

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

Dabei ist

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

ℓ_{ad} Höhe der aufgeklebten Verstärkung oberhalb oder unterhalb der Trägerachse,

ℓ_r Länge der Verstärkung in der Trägerachse,

$f_{k3,d}$ Bemessungswert der Klebfugenfestigkeit (charakteristischer Wert siehe Tabelle F.23).

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

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

$$\sigma_{t,d} = \frac{F_{t,90,d}}{t_r \cdot \ell_r} \quad (190)$$

Dabei ist

t_r Dicke einer Verstärkung,

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

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 Lochleibungsbeanspruchung 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 stoffartige 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 Verhältniszerte $t_1/t_{1,req}$ 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 Mittelhölzer mit zweischnittig beanspruchten Verbindungsmitteln

$$t_{\text{req}} = 1,15 \cdot (2\sqrt{2}) \cdot \sqrt{\frac{M_{y,k}}{f_{h,k} \cdot d}} \quad (200)$$

und für alle anderen Fälle

$$t_{\text{req}} = 1,15 \cdot (2 + \sqrt{2}) \cdot \sqrt{\frac{M_{y,k}}{f_{h,k} \cdot d}} \quad (201)$$

(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 Mindestholzdicken 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:

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

(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_{ef} wie folgt zu bestimmen:

$$n_{ef} = \left[\min \left\{ n; n^{0,9} \cdot \sqrt[4]{\frac{a_1}{10 \cdot d}} \right\} \right] \cdot \frac{90 - \alpha}{90} + n \cdot \frac{\alpha}{90} \quad (210)$$

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	$a_{1,t}$ 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	$a_{2,t}$ beanspruchter Rand	$3 \cdot d$
6	$a_{2,c}$ unbeanspruchter Rand	$3 \cdot d$
α ist der Winkel zwischen Kraft- und Faserrichtung		

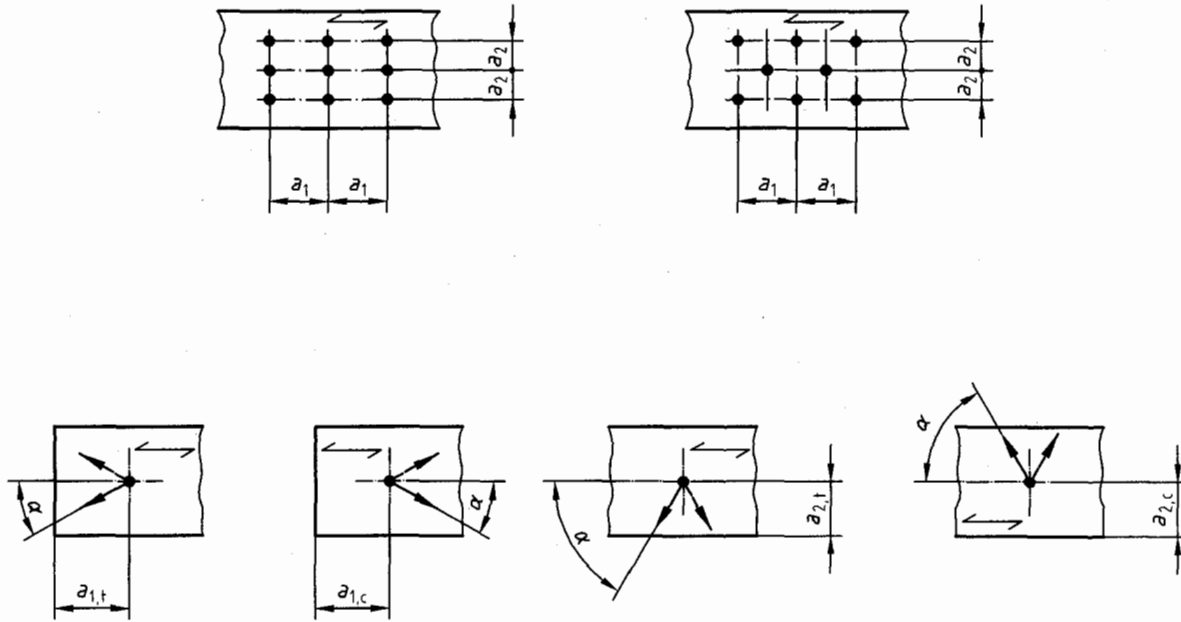


Bild 41 — Definitionen der Verbindungsmittelabstände

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.

