Winkelverbinder

Allgemein

Die Bemessungswerte der Tragfähigkeit der Winkelverbinder werden mit folgenden Gleichungen berechnet:

Versagensfall des Holzes: $R_{i,d} = \frac{R_{i,k} \cdot k_{mod}}{\gamma_M}$ mit k_{mod} und γ_M nach DIN EN 1995-1-1 (Eurocode 5)

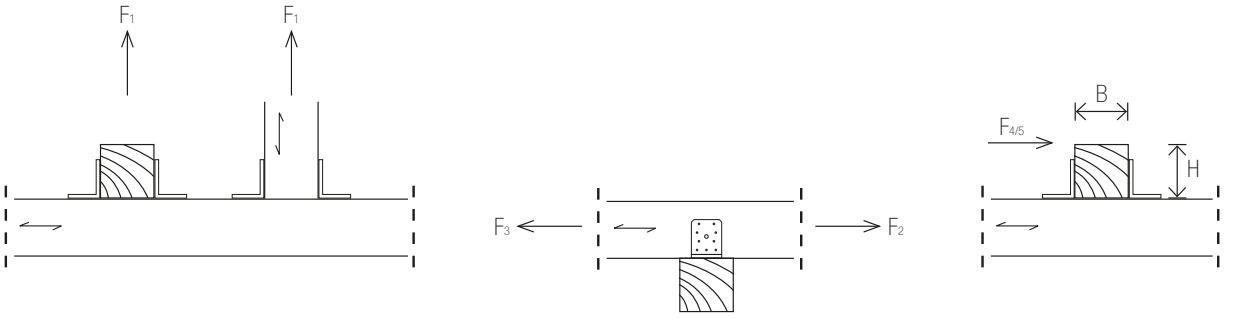
Versagensfall des Stahls: $R_{i,d} = \frac{R_{i,k} \cdot k_{mod}}{\gamma_{M,0}}$ mit $\gamma_{M,0}$ nach DIN EN 1993-1-1 (Eurocode 3)

Die charakteristischen Tragfähigkeitswerte der Winkelverbinder wurden nach ETA-11/0296 und DIN EN 1995-1-1 (Eurocode 5) ermittelt und basieren auf folgenden Annahmen:

Verbindungsmittel: Kammnägel Ø 4.0 x 40 mm (DIN EN 14592)

Holzklasse: C24 nach EN 338:2010 - 02

Lastannahmen:

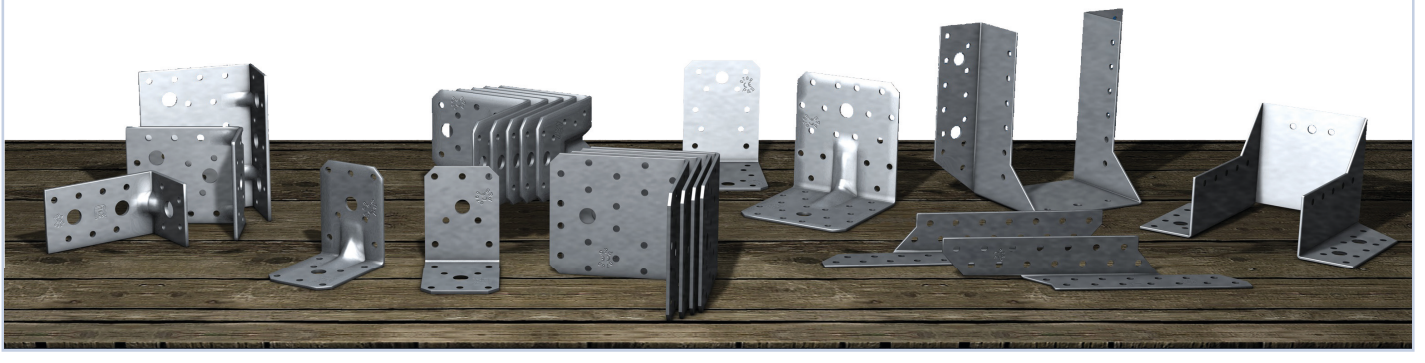


F1 = abhebende Kraft, die mittig angreift
F2 und F3= Scherkräfte in Stabrichtung des anzuschließenden Balkens
F4 und F5 = Querkraft, greift in der Höhe H an

Nachweis:

Bei gleichzeitiger Beanspruchung des Winkelverbinders in Richtung F_1, $F_{2/3}$ und $F_{4/5}$ ist der kombinierte Nachweis zu führen:

$$\left(\frac{F_{1,d}}{R_{1,d}}\right)^2 + \left(\frac{F_{2/3,d}}{R_{2/3,d}}\right)^2 + \left(\frac{F_{4/5,d}}{R_{4/5,d}}\right)^2 \leq 1$$

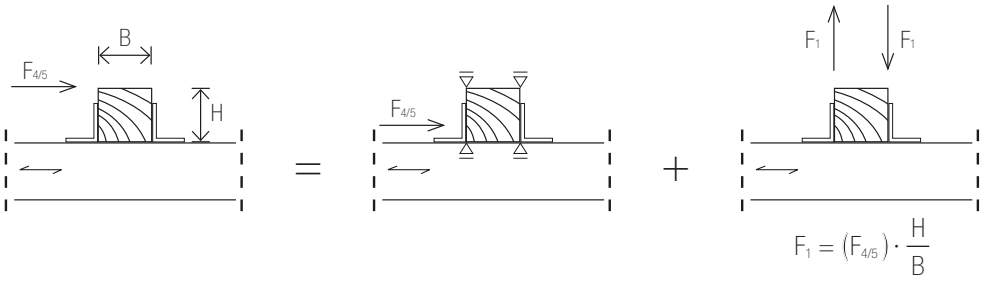


Winkelverbinder

Greift die Kraft F4/5 bei Anschlüssen mit 2 Winkelverbindern in einer Höhe H an (siehe Abbildung 2), ist ein zusätzlicher Anteil Δ F1 zur vorhandenen Beanspruchung F1 des stärker belasteten Winkels zu addieren:

$$\Delta F_{1,d} = F_{4,5,d} \cdot \frac{H}{B}$$

Bei Anschlüssen mit nur 1 Winkelverbinder (Lastfall F4 und F5) ist keine Ausmitte zulässig (e=0). Die Schwelle ist durch zusätzliche Maßnahmen gegen Verdrehen zu sichern.



Hinweise:

- Es gelten die in ETA-11/296 festgelegten Randbedingungen

Ausnagelung

In den folgenden Tabellen sind die charakteristischen Werte der Tragfähigkeiten für den Stützen- und Schwellenanschluss für ein- und beidseitige Anschlüsse angegeben.

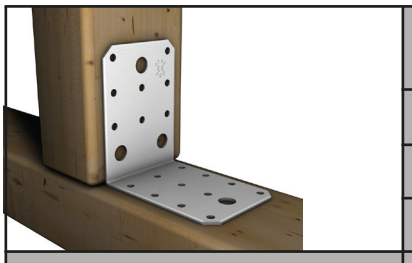
Die dargestellte Ausnagelung zeigt die maximal mögliche Anzahl an Nägeln. Bei Verwendung einer geringeren Anzahl von Nägeln müssen die Tragfähigkeitswerte für die Holztragfähigkeit im Verhältnis der tatsächlich vorhandenen Nagelanzahl zur maximalen Nagelanzahl verringert werden.

Winkelverbinder

Anwendung

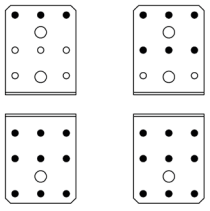
Nebenträger:	Holz, Holzwerkstoffe
Hauptträger:	Holz, Holzwerkstoffe, Beton, Stahl

