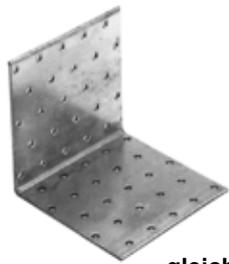


LOCHPLATTENWINKEL

Produktdaten
 Typenstatische Berechnung

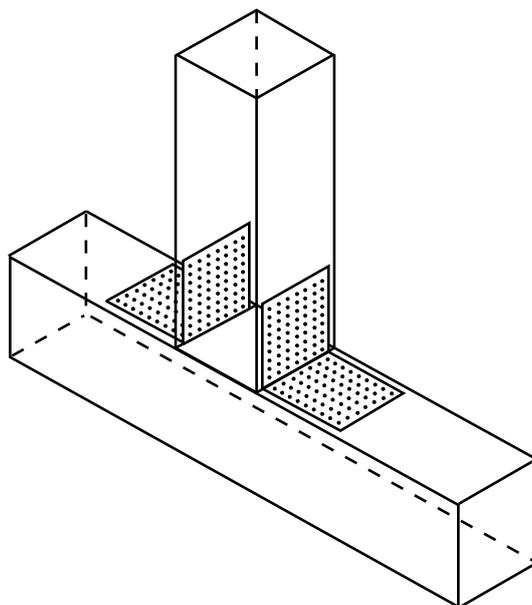
S. 1– 3
 S. 4–25



gleichschenkelig



ungleichschenkelig



Lochplattenwinkel

Die Lochplatten Winkelverbinder werden aus Stahlblechen mit einer Dicke von 2,0 mm und 2,5 mm hergestellt. Für die Verarbeitung unserer Holzverbinder setzen wir nur 1A Material namenhafter Hersteller mit Prüfzeugnissen ein. Unsere Standardabmessungen sind in den Tabellen der einzelnen Produkte aufgeführt. Zusätzliche Sonderabmessungen sind bei Anfrage möglich.

Anwendung

Lochplattenwinkel sind für Verbindungen jeglicher Art einsetzbar und zwar dort, wo nicht allzu hohe Anforderungen bezüglich der anzuschließenden Kräfte gestellt werden. Sie eignen sich besonders für Kreuzanschlüsse, Auswechslungen und Balken-/Stützenanschlüsse.

Montage

Die Befestigung der Winkelverbinder im Holz erfolgt mit Sondernägeln/ Kammnägeln $\varnothing 4,0 \times 40$, Tragfähigkeitsklasse 3/C, profilierte Nagellänge $l_{ef} \geq 31\text{mm}$

Stahlqualität

DX51D + Z 275 gemäß
 DIN EN 10327:2004
 (siehe hierzu auch Zulassung)

Korrosionsschutz:

275 g/m² beidseitig
 – entsprechend einer Zinkschichtdicke von ca. 20 μm .

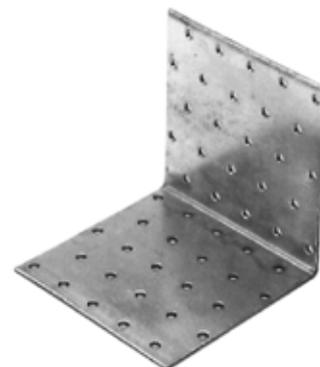


LOCHPLATTENWINKEL – GLEICHSCHENKLIG

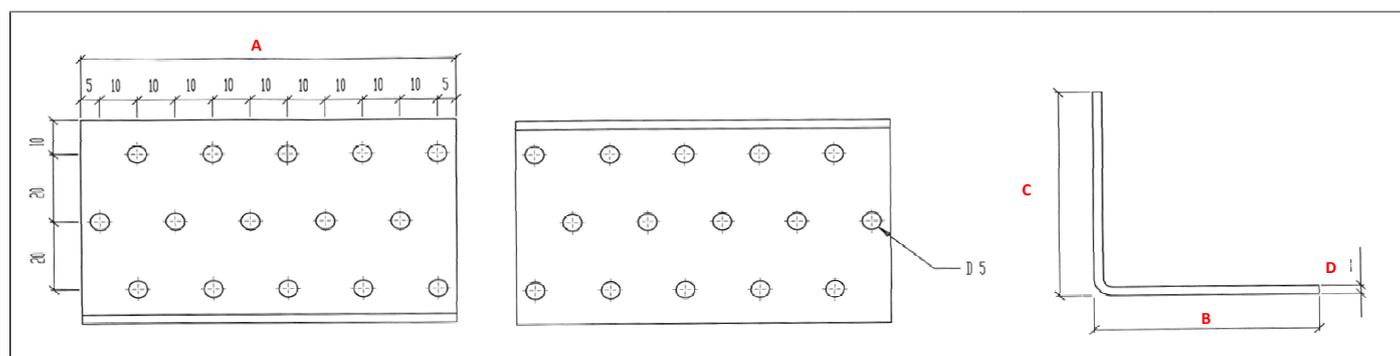
Mit Europäisch Technischer Zulassung
(ETA-09/0133)

Lochplattenwinkel sind für Verbindungen jeglicher Art einsetzbar und zwar dort, wo nicht allzu hohe Anforderungen bezüglich der anzuschließenden Kräfte gestellt werden.

Werkstoff DX51D + Z275 / sendzimir verzinkt
Allgemeintoleranzen DIN 7168 g



FEUERVERZINKT



Art Nr:	B	C	A	D	VE Stück	VE kg
89 570*	40	40	20	2,0	100	2,2
89 571	40	40	40	2,0	100	4,4
89 572	50	50	40	2,0	100	5,5
89 573	60	60	40	2,0	100	6,3
89 574	60	60	50	2,5	100	10,4
89 575	60	60	60	2,0	100	10
89 576	40	40	60	2,5	100	8,1
89 577	60	60	80	2,5	50	8,3
89 578	60	60	100	2,5	50	10,3
89 579	80	80	60	2,5	50	8,4
89 580	80	80	80	2,5	50	11,2
89 581	80	80	100	2,5	25	7
89 582	100	100	60	2,5	50	10,6
89 583	100	100	80	2,5	50	13,6
89 584	100	100	100	2,5	25	8,8
89 585	40	40	100	2	100	11,3
89 586	40	40	140	2,0	100	15,4
89 587	40	40	200	2,0	50	11,6
89 588	60	60	40	2,5	100	8,4
89 589	60	60	60	2,5	100	12

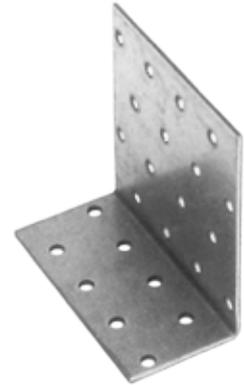
* keine Zulassung

LOCHPLATTENWINKEL – UNGLEICHSCHENKLIG

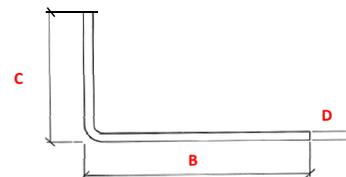
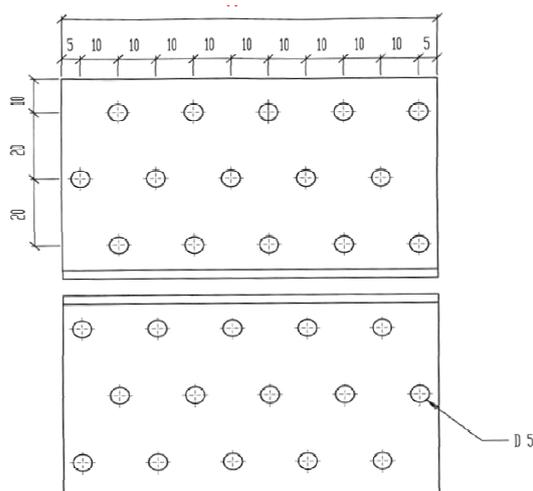
Mit Europäisch Technischer Zulassung
(ETA-09/0133)

Lochplattenwinkel sind für Verbindungen jeglicher Art einsetzbar und zwar dort, wo nicht allzu hohe Anforderungen bezüglich der anzuschließenden Kräfte gestellt werden.