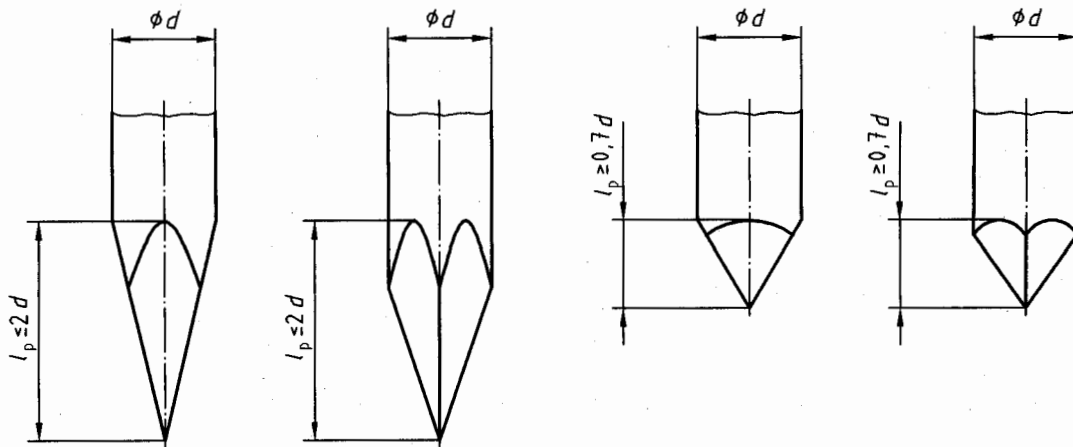


Bild 42 — Nagelspitzen (schematische Darstellung)



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 genauere 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 Heftnägeln 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 $(t_2 - l)$ 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.

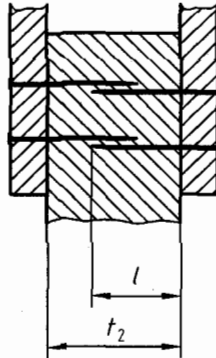


Bild 44 — Übergreifende Nägel

(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 Mindestdicke 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	$a_{1,t}$ beanspruchtes Hirnholzende	$d < 5 \text{ mm:}$ $(7 + 5 \cdot \cos \alpha) \cdot d$ $d \geq 5 \text{ mm:}$ $(10 + 5 \cdot \cos \alpha) \cdot d$	$(15 + 5 \cdot \cos \alpha) \cdot d$	$(7 + 5 \cdot \cos \alpha) \cdot d$
4	$a_{1,c}$ unbeanspruchtes Hirnholzende	$d < 5 \text{ mm:}$ $7 \cdot d$ $d \geq 5 \text{ mm:}$ $10 \cdot d$	$15 \cdot d$	$7 \cdot d$
5	$a_{2,t}$ 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	$a_{2,c}$ 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:

$$f_{h,k} = 0,11 \cdot \rho_k \cdot d^{0,3}$$

$$\text{N/mm}^2$$

(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/m^3 ,

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:

$$R_k = A \cdot \sqrt{2 \cdot M_{y,k} \cdot f_{h,1,k} \cdot d} \quad (226)$$

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 (zweischmittige 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

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

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

	1	2	3	4
1	Stahlblech (vorgebohrt)	Faktor A in Gleichung (228)	Erforderliche Mittelholzdicke t_{req} (zweischneittige 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-Klammerverbindungen 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.

