

(3) Bei der Aufnahme der Zugkraft $F_{t,90,d}$ nach Gleichung (154) durch seitlich aufgeklebte Verstärkungsplatten ist für die gleichmäßig verteilt angenommene Klebfugenspannung nachzuweisen, dass

$$\frac{\tau_{ef,d}}{f_{k2,d}} \leq 1 \quad (157)$$

$$\tau_{ef,d} = \frac{F_{t,90,d}}{4 \cdot \ell_{ad} \cdot \ell_r} \quad (158)$$

Dabei ist

$$\ell_{ad} = \min(\ell_{ad,c}; \ell_{ad,t}) \quad (\text{siehe Bild 36}),$$

ℓ_r Breite der Verstärkungsplatte (siehe Bild 36),

$f_{k2,d}$ Bemessungswert der Klebfugensfestigkeit (charakteristischer Wert siehe Tabelle F.23).

(4) Für die Zugspannung in den aufgeklebten Verstärkungsplatten ist nachzuweisen, dass

$$k_k \frac{\sigma_{t,d}}{f_{t,d}} \leq 1 \quad (159)$$

$$\sigma_{t,d} = \frac{F_{t,90,d}}{n_r \cdot \ell_r \cdot \ell_f} \quad (160)$$

Dabei ist

n_r Anzahl der Verstärkungsplatten,

ℓ_r Dicke einer Verstärkungsplatte,

k_k Beiwert zur Berücksichtigung der ungleichmäßigen Spannungsverteilung; ohne genaueren Nachweis darf $k_k = 1,5$ angenommen werden,

$f_{t,d}$ Bemessungswert der Zugfestigkeit des Plattenwerkstoffes in Richtung der Zugkraft $F_{t,90}$.

(5) Die Verstärkungsplatten sind entsprechend Bild 36 aufzukleben, wobei gilt:

$$0,25 \leq \frac{\ell_r}{\ell_{ad}} \leq 0,5 \quad (161)$$

(6) Verstärkungen mit Nagelplatten sind sinngemäß nach den Absätzen (3) und (4) nachzuweisen und nach Absatz (5) anzuordnen.

11.4.3 Rechtwinklige Ausklinkungen an den Enden von Biegestäben mit Rechteckquerschnitt

(1) Die Verstärkung einer rechtwinkligen Ausklinkung auf der belasteten Seite eines Trägersauflagers (siehe Bild 37) darf für eine Zugkraft $F_{t,90,d}$ bemessen werden:

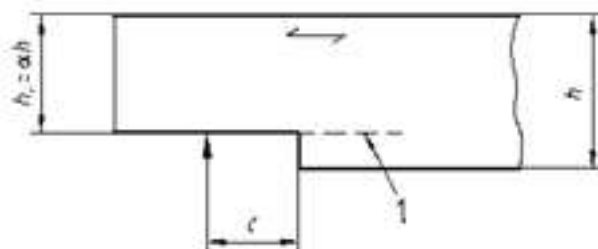
$$F_{t,90,d} = 1,3 \cdot V_d \cdot [3 \cdot (1 - a)^2 - 2 \cdot (1 - a)^3] \quad (162)$$

DIN 1052:2004-08

Dabei ist

V_d Bemessungswert der Querkraft,

$\alpha = h_e / h$ (siehe Bild 37).



Legende

1 gefährdeter Bereich

Bild 37 — Rechtwinklige Ausklinkung auf der belasteten Trägerseite

(2) Bei der Aufnahme der Zugkraft $F_{t,90,d}$ nach Gleichung (162) durch Stahlstäbe ist für die gleichmäßig verteilt angenommene Klebfugenspannung nachzuweisen, dass

$$\frac{\tau_{ef,d}}{f_{k1,d}} \leq 1 \quad (163)$$

$$\tau_{ef,d} = \frac{F_{t,90,d}}{n \cdot d_t \cdot \pi \cdot \ell_{ad}} \quad (164)$$

Dabei ist

ℓ_{ad} wirksame Verankerungslänge (siehe Bild 38),

n Anzahl der Stahlstäbe; dabei darf in Trägerlängsrichtung nur ein Stab in Rechnung gestellt werden,

d_t Stahlstabaußendurchmesser (≤ 20 mm),

$f_{k1,d}$ Bemessungswert der Klebfugenspannung (charakteristischer Wert siehe Tabelle F.23).

(3) Die Mindestlänge eines jeden Stahlstabes beträgt $2 \cdot \ell_{ad}$, der Durchmesser d_t darf 20 mm nicht überschreiten.

(4) Bei der Aufnahme der Zugkraft $F_{t,90,d}$ nach Gleichung (162) durch seitlich aufgeklebte Verstärkungsplatten ist für die gleichmäßig verteilt angenommene Klebfugenspannung nachzuweisen, dass

$$\frac{\tau_{ef,d}}{f_{k2,d}} \leq 1 \quad (165)$$

$$\tau_{ef,d} = \frac{F_{t,90,d}}{2 \cdot (h - h_e) \cdot \ell_t} \quad (166)$$

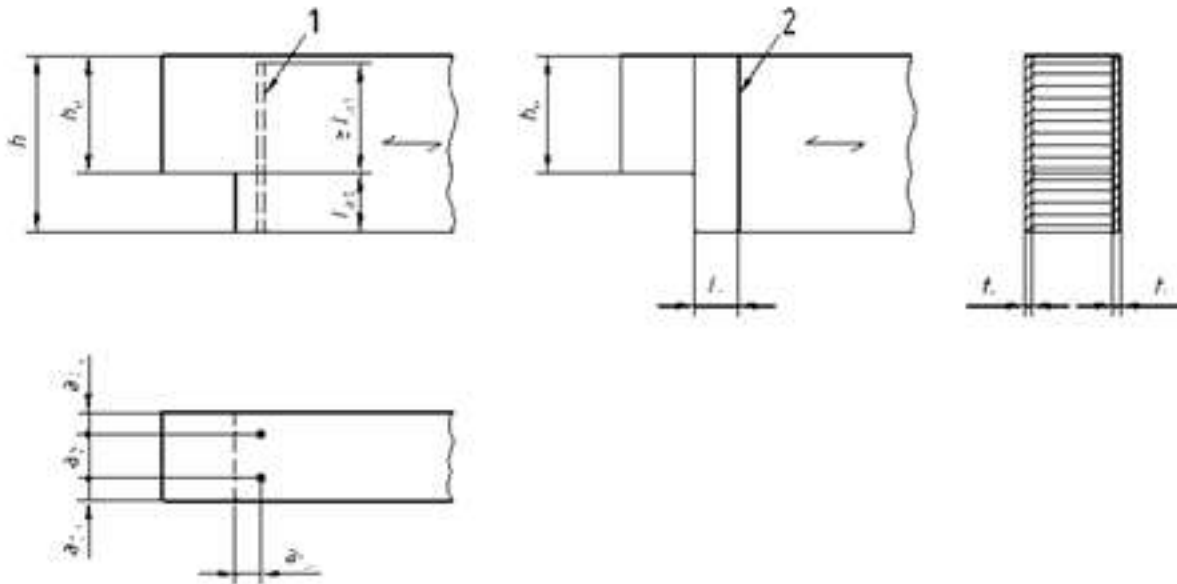
Dabei ist

$F_{t,90,d}$ Zugkraft nach Gleichung (162),

h, h_e siehe Bild 38,

t_f Breite der Verstärkungsplatte (siehe Bild 38),

$f_{k2,d}$ Bemessungswert der Klebfugenfestigkeit (charakteristischer Wert siehe Tabelle F.23).



Legende

- 1 Stahlstabdurchmesser $\varnothing d$,
2 Verstärkungsplatten

Bild 38 — Angaben für Verstärkungen rechtwinkliger Ausklinkungen

(5) Für die Zugspannung in den aufgeklebten Verstärkungsplatten ist nachzuweisen, dass

$$k_k \frac{\sigma_{t,d}}{f_{t,d}} \leq 1 \quad (167)$$

$$\sigma_{t,d} = \frac{F_{t,90,d}}{2 \cdot t_f \cdot l_f} \quad (168)$$

Dabei ist

t_f Dicke einer Verstärkungsplatte,

k_k Beiwert zur Berücksichtigung der ungleichmäßigen Spannungsverteilung; ohne genaueren Nachweis darf $k_k = 2,0$ angenommen werden,

$f_{t,d}$ Bemessungswert der Zugfestigkeit des Plattenwerkstoffes in Richtung der Zugkraft $F_{t,90}$.

DIN 1052:2004-08

(6) Die Verstärkungsplatten sind entsprechend Bild 38 aufzukleben, wobei gilt

$$0,25 \leq \frac{\ell_r}{h - h_e} \leq 0,5 \quad (169)$$

(7) Verstärkungen mit Nagelplatten sind sinngemäß nach den Absätzen (4) und (5) nachzuweisen und nach Absatz (6) anzuordnen.

11.4.4 Durchbrüche bei Biegestäben mit Rechteckquerschnitt

(1) Für Durchbrüche, bei denen die geometrischen Randbedingungen nach den Gleichungen (170) bis (173) eingehalten sind, darf die Verstärkung des Durchbruchs für eine Zugkraft $F_{t,90,d}$ nach Gleichung (151) bemessen werden. Die Zugkraft $F_{t,90,d}$ ist bei rechteckigen Durchbrüchen in der Höhe der querzugbeanspruchten Durchbruchhecke, bei kreisförmigen Durchbrüchen in der Höhe des querzugbeanspruchten Durchbruchrandes unter 45° zur Trägerachse vom Kreismittelpunkt aus (siehe Bild 39) anzunehmen.

$$\ell_A \geq h/2 \quad (170)$$

$$a \leq h \quad (171)$$

$$h_{ro} \geq h/4 \quad (172)$$

$$h_{ru} \geq h/4 \quad (173)$$

Die folgenden Nachweise sind für jeden gefährdeten Bereich zu führen.

(2) Bei der Verstärkung mit Stahlstäben ist für die gleichmäßig verteilt angenommene Klebfugenspannung nachzuweisen, dass

$$\frac{\tau_{ef,d}}{f_{k1,d}} \leq 1 \quad (174)$$

$$\tau_{ef,d} = \frac{F_{t,90,d}}{n \cdot d_t \cdot \pi \cdot \ell_{ad}} \quad (175)$$

Dabei ist

$$\ell_{ad} = h_{ru} + 0,15 \cdot h_d \quad \text{oder} \quad \ell_{ad} = h_{ro} + 0,15 \cdot h_d \quad \text{für kreisförmige Durchbrüche,}$$

$$\ell_{ad} = h_{ru} \quad \text{oder} \quad \ell_{ad} = h_{ro} \quad \text{für rechteckige Durchbrüche,}$$

$$h_{ru(ro)} \quad \text{siehe Bild 39,}$$

n Anzahl der Stahlstäbe; dabei darf je Durchbruchseite in Trägerlängsrichtung nur ein Stab in Rechnung gestellt werden,

d_t Stahlstabaußendurchmesser (≤ 20 mm),

$f_{k1,d}$ Bemessungswert der Klebfugensfestigkeit (charakteristischer Wert siehe Tabelle F.23).

(3) Die Mindestlänge eines jeden Stahlstabes beträgt $2 \cdot \ell_{ad}$, der Durchmesser d_t darf 20 mm nicht überschreiten.

(4) Bei rechteckigen Durchbrüchen mit innen liegenden Verstärkungen sind die erhöhten Schubspannungen im Bereich der Durchbruchhecken nachzuweisen.

(5) Bei Verstärkungsplatten ist für die gleichmäßig verteilt angenommene Klebfugenspannung nachzuweisen, dass

$$\frac{\tau_{ef,d}}{f_{k2,d}} \leq 1 \quad (176)$$

$$\tau_{ef,d} = \frac{F_{t,90,d}}{2 \cdot a_r \cdot h_{ad}} \quad (177)$$

Dabei ist

$h_{ad} = h_1$ für rechteckige Durchbrüche,

$h_{ad} = h_1 + 0,15 h_d$ für kreisförmige Durchbrüche,

a_r, h_1, h_d siehe Bild 40,

$f_{k2,d}$ Bemessungswert der Klebfugensfestigkeit (charakteristischer Wert siehe Tabelle F.23).

(6) Für die Zugspannung in den aufgeklebten Verstärkungsplatten ist nachzuweisen, dass

$$k_k \frac{\sigma_{t,d}}{f_{t,d}} \leq 1 \quad (178)$$

$$\sigma_{t,d} = \frac{F_{t,90,d}}{2 \cdot a_r \cdot t_r} \quad (179)$$

Dabei ist

a_r, t_r siehe Bild 40,

k_k Beiwert zur Berücksichtigung der ungleichmäßigen Spannungsverteilung; ohne genaueren Nachweis darf $k_k = 2,0$ angenommen werden,

$f_{t,d}$ Bemessungswert der Zugfestigkeit des Plattenwerkstoffes in Richtung der Zugkraft $F_{t,90}$.

(7) Die Verstärkungsplatten sind beispielsweise nach Bild 40 aufzukleben,

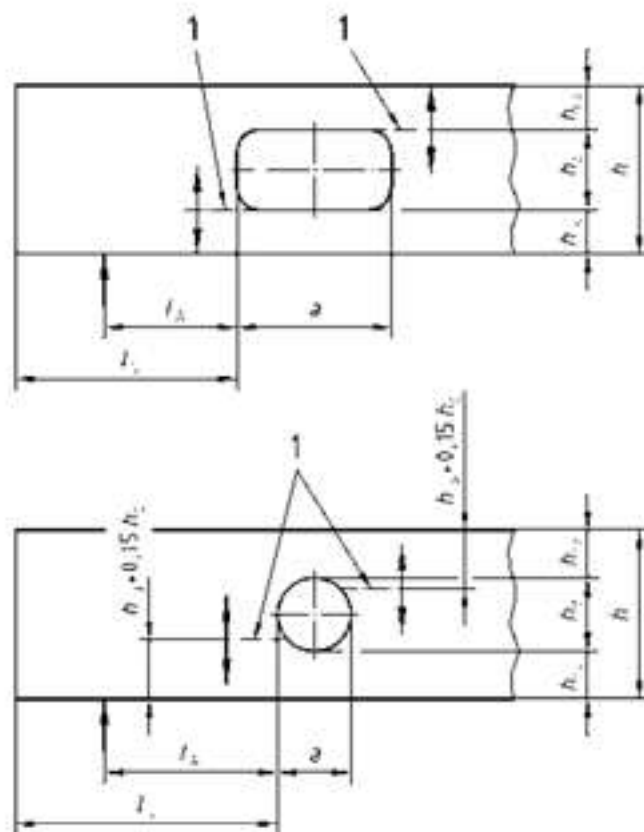
wobei

$$0,25 \cdot a \leq a_r \leq 0,6 \cdot \ell_{t,90} \quad \text{mit} \quad \ell_{t,90} = 0,5 \cdot (h_d + h) \quad (180)$$

und

$$h_1 \geq 0,25 \cdot a \quad (181)$$

(8) Verstärkungen mit Nagelplatten sind sinngemäß nach den Absätzen (5) und (6) nachzuweisen und nach Absatz (7) anzuordnen.

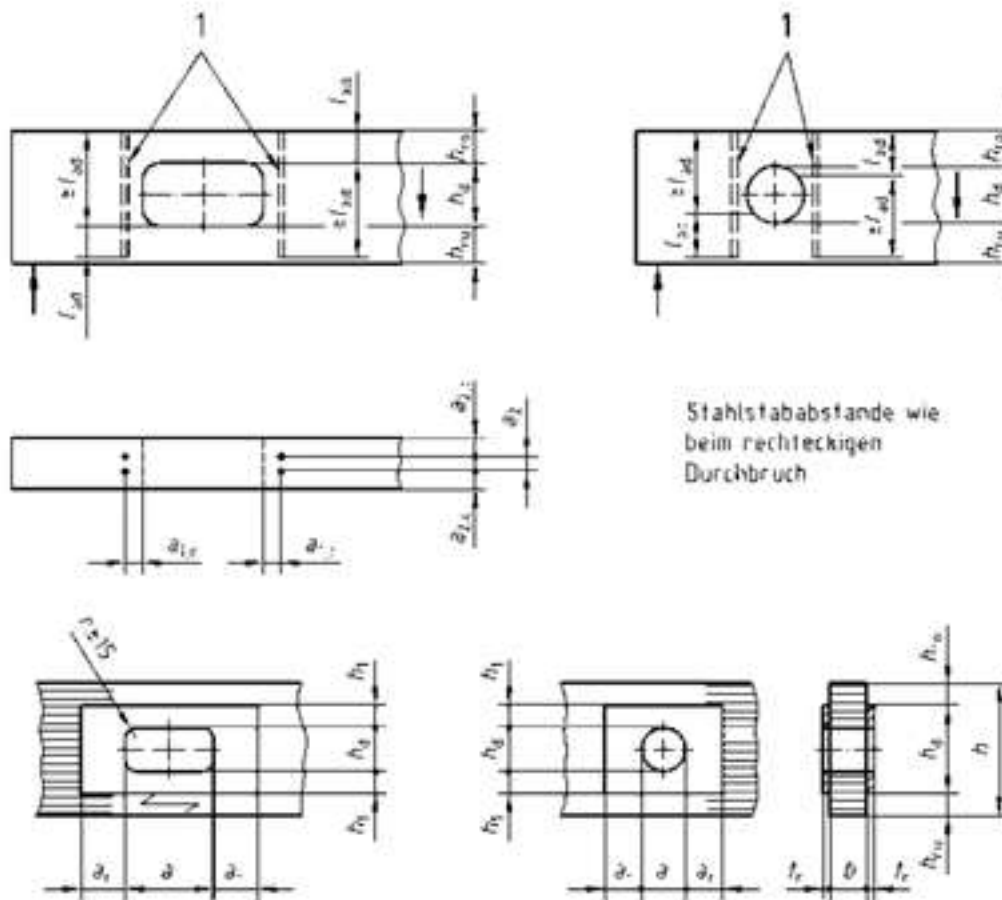


Legende

1 gefährdeter Bereich

Bild 39 — Rechteckiger (oben) und kreisförmiger (unten) Durchbruch eines Biegestabes

Maße in Millimeter



Stahlstababstände wie
beim rechteckigen
Durchbruch

Legende1 Stahlstab mit Durchmesser d_r **Bild 40 — Beispiele für Verstärkungen von Durchbrüchen****11.4.5 Gekrümmte Träger und Satteldachträger aus Brettschichtholz**

(1) Für Träger, bei denen die Zugkräfte rechtwinklig zur Faser vollständig durch Verstärkungselemente aufgenommen werden, sind die Verstärkungen in den beiden inneren Vierteln des querzugbeanspruchten Bereichs für eine Zugkraft $F_{t,90,d}$ zu bemessen:

$$F_{t,90,d} = \frac{\sigma_{t,90,d} \cdot b \cdot a_1}{n} \quad (182)$$

Dabei ist

- $\sigma_{t,90,d}$ Bemessungswert der Zugspannung rechtwinklig zur Faserrichtung nach Gleichung (86), (91) bzw. (95),
- b Trägerbreite,
- a_1 Abstand der Verstärkungen in Trägerlängsrichtung in Höhe der Trägerachse,
- n Anzahl der Verstärkungselemente im Bereich innerhalb der Länge a_1 .

