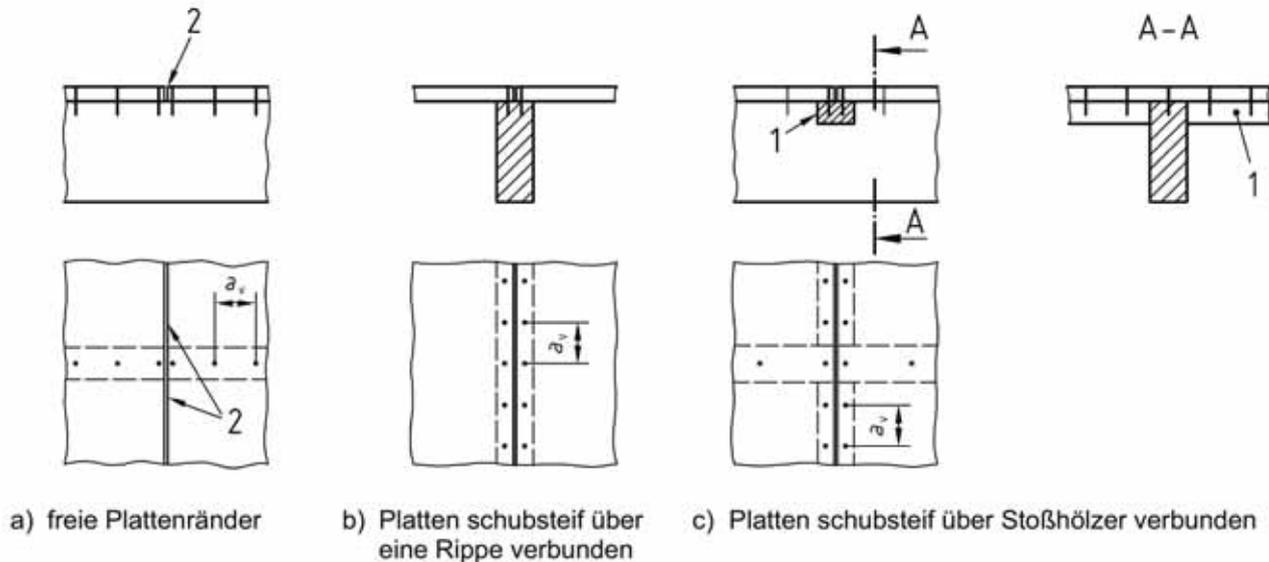


(4) Werden Tafeln aus einzelnen Tafелеlementen zusammengesetzt, dann sind die Elemente so zu verbinden, dass der Schubfluss $s_{v,0}$ der angrenzenden Beplankungsränder von Element zu Element übertragen werden kann (Bild 8).

(5) Der Abstand a_v der Verbindungsmittel ist an allen Plattenrändern auf den Rippen und auf den Stoßhölzern konstant.



Legende

- 1 Stoßholz
2 freie Plattenränder

Bild 7 — Plattenränder



Bild 8 — Übertragung des Schubflusses bei Tafeln aus mehreren Elementen

(6) Werden bei Tafeln mit allseitig schubsteif verbundenen Plattenrändern die Plattenstöße um mindestens einen Rippenabstand versetzt angeordnet, darf der Bemessungswert des Schubflusses $s_{v,0}$ entlang den nicht durchlaufenden Rändern um 1/3 geringer angenommen werden und der Verbindungsmittelabstand entsprechend vergrößert werden.

(7) Eine kontinuierliche Verbindung von Beplankung und Rippen nach 8.7.1 (4) darf angenommen werden, wenn der Abstand der Verbindungsmittel entlang den Plattenrändern bei Nägeln und Klammern höchstens 150 mm, bei Schrauben höchstens 200 mm beträgt. In anderen Bereichen darf der Abstand höchstens 300 mm betragen.

(8) Der Verbindungsmittelabstand a_v muss mindestens $20 \cdot d$ betragen, sofern kein genauere Nachweis der Tragfähigkeit der Platten geführt wird.