Werkstoff DX51D + Z275 / sendzimir verzinkt
Allgemeintoleranzen DIN 7168 g



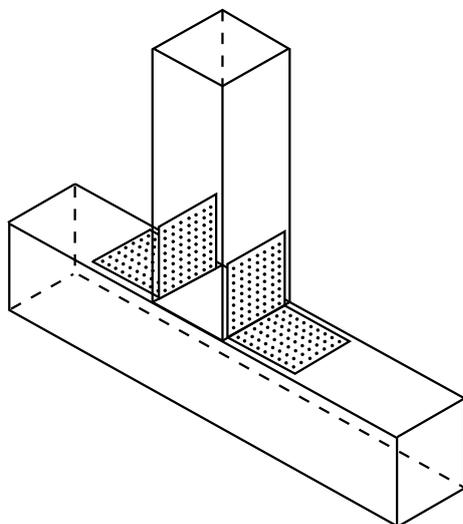
FEUERVERZINKT



Art Nr:	B	C	A	D	VE Stück	VE kg
89 600	40	60	60	2,5	100	10,3
89 601	60	80	60	2,5	50	7,3
89 602	60	100	60	2,5	50	8,4

LOCHPLATTENWINKEL TYPENSTATISTISCHE BERECHNUNG

Auftraggeber:	Gutzeit Verbindungssysteme GmbH & Co. Rudolph Diesel Straße 1 58730 Fröndenberg	
Bauprodukt:	Lochplattenwinkel	
Berechnungsgrundlagen:	EN 1995:2004	Holzbauten – Teil 1–1: Allgemeines – Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau
	EN 1993-1-1:2005	Eurocode 3 Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten, Teil 1–1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau
	ENV 1993-1-8:2005 DIN 1052:2004	Teil 1–8: Bemessung von Anschlüssen Entwurf, Berechnung und Bemessung von Holzbauwerken
	CIB-W18 paper 28-7-3	Load-carrying capacity of steel-to-timber joints with annular ring shanked nails. A comparison with the EC5 design method (R. Görlacher)
Baustoffe:	Vollholz Stahlqualität	C24 DX 51 D/Z 275 gemäß EN 10327:2004 $R_e \geq 295 \text{ N/mm}^2$, $R_m \leq 360 \text{ N/mm}^2$, $A_{80} \geq 22\%$
	Verbindungsmittel	Kammnägel $\emptyset 4,0 \times 40$, Tragfähigkeitsklasse 3/C profilierte Nagellänge $l_{ef} \geq 31 \text{ mm}$ Bolzen $\emptyset 12 \text{ mm}$ mit $\min(N_{Rk}, V_{Rk}) = 5 \text{ kN}$



Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeines	6
2	Lastannahmen	7
3	Berechnungsgrundlagen	8
3.1	Tragfähigkeit der Nägel im Holz	8
3.2	Tragfähigkeit des Bleches – zugbeanspruchtes Bauteil.....	9
3.3	Tragfähigkeit des Bleches – biegebeanspruchtes Bauteil.....	9
3.4	Tragfähigkeit aus Lochleibungsversagen im Stahlblech	9
3.5	Beanspruchbarkeit des Stahlteiles – Interaktion	10
3.6	Beanspruchung des Holzes	10
3.7	Berechnung Lastfall F_1	10
3.8	Berechnung Lastfall $F_{2,3}$	11
3.8.1	Nagelbeanspruchung im vertikalen Schenkel – Anschluss Pfette.....	11
3.8.2	Nagelbeanspruchung im horizontalen Schenkel – Anschluss Balken.....	12
3.8.3	Maßgebender Wert der Beanspruchbarkeit	13
3.9	Berechnung Lastfall $F_{4,5}$	13
3.9.1	Winkelmodell	13
3.9.1.1	Nägel auf Abscheren beansprucht	13
3.9.1.2	Nägel auf Herausziehen beansprucht.....	13
3.9.1.3	Bettung	13
3.9.1.4	Bolzenbefestigung.....	14
4	Ergebnisse Winkelverbinder	14
4.1	Ergebnisse Winkelverbinder LF F_1	15
4.2	Ergebnisse Winkelverbinder LF $F_{2,3}$	19
4.3	Ergebnisse Winkelverbinder LF $F_{4,5}$	21

1 ALLGEMEINES

Die vorliegende typenstatische Berechnung beinhaltet die Bemessung folgender Bauteile mit den Zeichnungsnummern:

• Lochplattenwinkel	40 x 40 x 20 ... 2,0 mm	89 570
• Lochplattenwinkel	40 x 40 x 40 ... 2,0 mm	89 571
• Lochplattenwinkel	50 x 50 x 45 ... 2,0 mm	89 572
• Lochplattenwinkel	60 x 60 x 40 ... 2,0 mm	89 573
• Lochplattenwinkel	60 x 60 x 50 ... 2,5 mm	89 574
• Lochplattenwinkel	60 x 60 x 60 ... 2,0 mm	89 575
• Lochplattenwinkel	40 x 40 x 60 ... 2,5 mm	89 576
• Lochplattenwinkel	60 x 60 x 80 ... 2,5 mm	89 577
• Lochplattenwinkel	60 x 60 x 100 ... 2,5 mm	89 578
• Lochplattenwinkel	80 x 80 x 60 ... 2,5 mm	89 579
• Lochplattenwinkel	80 x 80 x 80 ... 2,5 mm	89 580
• Lochplattenwinkel	80 x 80 x 100 ... 2,5 mm	89 581
• Lochplattenwinkel	100 x 100 x 60 ... 2,5 mm	89 582
• Lochplattenwinkel	100 x 100 x 80 ... 2,5 mm	89 583
• Lochplattenwinkel	100 x 100 x 100 ... 2,5 mm	89 584
• Lochplattenwinkel	40 x 40 x 100 ... 2,0 mm	89 585
• Lochplattenwinkel	40 x 40 x 140 ... 2,0 mm	89 586
• Lochplattenwinkel	40 x 40 x 200 ... 2,0 mm	89 587
• Lochplattenwinkel	60 x 60 x 40 ... 2,5 mm	89 588
• Lochplattenwinkel	60 x 60 x 60 ... 2,5 mm	89 589
• Lochplattenwinkel	60 x 40 x 60 ... 2,5 mm	89 600
• Lochplattenwinkel	80 x 60 x 60 ... 2,5 mm	89 601
• Lochplattenwinkel	100 x 60 x 60 ... 2,5 mm	89 602

Die Winkelverbinder werden aus Stahlblechen mit einer Dicke von 2,0 mm, 2,5 mm oder 3,0 mm und einer Mindeststreckgrenze von $f_y = 295 \text{ N/mm}^2$ hergestellt. Es werden charakteristische Werte der Tragfähigkeit ermittelt.

Die Tragfähigkeiten wurden nach den Bemessungsvorschriften EN 1995-1-1:2004 und EN 1993:2005 ermittelt. Für die Nagelabstände wird eine Unterschreitung der Mindestabstände entsprechend DIN 1052:2004 Abschnitt 12.5.4 (5) toleriert.

Die Bezeichnungen und die geometrischen Bedingungen wurden den vorliegenden Konstruktionszeichnungen entnommen. Die siebenunddreißig Typen der Winkelverbinder sind in den Anlagen dargestellt.

2 Lastannahmen

Es werden folgende Lastfälle untersucht:

• Belastung durch F_1

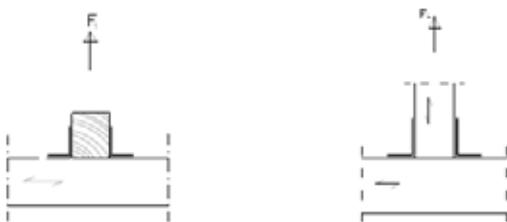


Abb. 1: Belastung durch F_1 , Schwelle und Stütze

Berechnung der Tragfähigkeit für ein Verbinderpaar beansprucht durch eine mittig angreifende Zugkraft.

Belastung durch F_2/F_3

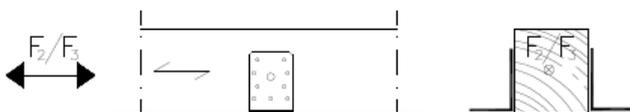


Abb. 2: Belastung durch F_2/F_3 Berechnung der Tragfähig

Berechnung der Tragfähigkeit für ein Verbinderpaar bei Kraftangriff in Richtung des kreuzenden Holzes.

• Belastung durch F_4/F_5

Der Lastfall F_4/F_5 , bei dem die Last in einer Höhe H angreift, wird untersucht als eine Kombination aus zwei Grundlastfällen. Der erste Grundlastfall ist die seitliche Beanspruchung mit F_4/F_5 , ohne dass sich das kreuzende Holz verdrehen kann. Die Beanspruchung der Winkelverbinder, die aus dem Verdrehen des kreuzenden Holzes herrührt, wird als abhebende Beanspruchung F_1 berechnet zu:

$$F_1 = (F_{4/5}) \cdot \frac{H}{B} \quad (1)$$

Mit: H = Höhe des Lastangriffes
 B = Breite des kreuzenden Holzes

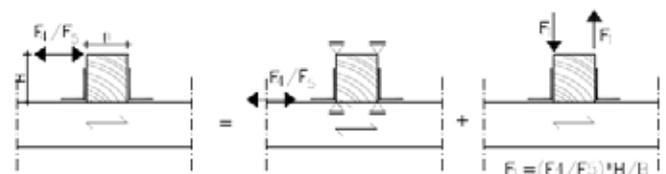


Abb. 3: Lastfall F_4/F_5 zurückgeführt auf zwei Grundlastfälle

Für die Winkelverbinder ohne Sicke wird ausschließlich die Beanspruchbarkeit des Anschlusses mit einem Winkelpaar angegeben. Für die Winkelverbinder mit Sicke wird auch die Beanspruchbarkeit der Verbindung bei Anschluss mit nur einem Winkel angegeben. Bei Lastfall F_4 ist hierbei die Kraft dem Winkel zugewandt. Bei Lastfall F_5 ist die Kraft dem Winkel abgewandt.

