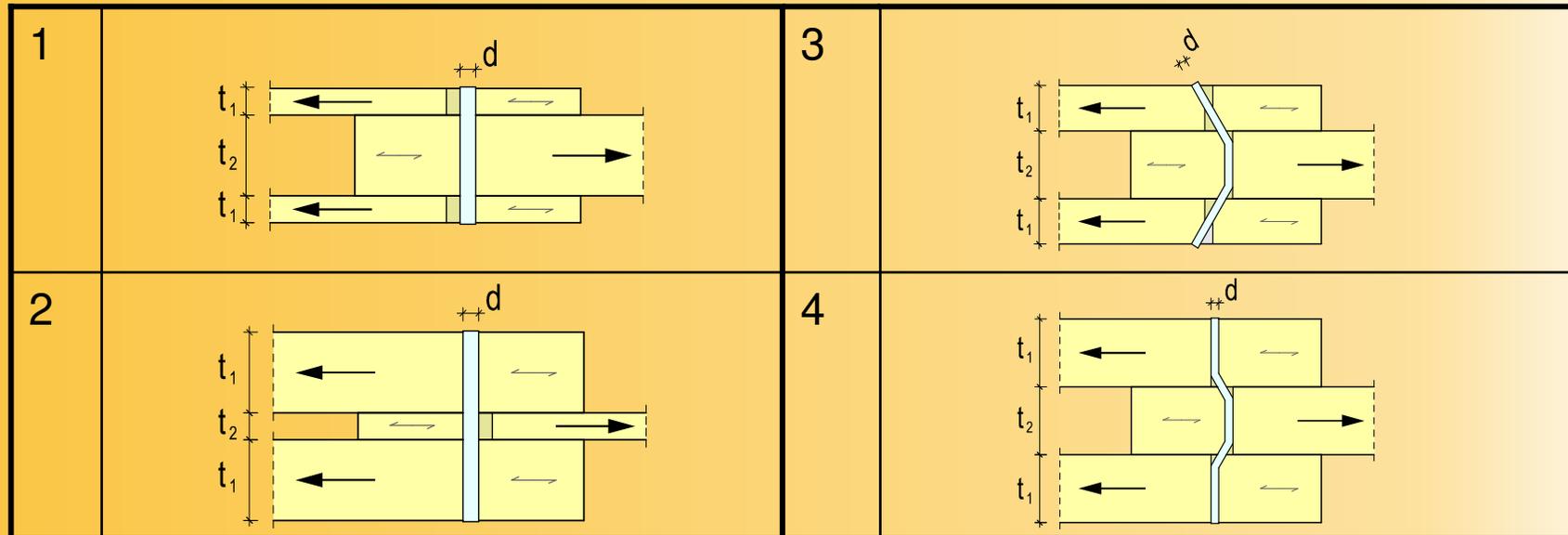
Lochleibungsversagen SH und
Fließgelenk Stift

Versagensfälle zweischnittiger Verbindungen (Johansen)



Zwei Fließgelenke im Stift

Versagensfälle zweischnittiger Verbindungen (Johansen)



Versagensfälle zweischnittiger Verbindungen (Johansen)

1	$R_k = f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d$ $\gamma_M = 1,3$	3	$R_k = \frac{f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d}{2 + \beta} \left[\sqrt{2 \cdot \beta \cdot (1 + \beta) + \frac{4 \cdot \beta \cdot (2 + \beta) \cdot M_{y,k}}{f_{h,1,k} \cdot d \cdot t_1^2}} - \beta \right]$ $\gamma_M = 1,2$
2	$R_k = 0,5 \cdot f_{h,1,k} \cdot t_2 \cdot d \cdot \beta$ $\gamma_M = 1,3$	4	$R_k = \sqrt{\frac{2 \cdot \beta}{1 + \beta}} \sqrt{2 \cdot M_{y,k} \cdot f_{h,1,k} \cdot d}$ $\gamma_M = 1,1$

Pro Scherfuge:
$$R_k = \sqrt{\frac{2 \cdot \beta}{1 + \beta}} \sqrt{2 \cdot M_{y,k} \cdot f_{h,k} \cdot d}$$

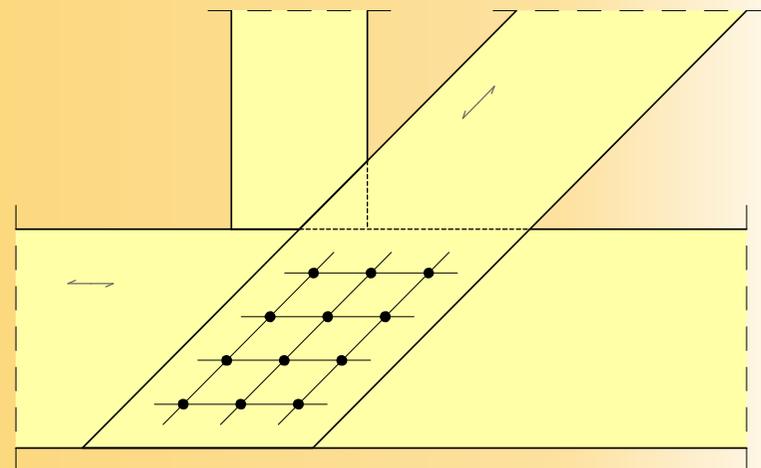
Kraftangriff schräg zur Faser

Stabdübel, Passbolzen, Bolzen, Gewindestangen,
Schrauben mit $d > 8\text{mm}$

Lochleibungsfestigkeit unter einem Winkel α :