Tragfähigkeitswerte Anschluss Holz / Holz



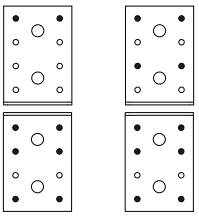
Charakteristische Werte der Tragfähigkeit [kN] Anschluss Holz/Holz																		
1 Winkel pro Anschluss							2 Winkel pro Anschluss											
Verbindungsmittel: Kammnägel Ø 4.0 x 40																		
			$R_{1,k}$				$R_{2/3,k}$		$R_{1,k}$				$R_{2/3,k}$		$R_{4/5,k}$			
Material: S250GD + Z275			Stütze		Schwelle		Stütze	Schwelle	Stütze		Schwelle		Stütze	Schwelle	Stütze		Schwelle	
Art.-Nr.	Maße	Loch-Ø	Holz	Stahl	Holz	Stahl	Holz	Holz	Holz	Stahl	Holz	Stahl	Holz	Holz	Holz	Stahl	Holz	Stahl
4765020	70x70x55x2,0	5 / 9	1,75	0,66	1,75	0,66	2,23	3,90	3,50	1,33	3,50	1,33	4,47	7,80	2,34	2,09	5,57	2,35
4766000	90x90x40x3,0	5 / 11	1,20	0,94	1,20	0,94	-	2,18	2,40	1,88	2,40	1,88	-	4,37	-	-	5,23	3,25
4767000	90x90x65x2,5	5 / 11	1,88	1,30	1,88	1,30	3,57	4,91	3,75	2,60	3,75	2,60	7,14	9,82	3,45	3,27	7,65	3,60
4768300	105x105x90x3,0	5 / 13	2,08	2,62	2,08	2,62	6,20	10,25	5,16	5,25	5,16	5,25	12,40	20,50	5,32	5,63	11,00	6,66
Material: S350GD + Z275																		
4767150	90x90x65x1,5	5 / 11	1,88	0,65	1,88	0,65	3,61	4,98	3,75	1,31	3,75	1,31	7,22	9,96	2,31	2,43	4,87	2,59
4768020	105x105x90x2,0	5 / 13	2,08	1,63	2,08	1,63	6,25	10,45	5,16	3,27	5,16	3,27	12,50	20,90	3,90	4,57	7,67	5,22

Ausnagelung



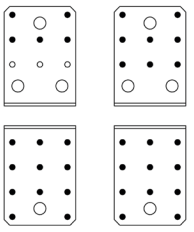
Lastfall F_1, Stütze — alle weiteren Lastfälle

70x70x55



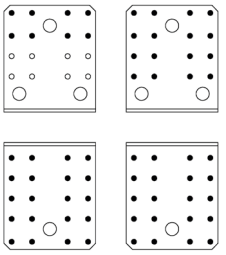
Lastfall F_1, Stütze — alle weiteren Lastfälle

90x90x40



Lastfall F_1, Stütze — alle weiteren Lastfälle

90x90x65



Lastfall F_1, Stütze — alle weiteren Lastfälle

105x105x90

Beispiel

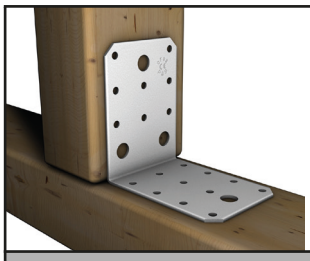
Situation	Berechnung der Tragfähigkeit	Kombinierter Nachweis
2 x Winkelverbinder 105 x 105 x 90 x 3 Anschluss an Schwelle Belastung: $F_{1,d}$ = 2,0 kN; $F_{2/3,d}$ = 4,35 kN KLED = ständig => kmod = 0,6	$R_{1,d} = \text{MIN}\left(\frac{5,16 \cdot 0,6}{1,3}; \frac{5,25}{1,0}\right) = 2,38$ kN $R_{2/3,d} = \frac{20,5 \cdot 0,6}{1,3} = 9,46$ kN	$\left(\frac{2,0}{2,38}\right)^2 + \left(\frac{4,35}{9,46}\right)^2 = 0,92 < 1 \Rightarrow$ **OK**

Winkelverbinder

Anwendung

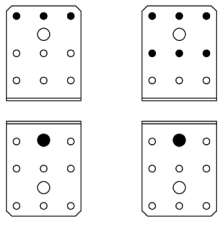
Nebenträger:	Holz, Holzwerkstoffe
Hauptträger:	Holz, Holzwerkstoffe, Beton, Stahl