DIN 1052:2004-08

Die Verstärkungen in den äußeren Vierteln des querzugbeanspruchten Bereichs sind in diesem Fall für folgende Zugkraft $F_{t,90,d}$ zu bemessen:

$$F_{t,90,d} = \frac{2}{3} \cdot \frac{\alpha_{t,90,d} \cdot b \cdot a_1}{n} \quad (183)$$

(2) Für Träger, bei denen die Bedingung nach Gleichung (88) nicht erfüllt ist, sind in den Nutzungsklassen 1 und 2 konstruktive Verstärkungen zur Aufnahme zusätzlicher, klimabedingter Querkzugspannungen vorzusehen. Diese Verstärkungen sind im querzugbeanspruchten Bereich für eine Zugkraft $F_{t,90,d}$ zu bemessen:

$$F_{t,90,d} = \frac{\sigma_{t,90,d} \cdot b^2 \cdot a_1}{640 \cdot n} \quad (184)$$

Dabei ist

$\alpha_{t,90,d}$ Bemessungswert der Zugspannung rechtwinklig zur Faserrichtung nach Gleichung (86), (91) bzw. (95),

b Trägerbreite in mm,

(3) Bei der Aufnahme der Zugkraft $F_{t,90,d}$ durch eingeklebte Stahlstäbe ist für die gleichmäßig verteilt angenommene Klebfugenspannung nachzuweisen, dass

$$\frac{\tau_{ef,d}}{f_{k1,d}} \leq 1 \quad (185)$$

$$\tau_{ef,d} = \frac{2 \cdot F_{t,90,d}}{\pi \cdot \ell_{ad} \cdot d_t} \quad (186)$$

Dabei ist

$F_{t,90,d}$ Bemessungswert der Zugkraft je Stahlstab,

ℓ_{ad} halbe Einklebelänge des Stahlstabes,

d_t Stahlstabaußendurchmesser,

$f_{k1,d}$ Bemessungswert der Klebfugensfestigkeit für $\ell_{ad} \leq 250$ mm (charakteristischer Wert siehe Tabelle F.23).

(4) Die Stahlstäbe müssen mit Ausnahme einer Randlamelle über die gesamte Trägerhöhe durchgehen.

(5) Für Träger, bei denen die Zugkräfte rechtwinklig zur Faser vollständig durch Verstärkungselemente aufgenommen werden, sollte der Abstand der Stahlstäbe an der Trägeroberkante untereinander mindestens 250 mm, jedoch nicht mehr als 75 % der Trägerhöhe h_{ap} betragen.

(6) Für Träger, bei denen die Bedingung nach Gleichung (88) nicht erfüllt ist, sollten die Stahlstäbe im querzugbeanspruchten Bereich gleichmäßig verteilt werden.

(7) Bei der Aufnahme der Zugkraft $F_{t,90,d}$ durch seitlich aufgeklebte Verstärkungen ist für die gleichmäßig verteilt angenommene Klebfugenspannung nachzuweisen, dass

$$\frac{\tau_{ef,d}}{f_{k3,d}} \leq 1 \quad (187)$$

$$\tau_{\text{ef},d} = \frac{2 \cdot F_{\text{t},90,d}}{\ell_{\text{r}} \cdot \ell_{\text{ad}}} \quad (188)$$

Dabei ist

- $F_{\text{t},90,d}$ Bemessungswert der Zugkraft je Verstärkungsplatte,
 ℓ_{ad} Höhe der aufgeklebten Verstärkung oberhalb oder unterhalb der Trägerachse,
 ℓ_{r} Länge der Verstärkung in der Trägerachse,
 $f_{\text{k},d}$ Bemessungswert der Klebfugenfestigkeit (charakteristischer Wert siehe Tabelle F.23).

(8) Für die Zugspannung in den aufgeklebten Verstärkungen ist nachzuweisen, dass

$$\frac{\sigma_{\text{t},d}}{f_{\text{t},d}} \leq 1 \quad (189)$$

$$\sigma_{\text{t},d} = \frac{F_{\text{t},90,d}}{\ell_{\text{r}} \cdot \ell_{\text{r}}} \quad (190)$$

Dabei ist

- ℓ_{r} Dicke einer Verstärkung,
 $f_{\text{t},d}$ Bemessungswert der Zugfestigkeit des Werkstoffes der Verstärkung in Richtung der Zugkraft $F_{\text{t},90}$.

12 Verbindungen mit stiftförmigen metallischen Verbindungsmitteln

12.1 Allgemeines

(1) Stiftförmige Verbindungsmittel im Sinne dieses Abschnittes sind:

Stabdübel, Passbolzen, Bolzen, Gewindestangen (Gewindebolzen nach DIN 976-1), Nägel, Schrauben und Klammern.

(2) Bei der Bemessung der Verbindungen ist zu berücksichtigen, dass die Tragfähigkeit auch durch ein Scherversagen des Holzes entlang der äußeren Verbindungsmittelreihen oder durch Zugversagen des Holzes begrenzt werden kann.

12.2 Tragfähigkeit bei Beanspruchung rechtwinklig zur Stiftachse (Abscheren)

12.2.1 Allgemeines

(1) Für die Ermittlung der Tragfähigkeit R_k pro Scherfuge und Verbindungsmittel darf für die Stifte unter Biegebeanspruchung und für das Holz und die Holzwerkstoffe unter Lochbiegebeanspruchung idealplastisches Verhalten angenommen werden.

DIN 1052:2004-08

(2) Vereinfachend dürfen die in 12.2 angegebenen Regeln angewendet werden, wenn kein genauere Nachweis erfolgt. Genauere Nachweisverfahren enthält der Anhang G.

(3) Die Bestimmungen für Verbindungen mit Stabdübeln in 12.3, mit Bolzen und Gewindestangen in 12.4, mit Nägeln in 12.5, mit Schrauben in 12.6 und mit Klammern in 12.7 sind in jedem Falle zusätzlich zu beachten.

(4) Bei Herstellung der Verbindungen dürfen stiftförmige Verbindungsmittel bei Einhaltung der Mindestabstände um den halben Durchmesser gegenüber den Risslinien versetzt oder nicht versetzt angeordnet werden.

12.2.2 Verbindungen von Bauteilen aus Holz und Holzwerkstoffen

(1) Falls die Bedingungen über die Mindestdicken $t_{1,req}$ und $t_{2,req}$ eingehalten sind, darf für Verbindungen von Bauteilen aus Holz und Holzwerkstoffen, die mit in den 12.3 bis 12.7 behandelten Verbindungsmitteln hergestellt sind, der charakteristische Wert der Tragfähigkeit R_k pro Scherfuge und Verbindungsmittel wie folgt berechnet werden:

$$R_k = \sqrt{\frac{2 \cdot \beta}{1 + \beta}} \cdot \sqrt{2 \cdot M_{y,k} \cdot f_{h,1,k} \cdot d} \quad (191)$$

Die Mindestdicke $t_{1,req}$ für das Seitenholz 1 (siehe Bild 43) beträgt:

$$t_{1,req} = 1,15 \cdot \left(2 \cdot \sqrt{\frac{\beta}{1 + \beta}} + 2 \right) \cdot \sqrt{\frac{M_{y,k}}{f_{h,1,k} \cdot d}} \quad (192)$$

Die Mindestdicke $t_{2,req}$ für das Seitenholz 2 (siehe Bild 43) einer einschnittigen Verbindung beträgt:

$$t_{2,req} = 1,15 \cdot \left(2 \cdot \frac{1}{\sqrt{1 + \beta}} + 2 \right) \cdot \sqrt{\frac{M_{y,k}}{f_{h,2,k} \cdot d}} \quad (193)$$

Die Mindestdicke $t_{2,req}$ für Mittelhölzer (siehe Bild 43) mit zweischnittig beanspruchten Verbindungsmitteln beträgt:

$$t_{2,req} = 1,15 \cdot \left(\frac{4}{\sqrt{1 + \beta}} \right) \cdot \sqrt{\frac{M_{y,k}}{f_{h,2,k} \cdot d}} \quad (194)$$

Dabei ist

t_1, t_2 Holz- oder Holzwerkstoffdicken oder Eindringtiefe des Verbindungsmittels (der kleinere Wert ist maßgebend, siehe z. B. Bild 43),

$f_{h,1,k}, f_{h,2,k}$ charakteristischer Wert der Lochleibungsfestigkeit im Holz 1 bzw. 2,

$\beta = f_{h,2,k} / f_{h,1,k}$,

d Durchmesser des Verbindungsmittels,

$M_{y,k}$ charakteristischer Wert des Fließmoments des Verbindungsmittels.

(2) Sind die Holzdicken t_1 oder t_2 geringer als die Mindestdicken $t_{1,req}$ bzw. $t_{2,req}$, darf der charakteristische Wert der Tragfähigkeit R_k ermittelt werden, indem der Wert R_k nach Gleichung (191) mit dem kleineren der Verhältniswerte $t_1/t_{1,req}$ und $t_2/t_{2,req}$ multipliziert wird.

(3) Die Bemessungswerte der Tragfähigkeit sind wie folgt zu berechnen:

$$R_d = \frac{k_{mod} \cdot R_k}{\gamma_M} \quad (195)$$

Für γ_M ist der Wert für auf Biegung beanspruchte Stifte aus Stahl nach Tabelle 1 einzusetzen.

Unterscheiden sich bei Holzwerkstoff-Holz-Verbindungen die Modifikationsbeiwerte k_{mod} der beiden miteinander verbundenen Bauteile ($k_{mod,1}$ und $k_{mod,2}$), dann darf für k_{mod} folgender Wert angenommen werden:

$$k_{mod} = \sqrt{k_{mod,1} \cdot k_{mod,2}} \quad (196)$$

(4) Falls nachfolgend nichts anderes bestimmt ist, sollten die Lochleibungsfestigkeiten f_h in Übereinstimmung mit DIN EN 383:1993-10 bestimmt werden.

(5) Falls nachfolgend nichts anderes bestimmt ist, sollte das Fließmoment M_y in Übereinstimmung mit DIN EN 409:1993-10 bestimmt werden.

12.2.3 Stahlblech-Holz-Verbindungen

(1) Bei Stahlblech-Holz-Verbindungen sind zu unterscheiden:

- Verbindungen mit innen liegenden Stahlblechen oder mit außen liegenden dicken Stahlblechen,
- Verbindungen mit außen liegenden dünnen Stahlblechen.

(2) Die Annahme dicker Stahlbleche gilt als erfüllt, wenn die Stahlblechdicke t_s mindestens gleich dem Verbindungsmitteldurchmesser d ist sowie für mindestens 2 mm dicke Stahlbleche, die mit Sondernägeln der Tragfähigkeitsklasse 3 (siehe Tabelle 14) mit einem Durchmesser von höchstens dem Doppelten der Stahlblechdicke angeschlossen sind.

(3) Stahlbleche sind als dünn anzusehen, wenn die Stahlblechdicke t_s nicht größer als die Hälfte des Verbindungsmitteldurchmessers d ist.

(4) Falls die Bedingung über die Mindestholzdicke t_{req} eingehalten ist, darf der charakteristische Wert der Tragfähigkeit R_k pro Scherfuge und Verbindungsmittel für Verbindungen mit innen liegenden Stahlblechen und mit außen liegenden dicken Stahlblechen (siehe Absatz (1) und (2)) wie folgt berechnet werden:

$$R_k = \sqrt{2} \cdot \sqrt{2 \cdot M_{y,k} \cdot f_{h,k} \cdot d} \quad (197)$$

Die Mindestholzdicke t_{req} beträgt:

$$t_{req} = 1,15 \cdot 4 \cdot \sqrt{\frac{M_{y,k}}{f_{h,k} \cdot d}} \quad (198)$$

DIN 1052:2004-08

(5) Falls die Bedingung über die Mindestholzdicke t_{req} eingehalten ist, darf der charakteristische Wert der Tragfähigkeit pro Scherfuge und Verbindungsmittel für Verbindungen mit außen liegenden dünnen Stahlblechen (siehe Absatz (1)) wie folgt berechnet werden:

$$R_k = \sqrt{2 \cdot M_{y,k} \cdot f_{h,k} \cdot d} \quad (199)$$

Die Mindestholzdicke t_{req} beträgt für Mittelholzer mit zweischnittig beanspruchten Verbindungsmitteln

$$t_{\text{req}} = 115 \cdot (2\sqrt{2}) \cdot \sqrt{\frac{M_{y,k}}{f_{h,k} \cdot d}} \quad (200)$$

und für alle anderen Fälle

$$t_{\text{req}} = 115 \cdot (2 + \sqrt{2}) \cdot \sqrt{\frac{M_{y,k}}{f_{h,k} \cdot d}} \quad (201)$$

(6) Für Stahlblechdicken t_s zwischen $0,5 \cdot d$ und d darf bei der Berechnung des charakteristischen Wertes der Tragfähigkeit zwischen den Werten nach Gleichung (197) und Gleichung (199) geradlinig interpoliert werden. Vereinfachend dürfen in diesen Fällen die Mindestholzdecken nach den Gleichungen (198) und (200) ermittelt und erforderlichenfalls geradlinig interpoliert werden.

(7) Ist die Holzdicke t geringer als die Mindestholzdicke t_{req} , darf der charakteristische Wert der Tragfähigkeit R_k ermittelt werden, indem der Wert R_k nach Gleichung (197) bzw. (199) mit dem Verhältniswert t/t_{req} multipliziert wird.

(8) Die Bemessungswerte der Tragfähigkeit sind nach Gleichung (195) zu berechnen. Dabei ist k_{mod} der Modifikationsbeiwert für das Holz oder den Holzwerkstoff. Für γ_M ist der Wert für auf Biegung beanspruchte Stifte aus Stahl nach Tabelle 1 einzusetzen.

(9) Der Nachweis der Stahlteile ist nach DIN 18800-1 zu führen.

12.3 Verbindungen mit Stabdübeln und Passbolzen

(1) Sofern nicht ausdrücklich anders festgelegt, gelten die Regeln für Stabdübel auch für Passbolzen. Die Löcher für Stabdübel sind im Holz mit dem Nenndurchmesser des Stabdübels zu bohren. Bei Stahlblech-Holz-Verbindungen dürfen die Löcher im Stahlteil bis zu 1 mm größer sein als der Nenndurchmesser des Stabdübels. Bei außen liegenden Stahlblechen sind anstelle der Stabdübel Passbolzen zu verwenden. Dabei muss zur Aufnahme von Lochleibungskräften der volle Schaftquerschnitt des Passbolzens auf die erforderliche Länge vorhanden sein.

(2) Der Durchmesser der Stabdübel muss mindestens $d = 6$ mm und darf höchstens $d = 30$ mm betragen. Charakteristische Festigkeitskennwerte für Stabdübel enthält Tabelle G.9. Vorzugsgrößen sind in Tabelle G.10 angegeben.

(3) Tragende Verbindungen mit Stabdübeln sollten mindestens vier Scherflächen besitzen. Dabei sollten mindestens zwei Stabdübel vorhanden sein. Verbindungen mit nur einem Stabdübel sind zulässig, falls der charakteristische Wert der Tragfähigkeit nur zur Hälfte in Rechnung gestellt wird.

(4) Für Holz dürfen folgende charakteristische Werte der Lochleibungsfestigkeit für eine Belastung unter einem Winkel α zur Faserrichtung des Holzes angenommen werden:

$$f_{h,\alpha,k} = \frac{f_{h,0,k}}{k_{90} \cdot \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha} \quad (202)$$

Dabei ist

$$f_{h,0,k} = 0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot d) \cdot \rho_k \quad \text{N/mm}^2 \quad (203)$$

mit ρ_k in kg/m^3 und d in mm,

$$k_{90} = 1,35 + 0,015 \cdot d \quad \text{für Nadelhölzer} \quad (204)$$

$$k_{90} = 0,90 + 0,015 \cdot d \quad \text{für Laubhölzer} \quad (205)$$

mit d in mm.

Für Stabdübel mit $d \leq 8$ mm darf $k_{90} = 1$ gesetzt werden.

(5) Für Sperrholz nach 7.7 dürfen folgende charakteristische Werte der Lochleibungsfestigkeit angenommen werden:

$$f_{h,k} = 0,11 \cdot (1 - 0,01 \cdot d) \cdot \rho_k \quad \text{N/mm}^2 \quad (206)$$

mit ρ_k in kg/m^3 und d in mm.

(6) Für OSB-Platten nach 7.8 und kunstharzgebundene Spanplatten nach 7.9 dürfen folgende charakteristische Werte der Lochleibungsfestigkeit angenommen werden:

$$f_{h,k} = 50 \cdot d^{-0,6} \cdot f^{0,2} \quad \text{N/mm}^2 \quad (207)$$

(7) Für Stabdübel aus Stahl mit kreisförmigem Querschnitt darf der charakteristische Wert des Fließmomentes wie folgt angenommen werden:

$$M_{y,k} = 0,3 \cdot f_{u,k} \cdot d^{2,6} \quad \text{N mm} \quad (208)$$

Dabei ist

$f_{u,k}$ charakteristischer Wert der Zugfestigkeit des Stahles in N/mm^2 ,

d Stabdübeldurchmesser in mm.

(8) Bei Verbindungen mit Passbolzen darf der charakteristische Wert der Tragfähigkeit R_k nach 12.2 um einen Anteil ΔR_k erhöht werden:

$$\Delta R_k = \min \{0,25 \cdot R_k; 0,25 \cdot R_{ax,k}\} \quad (209)$$

Dabei ist

$R_{ax,k}$ Tragfähigkeit des Passbolzens in Richtung der Stiftachse.

(9) Wegen der Spaltgefahr des Holzes ist für mehrere in Faserrichtung hintereinander angeordnete Stabdübel die wirksame Anzahl n_{eff} wie folgt zu bestimmen:

$$n_{\text{eff}} = \left[\min \left\{ n; n \cdot 0,9 \cdot \sqrt{\frac{a_1}{10 \cdot d}} \right\} \right] \cdot \frac{90 - \alpha}{90} + n \cdot \frac{\alpha}{90} \quad (210)$$

DIN 1052:2004-08

Dabei ist

- a_1 Abstand der Stabdübel untereinander in Faserrichtung
- n Anzahl der in Faserrichtung hintereinander angeordneten Stabdübel,
- α Winkel zwischen Kraft- und Faserrichtung.

Wird das Spalten des Holzes durch eine Verstärkung rechtwinklig zur Faserrichtung verhindert, darf $n_{ef} = n$ gesetzt werden. Für a_1 darf auch bei einem Winkel $0^\circ < \alpha < 90^\circ$ der Mindestwert nach Tabelle 8 für $\alpha = 0^\circ$ eingesetzt werden.

(10) In biegesteifen Verbindungen mit einem Stabdübelkreis, in den Fugen nachgiebig verbundener Bauteile sowie in den Verbindungen zwischen Rippen und Beplankung aussteifender Scheiben darf $n_{ef} = n$ gesetzt werden.

(11) In biegesteifen Verbindungen mit mehreren Stabdübelkreisen, z. B. Rahmenecken, ist die wirksame Anzahl n_{ef} wie folgt zu bestimmen:

$$n_{ef} = 0,85 \cdot n \quad (211)$$

Dabei ist

- n Gesamtanzahl der Stabdübel in den Stabdübelkreisen.