DIN 1052:2004-08

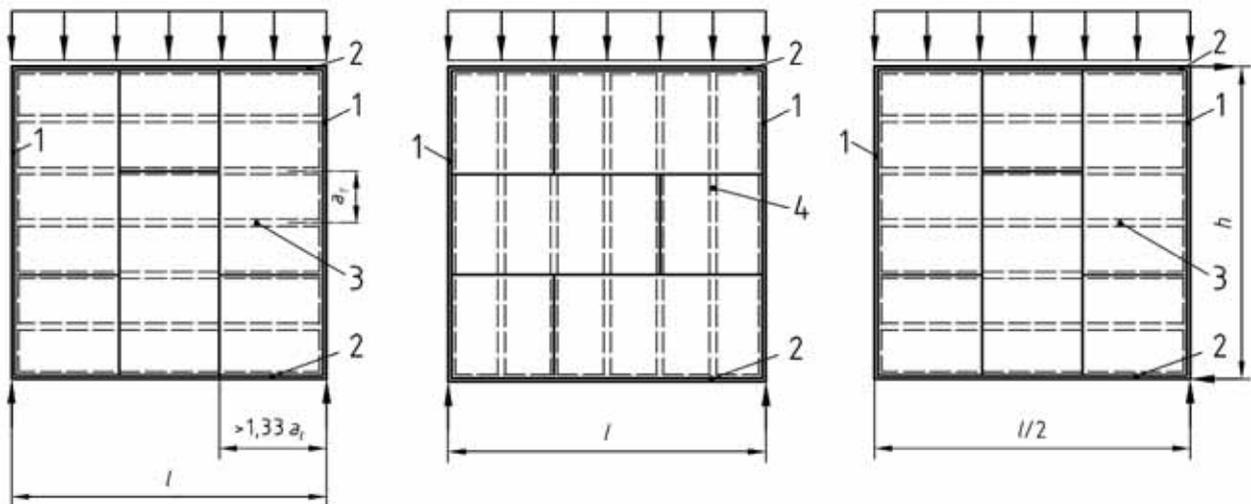
(9) Als Randabstände der Verbindungsmittel für Platten und Rippen darf bei Tafeln mit allseitig schubsteif verbundenen Plattenrändern das Maß $a_{2,c}$ gewählt werden. In Randbereichen, in denen die Rippen rechtwinklig zu ihrer Stabachse beansprucht werden, können andere Randabstände erforderlich sein. Bei allen Tafeln mit freien Plattenrändern muss als Randabstand der Verbindungsmittel das Maß $a_{2,t}$ für $\alpha = 90^\circ$ gewählt werden.

(10) Einzelne Öffnungen in der Beplankung dürfen bei der Berechnung der Beanspruchungen vernachlässigt werden, wenn sie kleiner als $200 \text{ mm} \times 200 \text{ mm}$ sind. Bei mehreren Öffnungen muss hierbei die Summe der Längen kleiner als 10 % der Tafellänge und die Summe der Höhen kleiner als 10 % der Tafelhöhe sein. Die Auswirkungen größerer Öffnungen sind nachzuweisen.

(11) Die Randrippen von Tafeln dürfen nicht gestoßen sein oder die Stöße sind verformungsarm auszuführen. Stöße sind verformungsarm in diesem Sinne, wenn der Bemessungswert der Tragfähigkeit des Stoßes größer als der 1,5fache Bemessungswert der Beanspruchung ist.

(12) Sofern kein genauere Nachweis der Tragfähigkeit der Tafel erfolgt, sind bei Tafeln mit einem Rippenabstand, der größer ist als die 50fache Beplankungsdicke, die Lasten über Verteiler in die Tafeln einzuleiten. Freie Plattenränder sind bei diesen Tafeln nicht zulässig.

8.7.3 Dach- und Deckentafeln



a) seitliche Randrippen gelagert, Lastenleitung über einen Gurt

b) seitliche Randrippen gelagert, Lastenleitung über Verteiler

c) eine seitliche Randrippe und Gurte gelagert, Lastenleitung über einen Gurt

Legende

- 1 seitliche Randrippen (Verteiler)
- 2 Gurte
- 3 Innenrippen
- 4 Innenrippe als Verteiler

Bild 9 — Lagerung und Lastenübertragung bei Tafeln

(1) Dach- und Deckentafeln sind rechteckige Tafeln mit einer Länge l und einer Höhe h , die in ihrer Ebene an ihrem oberen und unteren Rand durch eine Gleichstreckenlast in Richtung der Tafelhöhe beansprucht werden. Die beiden seitlichen Randrippen (Verteiler) sind in Lastrichtung gelagert (Bilder 9a und 9b) oder eine seitliche Randrippe ist in Lastrichtung und die obere und untere Randrippe (Gurte) sind rechtwinklig zur Lastrichtung gelagert (Bild 9c).

(2) Freie Plattenränder sind nur quer zu den Innenrippen zulässig. Hierbei sind folgende Bedingungen einzuhalten:

- die Platten sind um mindestens einen Rippenabstand a_r versetzt angeordnet;
- der Rippenabstand a_r beträgt höchstens das 0,75fache der Seitenlänge der Platten in Rippenrichtung;
- die Platten sind auch an die Rippen, auf denen die Platten nicht gestoßen sind, mit Verbindungsmitteln im Abstand a_v angeschlossen;
- die Stützweite l der Tafel beträgt weniger als 12,5 m oder es sind höchstens drei Plattenreihen vorhanden;
- die Tafelhöhe h in Lastrichtung beträgt mindestens $l/4$;
- der Bemessungswert der Einwirkungen ist nicht größer als 5,0 kN/m.

(3) Die Beanspruchungen der Tafeln dürfen vereinfachend nach der technischen Biegelehre berechnet werden. Die obere und untere Randrippe sind als allein wirksamer Gurt für die Kraft aus dem maximalen Biegemoment zu bemessen. Die Beplankung ist für den Schubfluss aus der maximalen Querkraft zu bemessen, wobei der Schubfluss als über die Tafelhöhe konstant angenommen werden darf. Die Beanspruchung $s_{v,90}$ aus der Lasteinleitung darf unter Berücksichtigung von (4) vernachlässigt werden.