Tragfähigkeitswerte Anschluss Holz / Beton



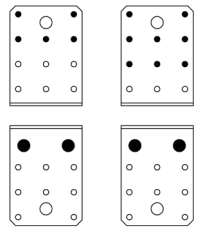
Charakteristische Werte der Tragfähigkeit [kN] Anschluss Holz/Beton																	
2 Winkel pro Anschluss																	
Verbindungsmittel: Kammnägel Ø 4.0 x 40																	
			$R_{1,k}$					$R_{2/3,k}$			$R_{4/5,k}$						
Material: S250GD + Z275			Stütze		Schwelle		Bolzen	Stütze	Schwelle	Bolzen	Stütze				Schwelle			
Art.-Nr.	Maße	Loch-Ø	Holz	Stahl	Holz	Stahl	kt II	Holz	Holz	kt ⊥	Holz	Stahl	kt ⊥	kt II	Holz	Stahl	kt ⊥	kt II
4765020	70x70x55x2,0	5 / 9	9,73	2,06	19,50	2,06	0,65	2,03	5,95	0,71	2,48	2,02	0,48	0,08	6,08	2,21	0,41	0,13
4767000	90x90x65x2,5	5 / 11	16,10	3,36	25,70	3,36	0,63	4,31	7,56	0,34	3,71	3,31	0,45	0,13	8,47	3,63	0,39	0,17
4768300	105x105x90x3,0	5 / 13	25,50	8,00	51,10	8,00	0,61	6,64	16,70	0,29	5,72	5,49	0,46	0,14	12,00	6,41	0,37	0,19
Material: S350GD + Z275																		
4767150	90x90x65x1,5	5 / 11	16,30	1,69	26,10	1,69	0,63	4,38	7,68	0,34	2,55	2,42	0,47	0,06	5,50	2,53	0,43	0,10
4768020	105x105x90x2,0	5 / 13	25,90	4,98	51,90	4,98	0,61	6,75	17,00	0,29	4,25	4,38	0,47	0,07	8,83	4,95	0,39	0,14

Ausnagelung



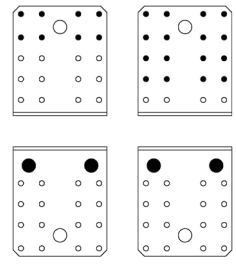
Lastfall F_1, Stütze — alle weiteren Lastfälle

70x70x55



Lastfall F_1, Stütze — alle weiteren Lastfälle

90x90x65



Lastfall F_1, Stütze — alle weiteren Lastfälle

105x105x90

Winkelverbinder mit Steg

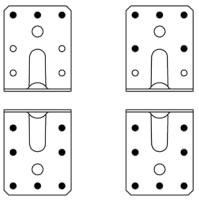
Anwendung

Nebenträger:	Holz, Holzwerkstoffe
Hauptträger:	Holz, Holzwerkstoffe, Beton, Stahl

Tragfähigkeitswerte Anschluss Holz / Holz

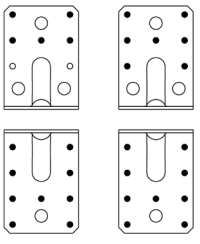
Charakteristische Werte der Tragfähigkeit [kN] Anschluss Holz/Beton																				
2 Winkel pro Anschluss													1 Winkel pro Anschluss							
Verbindungsmittel: Kammnägel Ø 4.0 x 40																				
			$R_{1,k}$				$R_{2/3,k}$		$R_{4/5,k}$				$R_{4,k}$				$R_{5,k}$			
Material: S250GD + Z275			Stütze		Schwelle		Stütze	Schwelle	Stütze		Schwelle		Stütze		Schwelle		Stütze		Schwelle	
Art.-Nr.	Maße	Loch-Ø	Holz	Stahl	Holz	Stahl	Holz	Holz	Holz	Stahl	Holz	Stahl	Holz	Stahl	Holz	Stahl	Holz	Stahl	Holz	Stahl
4765120	70x70x55x2,0	5 / 9	2,34	2,64	2,34	2,64	4,35	6,50	3,31	2,55	7,01	2,91	3,07	2,36	6,33	2,31	1,75	0,39	1,42	0,88
4769000	90x90x65x2,5	5 / 11	4,17	6,14	4,17	6,14	6,95	8,94	5,06	4,70	8,96	5,17	4,41	4,09	8,63	4,04	1,82	0,84	1,96	1,36
4770300	105x105x90x3,0	5 / 13	8,11	11,60	8,11	11,60	12,40	20,50	7,36	7,34	15,15	9,24	6,68	6,66	11,52	6,67	2,29	1,24	4,21	3,19
Material: S350GD + Z275																				
4769150	90x90x65x1,5	5 / 11	4,17	5,12	4,17	5,12	7,03	9,07	4,52	4,01	8,94	4,47	4,06	3,61	7,97	3,60	1,69	0,59	1,73	0,97
4770150	105x105x90x2,0	5 / 13	8,12	8,68	8,12	8,68	12,50	20,90	6,25	6,40	13,40	7,89	5,82	5,96	10,05	5,92	1,94	0,92	3,67	2,26