$$f_{h,\alpha,k} = \frac{f_{h,0,k}}{k_{90} \cdot \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha}$$

$$\begin{aligned} \text{Für NH: } k_{90} &= 1,35 + 0,015 \cdot d \\ k_{90} &= 1,0 \text{ bei } d \leq 8\text{mm} \end{aligned}$$



Kraftangriff schräg zur Faser

Aufbereitete Anforderungen in Tabellenbuch (Wendehorst)

Charakteristische Stabdübel- und Passbolzentragfähigkeit pro Scherfuge (vereinfachter Nachweis)								4-3
Nadelholz C24, Brettschichtholz GL24c (Rohdichte $\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$) ¹⁾ , Stabdübel S 235 (Stahlzugfestigkeit $f_{u,k} = 360 \text{ N/mm}^2$) ¹⁾								
Winkel [°]	Mindestholzdicke				Mindestholzdicke			
	Seitenholz $t_{1,req}$ [mm]	Seitenholz $t_{2,req}$ [mm]	Mittelholz $t_{2,req}$ [mm] ⁴⁾	R_k [N]	Seitenholz $t_{1,req}$ [mm]	Seitenholz $t_{2,req}$ [mm]	Mittelholz $t_{2,req}$ [mm] ⁴⁾	R_k [N]
	d = 6 mm				d = 8 mm			
	33	33	27	1920	42	42	35	3189
	d = 10 mm				d = 12 mm			
0	51	51	42 ³⁾	4713	59	59	49 ³⁾	6470
15	52	50	42 ³⁾	4674	61	59	49 ³⁾	6414
30	54	50	41 ³⁾	4572	64	58	48 ³⁾	6266
45	58	49 ³⁾	40 ³⁾	4443	68	58	46 ³⁾	6080
60	61	49 ³⁾	39 ³⁾	4325	72	57	45 ³⁾	5910
75	64	49 ³⁾	38 ³⁾	4244	75	57	44 ³⁾	5794
90	64	48 ³⁾	38 ³⁾	4215	76	57	44 ³⁾	5753
	d = 16 mm				d = 20 mm			
0	76	76	63	10610	94	94	78	15473
15	78	76	63	10507	96	93	77	15307

Beispielaufgabe

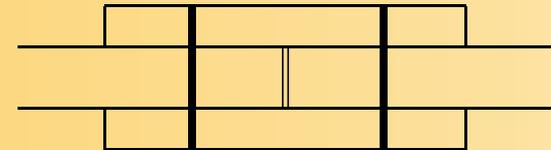
Tragfähigkeit eines Stabdübels

Zugstab 100/200 mm, NH C24

Laschen 2 × 60/200 mm, NH C24

NKL 1, KLED = mittel

Stabdübel, Ø 10 mm, Stahlgüte S 235



Tragfähigkeit $R_k(\alpha = 0)$: 4713 N

Voraussetzungen:

Seitenholzdicke > 51 mm ✓

Mittelholzdicke > 42 mm ✓

Stabdübeltragfähigkeit R_d :

$$4713 \text{ N} \times 2 \times 0,8/1,1 = 6855 \text{ N}$$

Charakteristische Stabdübel- und Passbolzentragfähigkeit pro Scherfuge (vereinfachter Nachweis)						
Nadelholz C24, Brettschichtholz GL24c (Rohdichte $\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$) ¹⁾ , Stabdübel S 235 (Stahlzugf)						
Winkel [°]	Mindestholzdicke			R_k [N]	Mindestholzdicke	
	Seitenholz $t_{1,req}$ [mm]	Seitenholz $t_{2,req}$ [mm]	Mittelholz $t_{2,req}$ [mm] ⁴⁾		Seitenholz $t_{1,req}$ [mm]	Seitenholz $t_{2,req}$ [mm]
	d = 6 mm				d = 6 mm	
	33	33	27	1920	42	42
	d = 10 mm				d = 10 mm	
0	51	51	42 ³⁾	4713	59	59
15	52	50	42 ³⁾	4674	61	59
30	54	50	41 ³⁾	4572	64	58
45	58	49 ³⁾	40 ³⁾	4443	68	58
60	61	49 ³⁾	39 ³⁾	4325	72	57
75	64	49 ³⁾	38 ³⁾	4244	75	57
90	64	48 ³⁾	38 ³⁾	4215	76	57