3 Berechnungsgrundlagen

Die Tragfähigkeit der Winkelverbinder ergibt sich als Minimum aus

- der Tragfähigkeit der Nägel im Holz
- der Tragfähigkeit des Holzes rechtwinklig zur Faser
- der Tragfähigkeit aus Lochleibungsversagen im Stahlblech
- der Tragfähigkeit des Stahlblechs im Nettoquerschnitt (dabei wird von der Querschnittsklasse 1 nach EN 1993 1-1, Abschnitt 5.5.2 ausgegangen)

3.1 Tragfähigkeit der Nägel im Holz

Nach EN 1995 6.3.1.2 (6) sollte ein Anschluss mindestens zwei Nägel enthalten. Der charakteristische Wert der Lochleibungsfestigkeit $f_{h,k}$ wird in Abhängigkeit vom Nageldurchmesser d und der charakteristischen Rohdichte des Holzes ρ_k für nicht vorgebohrte Hölzer berechnet zu:

$$(2) \quad f_{h,k} = 0,082 \cdot \rho_k \cdot d^{-0,3} = 0,082 \cdot 350 \cdot 4,0^{-0,3} = 18,93 \text{ N/mm}^2$$

Der charakteristische Wert des Fließmoments für profilierte Nägel kann nach EN 1995:2004 angenommen werden mit:

$$(3) \quad M_{y,k} = 0,3 \cdot f \cdot d^{2,6} = 0,3 \cdot 600 \cdot 4,0^{2,6} = 6617 \text{ Nmm}$$

Der charakteristische Wert des Ausziehparameters beträgt:

$$(4) \quad f_{ax,k} = 50 \cdot 10^{-6} \cdot \rho_k^2$$

Der charakteristische Wert des Ausziehwiderstandes ist nach EN 1995-1-1:2004, Absatz 8.3.2 zu ermitteln:

$$(5) \quad F_{ax,Rk} = \begin{cases} f_{ax,k} \cdot d \cdot t_{pen} \\ f_{head,k} \cdot d_h^2 \end{cases}$$

Für Verbindungen von Stahlblechformteilen und Sondernägeln darf nach GÖRLACHER (CIB 1995) von dicken Stahlblechen ausgegangen werden. Der Anteil des Seileffekts ist nach EN 1995-1-1 Abschnitt 8.2.2 bei Sondernägeln auf 50% zu begrenzen. Der charakteristische Wert der Tragfähigkeit $F_{v,Rk}$ pro Verbindungsmittel für die hier vorliegende einschrittige Stahlblech-Holz-Verbindung beträgt nach EN 1995:2004 für dicke Stahlbleche:

$$(6) \quad F_{v,Rk} = \min \left\{ \begin{aligned} & f_{h,k} \cdot t_1 \cdot d \left[\sqrt{2 + \frac{2 \cdot M_{y,Rk}}{f_{h,k} \cdot d \cdot t_1^2}} - 1 \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \\ & 2,3 \cdot \sqrt{2 \cdot M_{y,Rk} \cdot f_{h,k} \cdot d} + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \\ & f_{h,k} \cdot t_1 \cdot d \end{aligned} \right.$$

Mit:

$F_{v,Rk}$ charakteristischer Wert der Tragfähigkeit pro Scherfuge und VM in N

$f_{h,k}$ charakteristischer Wert der Lochleibungsfestigkeit im Holzteil in N/mm²

t_1 der kleinere Wert der Seitenholzdicke oder der Eindringtiefe in mm

d Durchmesser des Verbindungsmittels in mm

$M_{y,Rk}$ charakteristischer Wert des Fließmomentes des Verbindungsmittels in Nmm

$F_{ax,Rk}$ charakteristischer Wert des Ausziehwiderstandes des Verbindungsmittels in N

3.2 Tragfähigkeit des Bleches – zugbeanspruchtes Bauteil

Nach EN 1993 1–1, 6.2.3. gilt:

$$(7) \quad \frac{N_{Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1,0$$

Mit:

$$(8) \quad N_{t,Rd} = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{A \cdot f_t}{\gamma_{M0}} \\ \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_u}{\gamma_{M2}} \end{array} \right.$$

Mit:

- A Bruttoquerschnittsfläche in mm²
- f_y Streckgrenze des Stahlblechs in N/mm²
- f_u Fließgrenze des Stahlblechs in N/mm²
- A_{net} Nettoquerschnittsfläche in mm²
- γ_{M0} Teilsicherheitsbeiwert für die Beanspruchbarkeit von Querschnitten
- γ_{M2} Teilsicherheitsbeiwert bei Bruchversagen infolge Zugbeanspruchung

3.3 Tragfähigkeit des Bleches – biegebeanspruchtes Bauteil

Nach EN 1993 1–1, Abschnitt 6.2.5 gilt:

$$(9) \quad \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1,0$$

Mit:

$$(10) \quad M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$$

- W_{pl,Rd} Plastische Widerstandsmoment in mm³
- f_y Streckgrenze des Stahlblechs in N/mm²
- γ_{M0} Teilsicherheitsbeiwert für die Beanspruchbarkeit von Querschnitten

3.4 Tragfähigkeit aus Lochleibungsversagen im Stahlblech

Die Grenzlochleibungskraft F_{b,Rd} wird nach EN 1993 1–8 bestimmt. Sie ergibt sich zu:

$$(11) \quad F_{b,Rd} = \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_u \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

Mit:

$$(12) \quad \alpha_b = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{e_1}{3 \cdot d_0} \\ \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - \frac{1}{4} \\ \frac{f_b}{f_u} \\ 1,0 \end{array} \right.$$

$$(13) \quad k_1 = \min \left\{ \begin{array}{l} 2,8 \frac{e_2}{d_0} - 1,7 \\ 1,4 \frac{p_2}{d_0} - 1,7 \\ 2,5 \end{array} \right.$$

Mit:

- e_1 Randabstand parallel der Krafrichtung
 e_2 Randabstand orthogonal der Krafrichtung
 p_1 Lochabstand parallel der Krafrichtung
 p_2 Lochabstand orthogonal der Krafrichtung
 d_0 Lochdurchmesser in mm
 f_{ub} Zugfestigkeit des Verbindungsmittels in N/mm²
 f_u Zugfestigkeit des Stahlblechs in N/mm²

3.5 Beanspruchbarkeit des Stahlteiles – Interaktion

Die Beanspruchbarkeit der Querschnitte wird unter Ausnutzung plastischer Tragfähigkeiten ermittelt. Es gilt:

$$(14) \quad N_{pl,d} = A \cdot f_{y,d}$$

$$(15) \quad Q_{pl,d} = A \cdot \frac{f_{y,d}}{\sqrt{3}}$$

$$(16) \quad M_{pl,d} = f_{y,d} \cdot W_{pl}$$

Nach EN 1993 1–1, Abschnitt 6.2.10 darf die Querkraft vernachlässigt werden, wenn der Bemessungswert der einwirkenden Querkraft die Hälfte der plastischen Querkrafttragfähigkeit nicht überschreitet.

Somit gilt nach Abschnitt 6.2.9 für den Nettoquerschnitt:

$$(17) \quad M_{ED} \leq M_{N,RD}$$

Mit:

$$(18) \quad M_{N,RD} = M_{pl,RD} \left[1 - \left(\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} \right)^2 \right]$$

3.6 Beanspruchung des Holzes

Nach EN 1995, Abschnitt 6.1.5 ist folgender Nachweis zu führen:

$$(19) \quad \sigma_{c,90,d} \leq k_{c,90} \cdot f_{c,90,d}$$

Mit:

$\sigma_{c,90,d}$ Bemessungswert der Druckspannung in der Kontaktfuge rechtwinklig zur Faserrichtung in N/mm²

$f_{c,90,d}$ Bemessungswert der Druckfestigkeit rechtwinklig zur Faserrichtung in N/mm²

$k_{c,90}$ Beiwert zur Berücksichtigung der Art der Einwirkung, i.d.R. 1,0

wobei:

$$(20) \quad \sigma_{c,90,d} = \frac{F_{c,90,d}}{A_{ef}}$$

Mit:

$F_{c,90,d}$ Bemessungswert der Druckkraft in der Kontaktfuge rechtwinklig zur Faserrichtung in N

A_{ef} Wirksame Querschnittsfläche in mm²

3.7 Berechnung Lastfall F_1

Bei Berechnung des Lastfalls F_1 wird in Anlehnung an EOTA WG 06.03/01 No 179 „Technical report for principles and examples for the static calculation of connections made with three dimensional nailing plates“ durchgeführt.

Die Schwelle bzw. Stütze wird durch eine abhebende Last F_1 beansprucht. Dabei werden die an der Innenseite des horizontalen Schenkels befindlichen Nägel auf Herausziehen beansprucht, das Holz an der Außenseite des Schenkels erfährt eine Druckbeanspruchung, der Winkel wird auf Biegung beansprucht. Das statische Modell wird durch die folgende Abbildung illustriert.

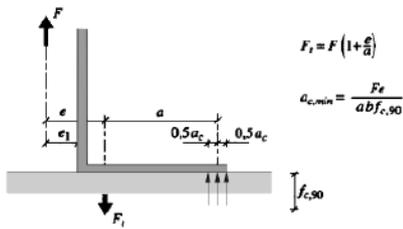


Abb. 4: Statisches Modell Lastfall F_1

Bei der Anordnung eines Winkelpaars beträgt die Exzentrizität $e_1 = 0$ mm. Bei Anschluss mit nur einem Winkelverbinder wird davon ausgegangen, dass dieser gegen Verdrehen gehalten ist und die Exzentrizität e_1 ebenfalls 0 mm beträgt.