(4) Die Tafelhöhe h darf bei Tafeln, bei denen die Last über Rippen (Verteiler) in die Tafel eingeleitet wird, die über die volle Tafelhöhe durchgehen, rechnerisch nicht größer als die Stützweite l angesetzt werden. Wenn das Tragverhalten nicht genauer berechnet und die Lasteinleitung nicht nachgewiesen wird, ist bei anderen Systemen die rechnerische Scheibenhöhe bei auf beide Ränder verteilter Last nicht größer als $l/2$, bei einseitiger Last nicht größer als $l/4$ anzusetzen.

(5) Als Verteiler der Lasten können auch Latten wirken, die in einem regelmäßigen Abstand angeordnet sind und über die Tafelhöhe ungestoßen durchgehen. Die Weiterleitung der Kraft von den Latten zur Beplankung darf hierbei auch indirekt über eine Konterlattung erfolgen. Bei größerem Abstand zwischen Latten und Beplankung ergeben sich in den Latten und Verbindungen Zusatzbeanspruchungen, die bei der Bemessung berücksichtigt werden müssen.

(6) Die zur Lagerung dienenden Randrippen sind für die Auflagerkräfte zu bemessen. Die Weiterleitung der Auflagerkräfte ist nachzuweisen, wobei die weiterzuleitenden Gurtkräfte mit der tatsächlichen Tafelhöhe anstelle der nach (4) für die Berechnung des Schubflusses und der Gurtkräfte rechnerisch wirksamen Höhe ermittelt werden.

(7) Die Stützkräfte von über mehrere Felder durchlaufenden Tafeln dürfen näherungsweise ohne Berücksichtigung einer Durchlaufwirkung bestimmt werden.

(8) Für Dach- und Deckentafeln ist ein Nachweis der Tafeldurchbiegung nicht erforderlich, wenn

- die Tafelhöhe mindestens $l/4$ beträgt,
- die Seitenlänge der Platten mindestens 1,0 m beträgt,
- der Verbindungsmittelabstand a_v an allen nicht freien Plattenrändern der Tafel eingehalten wird.

8.7.4 Wandtafeln

(1) Eine Wandtafel ist eine rechteckige Tafel der Länge l und der Höhe h mit in regelmäßigen Abständen angeordneten lotrechten Rippen und einer horizontalen Kopf- und Fußrippe (Bild 10). Die Tafel wird in ihrer Ebene über die Kopfrippe horizontal durch eine Kraft F_v und vertikal durch eine Gleichlast oder Druckkräfte F_c beansprucht.

DIN 1052:2004-08

(2) Die seitlichen Randrippen sind druck- und erforderlichenfalls direkt zugfest mit der Unterkonstruktion verbunden. Die Fußrippe ist horizontal und vertikal gelagert.

(3) Die ein- oder beidseitige Beplankung besteht aus über die volle Tafelhöhe durchgehenden Platten, die auf vertikalen Rippen gestoßen sein können. Die Mindestbreite der Platten ℓ_p beträgt $h/4$. Die Beplankung darf horizontal einmal gestoßen sein, wenn die Plattenränder schubsteif verbunden sind.

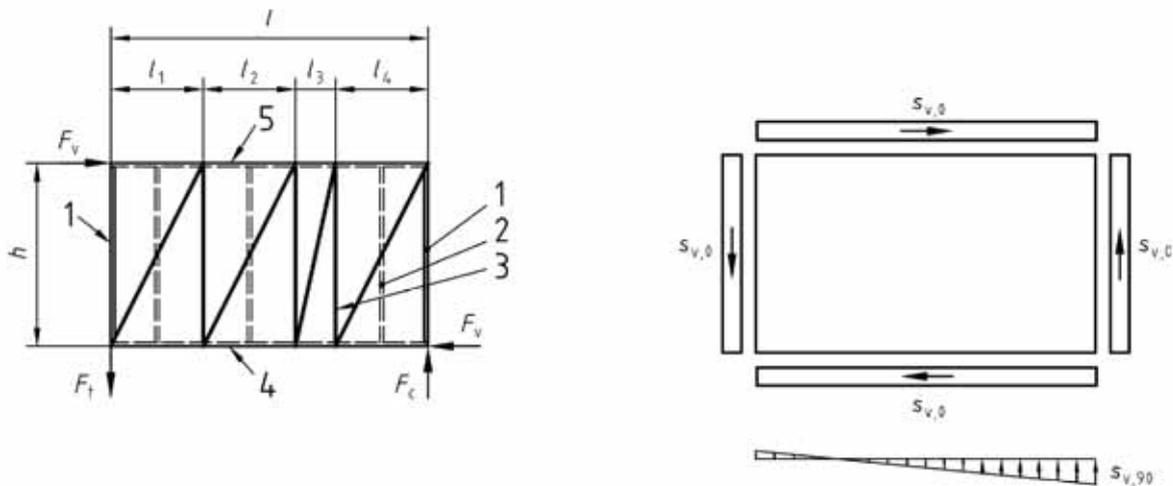
8.7.5 Wandtafeln unter horizontaler Scheibenbeanspruchung