Wird das Spalten des Holzes durch eine Verstärkung rechtwinklig zur Faserrichtung verhindert, darf $n_{ef} = n$ gesetzt werden.

(12) Die Mindestabstände untereinander und von den Rändern sind in Tabelle 8 angegeben. Die Bezeichnungen sind in Bild 41 definiert.

Tabelle 8 — Mindestabstände von Stabdübeln und Passbolzen

	1	2
1	a_1 parallel zur Faserrichtung	$(3 + 2 \cdot \cos \alpha) \cdot d$
2	a_2 rechtwinklig zur Faserrichtung	$3 \cdot d$
3	$a_{1,1}$ beanspruchtes Hirnholzende	$7 \cdot d$ (jedoch mindestens 80 mm)
4	$a_{1,c}$ unbeanspruchtes Hirnholzende	$7 \cdot d \cdot \sin \alpha$ (jedoch mindestens $3 \cdot d$)
5	$a_{2,1}$ beanspruchter Rand	$3 \cdot d$
6	$a_{2,c}$ unbeanspruchter Rand	$3 \cdot d$
α ist der Winkel zwischen Kraft- und Faserrichtung		

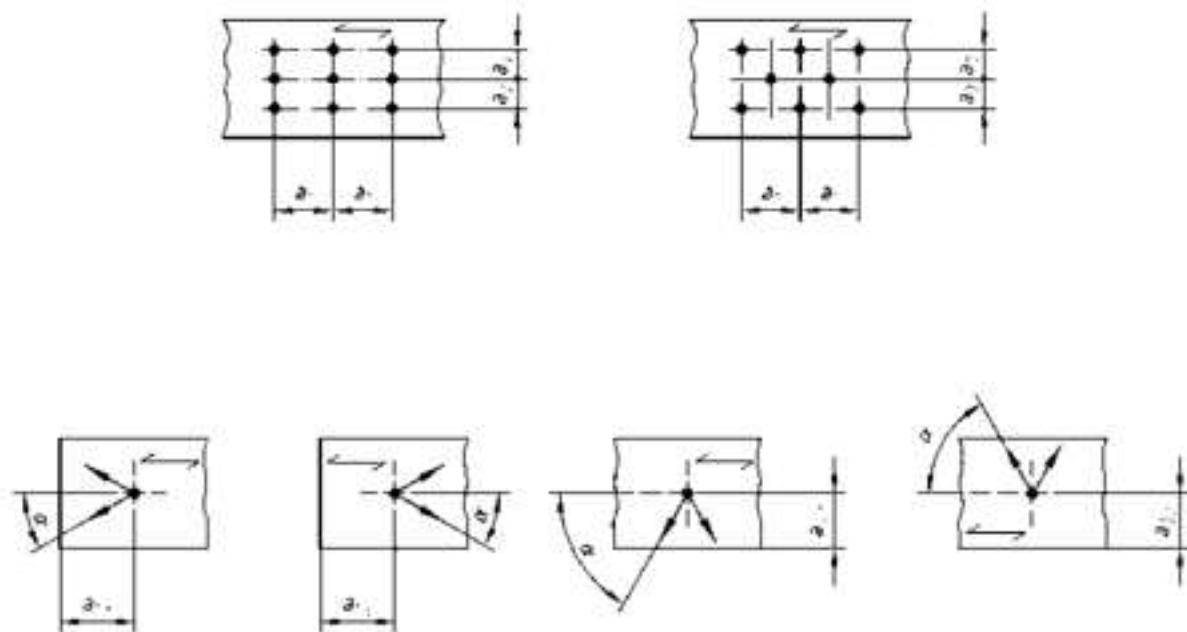


Bild 41 — Definitionen der Verbindungsmittelabstände

12.4 Verbindungen mit Bolzen und Gewindestangen

(1) Bolzen im Sinne dieser Norm sind alle Schraubenbolzen und Bolzen ähnlicher Bauart. Sie sind mit Kopf und Mutter versehen und werden nach Vorbohren der Bolzenlöcher mit geringem Spiel eingebaut und anschließend fest angezogen. Charakteristische Festigkeitskennwerte für Bolzen enthält Tabelle G.11.

(2) Gewindestangen im Sinne dieser Norm sind Gewindebolzen M 6 bis M 30 nach DIN 976-1. Charakteristische Festigkeitskennwerte für Gewindestangen enthält Tabelle G.12.

(3) Sofern im Folgenden nichts anderes festgelegt ist, gelten die Bestimmungen für Verbindungen mit Stabdübeln und Passbolzen (siehe 12.3) sinngemäß.

(4) Unter dem Kopf und der Mutter der Bolzen müssen Unterlegscheiben mit einer Seitenlänge oder einem Durchmesser von mindestens $3 \cdot d$ und einer Dicke von mindestens $0,3 \cdot d$ angeordnet werden. Dabei ist d der Bolzendurchmesser. Die Unterlegscheiben müssen vollflächig anliegen. Vorzugsmaße für Scheiben sind in Tabelle G.13 angegeben.

(5) Bolzen sollten derart angezogen werden, dass die Holzteile eng aneinander liegen; falls zur Sicherstellung der Tragfähigkeit und der Steifigkeit der Konstruktion erforderlich, sollten sie nachgezogen werden, wenn das Holz seine Ausgleichsfeuchte erreicht hat.

(6) Bolzenverbindungen sind nicht in Dauerbauten zu verwenden, bei denen es auf Steifigkeit und Formbeständigkeit der Konstruktion ankommt.

(7) Die Löcher für Bolzen dürfen bis zu 1 mm größer sein als der Nenndurchmesser des Bolzens. Die Löcher für Gewindestangen dürfen bis zu 1 mm größer sein als der Nenndurchmesser (= Gewindeaußendurchmesser) der Gewindestange.

(8) Für die Berechnung des charakteristischen Wertes des Fließmomentes nach Gleichung (208) ist bei Gewindestangen für d der Mittelwert aus Kerndurchmesser und Gewindeaußendurchmesser einzusetzen.

(9) Die Mindestabstände untereinander und von den Rändern sind in Tabelle 9 angegeben. Die Bezeichnungen sind in Bild 41 definiert.

Tabelle 9 — Mindestabstände von Bolzen und Gewindestangen

	1	2
1	a_1 parallel zur Faserrichtung	$(3 + 2 \cdot \cos \alpha) \cdot d$ (jedoch mindestens $4 \cdot d$)
2	a_2 rechtwinklig zur Faserrichtung	$4 \cdot d$
3	$a_{1,t}$ beanspruchtes Hirnholzende	$7 \cdot d$ (jedoch mindestens 80 mm)
4	$a_{1,c}$ unbeanspruchtes Hirnholzende	$7 \cdot d \cdot \sin \alpha$ (jedoch mindestens $4 \cdot d$)
5	$a_{2,t}$ beanspruchter Rand	$3 \cdot d$
6	$a_{2,c}$ unbeanspruchter Rand	$3 \cdot d$
α ist der Winkel zwischen Kraft- und Faserrichtung		

12.5 Verbindungen mit Nägeln

12.5.1 Allgemeines

(1) Die Festlegungen für Nagelverbindungen gelten für die Anwendung von Nägeln mit glatter, gerauter, angerollter oder gerillter Schaftform mit rundem Flachkopf oder flachem Senkkopf mit oder ohne Einsenkung nach DIN EN 10230-1:2000-01. Andere als in dieser Norm angegebene Nagellängen sind zulässig. Von DIN EN 10230-1:2000-01 abweichende Kopfformen sind zulässig, wenn die Kopffläche mindestens $2,5 \cdot d^2$ beträgt. Die Länge l_p der Nagelspitze (siehe Bild 42) muss mindestens $0,7 \cdot d$ betragen, darf jedoch nicht größer als $2 \cdot d$ sein.

(2) Nägel mit angerolltem Schaft werden in dieser Norm auch als Sondernägel bezeichnet. Der Nagelschaft von Sondernägeln darf über die gesamte Nagellänge oder ausgehend von der Nagelspitze über einen Teil der Nagellänge angerollt sein.

(3) Nägel dürfen beharzt sein.

(4) Für den Nachweis der Tragfähigkeit bei Beanspruchung rechtwinklig zur Nagelachse (Abscheren) gelten die Bestimmungen nach 12.2. Die Bezeichnungen t_1 bzw. t_2 sind in Bild 43 definiert. Bei zweischnittigen Verbindungen ist t_1 der kleinere Wert aus Seitenholzdicke und Eindringtiefe des Nagels.

(5) Nägel sollten rechtwinklig zur Holzfaserrichtung und bis in eine solche Tiefe eingeschlagen werden, dass die Nagelköpfe mit der Holzoberfläche bündig abschließen.

(6) Schrägnagelungen sollten in Übereinstimmung mit Bild 47b ausgeführt werden.

(7) Der Durchmesser von vorgebohrten Löchern für Nägel sollte etwa $0,9 \cdot d$ betragen. Bei Stahlblech-Holz-Verbindungen darf der Lochdurchmesser im Stahlblech bis zu 1 mm größer sein als der Nageldurchmesser.

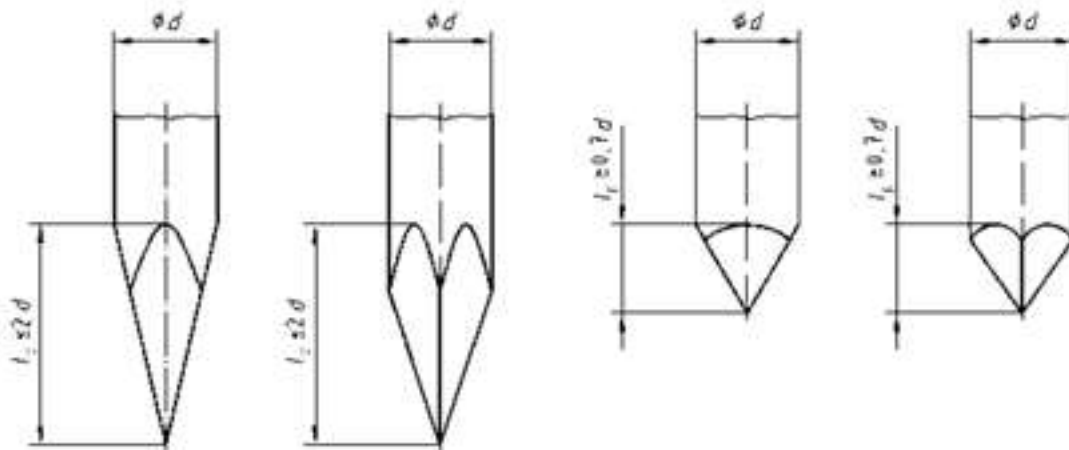
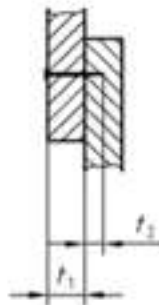
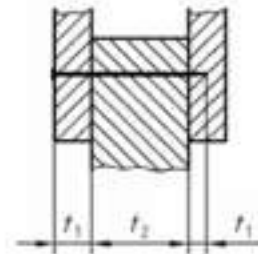


Bild 42 — Nagelspitzen (schematische Darstellung)



a) einschnittige Verbindung



b) zweischnittige Verbindung

Bild 43 — Definitionen von t_1 bzw. t_2

(8) Bei Anschlüssen von Holzwerkstoffen an Bauteile aus Holz dürfen die Nägel nicht mehr als 2 mm tief versenkt werden, müssen jedoch mindestens bündig mit der Oberfläche des Holzwerkstoffes eingeschlagen werden. Ein bündiger Abschluss des Nagelkopfes mit der Plattenoberfläche gilt als nicht versenkt. Bei versenkter Anordnung der Nägel müssen die Minstdicken der Holzwerkstoffe um 2 mm erhöht werden.

(9) Bei Anschlüssen von Brettern, Bohlen, Holzwerkstoffplatten und dergleichen an Rundholz ohne passende Bearbeitung der Berührungsflächen des Rundholzes dürfen die charakteristischen Werte der Tragfähigkeit nur zu 2/3 in Rechnung gestellt werden. Für Verbindungen von Bauteilen aus Rundholz ist ein genauerer Nachweis erforderlich, sofern die Berührungsflächen im Anschlussbereich nicht passend bearbeitet sind.

12.5.2 Holz-Holz-Nagelverbindungen

(1) Für etwa rechtwinklig zur Faserrichtung des Holzes eingeschlagene Nägel bis zu einem Nageldurchmesser von 8 mm und für alle Winkel zwischen Kraft- und Faserrichtung des Holzes dürfen folgende charakteristische Werte der Lochleibungsfestigkeit angenommen werden:

für nicht vorgebohrte Hölzer:

$$f_{h,k} = 0,082 \cdot \rho_k \cdot d^{-0,3} \quad \text{N/mm}^2 \quad (212)$$

für vorgebohrte Hölzer:

$$f_{h,k} = 0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot d) \cdot \rho_k \quad \text{N/mm}^2 \quad (213)$$

DIN 1052:2004-08

Dabei ist

ρ_k charakteristische Rohdichte in kg/m^3 ,

d Durchmesser in mm.

(2) Die charakteristischen Werte des Fließmomentes für runde glattschaftige Nägel und für Sondernägel, die jeweils aus Draht mit einer Mindestzugfestigkeit von 600 N/mm^2 hergestellt worden sind, dürfen angenommen werden zu:

$$M_{y,k} = 0,3 \cdot f_{u,k} \cdot d^{2,6} \text{ Nmm} \quad (214)$$

Dabei ist

d Durchmesser des glatten Schaftteils in mm.

(3) Die charakteristischen Werte des Fließmomentes für Nägel mit etwa rechteckigem oder quadratischem Querschnitt, die aus Draht mit einer Mindestzugfestigkeit $f_{u,k}$ von 600 N/mm^2 hergestellt worden sind, dürfen angenommen werden zu:

$$M_{y,k} = 0,45 \cdot f_{u,k} \cdot d^{2,6} \text{ Nmm} \quad (215)$$

Dabei ist

d kleinste Seitenlänge des Nagelquerschnitts in mm.

(4) Abweichend von Gleichung (191) darf der charakteristische Wert der Tragfähigkeit pro Scherfuge und Nagel für Verbindungen von Bauteilen aus Nadelholz angenommen werden zu:

$$R_k = \sqrt{2 \cdot M_{y,k} \cdot f_{h,1,k} \cdot d} \quad (216)$$

Hierin darf für $f_{h,1,k}$ der größere Wert der Lochleibungsfestigkeiten der miteinander verbundenen Bauteile eingesetzt werden.

(5) Abweichend von den Gleichungen (192) bis (194) dürfen die Mindestdicken t_{req} (Holzdicken oder Eindringtiefen der Nägel mit rundem Querschnitt) für Verbindungen zwischen Bauteilen aus Nadelholz angenommen werden zu:

$$t_{\text{req}} = 9 \cdot d \quad (217)$$

(6) Bei Holz mit einer charakteristischen Rohdichte von über 500 kg/m^3 sind die Nagellöcher über die ganze Nagellänge vorzubohren.

(7) Ein Anschluss muss mindestens zwei Nägel enthalten. Dies gilt nicht für die Befestigung von Schalungen, Trag- und Konterlatten und die Zwischenanschlüsse von Windrispen, auch nicht für die Befestigung von Sparren und Pfetten auf Bindern und Rähmen sowie von Querträgern auf Rahmenhölzern, wenn diese Bauteile insgesamt mit mindestens zwei Nägeln angeschlossen sind.

(8) Bei Einschlagtiefen unter $4 \cdot d$ darf die der Nagelspitze nächstliegende Scherfuge nicht in Rechnung gestellt werden.

(9) Nägel, die parallel zur Faserrichtung des Holzes eingeschlagen sind, dürfen nicht zur Kraftübertragung in Rechnung gestellt werden.

(10) Die Mindestnagelabstände untereinander und von den Rändern sind in Tabelle 10 angegeben. Die Bezeichnungen sind in Bild 41 definiert. Bei Brettschichtholz darf für die Bestimmung der Nagelabstände eine Rohdichte $\rho_k \leq 420 \text{ kg/m}^3$ zugrunde gelegt werden.

(11) Bei tragenden Nägeln und bei Hefnägeln soll der größte Abstand in Faserrichtung des Holzes $40 \cdot d$ und rechtwinklig dazu $20 \cdot d$ nicht überschreiten. Bei Platten aus Holzwerkstoffen soll der größte Abstand in keiner Richtung $40 \cdot d$ überschreiten. Haben die Platten nur aussteifende Funktion, so ist ein Abstand von $80 \cdot d$ zulässig. Dies gilt auch für den Anschluss mittragender Beplankungen an Mittelrippen von Wandscheiben.

(12) Falls $(t_2 - t)$ größer ist als $4 \cdot d$ (siehe Bild 44), dürfen sich die Nägel, die von beiden Seiten in nicht vorgebohrte Nagellöcher eingeschlagen sind, im Mittelholz übergreifen.

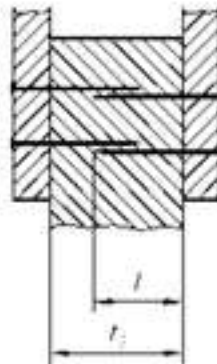


Bild 44 — Übergreifende Nägel

(13) Wegen der Spaltgefahr des Holzes muss bei Nagelverbindungen ohne Vorbohrung die Dicke t von Bauteilen aus Schnittholz mindestens betragen:

$$t = \max \left\{ 14 \cdot d; (13 \cdot d - 30) \cdot \frac{\rho_k}{200} \right\} \quad (218)$$

Dabei ist

ρ_k charakteristische Rohdichte in kg/m^3 ,

d Durchmesser in mm.

Für Bauteile aus Kiefernholz gilt:

$$t = \max \left\{ 7 \cdot d; (13 \cdot d - 30) \cdot \frac{\rho_k}{400} \right\} \quad (219)$$

Die Minstdicke t nach Gleichung (219) gilt auch für Bauteile aus anderen Nadelholzarten, falls die Mindestnagelabstände zum Rand rechtwinklig zur Faser mindestens $10 \cdot d$ für $\rho_k \leq 420 \text{ kg/m}^3$ und mindestens $14 \cdot d$ für $420 \text{ kg/m}^3 < \rho_k < 500 \text{ kg/m}^3$ betragen.