Die Horizontalkomponente der Beanspruchung $N_{1H,d}$ je Nagel aus der Horizontalkraft $F_{v,Ed}$ ergibt sich mit der Anzahl der Nägel n_{Na} im vertikalen Schenkel zu:

$$N_{H,d} = \frac{F_{v,Ed}}{n_{Na}} \tag{21}$$

3.8 Berechnung Lastfall $F_{2,3}$

Bei Scherversuchen mit Winkelverbindern wurde folgender Versagensmechanismus festgestellt. Der vertikale Schenkel des Verbinders, der am kreuzenden Holz befestigt war, verdrehte sich, ohne dass die Nägel herausgezogen wurden oder das Blech ausbeulte. Der horizontale Schenkel, der am durchlaufenden Holz angeschlossen war, erfuhr im Bereich der innersten Nagelreihe deutlich sichtbar eine Torsionsbeanspruchung, wodurch die vorderen Nägel (in Kraftrichtung) herausgezogen wurden und das Blech im hinteren Bereich in das Holz eingedrückt wurde. Aufgrund dieses Versagensmechanismus wird angenommen, dass die Horizontalkraft in der Ebene des langen Schenkels um den Betrag e unterhalb des Schwerpunktes der Nagelgruppe angreift. In Abhängigkeit von der Ausmitte e wird als maßgebend für die Tragfähigkeit ein Zustand angenommen, bei dem sowohl die Tragfähigkeit der Nägel im langen Schenkel wie auch die Tragfähigkeit der Nägel im kurzen Schenkel gleichermaßen erschöpft ist.

Für den am ungünstigsten beanspruchten Nagel ergibt sich aus dem Moment ($F \times e_1$) eine weitere Horizontalkraftkomponente:

$$N_{2H,d} = \frac{F_{v,Ed} \cdot e_1 \cdot z'}{I_{p,la}} \tag{22}$$

$$N_{2V,d} = \frac{F_{v,Ed} \cdot e_1 \cdot x'}{I_{p,la}} \tag{23}$$

$$I_{p,la} = \sum (x_i'^2 + z_i'^2) \tag{24}$$

3.8.1 Nagelbeanspruchung im vertikalen Schenkel – Anschluss Pfette

Die Nägel werden durch die Horizontalkraft F und das Moment ($F_d \times e_1$) auf Abscheren beansprucht (siehe Abbildung 5).

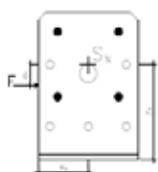


Abb. 5: Vertikaler Schenkel, Abscherbeanspruchung

$$N_{1,d} = \sqrt{(N_{H,d} + N_{2H,d})^2 + N_{2V,d}^2} \tag{25}$$

$$F_{v,Ed} \leq \frac{F_{v,Rd}}{\sqrt{\left(\frac{1}{n_{Na}} + \frac{e \cdot z'}{I_{p,la}}\right)^2 + \left(\frac{e \cdot x'}{I_{p,la}}\right)^2}} \tag{26}$$

3.8.2 Nagelbeanspruchung im horizontalen Schenkel – Anschluss Balken

Die Nägel im horizontalen Schenkel werden auf Abscheren und Herausziehen beansprucht. Die Horizontalkomponente der Abscherbeanspruchung $N_{H,d}$ je Nagel ergibt sich aus der Horizontalkraft F_d und der Anzahl der Nägel n_{Na} im kurzen Schenkel zu:

$$(27) \quad N_{H,d} = \frac{F_{v,Ed}}{n_{Na}}$$

Durch den ausmittigen Kraftangriff wird der kurze Schenkel durch zwei unterschiedliche Momente beansprucht. Das Moment $(F \cdot e_3)$, das unabhängig von der Ausmitte e_1 ist, verursacht zusätzliche Abscherbeanspruchungen.

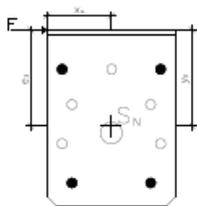


Abb. 6: Horizontaler Schenkel, Abscherbeanspruchung

Für den am ungünstigsten beanspruchten Nagel ergibt sich aus dem Moment $(F \cdot e_3)$ eine weitere Horizontalkraftkomponente in x-Richtung:

$$(28) \quad N_{2H,d} = \frac{F_{v,Ed} \cdot e_3 \cdot z_1'}{I_{p,Na}} \quad (29) \quad N_{2V,d} = \frac{F_{v,Ed} \cdot e_3 \cdot x_1'}{I_{p,Na}}$$

$$(30) \quad I_{p,Na} = \sum (x_1'^2 + z_1'^2) \quad (31) \quad M_d = F_{v,Ed} \cdot (z_3^v - e_1)$$

Mit:

z_3^v = Schwerpunkt des Nagelbildes im vertikalen Schenkel

e_1 = Exzentrizität gemäß Abbildung 5.

Unter der Annahme, dass das Rotationszentrum für die Ausziehbeanspruchung in der hinteren Nagelreihe liegt und alle anderen Nägel zur Abtragung der Beanspruchung auf Herausziehen beitragen, kann das polare Trägheitsmoment des Nagelbildes bei einer Beanspruchung auf Herausziehen zu:

$$(32) \quad I_{p,ax} = \sum X^2$$

bestimmt werden.

Für die am meisten auf Herausziehen beanspruchten Nägel ergibt sich somit eine Ausziehbeanspruchung von:

$$(33) \quad N_{ax,d} = \frac{M_d \cdot X_{max}}{I_{p,ax}}$$

Der Nachweis der Nägel unter kombinierter Beanspruchung auf Abscheren und Herausziehen im kurzen Schenkel kann EN 1995-1-1 Abschnitt 8.3.3 mit

$$(34) \quad \left(\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} \right)^2 + \left(\frac{F_{ax,Ed}}{F_{ax,Rd}} \right)^2 \leq 1$$

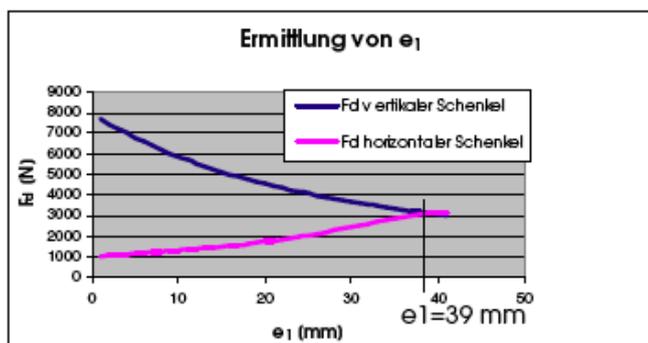
geführt werden.

$F_{v,Ed}$ ergibt sich somit zu:

$$(35) \quad F_{v,Ed} \leq \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{1}{n_{Na}} + \frac{z_1 \cdot z_1'^2}{I_{p,Na}} \right)^2 + \left(\frac{z_1 \cdot x_1'}{I_{p,Na}} \right)^2 + \left(\frac{(z_3^v - e_1) \cdot X_{max}}{I_{p,Na} \cdot F_{ax,Rd}} \right)^2}}$$

3.8.3 Maßgebender Wert der Beanspruchbarkeit

Als maßgebender Wert der Beanspruchbarkeit wird der Wert angesehen, für den die Tragfähigkeit der Nägel beider Schenkel in Abhängigkeit von e_1 gleich groß ist. Für dieses e_1 ist der kleinere Wert der Tragfähigkeit der Nägel von horizontalem und vertikalem Schenkel maximal.



3.9 Berechnung Lastfall $F_{4,5}$

Die Beanspruchbarkeit der Verbinder bei Belastung durch F_4/F_5 wird mit Hilfe eines Stabwerksprogramms ermittelt. Der Winkel, die Nägel sowie der druckbeanspruchte Holzbereich werden dabei wie nachfolgend beschrieben modelliert.

Der Nachweis für den Lastfall F_4/F_5 kann nach Gleichung (36) geführt werden.

$$(36) \quad \left(\frac{F_{4,d}/F_{5,d}}{R_{4,5,d}} \right)^y + \left(\frac{F_{4,d}/F_{5,d} \cdot \frac{H}{B}}{R_{1,d}} \right)^z \leq 1$$

mit $y = 2$ und $z = 2$.

3.9.1 Winkelmodell

An jeder Stelle des Verbinders, an der der Querschnitt sich ändert, wird ein Knoten eingeführt. Die sich ändernden Querschnittswerte werden pro Stab berücksichtigt. Der Lochabzug erfolgt über die gesamte Länge des betroffenen Stabes

mit dem vollen Durchmesser (entspricht einem Quadrat mit der Seitenlänge $a = \varnothing$ Nagelloch). Die Kraft wird zentral im Mittelpunkt des Nagelloches eingeleitet. Die Nägel werden durch Federn simuliert. Für die Beanspruchung auf Abscheren werden Querkraftfedern angesetzt, für die Beanspruchung auf Herausziehen Normalkraftfedern.

3.9.1.1 Nägel auf Abscheren beansprucht

Die Federkonstanten für Beanspruchung auf Abscheren werden mittels der in EN 1995-1-1 Abschnitt 7.1 angegebenen Rechenwerte (Mittelwerte) für die Verschiebungsmodul K_{ser} von Verbindungsmitteln in Anschlüssen berechnet. Für die Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit sind die Steifigkeitskennwerte durch den Teil-sicherheitsbeiwert γ_m zu teilen. Dabei ist der Mittelwert anzunehmen zu:

$$(37) \quad K_{u,mean} = \frac{2}{3} \cdot K_{ser}$$

Der Verschiebungsmodul K_{ser} berechnet sich nach Tabelle 7.1 für Nägel in nicht vorgebohrten Löchern zu:

$$(38) \quad K_{ser} = \frac{p_m^{1,5}}{30} \cdot d^{0,8} \text{ (N/mm)}$$

Aus Gleichung (38) ergibt sich:

$$(39) \quad K_{ser} = 870 \text{ N/mm}$$

Bei $d = 4,0 \text{ mm}$ und $p_m = 420 \text{ kg/m}^3$.