(1) Die Normalkraft der Randrippen beträgt

$$F_{c,d} = F_{t,d} = F_{v,d} \cdot \frac{h}{\ell} \quad (35)$$

(2) Wenn die Tafellänge größer ist als die halbe Tafelhöhe, darf die Normalkraft der Randrippe für den Nachweis des Anschlusses an die Fußrippe (Schwellenpressung) angenommen werden zu

$$F_{c,d} = \begin{cases} 0,67 \cdot F_{v,d} \cdot \frac{h}{\ell} & \text{im Falle beidseitiger Beplankung} \\ 0,75 \cdot F_{v,d} \cdot \frac{h}{\ell} & \text{im Falle einseitiger Beplankung} \end{cases} \quad (36)$$



a) Anschlusskräfte der Randrippen an die Unterkonstruktion

b) Beanspruchung des Verbundes von Beplankung und Randrippen

Legende

- 1 Randrippe
- 2 Innenrippe
- 3 Innenrippe (Stoßrippe)
- 4 Fußrippe
- 5 Kopfrippe

Bild 10 — Wandtafel unter horizontaler Scheibenbeanspruchung

(3) Für den Anschluss an die Fußrippe (Schwellenpressung) wird die Normalkraft der Innenrippen angenommen zu

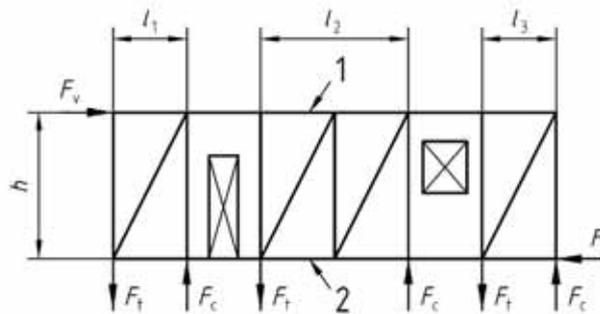
$$F_{c,d} = 0,20 \cdot F_{v,d} \cdot \frac{h}{\ell} \quad (37)$$

(4) Der Verbund von Beplankung und Rippen (Bild 10b) wird beansprucht durch den Schubfluss

$$s_{v,0,d} = F_{v,d} / \ell \quad (38)$$

(5) Die Auswirkungen der Beanspruchung $s_{v,90,d}$ dürfen bei Wandtafeln, die nur horizontal beansprucht werden, unberücksichtigt bleiben.

(6) Die Tragfähigkeiten von Wandbereichen mit Tür- oder Fensteröffnungen dürfen beim Nachweis vernachlässigt werden. Die ungestörten Bereiche sind als einzelne Tafeln zu betrachten und jede Tafel ist für sich zu verankern (Bild 11).



Legende

- 1 durchlaufende Kopfrippe
- 2 durchlaufende Fußrippe

Bild 11 — Beispiel einer Wand mit Öffnungen, bestehend aus einer Gruppe von Wandtafeln

(7) Die Beanspruchungen der Beplankung und der vertikalen Rippen einer gemeinsam wirkenden Gruppe von Wandtafelelementen, die mit einer durchgehenden Kopf- und Fußrippe verbunden sind, sind gleich und ergeben sich aus den Gleichungen (35) bis (38), wobei für ℓ die Summe der Einzellängen der Tafелеlemente anzunehmen ist.

(8) Für Wandtafeln ist eine Berücksichtigung der Auswirkungen von Imperfektionen in Form einer Schrägstellung und ein Nachweis der horizontalen Verformung nicht erforderlich, wenn

- die Tafellänge mindestens $h/3$ beträgt,
- die Breite der Platten mindestens $h/4$ beträgt,
- die Tafel direkt in einer steifen Unterkonstruktion gelagert ist.
- die Erhöhung der charakteristischen Werte der Tragfähigkeit der Verbindungsmittel nach 10.6 (4) nicht in Anspruch genommen wird.

8.7.6 Wandtafeln unter vertikaler Scheibenbeanspruchung

(1) Die Abtragung vertikaler Lasten erfolgt bei Wandtafeln über die Rippen und die Beplankung im Verhältnis ihrer Beanspruchbarkeiten. Aus vertikalen Lasten ergeben sich dann für die Kopf- und Fußrippe Bemessungswerte der Beanspruchungen $F_{c,r,d}$ in den Kontaktflächen mit den vertikalen Rippen und $s_{v,90,d}$ in ihren Verbindungen mit der Beplankung (Bild 12).

DIN 1052:2004-08

(2) Das aus einer ausmittigen Einwirkung innerhalb einer Plattenbreite ℓ resultierende Moment darf vernachlässigt werden, wenn die Ausmitte e kleiner als $\ell/6$ und kleiner als $h/6$ ist.

(3) Die Beanspruchung $s_{v,0}$ aus einer Umverteilung der vertikalen Lasten nach (1) und (2) darf vernachlässigt werden.