Tabelle 10 — Mindestabstände von Nägeln

	1	2	3	4
		Nicht vorgebohrt		Vorgebohrt
		$\rho_K \leq 420 \text{ kg/m}^3$	$420 \text{ kg/m}^3 < \rho_K < 500 \text{ kg/m}^3$	
1	a_1 parallel zur Faserrichtung	$d < 5 \text{ mm:}$ $(5 + 5 \cdot \cos \alpha) \cdot d$ $d \geq 5 \text{ mm:}$ $(5 + 7 \cdot \cos \alpha) \cdot d$	$(7 + 8 \cdot \cos \alpha) \cdot d$	$(3 + 2 \cdot \cos \alpha) \cdot d$
2	a_2 rechtwinklig zur Faserrichtung	$5 \cdot d$	$7 \cdot d$	$3 \cdot d$
3	$a_{1,1}$ beanspruchtes Hirnholzende	$d < 5 \text{ mm:}$ $(7 + 5 \cos \alpha) \cdot d$ $d \geq 5 \text{ mm:}$ $(10 + 5 \cdot \cos \alpha) \cdot d$	$(15 + 5 \cdot \cos \alpha) \cdot d$	$(7 + 5 \cdot \cos \alpha) \cdot d$
4	$a_{1,0}$ unbeanspruchtes Hirnholzende	$d < 5 \text{ mm:}$ $7 \cdot d$ $d \geq 5 \text{ mm:}$ $10 \cdot d$	$15 \cdot d$	$7 \cdot d$
5	$a_{2,1}$ beanspruchter Rand	$d < 5 \text{ mm:}$ $(5 + 2 \cdot \sin \alpha) \cdot d$ $d \geq 5 \text{ mm:}$ $(5 + 5 \cdot \sin \alpha) \cdot d$	$d < 5 \text{ mm:}$ $(7 + 2 \cdot \sin \alpha) \cdot d$ $d \geq 5 \text{ mm:}$ $(7 + 5 \cdot \sin \alpha) \cdot d$	$(3 + 4 \cdot \sin \alpha) \cdot d$
6	$a_{2,0}$ unbeanspruchter Rand	$5 \cdot d$	$7 \cdot d$	$3 \cdot d$

α ist der Winkel zwischen Kraft- und Faserrichtung

(14) Für mehrere in Faserrichtung hintereinander angeordnete Nägel mit Durchmessern $d > 6 \text{ mm}$ ist zur Bestimmung der wirksamen Anzahl 12.3 (9) sinngemäß anzuwenden.

12.5.3 Holzwerkstoff- oder Gipswerkstoff-Holz-Nagelverbindungen

(1) Zur Vermeidung von Abplatzungen auf der Unterseite von Spanplatten oder Gipskartonplatten sind geeignete Maßnahmen zu ergreifen.

(2) Die Regeln für Holz-Holz-Nagelverbindungen nach 12.5.2 gelten sinngemäß. Für Gipswerkstoff-Holz-Verbindungen sind nur Nägel nach DIN 18182-4 zulässig.

(3) Für Brettsperrholz nach Abschnitt 7.6 dürfen die charakteristischen Werte der Lochleibungsfestigkeit nach Gleichung (212) bzw. (213) angenommen werden.

(4) Für Sperrholz nach 7.7 dürfen folgende charakteristische Werte der Lochleibungsfestigkeit angenommen werden:

für nicht vorgebohrte Sperrhölzer:

$$f_{h,k} = 0,11 \cdot \rho_K \cdot d^{0,3} \quad \text{N/mm}^2 \quad (220)$$

für vorgebohrte Sperrhölzer:

$$f_{h,k} = 0,11 \cdot (1 - 0,01 \cdot d) \cdot \rho_k \quad \text{N/mm}^2 \quad (221)$$

Dabei ist

ρ_k charakteristische Rohdichte in kg/m³,

d Durchmesser in mm.

(5) Für OSB-Platten nach 7.8 und kunstharzgebundene Spanplatten nach 7.9 dürfen folgende charakteristische Werte der Lochleibungsfestigkeit angenommen werden:

für nicht vorgebohrte Platten:

$$f_{h,k} = 65 \cdot d^{0,7} \cdot t^{0,1} \quad \text{N/mm}^2 \quad (222)$$

für vorgebohrte Platten:

$$f_{h,k} = 50 \cdot d^{0,6} \cdot t^{0,2} \quad \text{N/mm}^2 \quad (223)$$

Dabei ist

d Durchmesser in mm,

t Plattendicke in mm.

(6) Für Faserplatten der technischen Klasse HB.HLA2 nach DIN EN 622-2:2003-10 darf folgender charakteristischer Wert der Lochleibungsfestigkeit angenommen werden:

$$f_{h,k} = 30 \cdot d^{0,3} \cdot t^{0,6} \quad \text{N/mm}^2 \quad (224)$$

Dabei ist

d Durchmesser in mm,

t Plattendicke in mm.

(7) Für Gipskartonplatten nach 7.12 darf folgender charakteristischer Wert der Lochleibungsfestigkeit angenommen werden:

$$f_{h,k} = 3,9 \cdot d^{0,6} \cdot t^{0,7} \quad \text{N/mm}^2 \quad (225)$$

Dabei ist

d Durchmesser in mm,

t Plattendicke in mm.

(8) Abweichend von Gleichung (191) darf der charakteristische Wert der Tragfähigkeit pro Scherfuge und Nagel für Verbindungen von Holz- oder Gipswerkstoffen mit Bauteilen aus Holz angenommen werden zu:

$$R_k = A \cdot \sqrt{2 \cdot M_{y,k} \cdot f_{h1,k} \cdot d} \quad (226)$$

DIN 1052:2004-08

Dabei ist

A Faktor nach Tabelle 11,

$f_{h,1,k}$ charakteristischer Wert der Lochleibungsfestigkeit des Holz- oder Gipswerkstoffes.

(9) Bei einschnittigen Holzwerkstoff-Holz-Nagelverbindungen mit Sondernägeln der Tragfähigkeitsklasse 3, nicht jedoch bei Gipskarton-Holz-Verbindungen, darf der charakteristische Wert der Tragfähigkeit R_k nach Gleichung (226) um einen Anteil ΔR_k erhöht werden:

$$\Delta R_k = \min \{0,5 \cdot R_k; 0,25 \cdot R_{ax,k}\} \quad (227)$$

Dabei ist

$R_{ax,k}$ Auszieh Widerstand des Sondernagels nach Gleichung (233).

(10) Abweichend von den Gleichungen (192) bis (194) dürfen die in Tabelle 11 angegebenen Minstdicken t_{req} für Verbindungen zwischen Bauteilen aus Holz- oder Gipswerkstoffen und Holz angenommen werden.

(11) Als Mindestnagelabstände a_1 und a_2 in Sperrholz-Holz-Verbindungen gelten die 0,85fachen Werte in Tabelle 10.

(12) Für Gipskarton-Holz-Verbindungen ist der Mindestnagelabstand abweichend von Tabelle 10 mit $a_1 = 20 \cdot d$ anzunehmen.

Tabelle 11 — Werte des Faktors A in Gleichung (226) und der erforderlichen Holzwerkstoffdicken

	1	2	3	4
1	Holzwerkstoff	Faktor A in Gleichung (226)	Erforderliche Dicke t_{req} für außen liegende Holzwerkstoffplatten (einschnittige Verbindung)	Erforderliche Dicke t_{req} für innen liegende Holzwerkstoffplatten (zweischchnittige Verbindung)
2	Sperrholz nach Tabelle F.11	0,9	$7 \cdot d$	$6 \cdot d$
3	Sperrholz nach Tabelle F.12	0,8	$6 \cdot d$	$4 \cdot d$
4	OSB-Platten OSB/2, OSB/3 und OSB/4 nach Tabelle F.13 und Tabelle F.14 Kunstharzgebundene Spanplatten nach Tabelle F.15 bis F.18	0,8	$7 \cdot d$	$6 \cdot d$
5	Faserplatten nach Tabelle F.20 Spalte 2 und Spalte 3	0,7	$6 \cdot d$	$4 \cdot d$
6	Gipskartonplatten nach DIN 18180	1,1	$10 \cdot d$	—

(13) Der größte Abstand sollte in keiner Richtung $40 \cdot d$ überschreiten. Bei Gipskarton-Holz-Verbindungen darf der größte Abstand $60 \cdot d$, höchstens jedoch 150 mm, betragen. Haben die Werkstoffplatten nur aussteifende Funktion, ist ein Abstand bis zu $80 \cdot d$ zulässig. Dies gilt auch für den Anschluss mittragender Beplankungen an Mittelrippen von Wandtafeln.

(14) Die Mindestrandabstände in Sperrholz, OSB-Platten, kunstharzgebundenen Spanplatten und Faserplatten der technischen Klasse HB.HLA2 betragen $3 \cdot d$ und für Gipskartonplatten $7 \cdot d$ für den unbeanspruchten Rand, soweit nicht die Nagelabstände im Holz maßgebend werden. Vom beanspruchten Plattenrand dürfen die Abstände der Nägel $4 \cdot d$ bei Sperrholz sowie $7 \cdot d$ bei OSB-Platten, kunstharzgebundenen Spanplatten und Faserplatten und $10 \cdot d$ bei Gipskartonplatten nicht unterschreiten.

12.5.4 Stahlblech-Holz-Nagelverbindungen

(1) Die Regeln für Holz-Holz-Verbindungen nach 12.5.2 gelten sinngemäß.

(2) Abweichend von Gleichung (191) darf der charakteristische Wert der Tragfähigkeit pro Scherfuge und Nagel für Verbindungen von Stahlblechen und Bauteilen aus Nadelvollholz, Brettschichtholz, Balkenschichtholz oder Furnierschichtholz angenommen werden zu:

$$R_k = A \cdot \sqrt{2 \cdot M_{y,k} \cdot f_{h,k} \cdot d} \quad (228)$$

Dabei ist

A Faktor nach Tabelle 12,

$f_{h,k}$ charakteristischer Wert der Lochleibungsfestigkeit des Holzes.

(3) Bei einschnittigen Stahlblech-Holz-Nagelverbindungen mit Sondernägeln der Tragfähigkeitsklasse 3 darf der charakteristische Wert der Tragfähigkeit R_k nach Gleichung (228) um einen Anteil ΔR_k erhöht werden:

$$\Delta R_k = \min \{0,5 \cdot R_k; 0,25 \cdot R_{ax,k}\} \quad (229)$$

Dabei ist

$R_{ax,k}$ Auszieh Widerstand des Sondernagels nach Gleichung (233).

Tabelle 12 — Werte des Faktors A in Gleichung (228) und der erforderlichen Holzdicken in Stahlblech-Holz-Nagelverbindungen

	1	2	3	4
1	Stahlblech (vorgebohrt)	Faktor A in Gleichung (228)	Erforderliche Mittelholzdicke t_{req} (zweischnittige Verbindung)	Erforderliche Dicke t_{req} in allen anderen Fällen
2	innen liegend oder dick und außen liegend	1,4	$10 \cdot d$	$10 \cdot d$
3	dünn und außen liegend	1,0	$7 \cdot d$	$9 \cdot d$
Zur Definition der dicken bzw. dünnen Stahlbleche siehe 12.2.3 (1) und (2).				

(4) Abweichend von den Gleichungen (198), (200) und (201) dürfen die in Tabelle 12 angegebenen Mindestholzdicken t_{req} für Stahlblech-Holz-Nagelverbindungen angenommen werden.

(5) Die Mindestnagelabstände a_1 bzw. a_2 dürfen bis auf die 0,5fachen Werte der Tabelle 10, Spalten 2 bzw. 3, verringert werden. Dabei ist für jeden Nagel eine Anschlussfläche $0,5 \cdot a_1 \cdot a_2$ mit den Werten a_1 und a_2 aus Tabelle 10, Spalten 2 bzw. 3, einzuhalten. Der Abstand a_1 muss jedoch mindestens $5 \cdot d$ betragen.

(6) Für den Abstand der Nägel vom Blechrand gilt DIN 18800-1 sinngemäß.

DIN 1052:2004-08

12.6 Verbindungen mit Holzschrauben

(1) Die Festlegungen über Verbindungen mit Holzschrauben gelten für die Anwendung von Holzschrauben mit einem Gewinde nach DIN 7998 mit mindestens 4 mm Nenndurchmesser. Die Verwendung anderer Holzschrauben ist zulässig, wenn ihre Eignung durch eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung nachgewiesen ist. Der Nenndurchmesser d entspricht dem Außendurchmesser des Schraubengewindes. Für Gipswerkstoff-Holz-Verbindungen sind nur Schnellbauschrauben nach DIN 18182-2 zulässig.

(2) Eine tragende Schraubenverbindung muss mindestens zwei Holzschrauben enthalten. Dies gilt nicht für die Befestigung von Schalungen, Latten (Trag- und Konterlatten) und Windrispen, auch nicht für die Befestigung von Sparren, Pfetten und dergleichen auf Bindern und Rähmen sowie von Querriegeln an Rahmenhölzern, wenn das Bauteil mit mindestens zwei Holzschrauben angeschlossen ist.

(3) Für Holzschrauben mit einem Gewinde nach DIN 7998 und mit $d > 8$ mm sind die zu verbindenden Teile auf die Tiefe des glatten Schaftes mit dem Schaftdurchmesser und auf die Länge des Gewindeteiles mit $0,7 \cdot d$ vorzubohren.

(4) Beträgt der Nenndurchmesser $d \leq 8$ mm, dann dürfen die zu verbindenden Teile vorgebohrt werden. Bei Bauholz mit einer charakteristischen Rohdichte von über 500 kg/m^3 und bei Douglasienholz sind die Schraubenlöcher über die ganze Schraubenlänge vorzubohren. Der Bohrlochdurchmesser darf dann zwischen $0,6 \cdot d$ und $0,8 \cdot d$ betragen. Zementgebundene Spanplatten sind stets vorzubohren.

(5) Für den Nachweis der Tragfähigkeit bei Beanspruchung rechtwinklig zur Schraubenachse (Abscheren) gelten die Bestimmungen nach 12.2 sinngemäß, soweit in den nachfolgenden Abschnitten nichts anderes bestimmt ist. Für Holzschrauben mit einem Durchmesser bis zu 8 mm in vorgebohrten Hölzern sowie für Holzschrauben in nicht vorgebohrten Hölzern gelten die Bestimmungen in 12.5, für Holzschrauben mit einem Durchmesser $d > 8$ mm in vorgebohrten Hölzern gelten diejenigen in 12.3 sinngemäß. In den maßgebenden Gleichungen ist für d der Nenndurchmesser einzusetzen.

(6) Für Holzschrauben mit einem Gewinde nach DIN 7998, die aus Draht mit einer Mindestzugfestigkeit von 400 N/mm^2 hergestellt worden sind, dürfen die charakteristischen Werte des Fließmomentes im Gewindebereich angenommen werden zu:

$$M_{y,k} = 0,15 \cdot f_{u,k} \cdot d^{2,6} \text{ Nmm} \quad (230)$$

Dabei ist

d Nenndurchmesser der Schrauben in mm.

(7) Ohne genaueren Nachweis ist der kleinere der charakteristischen Werte des Fließmoments für den Schaft- bzw. für den Gewindebereich zu verwenden.

(8) Bei einschnittigen Verbindungen mit Holzschrauben darf der charakteristische Wert der Tragfähigkeit R_k nach Absatz (5) um einen Anteil ΔR_k erhöht werden.

$$\Delta R_k = \min \{ R_k; 0,25 \cdot R_{ax,k} \} \quad (231)$$

Dabei ist $R_{ax,k}$ der charakteristische Wert der Tragfähigkeit der Holzschraube nach Gleichung (235), siehe 12.8.2. Bei Stahlblech-Holz-Schraubenverbindungen darf der Fall des Kopfdurchziehens unbeachtet bleiben.

(9) Die Einschraubtiefe im Bauteil mit der Schraubenspitze muss mindestens $4 \cdot d$ betragen.

(10) Als Mindestabstände der Holzschrauben im Holz untereinander und von den Rändern gelten die Werte nach Tabelle 10 sinngemäß. Die Bezeichnungen sind in Bild 41 definiert.

(11) Für die Mindest- und Größtabstände der Holzschrauben in Holzwerkstoffen gilt 12.5.3 (11), (13) und (14) sinngemäß.

(12) Bei Holzschraubenverbindungen ohne Vorbohrung der zu verbindenden Teile müssen die Teile eine Mindestdicke t nach 12.5.2 (13) aufweisen.

12.7 Verbindungen mit Klammern

(1) Die Festlegungen über Holz-Holz- und Holzwerkstoff-Holz-Klammernverbindungen gelten für die Anwendung von Klammern aus Stahldraht (siehe Bild 45) mit einer Querschnittsfläche zwischen $1,7 \text{ mm}^2$ und $3,5 \text{ mm}^2$, die aus Draht mit einer Mindestzugfestigkeit von 800 N/mm^2 hergestellt worden sind. Die Breite b_R des Klammerrückens muss mindestens $5,8 \cdot d$ und die Länge ℓ des Klammerschaftes darf höchstens $65 \cdot d$ betragen. Die Klammern müssen über mindestens die halbe Länge des Klammerschaftes beharzt sein. Der Nenndurchmesser d entspricht dem Drahtdurchmesser. Es dürfen nur Klammern verwendet werden, deren Eignung nachgewiesen ist. Der Eignungsnachweis erfolgt auf der Grundlage der in Anhang C angegebenen Eignungsprüfung. Für Gipswerkstoff-Holz-Verbindungen sind nur Klammern nach DIN 18182-3 zulässig.

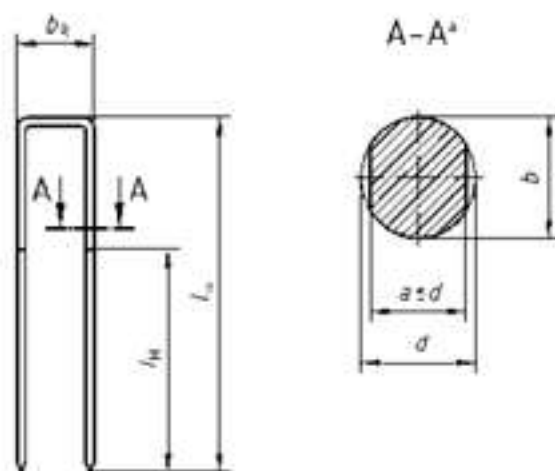


Bild 45 — Klammer für tragende Verbindungen

(2) Bei Anschlüssen von Holzwerkstoffen dürfen die Klammerrücken nicht mehr als 2 mm tief versenkt werden, müssen jedoch mindestens bündig mit der Oberfläche des Holzwerkstoffes eingetrieben werden. Ein bündiger Abschluss des Klammerrückens mit der Plattenoberfläche gilt als nicht versenkt. Bei versenkter Anordnung der Klammerrücken müssen die Mindestdicken der Holzwerkstoffe um 2 mm erhöht werden.

(3) Für den Nachweis der Tragfähigkeit bei Beanspruchung rechtwinklig zum Klammerschaft (Abscheren) gelten, sofern im Folgenden nichts anderes festgelegt ist, die Bestimmungen nach 12.2 und 12.5 für Nagelverbindungen mit nicht vorgebohrten Nagellöchern. In den maßgebenden Gleichungen ist für d der Nenndurchmesser einzusetzen.

(4) Der charakteristische Wert des Fließmomentes für einen Klammerschaft darf angenommen werden zu:

$$M_{y,k} = 0,3 \cdot f_{u,k} \cdot d^{2,5} \text{ Nmm} \quad (232)$$

Dabei ist

d Nenndurchmesser der Klammer in mm.

(5) Der charakteristische Wert der Tragfähigkeit einer Klammer darf als ebenso groß angenommen werden wie derjenige zweier Nägel des gleichen Durchmessers, wenn der Winkel zwischen dem Klammerrücken und der Faserrichtung des Holzes mindestens 30° beträgt.