3.9.1.2 Nägel auf Herausziehen beansprucht

Die Federkonstante für die Beanspruchung auf Herausziehen wird aus Diagrammen von Ausziehversuchen mit Rillennägeln ermittelt. Die statistische Auswertung zahlreicher Versuchsergebnisse mit Sondernägeln unterschiedlicher Fabrikate ergab nachfolgende Auszieherte:

$$(40) \quad K_{ser} = 870 \text{ N/mm} \quad \text{für Nägel } 4,0 \times 40$$

3.9.1.3 Bettung

Überall dort, wo sich durch die Belastung des Verbinders Verformungen ergeben, die eine Eindrückung des Stahlteiles in das Holz verursachen, wird eine Querbettung des entsprechenden Stabes eingeführt. Die Bettung wird mit einem von der Breite des gedrückten Bereiches abhängigen Rechenwert angesetzt. Der eingesetzte Wert resultiert aus Spannungs-Stauchungs-Linien für rechtwinklig zur Faser auf Druck beanspruchte Holzproben nach Suenson (1938). Für eine nicht vollflächig belastete Probe kann man demnach bei einer Druckspannung von 4 N/mm^2 mit einer Stauchung von etwa 2 % rechnen. Für einen Querschnitt mit der Stärke von $b = 100 \text{ mm}$ ergibt sich nach Suenson eine Stauchung von 2 mm. Die Bettungsziffer beträgt dann:

$$(41) \quad k_s = \frac{\sigma}{s} = \frac{4}{2} = 2 \text{ N/mm}^3$$

Diese Bettungsziffer wird bei allen untersuchten Fällen zugrunde gelegt.

Eine direkte Bettung von ganzen Stäben mit der gefundenen Bettungsziffer ist nur dort möglich, wo die Kraftschlüssigkeit zwischen Holz und Nägeln nicht durch diese Bettung gefährdet wird. In allen anderen Fällen werden bei Druckbeanspruchung des Holzes anstelle einer direkten Bettung kurze querkräftfreie Hilfsstäbe zwischen Holz und Winkelverbinder eingeführt.

3.9.1.4 Bolzenbefestigung

Für den Winkelverbinder 89 532 wird die Tragfähigkeit für eine Montage mit einem Bolzen $\varnothing 12 \text{ mm}$ angegeben. Entsprechend der Eta 00/0001 für den Fischer Ankerbolzen FAZ wurden folgende Federsteifigkeiten untersucht.

$$(42) \quad \begin{aligned} K_{||,0} &= 5333 \text{ N/mm unter Zugbeanspruchung für } t = 0 \\ K_{||,\infty} &= 4800 \text{ N/mm unter Zugbeanspruchung für } t = \infty \\ K_{\perp,0} &= 4050 \text{ N/mm unter Abscherbeanspruchung für } t = 0 \\ K_{\perp,\infty} &= 3600 \text{ N/mm unter Abscherbeanspruchung für } t = \infty \end{aligned}$$

4 Ergebnisse Winkelverbinder

In diesem Abschnitt werden die Ergebnisse für die Winkelverbinder dargestellt. Die Lochnummern sind im Anhang wiedergegeben. Die Mindeststrandabstände der Nägel im Holz nach EN 1995-1-1:2004 sind einzuhalten. Als Versagen wird entweder ein Versagen der Verbindung oder ein Versagen des Stahls maßgebend. Der Bemessungswert der Tragfähigkeit im Versagensfall der Verbindung errechnet sich nach folgender Gleichung:

$$(43) \quad R_d = k_{\text{mod}} \cdot \frac{R_k}{\gamma_M}$$

Mit:

γ_M = Teilsicherheitsbeiwert für Verbindungen

Der Bemessungswert der Tragfähigkeit im Versagensfall des Stahles errechnet sich nach folgender Gleichung:

$$(44) \quad R_d = \frac{R_k}{\gamma_{M0}}$$

Mit:

γ_{M0} = Teilsicherheitsbeiwert für die Beanspruchbarkeit von Querschnitten

Die charakteristischen Tragfähigkeitswerte sind den folgenden Tabellen zu entnehmen.

4.1 Ergebnisse Winkelverbinder LF F₁

In den folgenden Tabellen ist der charakteristische Wert der Tragfähigkeit für den Stützen- und Schwellenanschluss für ein- und beidseitige Anschlüsse gegeben.

Bei Berechnung des einseitigen Anschlusses wird vorausgesetzt, dass die Stütze bzw. Schwelle gegen Verdrehen gehalten ist.

Tabelle 1: Lastfall F₁ Stütze, 2 Holzverbinder/Anschluss

Zeichnungs-Nr.	Typ	Nagel-Nr. n _v	Nagel-Nr. n _H	F _{1,Rk} [kN] (Stütze)	
				Holz	Stahl
89 571	40 x 40 x 40	–	–	–	–
89 572	50 x 50 x 40	–	–	–	–
89 573	60 x 60 x 40	–	–	–	–
89 574	60 x 60 x 50	–	–	–	–
89 575	60 x 60 x 60	–	–	–	–
89 576	40 x 40 x 60	–	–	–	–
89 577	60 x 60 x 80	–	–	–	–
89 578	60 x 60 x 100	–	–	–	–
89 579	80x 80 x 60	31,32,33	101,102,103,111,112,113,121,122, 123,131,132,133	3,95	4,15
89 580	80 x 80 x 80	31,32,33,34	101,102,103,104,111,112,113,114, 121,122,123,124,131,132,133,134	5,27	5,53
89 581	80 x 80 x 100	31,32,33,34,35	101,102,103,104,105,111,112,113, 114,115,121,122,123,124,125,131, 132,133,134,135	6,58	6,91
89 582	100 x 100 x 60	31,32,33,41,42,43	101,102,103,111,112,113,121,122,123,131,132,133,141,142,143	4,08	4,15
89 583	100 x 100 x 80	31,32,33,34,41,42,43,44	101,102,103,104,111,112,113,114, 121,122,123,124,131,132,133,134,141,142,143,144	5,44	5,53
89 584	100 x 100 x 100	31,32,33,34,35,41,42,43,44,45	101,102,103,104,105,111,112,113, 114,115,121,122,123,124,125,131,132,133,134,135,141,142, 143,144,145	6,80	6,91
89 585	40 x 40 x 100	–	–	–	–
89 586	40 x 40 x 140	–	–	–	–
89 587	40 x 40 x 200	–	–	–	–
89 588	60 x 60 x 40	–	–	–	–
89 589	60 x 60 x 60	–	–	–	–
89 600	60 x 40 x 60	–	–	–	–
89 601	80 x 60 x 60	31,32,33	101,102,103,111,112,113,121,122,123	3,73	4,15
89 602	100 x 60 x 60	31,32,33,41,42,43	101,102,103,111,112,113,121,122,123	3,73	4,15

Tabelle 2: Lastfall F₁ Stütze, 1 Holzverbinder/Anschluss

Zeichnungs-Nr.	Typ	Nagel-Nr. n _v	Nagel-Nr. n _h	F _{1,RK} [kN] (Stütze)	
				Holz	Stahl
89 571	40 x 40 x 40	–	–	–	–
89 572	50 x 50 x 40	–	–	–	–
89 573	60 x 60 x 40	–	–	–	–
89 574	60 x 60 x 50	–	–	–	–
89 575	60 x 60 x 60	–	–	–	–
89 576	40 x 40 x 60	–	–	–	–
89 577	60 x 60 x 80	–	–	–	–
89 578	60 x 60 x 100	–	–	–	–
89 579	80x 80 x 60	31,32,33	101,102,103,111,112,113,121,122,123,131,132,133	1,97	2,07
89 580	80 x 80 x 80	31,32,33,34	101,102,103,104,111,112,113,114,121,122,123,124,131,132,133,134	2,63	2,77
89 581	80 x 80 x 100	31,32,33,34,35	101,102,103,104,105,111,112,113,114,115,121,122,123,124,125,131,132,133,134,135	3,29	3,46
89 582	100 x 100 x 60	31,32,33,41,42,43	101,102,103,111,112,113,121,122,123,131,132,133,141,142,143	2,04	2,07
89 583	100 x 100 x 80	31,32,33,34,41,42,43,44	101,102,103,104,111,112,113,114,121,122,123,124,131,132,133,134,141,142,143,144	2,72	2,77
89 584	100 x 100 x 100	31,32,33,34,35,41,42,43,44,45	101,102,103,104,105,111,112,113,114,115,121,122,123,124,125,131,132,133,134,135,141,142,143,144,145	3,40	3,46
89 585	40 x 40 x 100	–	–	–	–
89 586	40 x 40 x 140	–	–	–	–
89 587	40 x 40 x 200	–	–	–	–
89 588	60 x 60 x 40	–	–	–	–
89 589	60 x 60 x 60	–	–	–	–
89 600	60 x 40 x 60	–	–	–	–
89 601	80 x 60 x 60	31,32,33	101,102,103,111,112,113,121,122,123	1,86	2,07
89 602	100 x 60 x 60	31,32,33,41,42,43	101,102,103,111,112,113,121,122,123	1,86	2,07