(4) Für die Auswirkung von Imperfektionen einer vertikal beanspruchten Wandtafel in Form einer Schrägstellung darf die folgende Ersatzlast angewendet werden:

$$F_d = \frac{q_d \cdot \ell}{70} \quad (39)$$

Hierin ist ℓ die Länge der Wandtafel, die durch die Linienlast q_d vertikal beansprucht wird, und F_d wirkt auf die aussteifenden Bauteile ein.

(5) Falls kein genauere Nachweis nach Theorie II. Ordnung erfolgt, darf die horizontale Verformung der aussteifenden Bauteile aus F_d und anderen äußeren Einwirkungen $h/100$ nicht überschreiten. Die Steifigkeitskennwerte und Verschiebungsmoduln sind dabei nach den Gleichungen (4) und (5) zu ermitteln.

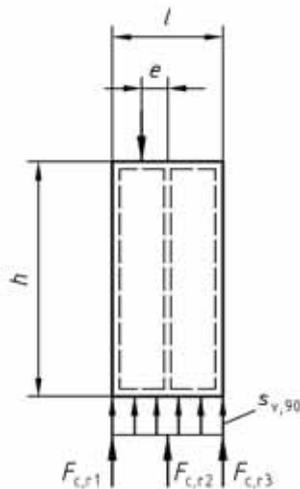


Bild 12 — Wandtafel unter vertikaler Scheibenbeanspruchung

8.7.7 Wandtafeln unter vertikaler und horizontaler Scheibenbeanspruchung

(1) Bei gleichzeitiger Beanspruchung einer Wandtafel durch Horizontal- und Vertikalkräfte darf der kleinere Wert der Beanspruchung $s_{v,0}$ und $s_{v,90}$ vernachlässigt werden, wenn die charakteristische Tragfähigkeit jeweils mit dem Faktor 0,7 abgemindert wird.

8.7.8 Wandtafeln mit diagonaler Brettschalung

(1) Werden Wandtafeln mit diagonaler Brettschalung ausgebildet, so dürfen die durch eine horizontale Kraft F_v verursachten Beanspruchungen vereinfachend am statischen Fachwerkmodell aus den vier Randrippen und einer Diagonalen geführt werden, wobei die Tafellänge größer als die halbe und kleiner als die 2fache Tafelhöhe sein muss.

(2) Die Brettschalung ist im Bereich der ganzen Tafel mit den gleichen Anschlüssen und Materialien herzustellen, wobei jedes Brett durch mindestens zwei Verbindungsmittel je Anschlusspunkt mit den Rippen zu verbinden ist. Die Randrippen sind in den Ecken zug- und druckfest zu verbinden.

(3) Die Brettschalung und der Anschluss der Schalung an die Rippen ist für die Kraft der Diagonalen zu bemessen.

(4) Für den Nachweis der Schalung darf die Querschnittsfläche der Diagonalen mit einer ideellen Breite $b_i = 0,2 \ell$, höchstens jedoch $0,2 h$ berechnet werden. Als Knicklänge ℓ_{ef} ist die Länge der Diagonalen zwischen den stützenden Rippen einzusetzen.

(5) Beim Anschluss der Brettschalung an die Rippen dürfen die erforderlichen Verbindungsmittel auf die Länge $\ell/2 + h/2$ gleichmäßig verteilt werden, wobei entsprechend (2) die Brettschalung umlaufend in gleicher Art an die Rippen anzuschließen ist.

8.7.9 Geklebte Tafeln

(1) Für Tafeln mit geklebten Verbindungen gelten die Regelungen von 8.7.2 bis 8.7.7 sinngemäß.

(2) Wegen der großen Steifigkeit und des spröden Bruchverhaltens geklebter Tafeln sind bei der Berechnung der Beanspruchungen statisch unbestimmt gelagerter oder gemeinsam wirkender Tafелеlemente die Steifigkeiten zu berücksichtigen. Insbesondere dürfen die Regelungen in 10.6 (5) (Nachweise für Tafeln mit beidseitiger Bepankung mit unterschiedlichen Platten oder Verbindungen), 8.7.3 (7) (Stützkkräfte über mehrere Felder durchlaufender Tafeln) und 8.7.5 (7) (Gruppe von Wandtafelementen) nicht angewendet werden.

8.8 Stabtragwerke

8.8.1 Allgemeines

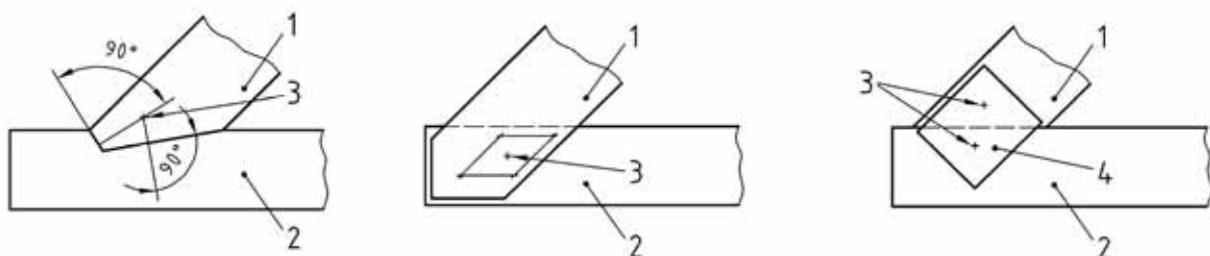
(1) Bei der Ermittlung der Stabkräfte und Momente und bei der Bestimmung der Beanspruchung der Verbindungen sind die Verformungen der Stäbe und der Verbindungen, der Einfluss von Auflagerausmitteln sowie die Steifigkeit der Unterkonstruktion zu berücksichtigen.