(6) Beträgt der Winkel zwischen Holzfaserrichtung und Klammerrücken weniger als 30° , ist der charakteristische Wert der Tragfähigkeit mit 0,7 abzumindern.

DIN 1052:2004-08

- (7) Die Eindringtiefe im Bauteil mit den Klammerspitzen muss mindestens $8 \cdot d$ betragen.
- (8) Die Mindestabstände untereinander und von den Rändern (siehe Bild 46) sind für Klammern mit einer Rückenbreite $b_R \leq 10 \cdot d$ in Tabelle 13 angegeben und beziehen sich auf die Mitte des Klammerrückens. α ist der Winkel zwischen Kraft- und Holzfaserrichtung, β ist der Winkel zwischen Klammerrücken und Holzfaserrichtung. Bei Klammern mit einer Rückenbreite $b_R > 10 \cdot d$ sind für jeden Klammerschaft die Mindestabstände für Nägel nach 12.5 sinngemäß einzuhalten.
- (9) Der größte Abstand der Klammern sollte bei Holzwerkstoffen und bei Nadelholz in Faserrichtung $80 \cdot d$ und bei Nadelholz rechtwinklig zur Faserrichtung $40 \cdot d$ nicht überschreiten.
- (10) 12.5.3 (13) gilt sinngemäß.

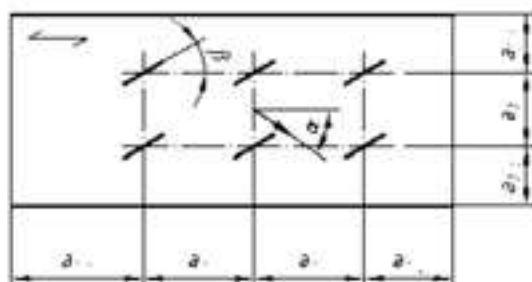


Bild 46 — Definitionen der Abstände bei Klammerverbindungen

Tabelle 13 — Mindestabstände von Klammern (siehe Bild 46)

	1	2
1	a_1 parallel zur Faserrichtung	$\beta \geq 30^\circ$: $(10 + 5 \cdot \cos \alpha) \cdot d$
2		$\beta < 30^\circ$: $(15 + 5 \cdot \cos \alpha) \cdot d$
3	a_2 rechtwinklig zur Faserrichtung	$\beta \geq 30^\circ$: $(5 + 10 \cdot \sin \beta) \cdot d$
4		$\beta < 30^\circ$: $10 \cdot d$
5	$a_{1,i}$ beanspruchtes Hirnholzende	$(15 + 5 \cdot \cos \alpha) \cdot d$
6	$a_{1,c}$ unbeanspruchtes Hirnholzende	$15 \cdot d$
7	$a_{2,i}$ beanspruchter Rand	$(10 + 5 \cdot \sin \alpha) \cdot d$
8	$a_{2,c}$ unbeanspruchter Rand	$(5 + 5 \cdot \sin \beta) \cdot d$

α ist der Winkel zwischen Kraft- und Faserrichtung und β der Winkel zwischen Klammerrücken und Faserrichtung.

12.8 Tragfähigkeit bei Beanspruchung in Richtung der Stiftachse (Herausziehen)

12.8.1 Nägel

- (1) Glattschaftige Nägel und Sondernägel der Tragfähigkeitsklasse 1 dürfen nur für kurze Lasteinwirkungen (z. B. Windsogkräfte) in Schafrichtung (Richtung der Stiftachse) beansprucht werden.

(2) Dies gilt nicht für glattschaftige Nägel und Sondernägel der Tragfähigkeitsklasse 1 im Anschluss von Koppelpfetten, wenn infolge einer Dachneigung von höchstens 30° die Nägel dauernd auf Herausziehen beansprucht werden. In solchen Fällen ist der charakteristische Wert des Ausziehparameters $f_{1,k}$ nur mit 60 % in Rechnung zu stellen.

(3) Glattschaftige Nägel in vorgebohrten Nagellöchern dürfen nicht auf Herausziehen beansprucht werden.

(4) Bei Verbindungen von Holz mit Holzwerkstoffen sind die Verbindungsmittel von der Holzwerkstoffseite einzutreiben. Verbindungen von Holzwerkstoffen, von Holz an Holzwerkstoffen und Stahlblech-Holzwerkstoff-Verbindungen dürfen nach den folgenden Regeln bemessen werden, wenn Abplatzungen auf der Oberfläche der Holzwerkstoffe durch geeignete Maßnahmen vermieden werden.

(5) Sondernägel werden entsprechend ihrem Widerstand gegen Herausziehen bei Beanspruchung in Schafrichtung in die Tragfähigkeitsklassen 1, 2 oder 3 eingeteilt. Darüber hinaus werden sie entsprechend ihrem Widerstand gegen Kopfdurchziehen in die Tragfähigkeitsklassen A, B oder C eingeteilt.

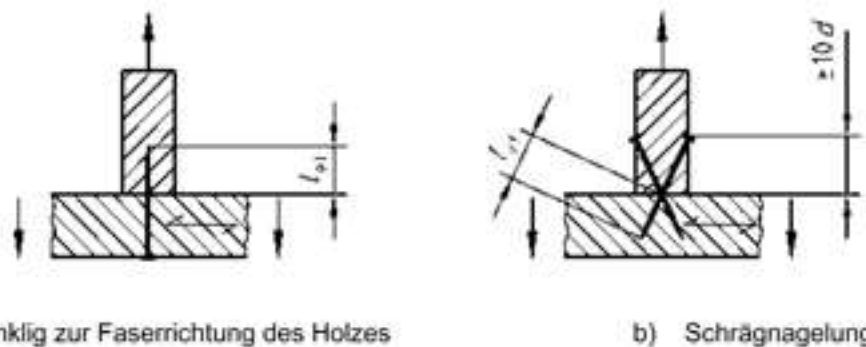


Bild 47 — Nagelung

(6) Der charakteristische Wert des Ausziehwiderstandes von Nägeln bei Nagelung rechtwinklig zur Faserrichtung (siehe Bild 47a) und bei Schrägnagelung (siehe Bild 47b) darf wie folgt berechnet werden:

$$R_{ax,k} = \min \{ f_{1,k} \cdot d \cdot l_{ef}; f_{2,k} \cdot d_k^2 \} \quad (233)$$

Dabei ist

- $f_{1,k}$ charakteristischer Wert des Ausziehparameters,
- $f_{2,k}$ charakteristischer Wert des Kopfdurchziehparameters,
- d Nenndurchmesser des Nagels,
- d_k Außendurchmesser des Nagelkopfes,
- l_{ef} wirksame Nageleinschlagtiefe (siehe Absatz (9)).

Für $f_{1,k}$ und $f_{2,k}$ dürfen die in Tabelle 14 angegebenen Werte in Rechnung gestellt werden.

(7) Mit dem ersten Ausdruck in Gleichung (233) wird das Herausziehen des Nagels aus dem Holzteil mit der Nagelspitze, mit dem zweiten Ausdruck das Durchziehen des Nagels durch das Holzteil mit dem Nagelkopf erfasst. Bei Stahlblech-Holz-Verbindungen darf der zweite Ausdruck außer Betracht bleiben.

Tabelle 14 — Charakteristische Werte für die Ausziehparameter $f_{1,k}$ und die Kopfdurchziehparameter $f_{2,k}$ in N/mm² für Nägel

	1	2	3	4
1	Nageltyp	$f_{1,k}$	Nageltyp	$f_{2,k}$
2	Glattschaftige Nägel	$18 \cdot 10^{-6} \cdot \rho_k^2$	Glattschaftige Nägel	$60 \cdot 10^{-6} \cdot \rho_k^2$
3	Sondernägel der Tragfähigkeitsklasse		Sondernägel der Tragfähigkeitsklasse	
4	1	$30 \cdot 10^{-6} \cdot \rho_k^2$	A	$60 \cdot 10^{-6} \cdot \rho_k^2$
5	2	$40 \cdot 10^{-6} \cdot \rho_k^2$	B	$80 \cdot 10^{-6} \cdot \rho_k^2$
6	3	$50 \cdot 10^{-6} \cdot \rho_k^2$	C	$100 \cdot 10^{-6} \cdot \rho_k^2$
Charakteristische Rohdichte ρ_k in kg/m ³ , jedoch höchstens 500 kg/m ³				

(8) Bei Verbindungen mit Sondernägeln in vorgebohrten Nagellöchern darf der charakteristische Ausziehparameter $f_{1,k}$ in Gleichung (233) nur zu 70 % in Ansatz gebracht werden, wenn der Bohrlochdurchmesser nicht größer als der Kerndurchmesser des Sondernagels ist. Bei größerem Bohrlochdurchmesser darf der Sondernagel nicht auf Herausziehen beansprucht werden.

(9) Die Einschlagtiefe muss für glattschaftige Nägel und Sondernägel der Tragfähigkeitsklasse 1 mindestens $12 \cdot d$ und für Sondernägel der Tragfähigkeitsklassen 2 und 3 mindestens $8 \cdot d$ betragen. Die Einschlagtiefe t_{ef} wird einschließlich der Nagelspitze bestimmt und darf höchstens mit $20 \cdot d$ und bei Sondernägeln höchstens mit der Länge des profilierten Schaftteiles in Rechnung gestellt werden.

(10) Die Bemessungswerte des Ausziehwiderstandes sind aus den charakteristischen Werten nach Gleichung (233) wie folgt zu berechnen:

$$R_{ax,d} = \frac{k_{mod} \cdot R_{ax,k}}{\gamma_M} \quad (234)$$

Für γ_M ist der Wert für Holz bzw. Holzwerkstoffe nach Tabelle 1 einzusetzen.

(11) Beim Anschluss von Brettsperrholz, Sperrholz, OSB-Platten, kunstharzgebundenen Spanplatten oder zementgebundenen Spanplatten dürfen die charakteristischen Werte des Kopfdurchziehparameters $f_{2,k}$ nach Tabelle 14 nur dann in Rechnung gestellt werden, wenn diese Platten mindestens 20 mm dick sind. Die charakteristische Rohdichte ρ_k ist dabei mit 380 kg/m³ in Rechnung zu stellen. Für Platten mit einer Dicke zwischen 12 mm und 20 mm darf in allen Fällen nur mit $f_{2,k} = 8$ N/mm² gerechnet werden. Bei geringeren Plattendicken als 12 mm darf mit $R_{ax,k} = 400$ N gerechnet werden.

(12) Die charakteristische Tragfähigkeit auf Herausziehen nach Gleichung (233) darf bei Verbindungen von Bauteilen aus Vollholz mit einer Einbauholzfeuchte oberhalb 20 % und der Möglichkeit, im eingebauten Zustand auszutrocknen, nur zu 2/3 in Rechnung gestellt werden.

(13) Die Nagelabstände in Schafrichtung beanspruchter Nägel müssen den Abständen rechtwinklig zur Nagelachse beanspruchter Nägel entsprechen. Bei Schrägnagelung muss der Abstand zum beanspruchten Rand mindestens $10 \cdot d$ betragen (siehe Bild 47b).

12.8.2 Holzschrauben

(1) Holzschrauben werden entsprechend ihrem Widerstand gegen Herausziehen aus Nadelholz bei Beanspruchung in Schaftrichtung in die Tragfähigkeitsklassen 1, 2 oder 3 eingeteilt. Darüber hinaus werden sie entsprechend ihrem Widerstand gegen Kopfdurchziehen in die Tragfähigkeitsklassen A, B oder C eingeteilt.

(2) Bei Verbindungen von Holz mit Holzwerkstoffen sind die Holzschrauben von der Holzwerkstoffseite einzuschrauben. Verbindungen von Holzwerkstoffen, von Holz an Holzwerkstoffen und Stahlblech-Holzwerkstoff-Verbindungen dürfen nach den folgenden Regeln bemessen werden, wenn Abplatzungen auf der Oberfläche der Holzwerkstoffe durch geeignete Maßnahmen vermieden werden.

(3) Der charakteristische Wert des Ausziehwiderstandes von Holzschrauben, die unter einem Winkel $45^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$ zur Faserrichtung in das Holz eingeschraubt sind, darf wie folgt berechnet werden:

$$R_{ax,k} = \min \left\{ \frac{f_{1,k} \cdot d \cdot l_{ef}}{\sin^2 \alpha + \frac{4}{3} \cos^2 \alpha}; f_{2,k} \cdot d_k^2 \right\} \quad (235)$$

Dabei ist

$f_{1,k}$ charakteristischer Wert des Ausziehparameters,

$f_{2,k}$ charakteristischer Wert des Kopfdurchziehparameters,

l_{ef} Gewindelänge im Holzteil mit der Schraubenspitze,

d Nenndurchmesser der Holzschraube, siehe 12.6 (1),

d_k Außendurchmesser des Schraubenkopfes, ggf. einschließlich Unterlegscheibe.

(4) Für $f_{1,k}$ und $f_{2,k}$ dürfen die in Tabelle 15 angegebenen Werte in Rechnung gestellt werden.

(5) Holzschrauben mit einem Gewinde nach DIN 7998 dürfen ohne Nachweis in die Tragfähigkeitsklasse 2A eingestuft werden.

(6) 12.8.1 (11) gilt sinngemäß.

(7) Für den Nachweis der Tragfähigkeit einer Holzschraube mit einem Gewinde nach DIN 7998 auf Zug in Schaftrichtung darf die charakteristische Tragfähigkeit der Schraube angenommen werden zu:

$$R_{ax,k} = 75 \cdot \pi \cdot (0,9 \cdot d)^2 \quad \text{N} \quad (236)$$

Dabei ist

d Nenndurchmesser der Schrauben in mm.

Der Bemessungswert der Schraubentragfähigkeit ergibt sich dabei aus $R_{ax,k}$ nach Gleichung (236) durch Dividieren durch $\gamma_M = 1,25$.

(8) Die Mindestabstände, Mindestholzdicken und Einschraubtiefen sind wie bei rechtwinklig zu ihrer Achse beanspruchten Holzschrauben einzuhalten.

Tabelle 15 — Charakteristische Werte für die Ausziehparameter $f_{1,k}$ und die Kopfdurchziehparameter $f_{2,k}$ in N/mm² für Holzschrauben

	1	2	3	4
1	Tragfähigkeitsklasse	$f_{1,k}$	Tragfähigkeitsklasse	$f_{2,k}$
2	1	$60 \cdot 10^{-6} \cdot \rho_k^2$	A	$60 \cdot 10^{-6} \cdot \rho_k^2$
3	2	$70 \cdot 10^{-6} \cdot \rho_k^2$	B	$80 \cdot 10^{-6} \cdot \rho_k^2$
4	3	$80 \cdot 10^{-6} \cdot \rho_k^2$	C	$100 \cdot 10^{-6} \cdot \rho_k^2$
Charakteristische Rohdichte ρ_k in kg/m ³ , jedoch höchstens 500 kg/m ³				

12.8.3 Klammern

(1) Für einen Klammerschaft gelten die Bestimmungen wie für einen glattschaftigen Nagel. Die wirksame Einschlagtiefe l_{ef} muss mindestens 12 d betragen. Dabei darf nicht mehr als die behetzte Länge, höchstens jedoch 20 d , in Rechnung gestellt werden.

(2) Abweichend von 12.8.1 gilt:

- Der charakteristische Wert der Tragfähigkeit einer Klammer darf wie derjenige zweier Sondernägel der Tragfähigkeitsklasse 2 (Tabelle 14, Zeile 5) des gleichen Durchmessers angenommen werden, vorausgesetzt, dass der Winkel zwischen dem Klammerrücken und der Faserrichtung des Holzes mindestens 30° beträgt.
- Der charakteristische Wert $f_{1,k}$ des Ausziehparameters muss bei Klammerverbindungen, die mit einer Holzfeuchte über 20 % hergestellt werden, auf 1/3 abgemindert werden.
- In Holz mit Holzfeuchten über 30 % eingetriebene Klammern dürfen nicht auf Herausziehen in Rechnung gestellt werden, auch wenn das Holz im Gebrauchszustand nachtrocknen kann.

(3) Beträgt der Winkel zwischen Holzfaserrichtung und Klammerrücken weniger als 30°, darf der charakteristische Wert der Tragfähigkeit einer Klammer nur zu 70 % in Rechnung gestellt werden.

(4) Beim Anschluss von Brettsperrholz und Sperrholz und von Faserplatten darf der charakteristische Wert der Tragfähigkeit nur dann in Rechnung gestellt werden, wenn die Platten mindestens 6 mm dick sind, für OSB-Platten oder kunstharzgebundene Spanplatten, wenn die Platten mindestens 8 mm dick sind. Bei versenkter Anordnung der Klammerrücken sind die Mindestdicken der Holzwerkstoffplatten um 2 mm zu erhöhen.

(5) Die Mindestabstände und Eindringtiefen sind wie bei rechtwinklig zu ihrer Achse beanspruchten Klammern einzuhalten.

12.9 Tragfähigkeit kombiniert beanspruchter Nägel, Holzschrauben und Klammern

(1) Bei Verbindungen, die sowohl durch eine Einwirkung in Richtung der Stiftachse mit F_{ax} als auch rechtwinklig dazu mit F_{ta} beansprucht werden, muss die folgende Bedingung erfüllt sein:

$$\left(\frac{F_{ax,d}}{R_{ax,d}} \right)^m + \left(\frac{F_{ta,d}}{R_{ta,d}} \right)^m \leq 1 \quad (237)$$

Dabei ist

- $R_{ax,d}$ Bemessungswert der Tragfähigkeit auf Herausziehen (Beanspruchung in Richtung der Stiftachse),
- $R_{ta,d}$ Bemessungswert der Tragfähigkeit bei Beanspruchung rechtwinklig zur Stiftachse (Abscheren),
- $m = 1$ für glattschaftige Nägel, Sondernägel der Tragfähigkeitsklasse 1 und Klammern,
- $m = 2$ für Sondernägel mindestens der Tragfähigkeitsklasse 2 und für Holzschrauben.

(2) Bei Koppelpfettenanschlüssen mit glattschaftigen Nägeln darf mit $m = 1,5$ gerechnet werden.

13 Verbindungen mit sonstigen mechanischen Verbindungsmitteln

13.1 Allgemeines

(1) Sonstige mechanische Verbindungsmittel im Sinne dieses Abschnittes sind Nagelplatten, Dübel besonderer Bauart und Stahlblechformteile.

(2) Alle Verbindungen mit derartigen Verbindungsmitteln führen zu lastabhängigen Verschiebungen der miteinander verbundenen Teile.

(3) Nagelplatten als mechanische Verbindungsmittel bedürfen eines Nachweises ihrer Verwendbarkeit durch eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung. Nagelplattenverbindungen dürfen mit den Nachweisverfahren nach 13.2 bemessen werden. Abweichungen davon bedürfen einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung oder einer Zustimmung im Einzelfall.

(4) Dübel besonderer Bauart müssen hinsichtlich ihrer Form, ihrer Maße und ihrer Werkstoffeigenschaften den Anforderungen nach DIN EN 912:2001-02 entsprechen. Einige Dübel besonderer Bauart sind in Anhang G angegeben. Verbindungen mit Dübeln besonderer Bauart dürfen mit dem Nachweisverfahren nach 13.3 bemessen werden. Abweichungen davon bedürfen einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung oder einer Zustimmung im Einzelfall.