Ausnagelung



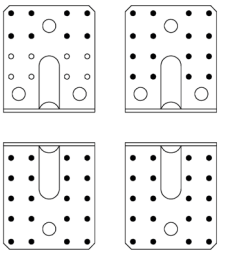
Lastfall F_1, Stütze — alle weiteren Lastfälle

70x70x55 mit Steg



Lastfall F_1, Stütze — alle weiteren Lastfälle

90x90x65 mit Steg



Lastfall F_1, Stütze — alle weiteren Lastfälle

105x105x90 mit Steg

Beispiel

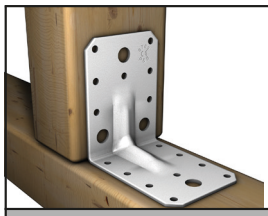
Situation	Berechnung der Tragfähigkeit	Kombinierter Nachweis
1 Winkelverbinder mit Steg 70 x 70 x 55 mm Anschluss an Schwelle Belastung: $F_{4,d}$ = 2,6 kN KLED = lang => kmod = 0,7	$R_{4,d} = \text{MIN}\left(\frac{7,01 \cdot 0,7}{1,3}; \frac{2,91}{1,0}\right) = 2,91$ kN	$\frac{2,60}{2,19} = 0,89 < 1 \Rightarrow$ **OK**

Winkelverbinder mit Steg

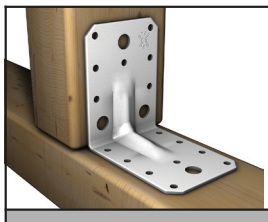
Anwendung

Nebenträger:	Holz, Holzwerkstoffe
Hauptträger:	Holz, Holzwerkstoffe, Beton, Stahl

Tragfähigkeitswerte Anschluss Holz / Beton

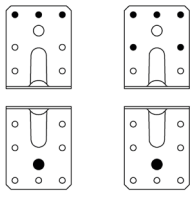


Charakteristische Werte der Tragfähigkeit [kN] Anschluss Holz/Beton																			
2 Winkel pro Anschluss																			
Verbindungsmittel: Kammnägel Ø 4.0 x 40																			
			$R_{1,k}$					$R_{2/3,k}$			$R_{4/5,k}$								
Material: S250GD + Z275			Stütze		Schwelle		Bolzen	Stütze	Schwelle	Bolzen	Stütze				Schwelle				
Art.-Nr.	Maße	Loch-Ø	Holz	Stahl	Holz	Stahl	kt II	Holz	Holz	kt ⊥	Holz	Stahl	kt ⊥	kt II	Holz	Stahl	kt ⊥	kt II
4765120	70x70x55x2,0	5 / 9	9,73	0,54	16,20	0,54	2,03	1,06	2,20	0,50	3,72	2,49	0,89	0,14	5,67	2,96	0,74	0,18
4769000	90x90x65x2,5	5 / 11	16,10	7,03	22,50	7,03	0,63	4,31	7,03	0,34	5,57	3,32	0,43	0,23	8,18	3,72	0,39	0,25
4770300	105x105x90x3,0	5 / 13	25,50	18,40	51,10	18,40	0,61	6,64	16,70	0,29	8,22	6,21	0,45	0,21	13,60	7,73	0,36	0,26
Material: S350GD + Z275																		
4769150	90x90x65x1,5	5 / 11	16,30	4,68	22,90	4,68	0,63	4,38	7,14	0,34	5,04	2,65	0,43	0,22	7,99	2,99	0,39	0,26
4770150	105x105x90x2,0	5 / 13	25,90	11,40	51,90	11,40	0,61	6,75	17,00	0,29	7,09	4,69	0,46	0,17	13,30	5,97	0,36	0,27