(2) Stabtragwerke dürfen nach Theorie I. Ordnung berechnet werden, wenn für die Einzelstäbe Knick- und Kippnachweise geführt werden und wenn die räumliche Tragfähigkeit des Gesamtsystems offensichtlich ist oder rechnerisch nachgewiesen wird.

(3) Die Systemlinien des statischen Modells sollten mit den Achsen der Stäbe übereinstimmen.

(4) Für Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit sind die Steifigkeitskennwerte und die Verschiebungsmoduln nach Gleichungen (4) und (5) zugrunde zu legen.

(5) Stäbe werden direkt oder indirekt durch Verbindungselemente wie Knotenplatten, Knotenbleche, Nagelplatten oder Laschen, an die jeder Stab für sich angeschlossen ist, verbunden. Der Schwerpunkt der zu einer direkten Verbindung oder dem Anschluss an ein Verbindungselement gehörigen Anschlussmittel wird als Anschlusspunkt bezeichnet (siehe Bild 13).



a) direkt über Kontakt

b) direkt über Nägel

c) indirekt über ein Verbindungselement

Legende

- 1 Stab 1
- 2 Stab 2
- 3 Anschlusspunkt
- 4 Verbindungselement

Bild 13 — Direkte und indirekte Verbindung von Stäben

DIN 1052:2004-08

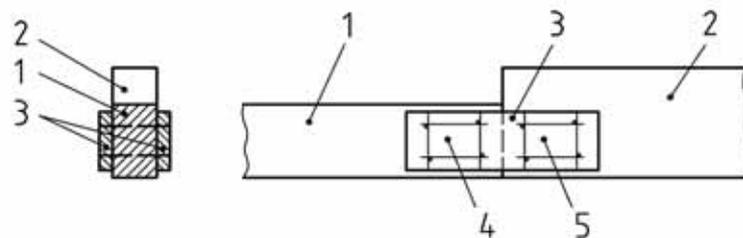
(6) Bei direkten Verbindungen dürfen die Stäbe als im Anschlusspunkt gelenkig verbunden angenommen werden, wenn das Tragwerk hierdurch nicht kinematisch wird.

(7) Liegt der Anschlusspunkt eines Stabes nicht auf seiner Stabachse (ausmittiger Anschluss), so darf der Anschlusspunkt durch einen fiktiven Stab starr mit der zugehörigen Stabachse verbunden werden (Bild 14b).

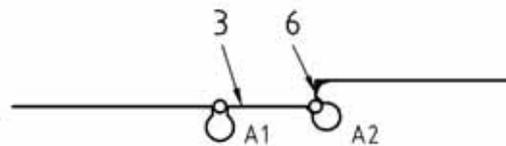
(8) Bei indirekten Verbindungen sind die Anschlusspunkte, die zu einem Verbindungselement gehören, im statischen Modell durch Stäbe zu verbinden.

(9) Die Drehsteifigkeit der Anschlüsse an ein Verbindungselement ist so zu berücksichtigen, dass das Tragwerk nicht kinematisch wird. Hierzu sollten entweder

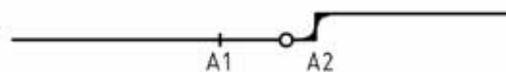
- die Drehsteifigkeiten aller Anschlüsse berücksichtigt werden (Bild 14b) oder
- eine hinreichende Anzahl oder alle Stäbe drehstarr an das Verbindungselement angeschlossen werden oder
- die Anschlusspunkte aller Stäbe drehstarr angenommen und an einen gemeinsamen Gelenkpunkt auf dem Verbindungselement angeschlossen werden (Bild 14c).



a) Nagelverbindung zweier Stäbe



b) Modell mit drehsteifen Anschlüssen



c) Modell mit drehstarreren Anschlüssen und fiktivem Gelenkpunkt

Legende

- 1 Stab 1
- 2 Stab 2
- 3 Verbindungselement
- 4 Anschluss Stab 1 an Verbindungselement
- 5 Anschluss Stab 2 an Verbindungselement
- 6 fiktiver Stab

A1 Anschlusspunkt Stab 1 — Verbindungselement

A2 Anschlusspunkt Stab 2 — Verbindungselement

Bild 14 — Indirekte Verbindung von Stäben über ein Verbindungselement

(10) Bei der Berechnung von Fachwerken mit indirekten Verbindungen ist im Allgemeinen davon auszugehen, dass Kontaktkräfte zwischen den Stäben nicht auftreten und alle Kräfte vollständig an das Verbindungselement anzuschließen sind. Ausgenommen sind

- faserparallele Stöße,
- Firststöße,
- Verbindungen von Füllstäben mit Gurtstäben, bei denen nur vernachlässigbar kleine Kräfte in Richtung der Kontaktfuge zu übertragen sind, und
- Verbindungen des Ober- und Untergurts bei Auflagerknoten von Dreiecksbindern in Bereichen außerhalb des Verbindungselements.