Tabelle 3: Lastfall F₁, Schwelle, 2 Holzverbinder/Anschluss

Zeichnungs-Nr.	Typ	Nagel-Nr. n _v	Nagel-Nr. n _h	F _{1,RK} [kN] (Schwelle)	
				Holz	Stahl
89 571	40 x 40 x 40	11,12	101,102,111,112	2,17	1,77
89 572	50 x 50 x 40	11,12	101,102,111,112	2,36	1,77
89 573	60 x 60 x 40	11,12,21,22	101,102,103,111,112,121,122	2,49	1,77
89 574	60 x 60 x 50	11,12,13,21,22	101,102,111,112,113,121,122	3,73	3,23
89 575	60 x 60 x 60	11,12,13,21,22,23	101,102,103,111,112,113,121,122,123	3,73	2,66
89 576	40 x 40 x 60	11,12,13	101,102,103,111,112,113	3,26	4,15
89 577	60 x 60 x 80	11,12,13,14,21,22,23,24	101,102,103,104,111,112,113,114,121,122,123,124	4,97	5,53
89 578	60 x 60 x 100	11,12,13,14,15,21,22,23,24,25	101,102,103,104,105,111,112,113,114,115,121,122,123,124,125	6,21	6,91
89 579	80x 80 x 60	11,12,13,21,22,23,31,32,33	101,102,103,111,112,113,121,122,123,131,132,133	3,95	4,15
89 580	80 x 80 x 80	11,12,13,14,21,22,23,24,31,32,33,34	101,102,103,104,111,112,113,114,121,122,123,124,131,132,133,134	5,27	5,53
89 581	80 x 80 x 100	11,12,13,14,15,21,22,23,24,25,31,32,33,34,35	101,102,103,104,105,111,112,113,114,115,121,122,123,124,125,131,132,133,134,135	6,58	6,91
89 582	100 x 100 x 60	11,12,13,21,22,23,31,32,33,41,42,43	101,102,103,111,112,113,121,122,123,131,132,133,141,142,143	4,08	4,15
89 583	100 x 100 x 80	11,12,13,14,21,22,23,24,31,32,33,34,41,42,43,44	101,102,103,104,111,112,113,114,121,122,123,124,131,132,133,134,141,142,143,144	5,44	5,53
89 584	100 x 100 x 100	11,12,13,14,15,21,22,23,24,25,31,32,33,34,35,41,42,43,44,45	101,102,103,104,105,111,112,113,114,115,121,122,123,124,125,131,132,133,134,135,141,142,143,144,145	6,80	6,91
89 585	40 x 40 x 100	11,12,13,14,15	101,102,103,104,105,111,112,113,114,115	5,43	4,43
89 586	40 x 40 x 140	11,12,13,14,15,16,17	101,102,103,104,105,106,107,111,112,113,114,115,116,117	7,60	6,20
89 587	40 x 40 x 200	11,12,13,14,15,16,17,18,19,20	101,102,103,104,105,106,107,108,109,110,111,112,113,114,115,116,117,118,119,120	10,85	8,85
89 588	60 x 60 x 40	11,12,21,22	101,102,111,112,121,122	2,49	2,77
89 589	60 x 60 x 60	11,12,13,21,22,23	101,102,103,111,112,113,121,122,123	3,73	4,15
89 600	60 x 40 x 60	11,12,13,21,22,23	101,102,103,111,112,113	3,26	4,15
89 601	80 x 60 x 60	11,12,13,21,22,23,31,32,33	101,102,103,111,112,113,121,122,123	3,73	4,15
89 602	100 x 60 x 60	11,12,13,21,22,23,31,32,33,41,42,43	101,102,103,111,112,113,121,122,123	3,73	4,15

Tabelle 4: Lastfall F₁, Schwelle, 1 Holzverbinder/Anschluss

Zeichnungs-Nr.	Typ	Nagel-Nr. n _v	Nagel-Nr. n _h	F _{1,RK} [kN] (Schwelle)	
				Holz	Stahl
89 571	40 x 40 x 40	11,12	101,102,111,112	1,09	0,89
89 572	50 x 50 x 40	11,12	101,102,111,112	1,18	0,89
89 573	60 x 60 x 40	11,12,21,22	101,102,103,111,112,121,122	1,24	0,89
89 574	60 x 60 x 50	11,12,13,21,22	101,102,111,112,113,121,122	1,86	1,61
89 575	60 x 60 x 60	11,12,13,21,22,23	101,102,103,111,112,113,121,122,123	1,86	1,33
89 576	40 x 40 x 60	11,12,13	101,102,103,111,112,113	1,63	2,07
89 577	60 x 60 x 80	11,12,13,14,21,22,23,24	101,102,103,104,111,112,113,114,121,122,123,124	2,49	2,77
89 578	60 x 60 x 100	11,12,13,14,15,21,22,23,24,25	101,102,103,104,105,111,112,113,114,115,121,122,123,124,125	3,11	3,46
89 579	80x 80 x 60	11,12,13,21,22,23,31,32,33	101,102,103,111,112,113,121,122,123,131,132,133	1,97	2,07
89 580	80 x 80 x 80	11,12,13,14,21,22,23,24,31,32,33,34	101,102,103,104,111,112,113,114,121,122,123,124,131,132,133,134	2,63	2,77
89 581	80 x 80 x 100	11,12,13,14,15,21,22,23,24,25,31,32,33,34,35	101,102,103,104,105,111,112,113,114,115,121,122,123,124,125,131,132,133,134,135	3,29	3,46
89 582	100 x 100 x 60	11,12,13,21,22,23,31,32,33,41,42,43	101,102,103,111,112,113,121,122,123,131,132,133,141,142,143	2,04	2,07
89 583	100 x 100 x 80	11,12,13,14,21,22,23,24,31,32,33,34,41,42,43,44	101,102,103,104,111,112,113,114,121,122,123,124,131,132,133,134,141,142,143,144	2,72	2,77
89 584	100 x 100 x 100	11,12,13,14,15,21,22,23,24,25,31,32,33,34,35,41,42,43,44,45	101,102,103,104,105,111,112,113,114,115,121,122,123,124,125,131,132,133,134,135,141,142,143,144,145	3,40	3,46
89 585	40 x 40 x 100	11,12,13,14,15	101,102,103,104,105,111,112,113,114,115	2,71	2,21
89 586	40 x 40 x 140	11,12,13,14,15,16,17	101,102,103,104,105,106,107,111,112,113,114,115,116,117	3,80	3,10
89 587	40 x 40 x 200	11,12,13,14,15,16,17,18,19,20	101,102,103,104,105,106,107,108,109,110,111,112,113,114,115,116,117,118,119,120	5,43	4,43
89 588	60 x 60 x 40	11,12,21,22	101,102,111,112,121,122	1,24	1,38
89 589	60 x 60 x 60	11,12,13,21,22,23	101,102,103,111,112,113,121,122,123	1,86	2,07
89 600	60 x 40 x 60	11,12,13,21,22,23	101,102,103,111,112,113	1,63	2,07
89 601	80 x 60 x 60	11,12,13,21,22,23,31,32,33	101,102,103,111,112,113,121,122,123	1,86	2,07
89 602	100 x 60 x 60	11,12,13,21,22,23,31,32,33,41,42,43	101,102,103,111,112,113,121,122,123	1,86	2,07

4.2 Ergebnisse Winkelverbinder LF F_{2,3}

In Tabelle 5 und Tabelle 6 sind die charakteristischen Werte der Tragfähigkeiten für einen einseitigen bzw. beidseitigen

Schwellenanschluss gegeben. Die genannten Nagellöcher sind auszunageln.

Tabelle 5: Lastfall F₁, 2 Holzverbinder/Anschluss

Zeichnungs-Nr.	Typ	Nagel-Nr. n _v	Nagel-Nr. n _H	e ₁ (mm)	F _{2,3Rk} [kN]
					Holz
89 571	40 x 40 x 40	11,12	101,102,111,112	17,3	3,25
89 572	50 x 50 x 40	11,12	101,102,111,112	17,3	3,25
89 573	60 x 60 x 40	11,12,21,22	101,102,103,111,112,121,122	28,4	4,40
89 574	60 x 60 x 50	11,12,13,21,22	101,102,111,112,113,121,122	22,2	6,71
89 575	60 x 60 x 60	11,12,13,21,22,23	101,102,103,111,112,113,121,122,123	26,9	8,08
89 576	40 x 40 x 60	11,12,13	101,102,103,111,112,113	16,4	6,09
89 577	60 x 60 x 80	11,12,13,14,21,22,23,24	101,102,103,104,111,112,113,114,121,122,123,124	26,1	12,64
89 578	60 x 60 x 100	11,12,13,14,15,21,22,23,24,25	101,102,103,104,105,111,112,113,114,115,121,122,123,124,125	25,5	18,10
89 579	80x 80 x 60	11,12,13,21,22,23,31,32,33	101,102,103,111,112,113,121,122,123,131,132,133	35,8	10,12
89 580	80 x 80 x 80	11,12,13,14,21,22,23,24,31,32,33,34	101,102,103,104,111,112,113,114,121,122,123,124,131,132,133,134	35,0	15,49
89 581	80 x 80 x 100	11,12,13,14,15,21,22,23,24,25,31,32,33,34,35	101,102,103,104,105,111,112,113,114,115,121,122,123,124,125,131,132,133,134,135	34,6	21,87
89 582	100 x 100 x 60	11,12,13,21,22,23,31,32,33,41,42,43	101,102,103,111,112,113,121,122,123,131,132,133,141,142,143	47,0	12,25
89 583	100 x 100 x 80	11,12,13,14,21,22,23,24,31,32,33,34,41,42,43,44	101,102,103,104,111,112,113,114,121,122,123,124,131,132,133,134,141,142,143,144	44,9	18,54
89 584	100 x 100 x 100	11,12,13,14,15,21,22,23,24,25,31,32,33,34,35,41,42,43,44,45	101,102,103,104,105,111,112,113,114,115,121,122,123,124,125,131,132,133,134,135,141,142,143,144,145	50,0	30,43
89 585	40 x 40 x 100	11,12,13,14,15	101,102,103,104,105,111,112,113,114,115	30,0	20,82
89 586	40 x 40 x 140	11,12,13,14,15,16,17	101,102,103,104,105,106,107,111,112,113,114,115,116,117	10,4	21,14
89 587	40 x 40 x 200	11,12,13,14,15,16,17,18,19,20	101,102,103,104,105,106,107,108,109,110,111,112,113,114,115,116,117,118,119,120	3,5	32,28
89 588	60 x 60 x 40	11,12,21,22	101,102,111,112,121,122	28,3	4,37
89 589	60 x 60 x 60	11,12,13,21,22,23	101,102,103,111,112,113,121,122,123	26,9	8,03
89 600	60 x 40 x 60	11,12,13,21,22,23	101,102,103,111,112,113	30,4	7,33
89 601	80 x 60 x 60	11,12,13,21,22,23,31,32,33	101,102,103,111,112,113,121,122,123	40,5	9,23
89 602	100 x 60 x 60	11,12,13,21,22,23,31,32,33,41,42,43	101,102,103,111,112,113,121,122,123	55,6	10,82