(5) Stahlblechformteile sind kaltgeformte Stahlblechteile mit Blechdicken von höchstens 4 mm. Sie dienen zusammen mit stiftförmigen metallischen Verbindungsmitteln zur Verbindung von Holzbauteilen. Wenn die Tragfähigkeit der Verbindung mit Stahlblechformteilen rechnerisch nicht eindeutig erfasst werden kann, muss ihre Verwendbarkeit auf andere Weise, z. B. durch eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung, nachgewiesen werden.

(6) Eine Produktregelung für Blechformteile ist mit einer europäischen technischen Zulassung (ETA) aufgrund der „Leitlinie für die europäische technische Zulassung für Blechformteile“ (ETAG 015) möglich.

HINWEIS Von der Europäischen Kommission wurde eine Koexistenzperiode mit bestehenden nationalen Regelungen bis zum 01. August 2007 festgelegt.

13.2 Verbindungen mit Nagelplatten

13.2.1 Allgemeines

(1) Die Festlegungen über Verbindungen mit Nagelplatten gelten für Bauteile aus Holz, insbesondere für Fachwerke. Soweit nachstehend nichts anderes bestimmt ist, gelten die Anforderungen der DIN EN 1059:2000-01.

DIN 1052:2004-08

(2) Die Festlegungen gelten für Nagelplatten aus verzinktem oder korrosionsbeständigem Stahlblech von mindestens 1 mm Nennstärke, die nagel- oder dübelartige Ausstanzungen besitzen, so dass einseitig etwa rechtwinklig zur Plattenebene abgebogene Nägel entstehen. Die nachfolgenden Bestimmungen gelten nur für Nagelplatten mit orthogonalem Aufbau.

(3) Nagelplattenverbindungen dürfen nur bei Bauteilen verwendet werden, die vorwiegend ruhend belastet sind.

(4) Bei der Herstellung von Verbindungen mit Nagelplatten für Bauteile in den Nutzungsklassen 1 und 2 dürfen die zu verbindenden Hölzer eine Feuchte von 20 % nicht überschreiten. Dabei dürfen die Feuchteunterschiede nicht mehr als sechs Prozentpunkte betragen. Beträgt die Holzfeuchte bei der Herstellung oder während der Nutzung mehr als 20 %, so sind die Verbindungen mit den Modifikationsbeiwerten k_{mod} der Nutzungsklasse 3 zu bemessen. Alle Hölzer eines Bauteils sollen gleiche Dicken, mit Unterschieden im Bereich der Nagelplatten von höchstens 1 mm, aufweisen. Die Hölzer sollen im Bereich der Verbindungen scharfkantig sein.

(5) An jedem Stoß oder Knotenpunkt müssen auf beiden Seiten die Nagelplatten gleich groß sein und symmetrisch angeordnet werden.

(6) Die Einbindetiefe s der Nagelplatten in Gurte muss folgende Bedingung erfüllen:

$$s \geq \max \left\{ 30 \text{ mm}; \frac{h_f}{6} \right\} \quad (238)$$

Dabei ist

h_f Gurthöhe,

s Abstand des Schwerpunktes der Anschlussfläche A_{ef} vom Gurtrand.

(7) Bei Stößen von Stäben sind mindestens 50 % der Stabhöhe durch die Nagelplatten abzudecken. Hierbei dürfen nicht abgedeckte Teile der Stoßfugen jeweils 30 % der Stoßfugenlänge nicht überschreiten.

(8) Bei Obergurtauflagerungen ist der aufgelagerte Gurt zu mindestens 90 % seiner Höhe durch die Nagelplatte des auflagenahen Knotens abzudecken, falls kein genauerer Nachweis erfolgt. Das Auflager soll unmittelbar am Knoten liegen. Es sind die erforderlichen Spannungsnachweise im Stab zwischen Auflager und Knoten zu führen. Eine Abminderung der Querkraft nach 10.2.9 (3) darf bei Obergurtauflagerung nicht in Ansatz gebracht werden.

(9) Sämtliche Verbindungen sind mindestens für eine kurzzeitig wirkende Kraft mit dem Bemessungswert F_d zu bemessen, die in jeder Richtung in der Tragwerksebene angreifen kann. Für F_d darf die folgende Zahlenwertgleichung verwendet werden:

$$F_d = 1,0 + 0,1 \cdot \ell \quad \text{kN} \quad (239)$$

Dabei ist

ℓ Gesamtlänge des Bauteils in m.

(10) Wird eine Kraftübertragung durch Kontakt in Rechnung gestellt, so sind die Druckstöße und Druckanschlüsse passgenau auszuführen. Der Spalt zwischen den Hölzern darf im Gebrauchszustand im Mittel nicht mehr als 1 mm betragen.

13.2.2 Bemessung der Nagelplatten

(1) Form, Materialkennwerte und Rechenwerte für die Nachweise der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit sind der jeweiligen allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung für die Nagelplatte zu entnehmen.

(2) Die Geometrie einer Nagelplatte ist in Bild 48 angegeben.

Dabei ist

x -Richtung	Hauptrichtung der Nagelplatte,
y -Richtung	Richtung rechtwinklig zur Hauptrichtung der Nagelplatte,
α	Winkel zwischen x -Richtung und der Krafrichtung,
β	Winkel zwischen Faserrichtung des Holzes und der Krafrichtung,
γ	Winkel zwischen x -Richtung und der Fugenrichtung, $0^\circ \leq \gamma \leq 90^\circ$,
l_s	Länge des durch die Nagelplatten abgedeckten Teiles der Fuge, gemessen in Fugenrichtung; dabei dürfen zug- oder druckbeanspruchte freie Plattenbereiche höchstens mit der Länge $8 \cdot d$, scherbeanspruchte freie Plattenbereiche höchstens mit der Länge $40 \cdot d$ berücksichtigt werden mit d als Blechdicke der Nagelplatte.

(3) Als charakteristische Werte der Nagel- und Plattentragfähigkeiten werden verwendet:

$f_{a,\alpha,\beta}$	Nageltragfähigkeit pro Flächeneinheit in Abhängigkeit von α und β ,
$f_{t,0}$	Plattenzugtragfähigkeit pro Längeneinheit in der x -Richtung ($\alpha = 0^\circ$),
$f_{c,0}$	Plattendrucktragfähigkeit pro Längeneinheit in der x -Richtung ($\alpha = 0^\circ$),
$f_{v,0}$	Plattenschertragfähigkeit pro Längeneinheit in der x -Richtung ($\alpha = 0^\circ$),
$f_{t,90}$	Plattenzugtragfähigkeit pro Längeneinheit in der y -Richtung ($\alpha = 90^\circ$),
$f_{c,90}$	Plattendrucktragfähigkeit pro Längeneinheit in der y -Richtung ($\alpha = 90^\circ$),
$f_{v,90}$	Plattenschertragfähigkeit pro Längeneinheit in der y -Richtung ($\alpha = 90^\circ$).

(4) Bei der Berechnung der Bemessungswerte der Nageltragfähigkeiten ist der Modifikationsbeiwert k_{mod} entsprechend der zur Kombination der Einwirkungen gegebenen Lastdauer- und Nutzungsklassen zu wählen, als Teilsicherheitsbeiwert ist $\gamma_M = 1,3$ anzunehmen. Für die Bemessungswerte der Plattentragfähigkeiten darf $\gamma_M = 1,25$ angenommen werden.

(5) Anschlussexzentrizitäten sind bei der Bemessung der Nagelplatten zu berücksichtigen.

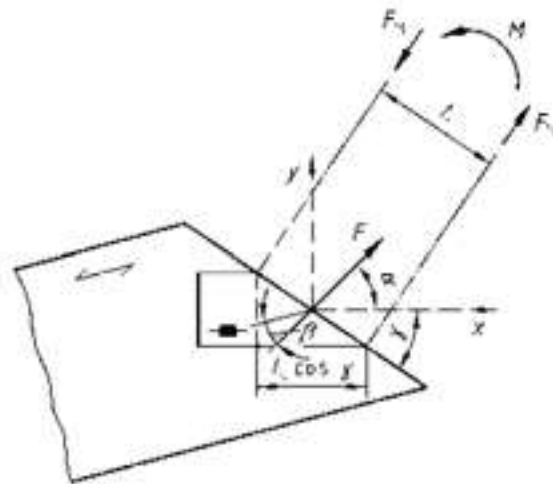


Bild 48 — Geometrie einer Nagelplattenverbindung, beansprucht durch eine Kraft F und ein Moment M

(6) Die Nagelbelastungen τ_F und τ_M ergeben sich zu:

$$\tau_F = \frac{F_A}{A_{ef}} \quad (240)$$

$$\tau_M = \frac{M_A \cdot r_{\max}}{I_p} \quad (241)$$

Dabei ist

- F_A auf die Nagelplatte einwirkende Kraft durch den Schwerpunkt der wirksamen Anschlussfläche A_{ef} ,
- A_{ef} Anschlussfläche zwischen Nagelplatte und Holz, vermindert um diejenigen Teile der Flächen, die außerhalb der in der jeweiligen allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung vorgegebenen Randabstände liegen,
- M_A auf die Schwerpunkte der Anschlussteilflächen der Nagelplatte einwirkendes Moment,
- I_p polares Flächenmoment zweiten Grades der wirksamen Anschlussfläche,
- $r_{\max}$ Abstand zwischen dem Schwerpunkt und dem am weitesten von diesem entfernten Punkt der wirksamen Anschlussfläche.

(7) Die folgenden Bedingungen müssen erfüllt sein:

$$\frac{\tau_{F,d}}{f_{a,0,\beta,d}} \leq 1 \quad (242)$$

$$\frac{\tau_{M,d}}{2 \cdot f_{a,90,90,d}} \leq 1 \quad (243)$$

$$\frac{\tau_{F,d} + \tau_{M,d}}{1,5 \cdot f_{a,0,0,d}} \leq 1 \quad (244)$$

(8) Für jede Schnittlinie einer Nagelplatte sind die Kräfte in den beiden Hauptrichtungen nach folgenden Gleichungen zu bestimmen:

$$F_{x,d} = F_d \cdot \cos \alpha \pm 2 \cdot F_{M,d} \cdot \sin \gamma \quad (245)$$

$$F_{y,d} = F_d \cdot \sin \alpha \pm 2 \cdot F_{M,d} \cdot \cos \gamma \quad (246)$$

Dabei ist

F_d Bemessungswert der Kraft in einer Nagelplatte (d. h. die Hälfte der Gesamtkraft im Stab),

$F_{M,d}$ Bemessungswert der Kraft infolge des Momentes M_d auf eine Nagelplatte (d. h. die Hälfte des Gesamtmomentes im Stab, $F_{M,d} = \frac{2 \cdot M_d}{\ell_s}$).

(9) Die folgende Bedingung muss erfüllt sein:

$$\left(\frac{s_{x,d}}{f_{x,d}} \right)^2 + \left(\frac{s_{y,d}}{f_{y,d}} \right)^2 \leq 1 \quad (247)$$

Dabei ist

$$s_{x,d} = \frac{F_{x,d}}{\ell_s} \quad (248)$$

$$s_{y,d} = \frac{F_{y,d}}{\ell_s} \quad (249)$$

die Bemessungswerte der Beanspruchungen pro Längeneinheit einer Nagelplatte in x - bzw. y -Richtung und die Bemessungswerte der Plattentragfähigkeiten.

$$f_{x,d} = \max \{ f_{n,0,d} \cdot \sin(\gamma - \gamma_0 \cdot \sin(2\gamma)); f_{v,0,d} \cdot |\cos \gamma| \} \quad \text{mit } f_{n,0,d} = f_{t,0,d} \text{ bei Zug in } x\text{-Richtung,} \quad (250)$$

$f_{n,0,d} = f_{c,0,d}$ bei Druck in x -Richtung

$$f_{y,d} = \max \{ f_{n,90,d} \cdot |\cos \gamma|; k \cdot f_{v,90,d} \cdot \sin \gamma \} \quad \text{mit } f_{n,90,d} = f_{t,90,d} \text{ bei Zug in } y\text{-Richtung,} \quad (251)$$

$f_{n,90,d} = f_{c,90,d}$ bei Druck in y -Richtung

Dabei ist

$$k = \begin{cases} 1 + k_v \cdot \sin(2\gamma) & \text{bei Zug in } x\text{-Richtung} \\ 1 & \text{bei Druck in } x\text{-Richtung} \end{cases} \quad (252)$$

Die Konstanten γ_0 und k_v sind Plattenkennwerte, die der jeweiligen allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung zu entnehmen sind. Sind diese Kennwerte nicht bekannt, dann sind sie mit dem Wert null in Rechnung zu stellen.

(10) Deckt die Nagelplatte mehrere Fugen ab, dann müssen die Kräfte in jedem geraden Fugenteil so bestimmt werden, dass das Gleichgewicht eingehalten ist und die Bedingung der Gleichung (247) in jeder geraden Fuge erfüllt wird. Alle maßgeblichen Schnitte sind zu überprüfen.

DIN 1052:2004-08

13.2.3 Transport- und Montagezustände

(1) Transport- und Montagezustände sind nachzuweisen. Für die Ermittlung der Bemessungswerte der Bauteilwiderstände darf dabei die Klasse der Lasteinwirkungsdauer „sehr kurz“ (siehe Tabelle 3, Zeile 6) zugrunde gelegt werden. Die Nachweise dürfen als erfüllt angesehen werden, wenn die Anforderungen nach den Absätzen (2) bis (6) eingehalten sind.

(2) Die Holzdicke der Stäbe beträgt mindestens

$$b = \frac{1,8 \cdot \ell^2}{f_{m,k}} \quad \text{mm} \quad (253)$$

Dabei ist

ℓ Gesamtlänge des Trägers in m,

$f_{m,k}$ charakteristischer Wert der Biegefestigkeit des Holzes in N/mm².

(3) Die Plattenbeanspruchungen von Firstknoten und von Stößen der Ober- und Untergurte sind mit den Bemessungswerten der Plattentragfähigkeit in Richtung der Plattenhauptachse für eine Mindestkraft $F_{x,d}$ zu bemessen, soweit nicht Gleichung (239) maßgebend wird:

$$F_{x,d} = 0,4 \cdot h \cdot \ell^2 \quad \text{N} \quad (254)$$

Dabei ist

h Gurthöhe in mm,

ℓ Gesamtlänge des Trägers in m.

(4) Die Nagelbelastung ist mit den Bemessungswerten der Nageltragfähigkeit für eine Mindestkraft $F_{x,d}$ nach Gleichung (254) nachzuweisen. Zusätzlich ist eine Querkraft V_d rechtwinklig zur Binderebene von

$$V_d = 2,5 \cdot b \cdot h \cdot \ell \cdot 10^{-3} \quad \text{N} \quad (255)$$

zu berücksichtigen.

Dabei ist

b und h Querschnittsmaße des Gurtes in mm,

ℓ Gesamtlänge des Trägers in m.

(5) Für die gleichzeitige Beanspruchung der Nägel auf Abscheren und Herausziehen ist folgende Bedingung einzuhalten:

$$\frac{r_{F,d}}{f_{a,0,\beta,d}} + \frac{s_{ax,d}}{f_{ax,d}} \leq 1 \quad (256)$$

Dabei ist

$r_{F,d}$ Bemessungswert der Einwirkung mit $F_{x,d}$ nach Gleichung (254),

$f_{a,0,\beta,d}$ Bemessungswert des Widerstandes auf Abscheren,

$s_{ax,d}$ Bemessungswert der Einwirkung mit V_d nach Gleichung (255), $s_{ax,d} = V_d / \ell_s$,

$f_{ax,d}$ Bemessungswert des Widerstandes gegen Herausziehen.

(6) Die charakteristischen Werte der Widerstände sind der jeweiligen allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung der verwendeten Nagelplatten zu entnehmen.

13.3 Verbindungen mit Dübeln besonderer Bauart

13.3.1 Allgemeines

- (1) Dübel besonderer Bauart sind in DIN EN 912:2001-02 genormt.
- (2) Ringdübel (Typ A) sind zweiseitige Dübel besonderer Bauart, die als geschlossener Ring oder als Ring mit einem Spalt an einer Stelle des Umfangs ausgebildet sind.
- (3) Scheibendübel (Typ B) sind einseitige Dübel besonderer Bauart, die aus einer Kreisscheibe mit einem Flansch entlang des Umfangs auf einer Seite der Scheibe bestehen.
- (4) Scheibendübel mit Zähnen (Typ C) sind Dübel besonderer Bauart, die aus einer Scheibe mit dreieckförmigen Zähnen entlang des Scheibenrandes oder mit kegelförmigen Dornen auf der Scheibe bestehen; ein mit Zähnen oder Dornen versehener Scheibendübel kann zweiseitig oder einseitig sein.
- (5) Zu den gebräuchlichen Dübeln besonderer Bauart gehören die Ringdübel des Typs A1 nach Bild G.1 und Tabelle G.14, die Scheibendübel des Typs B1 nach Bild G.2 und Tabelle G.15, die Scheibendübel mit Zähnen der Typen C1 bis C5 nach Bild G.3 bis Bild G.7 und Tabelle G.16 bis Tabelle G.20 sowie die Scheibendübel mit Dornen der Typen C10 und C11 nach Bild G.8 und Bild G.9 und Tabelle G.21 und Tabelle G.22.
- (6) Ein zweiseitiger Dübel besonderer Bauart ist in beide Kontaktflächen von zwei nebeneinander liegenden Holzteilen gleich tief eingepresst/eingelassen. Ein einseitiger Dübel besonderer Bauart ist nur mit einer Seite in eine Holzfläche eingepresst/eingelassen.
- (7) Dübel besonderer Bauart dürfen nur für die Verbindung von Vollholz nach 7.2, Brettschichtholz nach 7.3, Balkenschichtholz nach 7.4 sowie Furnierschichtholz ohne Querlagen nach 7.5 und mit charakteristischer Rohdichte $\rho_k < 500 \text{ kg/m}^3$, für die Verbindung von Laubhölzern jedoch nur Ring- und Scheibendübel nach Tabelle G.14 und Tabelle G.15 verwendet werden.
- (8) Alle Verbindungen mit Dübeln besonderer Bauart müssen durch in der Regel nachziehbare Bolzen aus Stahl zusammengehalten werden, wobei jeder Dübel durch einen Bolzen gesichert sein muss (siehe Bild 49). Bei Verbindungen mit Dübeln durchmessern bzw. -seitenlängen $\geq 130 \text{ mm}$ sind, wenn zwei oder mehr Dübel in Kraftrichtung hintereinander angeordnet sind, an den Enden der Außenhölzer oder -laschen zusätzliche Bolzen als Klemmbolzen anzuordnen (siehe Bild 49). Diese Klemmbolzen sind gleichzeitig ausziehfeste Verbindungsmittel nach 11.1.2 (2) (siehe Bild 31 unten). Alle Bolzen sind so anzuziehen, dass die Scheiben vollflächig am Holz anliegen. Bei Ringdübeln und zweiseitigen Scheibendübeln mit Zähnen oder Dornen dürfen an Stelle der Bolzen auch Gewindestangen oder Holzschrauben entsprechenden Durchmessers verwendet werden, bei einseitigen Scheibendübeln mit Zähnen oder Dornen jedoch nur dann, wenn die Verschiebungsmoduln nach Tabelle G.1, Zeilen 7 und 8, um 30 % abgemindert werden.