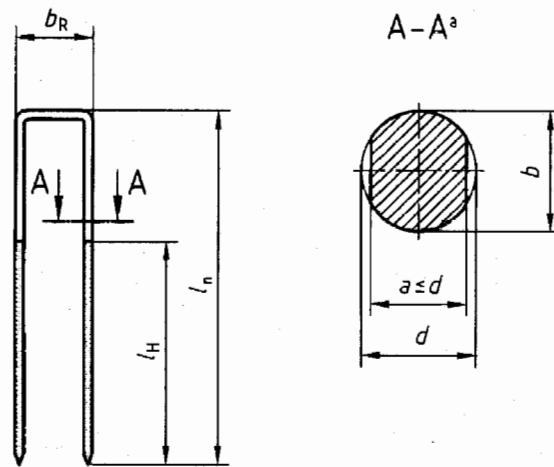


Bild 45 — Klammer für tragende Verbindungen

(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:

$$M_{y,k} = 0,3 \cdot f_{u,k} \cdot d^{2,6} \text{ Nmm} \quad (232)$$

Dabei ist

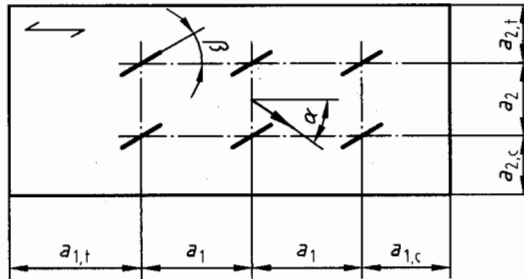
d Nenndurchmesser der Klammer in mm.

(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	$a_{1,t}$ beanspruchtes Hirnholzende	$(15 + 5 \cdot \cos \alpha) \cdot d$
6	$a_{1,c}$ unbeanspruchtes Hirnholzende	$15 \cdot d$
7	$a_{2,t}$ 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**

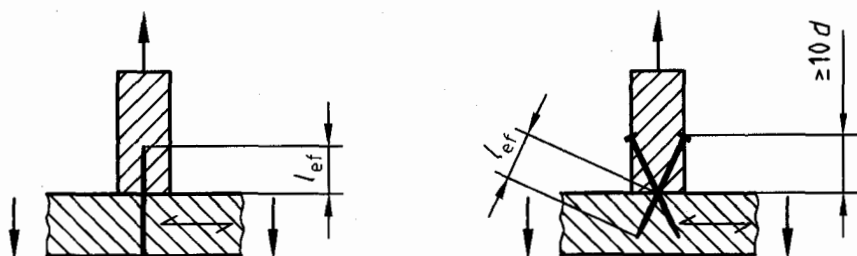
- (1) Glattschaftige Nägel und Sondernägel der Tragfähigkeitsklasse 1 dürfen nur für kurze Lasteinwirkungen (z. B. Windsogkräfte) in Schaftrichtung (Richtung der Stiftachse) beansprucht werden.

(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 Schaffrichtung 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.



a) Rechtwinklig zur Faserrichtung des Holzes

b) Schrägnagelung

Bild 47 — Nagelung

(6) Der charakteristische Wert des Ausziehwerstandes 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/mm^2 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 Bohrl Lochdurchmesser nicht größer als der Kerndurchmesser des Sondernagels ist. Bei größerem Bohrl Lochdurchmesser 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 l_{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/m^3 in Rechnung zu stellen. Für Platten mit einer Dicke zwischen 12 mm und 20 mm darf in allen Fällen nur mit $f_{2,k} = 8 \text{ N/mm}^2$ gerechnet werden. Bei geringeren Plattendicken als 12 mm darf mit $R_{ax,k} = 400 \text{ N}$ 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:

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

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/mm^2 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 $F_{\ell a}$ beansprucht werden, muss die folgende Bedingung erfüllt sein:

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

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 Koppelfettenanschlüssen 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.