Tabelle 6: Lastfall F₁, 1 Holzverbinder/Anschluss

Zeichnungs-Nr.	Typ	Nagel-Nr. n _v	Nagel-Nr. n _h	e ₁ (mm)	F _{2,3Rk} [kN]
					Holz
89 571	40 x 40 x 40	11,12	101,102,111,112	17,3	1,62
89 572	50 x 50 x 40	11,12	101,102,111,112	17,3	1,62
89 573	60 x 60 x 40	11,12,21,22	101,102,103,111,112,121,122	28,4	2,20
89 574	60 x 60 x 50	11,12,13,21,22	101,102,111,112,113,121,122	22,2	3,35
89 575	60 x 60 x 60	11,12,13,21,22,23	101,102,103,111,112,113,121,122,123	26,9	4,04
89 576	40 x 40 x 60	11,12,13	101,102,103,111,112,113	16,4	3,05
89 577	60 x 60 x 80	11,12,13,14,21,22,23,24	101,102,103,104,111,112,113,114,121,122,123,124	26,1	6,32
89 578	60 x 60 x 100	11,12,13,14,15,21,22,23,24,25	101,102,103,104,105,111,112,113,114,115,121,122,123,124,125	25,5	9,05
89 579	80x 80 x 60	11,12,13,21,22,23,31,32,33	101,102,103,111,112,113,121,122,123,131,132,133	35,8	5,06
89 580	80 x 80 x 80	11,12,13,14,21,22,23,24,31,32,33,34	101,102,103,104,111,112,113,114,121,122,123,124,131,132,133,134	35,0	7,74
89 581	80 x 80 x 100	11,12,13,14,15,21,22,23,24,25,31,32,33,34,35	101,102,103,104,105,111,112,113,114,115,121,122,123,124,125,131,132,133,134,135	34,6	10,94
89 582	100 x 100 x 60	11,12,13,21,22,23,31,32,33,41,42,43	101,102,103,111,112,113,121,122,123,131,132,133,141,142,143	47,0	6,12
89 583	100 x 100 x 80	11,12,13,14,21,22,23,24,31,32,33,34,41,42,43,44	101,102,103,104,111,112,113,114,121,122,123,124,131,132,133,134,141,142,143,144	44,9	9,27
89 584	100 x 100 x 100	11,12,13,14,15,21,22,23,24,25,31,32,33,34,35,41,42,43,44,45	101,102,103,104,105,111,112,113,114,115,121,122,123,124,125,131,132,133,134,135,141,142,143,144,145	50,0	15,22
89 585	40 x 40 x 100	11,12,13,14,15	101,102,103,104,105,111,112,113,114,115	30,0	10,41
89 586	40 x 40 x 140	11,12,13,14,15,16,17	101,102,103,104,105,106,107,111,112,113,114,115,116,117	10,4	10,57
89 587	40 x 40 x 200	11,12,13,14,15,16,17,18,19,20	101,102,103,104,105,106,107,108,109,110,111,112,113,114,115,116,117,118,119,120	3,5	16,14
89 588	60 x 60 x 40	11,12,21,22	101,102,111,112,121,122	28,3	2,19
89 589	60 x 60 x 60	11,12,13,21,22,23	101,102,103,111,112,113,121,122,123	26,9	4,01
89 600	60 x 40 x 60	11,12,13,21,22,23	101,102,103,111,112,113	30,4	3,67
89 601	80 x 60 x 60	11,12,13,21,22,23,31,32,33	101,102,103,111,112,113,121,122,123	40,5	4,62
89 602	100 x 60 x 60	11,12,13,21,22,23,31,32,33,41,42,43	101,102,103,111,112,113,121,122,123	55,6	5,41

4.3 Ergebnisse Winkelverbinder LF F_{4,5}

In der Tabelle 7 ist der charakteristische Wert der Tragfähigkeit für einen Schwellenanschluss gegeben.

Die genannten Nagellöcher sind auszunageln.

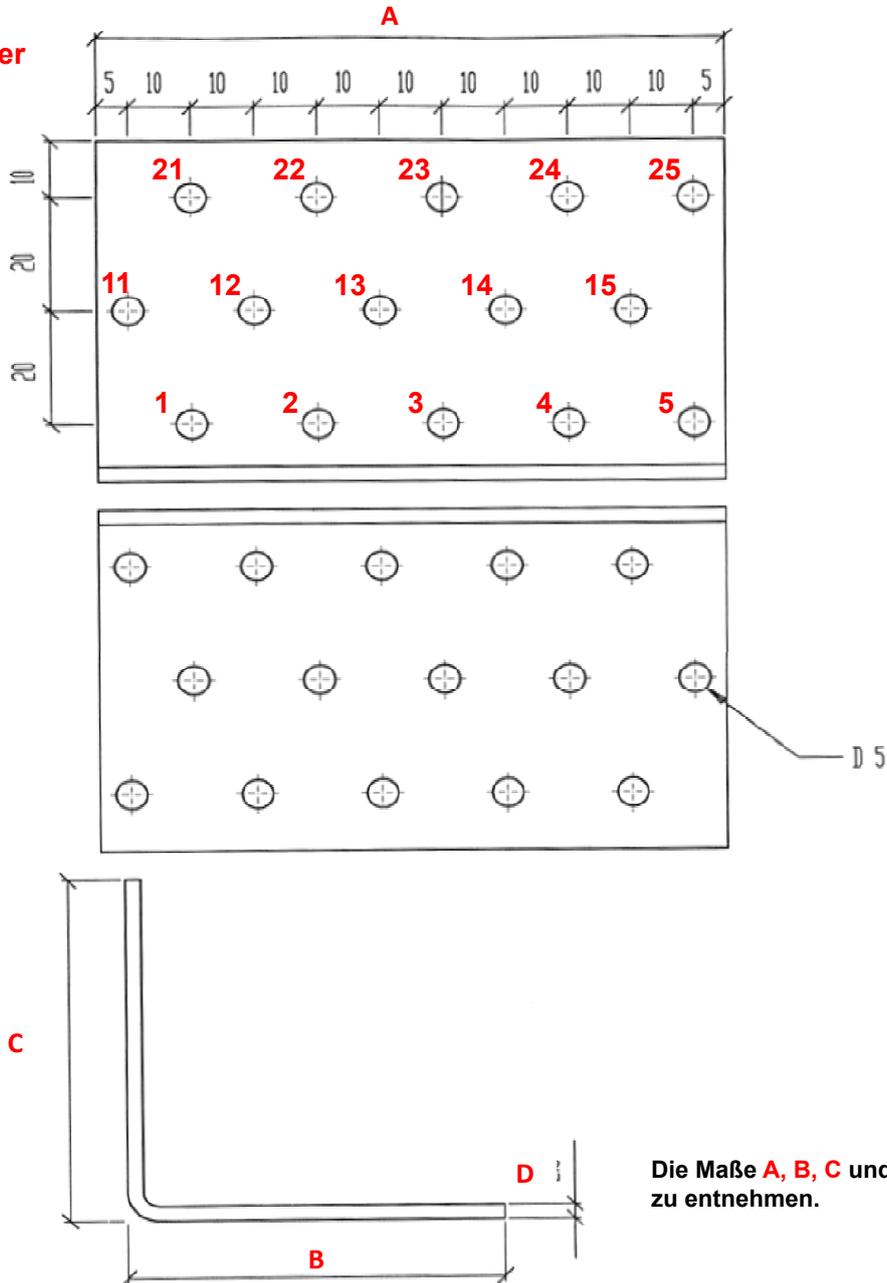
Tabelle 7: Grundlastfall F_{4,5}, 2 Holzverbinder/Anschluss