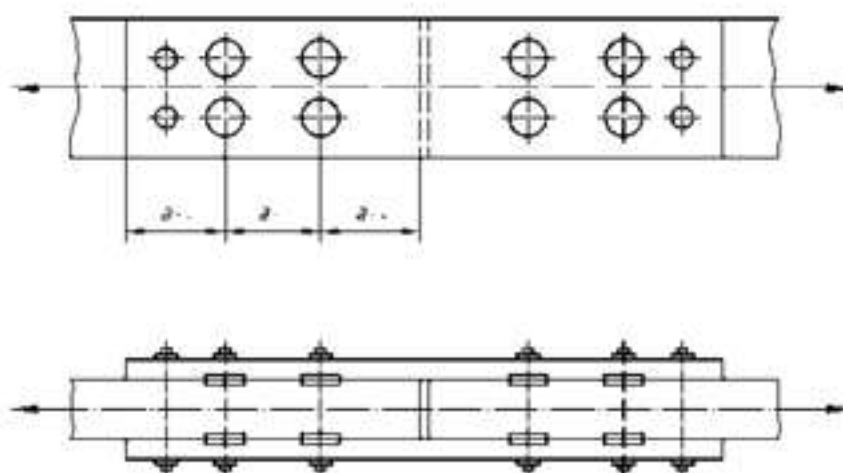


Bild 49 — Anordnung der Bolzen bei Dübelverbindungen

(9) Bolzen und Klemmbolzen von Dübelverbindungen sind nachzuziehen, wenn mit einem erheblichen Schwinden des Holzes gerechnet werden muss. Sie müssen hierzu genügend Gewindelänge aufweisen und bis zur Beendigung des Schwindens zugänglich bleiben. Auf ein Nachziehen darf dann verzichtet werden, wenn beim Einbau die Holzfeuchte nicht mehr als fünf Prozentpunkte über der zu erwartenden mittleren Ausgleichsfeuchte liegt.

(10) Als eine Verbindungseinheit werden bezeichnet:

- ein Dübel (Typ A1, C1, C3, C5 oder C10) in einer Holz-Holz-Verbindung zusammen mit dem zugehörigen Bolzen,
- ein Dübel (Typ B1, C2, C4 oder C11) in einer Stahlblech-Holz-Verbindung zusammen mit dem zugehörigen Bolzen,
- zwei Dübel, (Typ C2/C2, C4/C4 oder C11/C11), die Rückseite an Rückseite angeordnet werden, in einer Holz-Holz-Verbindung zusammen mit dem zugehörigen Bolzen,

Beim Ersatz der Bolzen durch andere Verbindungsmittel gelten diese Definitionen sinngemäß.

(11) Bei Ringdübeln mit Dübeldurchmessern $d_c \leq 95$ mm und bei zweiseitigen Scheibendübeln mit Zähnen oder Dornen mit Dübeldurchmessern $d_c \leq 117$ mm dürfen für den Anschluss von Bauteilen aus Holz an Brettschichtholz die Werte für die charakteristischen Tragfähigkeiten auch dann in Rechnung gestellt werden, wenn die Bolzen durch Sondernägel oder Holzschrauben ersetzt werden. Das gilt auch bei Scheibendübeln des Typs B1 und einseitigen Scheibendübeln mit Zähnen oder Dornen entsprechender Dübeldurchmesser für den Anschluss von Stahlteilen an Brettschichtholz. Der charakteristische Wert des Auszieh Widerstandes $R_{ax,k}$ der Sondernägel oder Holzschrauben muss mindestens das 0,25fache der charakteristischen Tragfähigkeit einer Verbindungseinheit betragen. Bei Scheibendübeln mit Zähnen oder Dornen darf dabei jedoch der Anteil $R_{b,0,d}$ bzw. $R_{b,\alpha,d}$ in der Gleichung (269) bzw. (270) nicht in Rechnung gestellt werden.

(12) Bei der Ermittlung von Querschnittsschwächungen durch Verbindungen mit Dübeln besonderer Bauart sind die in Tabelle 16 angegebenen Dübelfehlflächen Δf und die Schwächung durch die Bohrlöcher für die Verbolzung zu berücksichtigen. Die Länge der Bohrlöcher darf hierbei rechnerisch um die Einlass/Einpresstiefe h_g der Dübel verringert werden.

Tabelle 16 — Dübelfehlflächen

Dübeltyp	Dübeldurchmesser d_c mm	Rechenwert für die Dübelfehlfläche ΔA mm ²
A1 und B1	65	980
A1 und B1	80	1 200
A1 und B1	95	1 430
A1	126	1 890
A1 und B1	128	2 880
A1 und B1	160	3 600
A1 und B1	190	4 280
C1 und C2	50	170
C1 und C2	62	300
C1 und C2	75	420
C1 und C2	95	670
C1 und C2	117	1 000
C1	140	1 240
C1	165	1 490
C3	73 × 130 ($a_1 \times a_2$)	1 110
C4	73 × 130 ($a_1 \times a_2$)	1 110
C5	100 (Seitenlänge)	430
C5	130 (Seitenlänge)	690
C10	50	460
C10	65	590
C10	80	750
C10	95	900
C10	115	1 040
C11	50	540
C11	65	710
C11	80	870
C11	95	1 070
C11	115	1 240

13.3.2 Verbindungen mit Ring- und Scheibendübeln

(1) Der charakteristische Wert der Tragfähigkeit einer Verbindungseinheit nach Absatz (2) für Verbindungen zwischen Bauteilen aus Holz gilt unter den folgenden Voraussetzungen:

- der Winkel α zwischen Kraft- und Faserrichtung des Holzes beträgt 0° ,
- der Endabstand $a_{1,l}$ des Dübels vom belasteten Holzende in Faserrichtung beträgt mindestens $2 \cdot d_c$,
- der Randabstand $a_{2,l(c)}$ des Dübels vom Holzrand rechtwinklig zur Faserrichtung beträgt mindestens $0,6 \cdot d_c$,
- die Dicke t_1 des Seitenholzes beträgt mindestens $3 \cdot h_0$,
- die Dicke t_2 des Mittelholzes (bei zwei- und mehrschnittigen Verbindungen) beträgt mindestens $5 \cdot h_0$,
- die charakteristische Rohdichte ρ_k der miteinander verbundenen Bauteile beträgt mindestens 350 kg/m^3 .

DIN 1052:2004-08

Dabei ist

d_c Dübeldurchmesser,

h_e Einlasstiefe des Dübels im Holz.

(2) Werden alle Bedingungen nach Absatz (1) erfüllt, dann darf der charakteristische Wert der Tragfähigkeit einer Verbindungseinheit angenommen werden zu:

$$R_{c,0,k} = \min \{ 35 \cdot d_c^{1,5} ; 31,5 \cdot d_c \cdot h_e \} \quad \text{N} \quad (257)$$

mit d_c und h_e in mm.

(3) Für die Bolzen nach 13.3.1 (8) sind zusätzlich die Bedingungen der Tabelle 17 einzuhalten.

(4) Unter dem Kopf und der Mutter der Bolzen sind Unterlegscheiben mit einer Seitenlänge oder einem Durchmesser von mindestens $3 \cdot d_b$ und einer Dicke von mindestens $0,3 \cdot d_b$ zu verwenden. Die Unterlegscheiben müssen vollflächig anliegen.

(5) Ist der Winkel α zwischen Kraft- und Faserrichtung des Holzes $> 0^\circ$, dann ist der charakteristische Wert der Tragfähigkeit einer Verbindungseinheit nach Gleichung (257) mit dem Beiwert k_α abzumindern:

$$R_{c,\alpha,k} = k_\alpha \cdot R_{c,0,k} \quad (258)$$

mit

$$k_\alpha = \frac{1}{(1,3 + 0,001 \cdot d_c) \cdot \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha} \quad (259)$$

mit d_c in mm.

(6) Ist der charakteristische Wert der Rohdichte ρ_k eines der verbundenen Bauteile kleiner als 350 kg/m^3 , dann ist der charakteristische Wert der Tragfähigkeit einer Verbindungseinheit nach Gleichung (257) mit dem Faktor $\rho_k/350$ zu mindern.

(7) Ist der charakteristische Wert der Rohdichte ρ_k der verbundenen Bauteile größer als 350 kg/m^3 , dann darf der charakteristische Wert der Tragfähigkeit einer Verbindungseinheit nach Gleichung (257) mit dem Beiwert k_ρ vergrößert werden:

$$k_\rho = \min \left\{ 1,75; \frac{\rho_k}{350} \right\} \quad (260)$$

Dabei ist ρ_k der kleinere Wert der charakteristischen Rohdichten der beiden durch die Verbindungseinheit verbundenen Bauteile.

Tabelle 17 — Anforderungen an die Bolzendurchmesser d_b in Verbindungen mit Ringdübeln (Typ A) und Scheibendübeln (Typ B)

	1	2	3	4
1	Dübeltyp nach Tabelle G.14 und Tabelle G.15	d_c mm	min d_b mm	max d_b mm
2	A1	≤ 130	12	24
3	A1	> 130	16	24
4	B1		$d_1 - 1$	d_1
d_1 ist der Durchmesser des Mittelbores				

(8) Bei Dübelverbindungen mit nur einer Verbindungseinheit in Faserrichtung des Holzes und $\alpha \leq 30^\circ$ darf, wenn der Endabstand $a_{1,1}$ des Dübels vom belasteten Hirnholze mehr als $2 \cdot d_c$ beträgt, der charakteristische Wert der Tragfähigkeit der Verbindungseinheit nach Gleichung (257) mit dem Beiwert k_{a1} vergrößert werden.

$$k_{a1} = \min \left\{ 1,25; \frac{a_{1,1}}{2 \cdot d_c} \right\} \quad (261)$$

(9) Ist bei Dübelverbindungen mit $\alpha \leq 30^\circ$ der Endabstand $a_{1,1}$ des Dübels vom beanspruchten Hirnholze geringer als $2 \cdot d_c$, dann ist der charakteristische Wert der Tragfähigkeit einer Verbindungseinheit nach Gleichung (257) mit dem Faktor $a_{1,1}/(2 \cdot d_c)$ zu mindern. Endabstände $a_{1,1} < 1,5 \cdot d_c$ sind unzulässig.

(10) Bei Dübelverbindungen mit nur einer Verbindungseinheit in Faserrichtung des Holzes und $\alpha \leq 30^\circ$ darf bei unbeanspruchtem Hirnholze der erste Wert in Gleichung (257) unbeachtet bleiben.

(11) Weichen die Holzdicken t_1 des Seitenholzes und/oder t_2 des Mittelholzes (bei zwei- und mehrschnittigen Verbindungen) von den Bedingungen nach Absatz (1) ab, dann ist der charakteristische Wert der Tragfähigkeit einer Verbindungseinheit nach Gleichung (257) mit dem Beiwert k_t zu mindern.

$$k_t = \min \left\{ 1; \frac{t_1}{3 \cdot h_e}; \frac{t_2}{5 \cdot h_e} \right\} \quad (262)$$

Holzdicken $t_1 < 2,25 \cdot h_e$ und $t_2 < 3,75 \cdot h_e$ sind unzulässig.

(12) Die Bemessungswerte der Tragfähigkeit sind wie folgt zu berechnen:

$$R_{c,0(a),d} = \frac{k_{mod} \cdot R_{c,0(a),k}}{\gamma_M} \quad (263)$$

DIN 1052:2004-08

Dabei ist

k_{mod} Modifikationsbeiwert für das Holz,

γ_M Teilsicherheitsbeiwert für Holz und Holzwerkstoffe nach Tabelle 1.

(13) Der Bemessungswert der Tragfähigkeit $R_{j,d}$ einer Dübelverbindung mit Ring- und Scheibendübeln ergibt sich aus der Summe der Bemessungswerte der Tragfähigkeiten $R_{c,0(\alpha),d}$ der Verbindungseinheiten. Dabei ist bei Verbindungen mit mehreren in Kraft- und Faserrichtung hintereinander angeordneten Verbindungseinheiten eine wirksame Anzahl $n_{\text{ef}} < n$ zu berücksichtigen:

$$R_{j,d} = n_{\text{ef}} \cdot R_{c,0(\alpha),d} \quad (264)$$

Die wirksame Anzahl n_{ef} der in Faserrichtung hintereinander liegenden Verbindungseinheiten ist wie folgt anzunehmen:

$$n_{\text{ef}} = \left[2 + \left(1 - \frac{n}{20} \right) \cdot (n - 2) \right] \cdot \frac{90 - \alpha}{90} + n \cdot \frac{\alpha}{90} \quad (265)$$

Dabei bedeutet n die Anzahl der in Faserrichtung hintereinander liegenden Verbindungseinheiten ($n > 2$). Mehr als zehn Verbindungseinheiten hintereinander dürfen nicht in Rechnung gestellt werden.

(14) Die Mindestdübelabstände untereinander und von den Rändern sind in Tabelle 18 angegeben. Für die Bezeichnungen gilt Bild 41 sinngemäß.

Tabelle 18 — Mindestabstände für Ring- und Scheibendübel

	1	2
1	a_1 parallel zur Faserrichtung	$(1,2 + 0,8 \cdot \cos \alpha) \cdot d_c$
2	a_2 rechtwinklig zur Faserrichtung	$1,2 \cdot d_c$
3	$a_{1,t}$ beanspruchtes Hirnholzende	$2 \cdot d_c^a$
4	$a_{1,c}$ unbeanspruchtes Hirnholzende	$\alpha \leq 30^\circ$: $1,2 \cdot d_c$ $\alpha > 30^\circ$: $(0,4 + 1,6 \cdot \sin \alpha) \cdot d_c$
5	$a_{2,t}$ beanspruchter Rand	$(0,6 + 0,2 \cdot \sin \alpha) \cdot d_c$
6	$a_{2,c}$ unbeanspruchter Rand	$0,6 \cdot d_c$
^a Siehe auch 13.3.2 (9); α ist der Winkel zwischen Kraft- und Faserrichtung		

13.3.3 Verbindungen mit Scheibendübeln mit Zähnen oder Dornen

(1) Der charakteristische Wert der Tragfähigkeit einer Verbindungseinheit nach Absatz (2) für Verbindungen zwischen Bauteilen aus Holz gilt unter den folgenden Voraussetzungen:

- der Winkel α zwischen Kraft- und Faserrichtung des Holzes beträgt 0° ,
- der Endabstand $a_{1,1}$ des Dübels vom beanspruchten Holzende in Faserrichtung beträgt bei den Dübeltypen C1, C2 und C5 mindestens $1,5 \cdot d_c$, bei den Dübeltypen C3 und C4 mindestens $1,5 \cdot a_2$ und bei den Dübeltypen C10 und C11 mindestens $2 \cdot d_c$,
- der Randabstand $a_{2,(c)}$ des Dübels vom Holzrand rechtwinklig zur Faserrichtung beträgt bei den Dübeltypen C1, C2, C5, C10 und C11 mindestens $0,6 \cdot d_c$ und bei den Dübeltypen C3 und C4 mindestens $0,6 \cdot a_2$,
- die Dicke t_1 des Seitenholzes beträgt mindestens $3 \cdot h_e$,
- die Dicke t_2 des Mittelholzes (bei zwei- und mehrschnittigen Verbindungen) beträgt mindestens $5 \cdot h_e$,
- die charakteristische Rohdichte ρ_k der miteinander verbundenen Bauteile beträgt mindestens 350 kg/m^3 ; sie darf jedoch nicht mehr als 500 kg/m^3 betragen.

Dabei ist

d_c Dübeldurchmesser (für die Dübeltypen C1, C2, C5, C10 und C11),

a_2 größte Seitenlänge (für die Dübeltypen C3 und C4),

h_e Einpresstiefe des Dübels im Holz.

(2) Werden alle Bedingungen nach Absatz (1) erfüllt, dann darf der charakteristische Wert der Tragfähigkeit einer Verbindungseinheit mit Scheibendübeln mit Zähnen oder Dornen angenommen werden zu

$$R_{j,0,k} = R_{c,k} + R_{b,0,k} \quad (266)$$

Dabei ist

$$R_{c,k} = \begin{cases} 18 \cdot d_c^{1,5} & \text{N} & \text{für die Dübeltypen C1 bis C5} \\ 25 \cdot d_c^{1,5} & \text{N} & \text{für die Dübeltypen C10 bis C11} \end{cases} \quad (267)$$

mit d_c in mm,

$R_{b,0,k}$ charakteristischer Wert der Tragfähigkeit des Bolzens pro Scherfuge für $\alpha = 0^\circ$ (siehe 12.4).

In Gleichung (267) ist bei den Dübeltypen C3 und C4 (siehe Tabelle G.18 und Tabelle G.19) für d_c einzusetzen:

$$d_c = \sqrt{a_1 \cdot a_2} \quad (268)$$

In Gleichung (267) ist beim Dübeltyp C5 (siehe Tabelle G.20) für d_c die Seitenlänge d des Dübels einzusetzen.

DIN 1052:2004-08

(3) Die Bemessungswerte der Tragfähigkeit betragen:

$$R_{j,0,d} = R_{c,d} + R_{b,0,d} \quad (269)$$

Hierin ist $R_{c,d}$ aus $R_{c,k}$ nach Gleichung (267) mit dem Teilsicherheitsbeiwert für Holz und Holzwerkstoffe nach Tabelle 1 und dem Modifikationsbeiwert k_{mod} nach Tabelle F.1 zu berechnen.

(4) Ist der Winkel α zwischen Kraft- und Faserrichtung des Holzes $\neq 0^\circ$, dann darf der Bemessungswert der Tragfähigkeit einer Verbindungseinheit mit Scheibendübeln mit Zähnen oder Dornen angenommen werden zu:

$$R_{j,\alpha,d} = R_{c,d} + R_{b,\alpha,d} \quad (270)$$

Dabei ist

$R_{b,\alpha,d}$ Bemessungswert der Tragfähigkeit des Bolzens für $\alpha \neq 0^\circ$.

(5) Für die Bolzen nach 13.3.1 (8) sind zusätzlich die Bedingungen der Tabelle 19 einzuhalten.

(6) Unter dem Kopf und der Mutter der Bolzen sind Unterlegscheiben mit einer Seitenlänge oder einem Durchmesser von mindestens $3 \cdot d_b$ und einer Dicke von mindestens $0,3 \cdot d_b$ zu verwenden. Die Unterlegscheiben müssen vollflächig anliegen.

(7) Ist der charakteristische Wert der Rohdichte ρ_k einer der verbundenen Bauteile kleiner als 350 kg/m^3 , dann ist der charakteristische Wert der Tragfähigkeit $R_{c,k}$ nach Gleichung (267) mit dem Faktor $\rho_k/350$ zu mindern.

(8) Ist der charakteristische Wert der Rohdichte ρ_k der verbundenen Bauteile größer als 350 kg/m^3 , dann darf der charakteristische Wert der Tragfähigkeit $R_{c,k}$ nach Gleichung (267) mit dem Beiwert k_p vergrößert werden:

$$k_p = \rho_k/350 \quad (271)$$

Dabei ist ρ_k der kleinere Wert der charakteristischen Rohdichten der beiden durch die Verbindungseinheit verbundenen Bauteile.