(11) Die Richtung der Kraft in einem Kontaktanschluss ist rechtwinklig zur Kontaktfuge anzunehmen. Kontaktanschlüsse sind durch mechanische Verbindungsmittel in ihrer Lage zu sichern. Bei Kontaktverbindungen nach (10) sind diese mechanischen Verbindungsmittel für 50 % der durch Kontakt übertragenen Kraft zu bemessen.

8.8.2 Vereinfachte Berechnung von Fachwerken

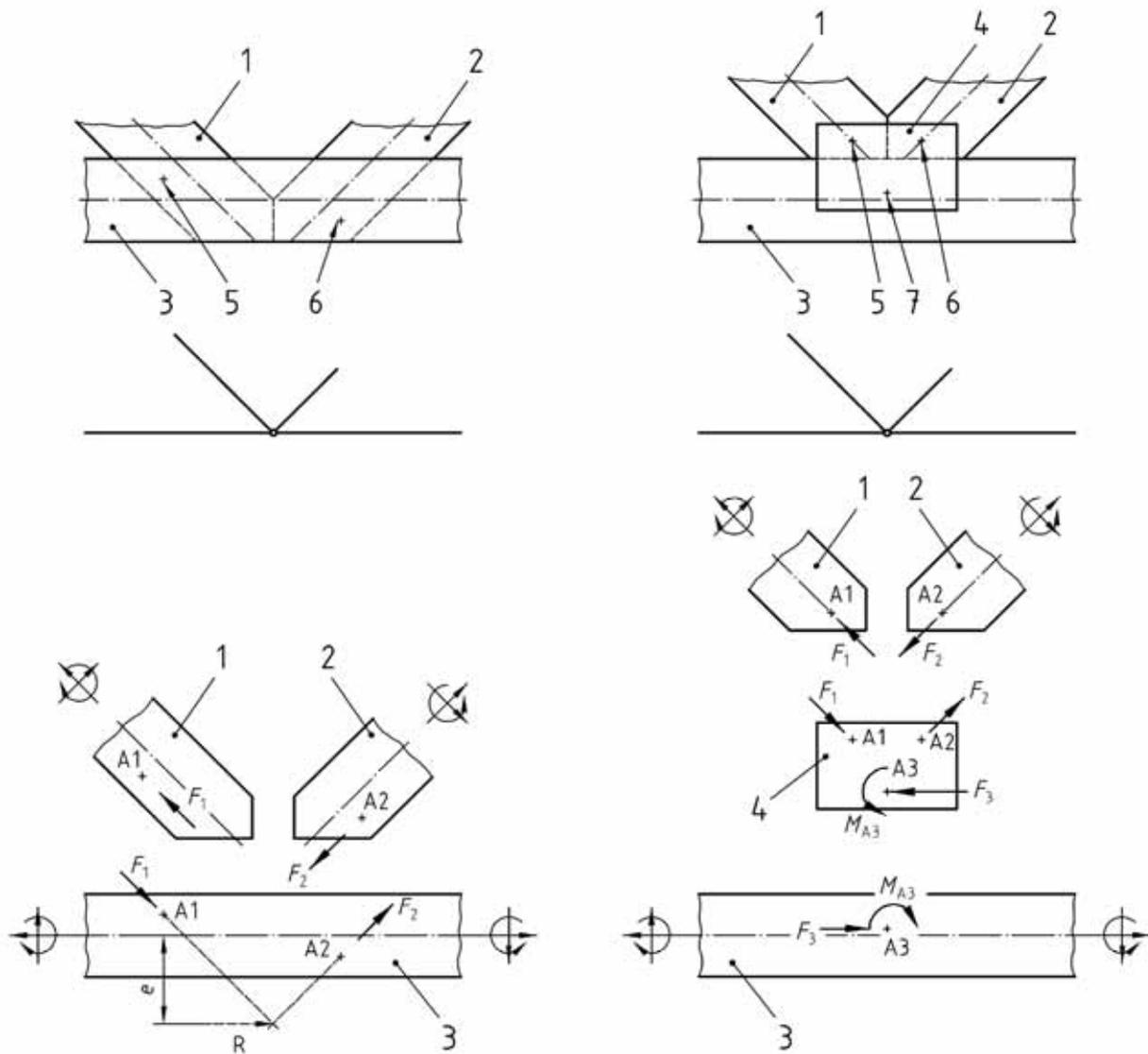
(1) Bei fachwerkartigen Bauteilen, die ausschließlich aus Dreiecken aufgebaut sind, darf eine vereinfachte Berechnung als Fachwerksystem durchgeführt werden, wenn die folgenden Bedingungen erfüllt sind:

- ein Teil der Auflagerfläche liegt unterhalb des Auflagerknotenpunktes;
- die Höhe des Fachwerkträgers in Feldmitte ist größer als 15 % seiner Spannweite und größer als das 7fache der größten Gurthöhe;
- der kleinste Winkel einer Verbindung zwischen Ober- und Untergurt beträgt mindestens 15°.