Zeichnungs-Nr.	Typ	Nagel-Nr. n _v	Nagel-Nr. n _H	F _{4,5,Rk} [kN]	
				Holz	Stahl
89 571	40 x 40 x 40	11,12	101,102,111,112	6,52	1,89
89 572	50 x 50 x 40	11,12	101,102,111,112	6,52	1,89
89 573	60 x 60 x 40	11,12,21,22	101,102,103,111,112,121,122	5,12	2,17
89 574	60 x 60 x 50	11,12,13,21,22	101,102,111,112,113,121,122	6,87	3,12
89 575	60 x 60 x 60	11,12,13,21,22,23	101,102,103,111,112,113,121,122,123	7,69	3,26
89 576	40 x 40 x 60	11,12,13	101,102,103,111,112,113	8,93	3,72
89 577	60 x 60 x 80	11,12,13,14,21,22,23,24	101,102,103,104,111,112,113,114,121,122,123,124	9,86	5,43
89 578	60 x 60 x 100	11,12,13,14,15,21,22,23,24,25	101,102,103,104,105,111,112,113,114,115,121,122,123,124,125	12,33	6,79
89 579	80x 80 x 60	11,12,13,21,22,23,31,32,33	101,102,103,111,112,113,121,122,123,131,132,133	8,09	4,31
89 580	80 x 80 x 80	11,12,13,14,21,22,23,24,31,32,33,34	101,102,103,104,111,112,113,114,121,122,123,124,131,132,133,134	10,78	5,75
89 581	80 x 80 x 100	11,12,13,14,15,21,22,23,24,25,31,32,33,34,35	101,102,103,104,105,111,112,113,114,115,121,122,123,124,125,131,132,133,134,135	13,48	7,19
89 582	100 x 100 x 60	11,12,13,21,22,23,31,32,33,41,42,43	101,102,103,111,112,113,121,122,123,131,132,133,141,142,143	8,70	4,31
89 583	100 x 100 x 80	11,12,13,14,21,22,23,24,31,32,33,34,41,42,43,44	101,102,103,104,111,112,113,114,121,122,123,124,131,132,133,134,141,142,143,144	11,60	5,74
89 584	100 x 100 x 100	11,12,13,14,15,21,22,23,24,25,31,32,33,34,35,41,42,43,44,45	101,102,103,104,105,111,112,113,114,115,121,122,123,124,125,131,132,133,134,135,141,142,143,144,145	14,53	7,55
89 585	40 x 40 x 100	11,12,13,14,15	101,102,103,104,105,111,112,113,114,115	16,29	4,73
89 586	40 x 40 x 140	11,12,13,14,15,16,17	101,102,103,104,105,106,107,111,112,113,114,115,116,117	22,80	6,62
89 587	40 x 40 x 200	11,12,13,14,15,16,17,18,19,20	101,102,103,104,105,106,107,108,109,110,111,112,113,114,115,116,117,118,119,120	32,57	9,45
89 588	60 x 60 x 40	11,12,21,22	101,102,111,112,121,122	4,93	2,71
89 589	60 x 60 x 60	11,12,13,21,22,23	101,102,103,111,112,113,121,122,123	7,40	4,07
89 600	60 x 40 x 60	11,12,13,21,22,23	101,102,103,111,112,113	6,92	4,68
89 601	80 x 60 x 60	11,12,13,21,22,23,31,32,33	101,102,103,111,112,113,121,122,123	7,79	4,38
89 602	100 x 60 x 60	11,12,13,21,22,23,31,32,33,41,42,43	101,102,103,111,112,113,121,122,123	7,84	4,51

Anlagen:

Konstruktionszeichnungen der Lochplattenwinkel mit Nagelbildern

Nagelbilder



Die Maße A, B, C und D sind der Tabelle zu entnehmen.

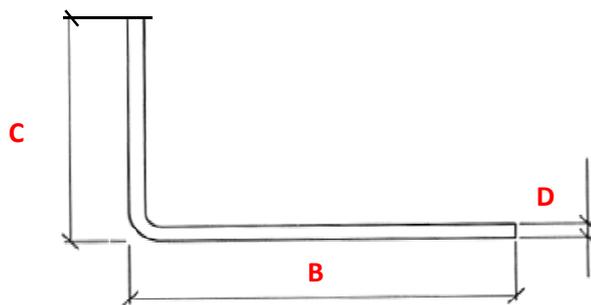
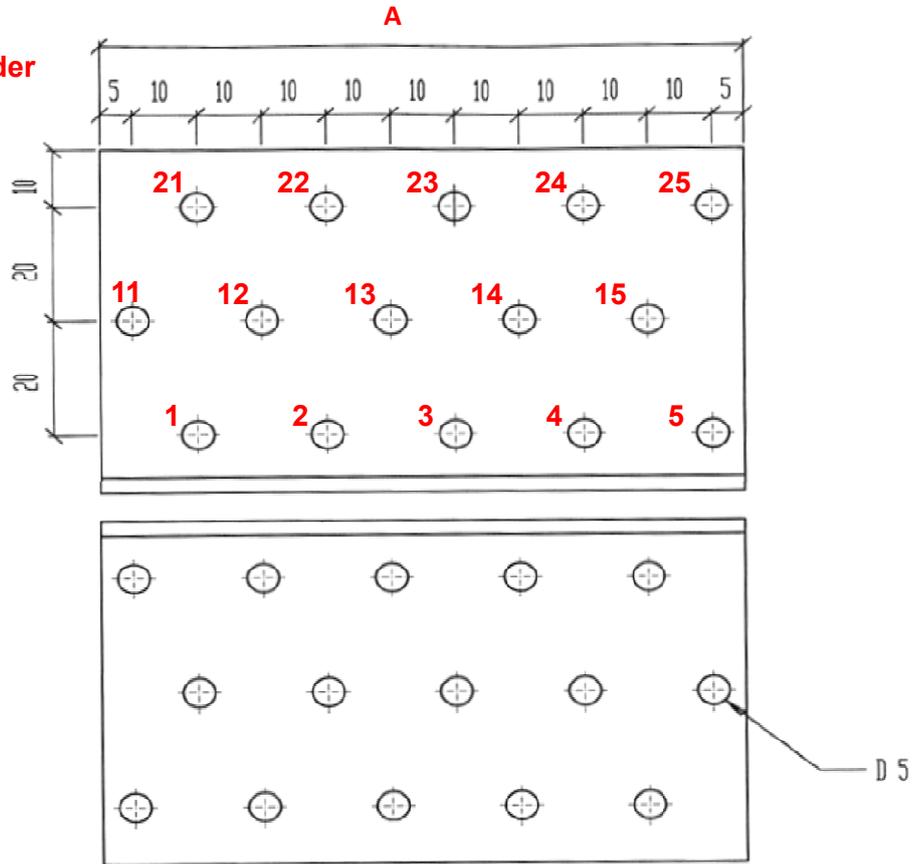
Schutzvermerk nach DIN 34 beachten	Oberflächen	Maßstab:	Gewicht:	Bezeichnung: Lochplattenwinkel
		Werkstoff		
Allgemeintoleranzen	Werkstückkanten	DX 51D + Z275 sendzimir verzinkt		
DIN 7168 g		 Verbindungssysteme	Zeichnungs-Nr.	
Bearbeitet: 22.09.08	Herr Tewes		89570 bis 89589	
Geprüft: 22.09.08	Herr Gutzeit			
Änderung:				

Tabelle zu Zeichnung 89 570 – 89 589

Art Nr:	B	C	A	D	St.Kart	Gewicht Kart.
89 570	40	40	20	2,0	100	2,2
89 571	40	40	40	2,0	100	4,4
89 572	50	50	40	2,0	100	5,5
89 573	60	60	40	2,0	100	6,3
89 574	60	60	50	2,5	100	10,4
89 575	60	60	60	2,0	100	10
89 576	40	40	60	2,5	100	8,1
89 577	60	60	80	2,5	50	8,3
89 578	60	60	100	2,5	50	10,3
89 579	80	80	60	2,5	50	8,4
89 580	80	80	80	2,5	50	11,2
89 581	80	80	100	2,5	25	7
89 582	100	100	60	2,5	50	10,6
89 583	100	100	80	2,5	50	13,6
89 584	100	100	100	2,5	25	8,8
89 585	40	40	100	2	100	11,3
89 586	40	40	140	2,0	100	15,4
89 587	40	40	200	2,0	50	11,6
89 588	60	60	40	2,5	100	8,4
89 589	60	60	60	2,5	100	12

Schutzvermerk nach DIN 34 beachten	Oberflächen	Maßstab:	Gewicht:	Bezeichnung: Lochplattenwinkel
		Werkstoff		
Allgemeintoleranzen	Werkstückkanten	DX 51D + Z275 sendzimir verzinkt	Zeichnungs-Nr. 89570 bis 89589	
DIN 7168 g		 Verbindungssysteme		
Bearbeitet: 22.09.08	Herr Tewes			
Geprüft: 22.09.08	Herr Gutzeit			
Änderung:				

Nagelbilder



Die Maße A, B, C und D sind der Tabelle zu entnehmen.

Schutzvermerk nach DIN 34 beachten	Oberflächen	Maßstab:	Gewicht:	Bezeichnung:
		Werkstoff		
Allgemeintoleranzen	Werkstückkanten	DX 51D + Z275 sendzimir verzinkt		Lochplattenwinkel
DIN 7168 g				Zeichnungs-Nr.
Bearbeitet: 22.09.08	Herr Tewes			89600 bis 89602
Geprüft: 22.09.08	Herr Gutzeit			
Änderung:				

Tabelle zu Zeichnung 89 600 – 89 602

Art Nr:	B	C	A	D	St.Kart	Gewicht Kart.
89 600	40	60	60	2,5	100	10,3
89 601	60	80	60	2,5	50	7,3
89 602	60	100	60	2,5	50	8,4

Schutzvermerk nach DIN 34 beachten	Oberflächen	Maßstab:	Gewicht:	Bezeichnung: Lochplattenwinkel
		Werkstoff		
Allgemeintoleranzen	Werkstückkanten	DX 51D + Z275 sendzimir verzinkt		
DIN 7168 g		 Verbindungssysteme		
Bearbeitet: 22.09.08	Herr Tewes			
Geprüft: 22.09.08	Herr Gutzeit			
Änderung:				