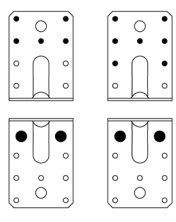
Charakteristische Werte der Tragfähigkeit [kN] Anschluss Holz/Beton																		
1 Winkel pro Anschluss																		
Verbindungsmittel: Kammnägel Ø 4.0 x 40																		
			$R_{4,k}$				Bolzen				$R_{5,k}$				Bolzen			
Material: S250GD + Z275			Stütze		Schwelle		Stütze		Schwelle		Stütze		Schwelle		Stütze		Schwelle	
Art.-Nr.	Maße	Loch-Ø	Holz	Stahl	Holz	Stahl	Holz	Stahl	Holz	Stahl	Holz	Stahl	Holz	Stahl	Holz	Stahl	Holz	Stahl
4765120	70x70x55x2,0	5 / 9	3,31	2,22	7,00	2,20	1,00	0,00	1,00	0,00	2,02	0,39	1,45	0,80	1,00	1,29	1,00	0,69
4769000	90x90x65x2,5	5 / 11	4,77	2,85	9,45	2,87	0,50	0,05	0,50	0,07	1,80	1,22	1,87	2,20	0,50	1,62	0,50	1,09
4770300	105x105x90x3,0	5 / 13	7,38	5,57	13,01	5,59	0,50	0,07	0,50	0,09	2,15	1,36	3,76	4,63	0,50	2,01	0,50	0,93
Material: S350GD + Z275																		
4769150	90x90x65x1,5	5 / 11	4,36	2,29	8,73	2,31	0,50	0,06	0,50	0,05	1,81	0,91	1,84	1,69	0,50	1,60	0,50	1,13
4770150	105x105x90x2,0	5 / 13	6,46	4,27	11,51	4,68	0,50	0,09	0,50	0,06	1,97	0,92	3,61	3,07	0,50	1,87	0,50	1,00

Ausnagelung



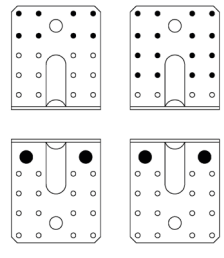
Lastfall F_1, Stütze — alle weiteren Lastfälle

70x70x55 mit Steg



Lastfall F_1, Stütze — alle weiteren Lastfälle

90x90x65 mit Steg



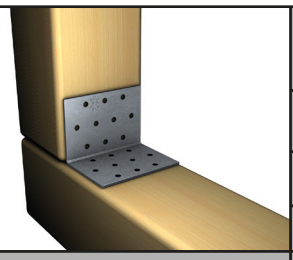
Lastfall F_1, Stütze — alle weiteren Lastfälle

105x105x90 mit Steg

Winkelverbinder ungleichschenklig

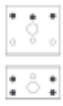
Anwendung
Nebenträger: Holz, Holzwerkstoffe
Hauptträger: Holz, Holzwerkstoffe

Tragfähigkeitswerte



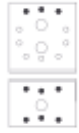
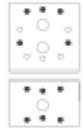
Charakteristische Werte der Tragfähigkeit [kN] Anschluss Holz/Holz																
1 Winkel pro Anschluss									2 Winkel pro Anschluss							
Verbindungsmittel: Kammnägel Ø 4.0 x 40 mm																
				$R_{1,k}$				$R_{2/3,k}$	$R_{1,k}$				$R_{2/3,k}$	$R_{4/5,k}$		
Material: S250GD + Z275				Stütze		Schwelle			Stütze		Schwelle					
Art. Nr.	Maße	Nagel-löcher	Bolzen-löcher	Holz	Stahl	Holz	Stahl	Holz	Holz	Stahl	Holz	Stahl	Holz	Holz	Stahl
4783000	60x4060x2,5	13Ø5,0	2Ø11,0	–	–	0,83	1,10	1,91	–	–	1,62	2,20	3,82	7,19	3,91
4784000	80x60x60x2,5	18Ø5,0	3Ø11,0	1,28	2,30	1,28	2,30	2,96	2,57	4,60	2,57	4,60	5,92	5,33	3,70
4784200	140x40x40x3,0	16Ø5,0	4Ø11,0	1,17	2,11	1,17	2,11	3,08	2,34	4,22	2,34	4,22	6,16	4,97	3,04

Ausnagelung



Lastfall F_1, Stütze

60x40x60

Lastfall F_1, Stütze
alle weiteren Lastfälle

80x60x60

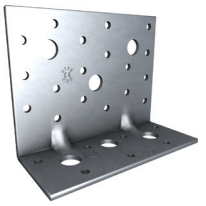
Lastfall F_1, Stütze
alle weiteren Lastfälle