Tabelle 19 — Anforderungen an die Bolzendurchmesser d_b in Verbindungen mit Scheibendübeln mit Zähnen oder Dornen

	1	2	3	4
1	Dübeltyp nach Tabelle G.16 bis Tabelle G.22	d_c mm	min d_b mm	max d_b mm
2	C1	≤ 75	10	d_1
3	C1	≥ 95	10	30
4	C2		$d_1 - 1$	d_1
5	C3		10	d_1
6	C4		$d_1 - 1$	d_1
7	C5		10	30
8	C10		10	30
9	C11		$d_1 - 1$	d_1

(9) Ist bei Dübelverbindungen mit $\alpha \leq 30^\circ$ der Endabstand $a_{1,t}$ des Dübels vom beanspruchten Holzende bei den Dübeltypen C1, C2 und C5 geringer als $1,5 \cdot d_c$, bei den Dübeltypen C3 und C4 geringer als $1,5 \cdot a_2$ oder bei den Dübeltypen C10 und C11 geringer als $2 \cdot d_c$, dann ist der charakteristische Wert der Tragfähigkeit $R_{c,k}$ nach Gleichung (267) mit dem Faktor $a_{1,t}/1,5 \cdot d_c$ bzw. $a_{1,t}/1,5 \cdot a_2$ bzw. $a_{1,t}/2 \cdot d_c$ zu mindern. Endabstände $a_{1,t}$ unter 80 mm und unter $7 \cdot d_b$ (mit d_b als Bolzendurchmesser in mm) sowie geringer als $1,1 \cdot d_c$ bei den Dübeltypen C1, C2 und C5, geringer als $1,1 \cdot a_2$ bei den Dübeltypen C3 und C4 sowie geringer als $1,5 \cdot d_c$ bei den Dübeltypen C10 und C11 sind unzulässig.

(10) Weichen die Holzdicken t_1 des Seitenholzes und/oder t_2 des Mittelholzes (bei zwei- und mehrschnittigen Verbindungen) von den Bedingungen nach Absatz (1) ab, dann ist der charakteristische Wert der Tragfähigkeit $R_{c,k}$ nach Gleichung (267) mit dem Faktor k_t nach Gleichung (262) zu mindern. Holzdicken $t_1 < 2,25 \cdot h_e$ und $t_2 < 3,75 \cdot h_e$ sind unzulässig.

(11) Der Bemessungswert der Tragfähigkeit $R_{j,d}$ einer Dübelverbindung mit Scheibendübeln mit Zähnen oder Dornen ergibt sich aus der Summe der Bemessungswerte der Tragfähigkeiten $R_{j,0(\alpha),d}$ der Verbindungseinheiten. Dabei ist bei Verbindungen mit mehreren in Kraft- und Faserrichtung hintereinander angeordneten Verbindungseinheiten eine wirksame Anzahl $n_{ef} < n$ zu berücksichtigen:

$$R_{j,d} = n_{ef} \cdot R_{j,0(\alpha),d} \quad (272)$$

Für die wirksame Anzahl n_{ef} darf der Wert nach Gleichung (265) angenommen werden.

(12) Die Mindestdübelabstände untereinander und von den Rändern sind für die Dübeltypen C1 bis C5 in Tabelle 20 und für die Dübeltypen C10 und C11 in Tabelle 21 angegeben. Für die Bezeichnungen gilt Bild 41 sinngemäß.

Tabelle 20 — Mindestabstände von Scheibendübeln mit Zähnen der Typen C1 bis C5

	1	2
1	a_1 parallel zur Faserrichtung	$(1,2 + 0,3 \cdot \cos \alpha) \cdot d_c$
2	a_2 rechtwinklig zur Faserrichtung	$1,2 \cdot d_c$
3	$a_{1,t}$ beanspruchtes Hirnholzende	$1,5 \cdot d_c^a$
4	$a_{1,c}$ unbeanspruchtes Hirnholzende	$\alpha \leq 30^\circ$: $1,2 \cdot d_c$ $\alpha > 30^\circ$: $(0,9 + 0,6 \cdot \sin \alpha) \cdot d_c$
5	$a_{2,t}$ beanspruchter Rand	$(0,6 + 0,2 \cdot \sin \alpha) \cdot d_c$
6	$a_{2,c}$ unbeanspruchter Rand	$0,6 \cdot d_c$
Bei den Dübeltypen C3 und C4 ist für d_c die größte Seitenlänge a_2 des Dübels, bei Dübeltyp C5 für d_c die Seitenlänge d des Dübels einzusetzen.		
^a Siehe auch 13.3.3 (9); α ist der Winkel zwischen Kraft- und Faserrichtung		

Tabelle 21 — Mindestabstände von Scheibendübeln mit Dornen der Typen C10 und C11

	1	2
1	a_1 parallel zur Faserrichtung	$(1,2 + 0,8 \cdot \cos \alpha) \cdot d_c$
2	a_2 rechtwinklig zur Faserrichtung	$1,2 \cdot d_c$
3	$a_{1,t}$ beanspruchtes Hirnholzende	$2 \cdot d_c^a$
4	$a_{1,c}$ unbeanspruchtes Hirnholzende	$\alpha \leq 30^\circ$: $1,2 \cdot d_c$ $\alpha > 30^\circ$: $(0,4 + 1,6 \cdot \sin \alpha) \cdot d_c$
5	$a_{2,t}$ beanspruchter Rand	$(0,6 + 0,2 \cdot \sin \alpha) \cdot d_c$
6	$a_{2,c}$ unbeanspruchter Rand	$0,6 \cdot d_c$
^a siehe auch Abschnitt 13.3.3 (9); α ist der Winkel zwischen Kraft- und Faserrichtung		

13.3.4 Verbindungen mit Dübeln besonderer Bauart in Hirnholzflächen

(1) Ringdübel des Typs A1 mit Durchmessern $d_c \leq 126$ mm, Scheibendübel mit Zähnen des Typs C1 mit Durchmessern $d_c \leq 140$ mm sowie Scheibendübel mit Dornen des Typs C10 dürfen in rechtwinklig oder schräg ($\varphi \geq 45^\circ$) zur Faserrichtung verlaufende Hirnholzflächen von Vollholz, Brettschichtholz oder Balkenschichtholz eingebaut und zur Übertragung von Auflagerkräften herangezogen werden (siehe Bild 50). Zum Zusammenhalten der Verbindung sind die nach Tabelle 17, Zeile 2 und Tabelle 19, Zeilen 2, 3 und 8 zu den jeweiligen Dübeln besonderer Bauart gehörenden Bolzendurchmesser zu verwenden. Das Vollholz muss bei Herstellung der Verbindung eine Feuchte unterhalb 20 % besitzen.

(2) Die Lagesicherung wird durch Bolzen über zugehörige Unterlegscheiben nach Tabelle G.13 unter dem Bolzenkopf sowie eine Klemmvorrichtung am Bolzenende gewährleistet. Die Klemmvorrichtung besteht entweder aus einem Rundstahl mit Querbohrung und Innengewinde, einem entsprechenden Formstück oder einer Unterlegscheibe mit Mutter.

(3) Die Breiten der anzuschließenden Träger dürfen die in Tabelle 22 angegebenen Mindestwerte nicht unterschreiten. Die Dübel besonderer Bauart sind mittig in die Hirnholzflächen der anzuschließenden Träger (Nebenträger) unter Beachtung der in Tabelle 22 angegebenen Mindestwerte für die Randabstände und die Abstände untereinander einzubauen.

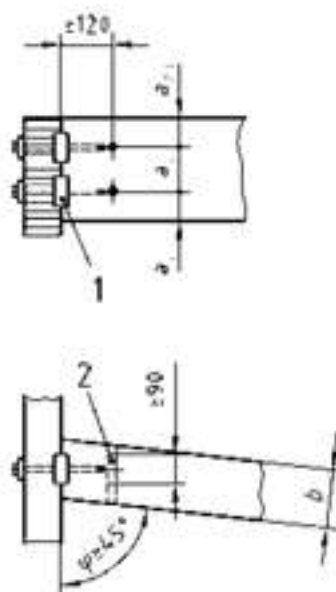
(4) Beträgt die charakteristische Rohdichte der miteinander verbundenen Bauteile mindestens 350 kg/m^3 , dann darf für Ringdübel des Typs A1 der charakteristische Wert $R_{c,H,k}$ der Tragfähigkeit einer Verbindungseinheit in einem Hirnholzanschluss angenommen werden zu:

$$R_{c,H,k} = \frac{k_H}{(1,3 + 0,001 \cdot d_c)} \cdot R_{c,0,k} \quad (273)$$

Dabei ist

- $R_{c,0,k}$ charakteristischer Wert der Tragfähigkeit einer Verbindungseinheit nach Gleichung (257),
- k_H Beiwert zur Berücksichtigung des Einflusses des Hirnholzes des anzuschließenden Trägers,
- d_c Dübeldurchmesser in mm.

Maße in mm

**Legende**

- 1 Dübel Typ nach 13.3.4 (1)
 2 Rundstahl Ø 24 — 40 mm

Bild 50 — Ausbildung eines Hirnholzanschlusses mit Dübeln besonderer Bauart

(5) Der Beiwert k_H in Gleichung (273) darf angenommen werden zu:

$k_H = 0,65$ bei einem oder zwei Dübeln hintereinander,

$k_H = 0,80$ bei drei, vier oder fünf Dübeln hintereinander.

(6) Hirnholzanschlüsse mit charakteristischen Rohdichten der zu verbindenden Bauteile unter 350 kg/m^3 sowie eine Vergrößerung des charakteristischen Wertes der Tragfähigkeit mit k_p nach Gleichung (260) sind unzulässig.

(7) Beträgt die charakteristische Rohdichte der miteinander verbundenen Bauteile mindestens 350 kg/m^3 , jedoch nicht mehr als 500 kg/m^3 , dann darf für Scheibendübel mit Zähnen des Typs C1 und Scheibendübel mit Dornen des Typs C10 der charakteristische Wert $R_{c,H,k}$ der Tragfähigkeit einer Verbindungseinheit in einem Hirnholzanschluss angenommen werden zu:

$$R_{c,H,k} = 14 \cdot d_c^{1,5} + 0,8 \cdot R_{b,90,k} \quad (274)$$

Dabei ist

$R_{b,90,k}$ charakteristische Tragfähigkeit des verwendeten Bolzens oder der Gewindestange nach Gleichung (199) mit der charakteristischen Lochleibungsfestigkeit $f_{h,1,k}$ nach Gleichung (202) für $\alpha = 90^\circ$.

DIN 1052:2004-08

(8) Die Bemessungswerte der Tragfähigkeiten von Hirnholzanschlüssen mit Dübeln besonderer Bauart betragen:

$$R_{c,H,d} = n_c \cdot \frac{k_{mod} \cdot R_{c,H,k}}{\gamma_M} \quad (275)$$

Dabei ist

$R_{c,H,k}$ charakteristischer Wert der Tragfähigkeit einer Verbindungseinheit nach der Gleichung (273) bzw. (274),

n_c Anzahl der Verbindungseinheiten in einem Anschluss, mit $n_c \leq 5$,

γ_M Teilsicherheitsbeiwert für Holz und Holzwerkstoffe nach Tabelle 1.

Tabelle 22 — Anforderungen an die Holzmaße und die Dübelabstände bei Hirnholzanschlüssen mit Dübeln besonderer Bauart

	1	2	3	4	5
1	Dübeltyp	Dübeldurchmesser d_c mm	Mindestbreite des anzuschließenden Trägers mm	Mindestrand- abstand $a_{2,c}$ mm	Mindestabstand der Dübel untereinander a_2 mm
2	A1	65	110	55	80
3	A1	80	130	65	95
4	A1	95	150	75	110
5	A1	126	200	100	145
6	C1	50	100	50	55
7	C1	62	115	55	70
8	C1	75	125	60	90
9	C1	95	140	70	110
10	C1	117	170	85	130
11	C1	140	200	100	155
12	C10	50	100	50	65
13	C10	65	115	60	85
14	C10	80	130	65	100
15	C10	95	150	75	115
16	C10	115	170	85	130

14 Klebungen

14.1 Allgemeines

(1) Die nachfolgenden Regeln gelten für geklebte Verbindungen in tragenden Bauteilen.

(2) Für die Ausführung von Klebarbeiten zur Herstellung tragender Holzbauteile, von Brettschichtholz und geklebten Verbindungen muss der Hersteller bzw. der Ausführende im Besitz des jeweils erforderlichen Nachweises der Eignung sein (siehe Anhang A). Für geklebte Verbundbauteile aus Brettschichtholz gilt zusätzlich Anhang B.

(3) Der Klebstoff darf als geeignet angesehen werden, wenn es sich bei dem Klebstoff um ein geregeltes Bauprodukt nach DIN EN 301:1992-08 und DIN 68141 handelt. Ist dies nicht der Fall, ist der Nachweis der Eignung des Klebstoffes für den vorgesehenen Anwendungsbereich z. B. über eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung zu führen.

(4) Es dürfen gemäß den Vorgaben nach 14.2 bis 14.7 folgende Baustoffe miteinander verklebt werden:

- Vollholz,
- Brettschichtholz,
- Balkenschichtholz,
- Furnierschichtholz,
- Brettsperrholz,
- Sperrholz,
- OSB-Platten, sofern die zu verklebenden Flächen geschliffen sind,
- kunstharzgebundene Spanplatten.

(5) Bei flächigen Klebungen müssen die Oberflächen der miteinander zu verklebenden Bauteile glatt (z. B. gehobelt oder geschliffen) sein. Vor dem Kleben ist die Maßhaltigkeit der miteinander zu verklebenden Oberflächen zu prüfen. Die Oberflächen müssen vor der Klebung weitgehend schmutzfrei und frei von Harzaustritten sein.

(6) Bei der flächigen Klebung von Bauteilen aus Holz darf der Anschnittwinkel zwischen Klebfuge und Faserrichtung des Holzes höchstens 15° betragen.

(7) Bei Verbindungen nach 14.2, 14.4, 14.5 und 14.6 gelten die Anforderungen an die Dicken der Klebfugen nach DIN EN 302-1:1992-08. Die Klebfugen zwischen den Einzelquerschnitten von Verbundbauteilen nach 14.7 dürfen eine Dicke bis zu 2 mm haben.

(8) Die Raumtemperatur beim Kleben und Aushärten muss mindestens 20 °C betragen. Die Temperatur der Baustoffe muss mindestens 18 °C betragen.

(9) Bei flächigen Klebungen ist als Bemessungswert der Scherfestigkeit der Klebfuge der jeweils kleinere Bemessungswert der Schubfestigkeit bzw. der Rollschubfestigkeit der zu verklebenden Bauteile anzunehmen. Dies gilt nicht für den Nachweis der Klebfuge für Verstärkungen nach 11.4.

(10) Bei eingeklebten Stahlstäben sind vor dem Einkleben der Stäbe die Bohrlöcher zu reinigen. Ist der Bohrl Lochdurchmesser größer als der Außendurchmesser der Stahlstäbe, darf das Einbringen des Klebers durch Injizieren in den Hohlraum zwischen Stahlstab und Bohrl ochwandung erfolgen, wenn der Stahlstab bereits in das Bohrloch eingebracht ist. Alternativ darf der Stahlstab in das teilweise mit Kleber gefüllte Bohrloch eingesetzt werden. Es ist sicherzustellen, dass der Hohlraum zwischen Stahlstab und Bohrl ochwandung vollständig mit Kleber ausgefüllt ist. Die Vorgaben des Eignungsnachweises des Klebstoffs sind zu berücksichtigen.

14.2 Schraubenpressklebung

(1) Beim Aufkleben von Brett lamellen aus Vollholz bis zu einer Dicke von 35 mm und Holzwerkstoffplatten nach 14.1 (4) bis zu einer Dicke von 50 mm darf der Pressdruck mittels Schraubenpressklebung aufgebracht werden.

DIN 1052:2004-08

(2) Es dürfen nur selbstbohrende Schrauben mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung und einem Nenndurchmesser $d \geq 4$ mm verwendet werden. Die Gewindelänge im Holzteil mit der Schraubenspitze muss mindestens 40 mm betragen, mindestens jedoch gleich der Plattendicke sein. In der aufzuklebenden Lamelle oder Platte darf kein Schraubengewinde vorhanden sein.

(3) Es ist mindestens eine Schraube je $15\,000\text{ mm}^2$ Lamellen- oder Plattenfläche anzuordnen. Dabei darf der Schraubenabstand höchstens 150 mm betragen.

(4) Bei mehreren Lagen ist jede Lage für sich zu schrauben. Dabei müssen die selbstbohrenden Schrauben versetzt angeordnet werden.

(5) Die Holzfeuchte der zu verklebenden Teile darf höchstens 15 %, ihre Feuchtedifferenz höchstens 4 % betragen.

14.3 Verbindungen mit eingeklebten Stahlstäben**14.3.1 Allgemeines**

(1) Die Festlegungen gelten für Verbindungen in Bauteilen aus Holz mit eingeklebten Gewindebolzen mit metrischem Gewinde nach DIN 976-1 und Betonrippenstählen nach DIN 488-1 mit einem Nenndurchmesser d von mindestens 6 mm und höchstens 30 mm.

(2) Besteht eine Verbindung aus mehreren zusammenwirkenden Gewindebolzen, die in Richtung ihrer Stabachse beansprucht und mit einem anderen Bauteil verschraubt werden, müssen die Muttern so angezogen werden, dass die Zugkräfte zwischen den einzelnen Gewindebolzen gleichförmig verteilt sind.

(3) Beim Einkleben der Stahlstäbe darf die Holzfeuchte höchstens 15 % betragen.

14.3.2 Beanspruchung rechtwinklig zur Stabachse

(1) Für den Nachweis der Tragfähigkeit auf Abscheren (Beanspruchung rechtwinklig zur Stabachse) gelten die Bestimmungen des Abschnittes 12.2. In den maßgebenden Gleichungen ist bei Betonrippenstählen für den Durchmesser d der Nenndurchmesser einzusetzen.

(2) Sofern im Folgenden nichts anderes festgelegt ist, gelten im Übrigen die Bestimmungen für Verbindungen mit Bolzen und Gewindestangen (siehe 12.4) sinngemäß.

(3) Die Mindestabstände untereinander und von den Rändern sind in Tabelle 23 (siehe Bild 51) angegeben.

(4) Bei rechtwinklig zur Faserrichtung eingeklebten Stahlstäben dürfen die charakteristischen Werte der Lochleibungsfestigkeit nach 12.3 mit um 25 % erhöhten Werten in Rechnung gestellt werden.

Tabelle 23 — Mindestabstände von rechtwinklig zur Stabachse beanspruchten eingeklebten Stahlstäben

	1	2
1	parallel zur Faserrichtung eingeklebte Stahlstäbe	$a_2 = 5 \cdot d$ $a_{2,c} = 2,5 \cdot d$ $a_{2,t} = 4 \cdot d$
2	rechtwinklig zur Faserrichtung eingeklebte Stahlstäbe	siehe Tabelle 8