140x40x40

Beispiel

Situation	Berechnung der Tragfähigkeit	Nachweis des stärker beanspruchten Winkels
2 Winkelverbinder 80 x 60 x 60 mm Anschluss an die Schwelle Belastung: $F_{1,d}$ = 1 kN; $F_{2/3,d}$ = 2 kN; $F_{4/5,d}$ = 1,5 kN KLED = mittel => kmod = 0,8	$R_{1,d} = \text{MIN}\left(\frac{2,57 \cdot 0,8}{1,3}; \frac{4,6}{1,0}\right) = 1,58$ kN $R_{2/3,d} = \frac{5,92 \cdot 0,8}{1,3} = 3,64$ kN $R_{4/5,d} = \text{MIN}\left(\frac{5,33 \cdot 0,8}{1,3}; \frac{3,7}{1,0}\right) = 3,28$ kN	$\left(\frac{1}{1,58}\right)^2 + \left(\frac{2}{3,64}\right)^2 + \left(\frac{1,5}{3,28}\right)^2$ $= 0,91 < 1 => \mathbf{OK}$

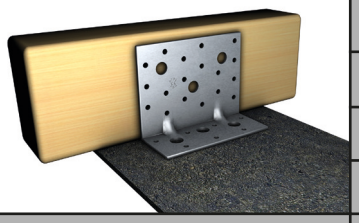
Winkelverbinder mit Steg ungleichschenklig



Anwendung

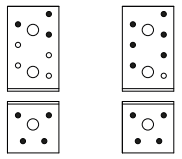
Nebenträger:	Holz, Holzwerkstoffe
Hauptträger:	Holz, Holzwerkstoffe, Beton, Stahl

Tragfähigkeitswerte



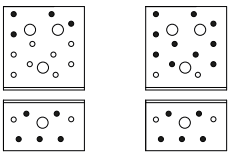
Charakteristische Werte der Tragfähigkeit [kN] Anschluss Holz/Holz													
		1 Winkel pro Anschluss					2 Winkel pro Anschluss						
		Verbindungsmittel: Kammnägel Ø 4.0 x 40 mm											
		$R_{1,k}$				$R_{2/3,k}$	$R_{1,k}$				$R_{2/3,k}$	$R_{4/5,k}$	
Material: S250GD + Z275		Stütze		Schwelle			Stütze		Schwelle				
Art. Nr.	Maße	Holz	Stahl	Holz	Stahl	Holz	Holz	Stahl	Holz	Stahl	Holz	Holz	Stahl
4759000	90x48x48x3,0	0,99	1,43	0,99	1,43	2,54	1,98	2,85	1,98	2,85	5,08	3,54	4,76
4759100	90x48x76x3,0	1,15	3,54	1,15	3,54	3,30	2,30	7,07	2,30	7,07	6,60	7,21	6,99
4759200	90x48x116x3,0	1,98	3,60	1,98	3,60	6,76	3,96	7,20	3,96	7,20	13,53	10,18	11,03

Ausnagelung



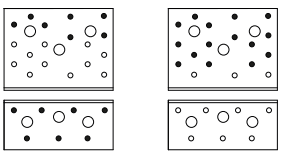
Lastfall F_1, Stütze — alle weiteren Lastfälle

90x48x48



Lastfall F_1, Stütze — alle weiteren Lastfälle

90x48x76



Lastfall F_1, Stütze — alle weiteren Lastfälle

90x48x116

Beispiel

Situation	Berechnung der Tragfähigkeit	Nachweis des stärker beanspruchten Winkels
2 Winkelverbinder mit Steg 90 x 48 x 116 Anschluss an Schwelle = 120 mm Belastung: $F_{4/5,Ed}$ = 1,3 kN; e = 100 mm KLED = mittel => kmod = 0,8 Zusätzliche Beanspruchung aus mittigen Lastangriff: $\Delta F_{1,d} = F_{4/5,d} \cdot \frac{e}{B} = 1{,}3 \cdot \frac{100}{120} = 1{,}08$ kN	Winkelpaar: $R_{4,5d} = \text{MIN}\left(\frac{10{,}18 \cdot 0{,}8}{1{,}3}; \frac{11{,}03}{1{,}1}\right) = 6{,}27$ kN Einzelwinkel: $R_{1,d} = \text{MIN}\left(\frac{1{,}98 \cdot 0{,}8}{1{,}3}; \frac{3{,}6}{1{,}0}\right) = 1{,}22$ kN	$\left(\frac{1{,}08}{1{,}22}\right)^2 + \left(\frac{1{,}30}{6{,}27}\right)^2 = 0{,}83 < 1 \Rightarrow$ **OK**