(2) Die Beanspruchungen sind an einem Stabwerksmodell mit gelenkigen Anschlüssen in den Knotenpunkten zu ermitteln. Bei durchlaufenden Gurten sind deren Biegemomente unter Berücksichtigung der Durchlaufwirkung zu ermitteln.

(3) Im statischen Modell müssen die Systemlinien mit den Achsen der Gurtstäbe übereinstimmen. Die Systemlinien der Füllstäbe müssen innerhalb der Ansichtsflächen der Stäbe liegen.

DIN 1052:2004-08



a) direkter Anschluss der Füllstäbe an den Gurt über eine flächige Verbindung mit der Ausmitte e ,

b) indirekte Verbindung über ein Verbindungselement (Nagelplatte)

Legende

- 1 Stab 1
- 2 Stab 2
- 3 Stab 3
- 4 Verbindungselement
- 5 Anschlusspunkt A1
- 6 Anschlusspunkt A2
- 7 Anschlusspunkt A3

Bild 15 — Knotenpunkt von Fachwerkssystemen mit statischem Modell für die vereinfachte Berechnung und Darstellung der Schnittgrößen in den Anschlusspunkten

(4) Die Anschlüsse an die Verbindungselemente und die direkten Verbindungen werden durch die Resultierende aus der Normal- und Querkraft des jeweils anzuschließenden Stabes beansprucht (Bild 15). Bei indirekten Verbindungen ist zusätzlich Absatz (7) zu beachten.

(5) Liegt der Anschlusspunkt eines Stabes nicht auf der Stabachse, so dass die Stabkräfte nicht zentrisch in die Stäbe eingeleitet werden, ist dieses bei der Berechnung der Momente der Stäbe zu berücksichtigen.

(6) Die Ausmitte flächiger Anschlüsse von Füllstäben an einen durchlaufenden Gurt darf bei der Schnittgrößenermittlung des Gurtes vernachlässigt werden, wenn die Ausmitte kleiner als die halbe Gurthöhe ist (Bild 15a).

(7) Bei indirekten Verbindungen ist mindestens ein Stab drehsteif an das Verbindungselement anzuschließen. Das anzuschließende Moment ergibt sich aus dem Gleichgewicht der Momente am Verbindungselement, wobei die Kräfte der angeschlossenen Stäbe als im jeweiligen Anschlusspunkt wirkend anzunehmen sind (Bild 15b).

(8) Bei Fachwerkssystemen, die nicht den Bedingungen des Absatzes (1) entsprechen, dürfen die Regelungen für die vereinfachte Berechnung angewendet werden, wenn die Biegesteifigkeit durchlaufender Stäbe und die Verschiebungen in den Verbindungen im statischen Modell berücksichtigt werden.

8.8.3 Beanspruchungen und Verformungen im Bereich von Verbindungen

(1) Die Verformungen der Verbindungselemente dürfen vernachlässigt werden.

(2) Im Bereich von Auflagern und Anschlüssen darf der Momentenverlauf durchlaufender Gurte entsprechend der Annahme einer konstanten Querlast parabelförmig ausgerundet werden.

(3) In Bereichen, in denen die Verbindungselemente und Verbindungsmittel mindestens 90 % der Stabhöhe abdecken, darf der Nachweis der Schubspannungen in den Stäben entfallen.

(4) Bei Gurten, die am unteren Rand aufgelagert und am oberen Rand belastet sind, darf die Querkraft für den Schubspannungsnachweis der Gurte entsprechend 10.2.9 (3) reduziert werden.

(5) Bei Querkzugbeanspruchung im Bereich von Verbindungen ist 11.1.5 zu beachten. Für Nagelplattenverbindungen sind die Gleichungen sinngemäß anzuwenden.

(6) Stöße dürfen als drehstarr angenommen werden, wenn die tatsächliche Verdrehung unter einer Belastung keine wesentlichen Auswirkungen auf die Schnittgrößen hat. Diese Bedingung darf als erfüllt angesehen werden

- für Verbindungen mit einem Bemessungswert der Tragfähigkeit, der mindestens dem 1,5fachen Bemessungswert der maßgebenden Einwirkung entspricht, oder
- für Verbindungen mit einem Bemessungswert der Tragfähigkeit für Momentenbeanspruchung, der mindestens dem 3fachen Bemessungswert des einwirkenden Momentes entspricht, sofern das Tragwerk bei gelenkiger Ausbildung der Verbindung nicht kinematisch wäre.

8.8.4 Knicklängen der Stäbe von Fachwerken

(1) Die Knicklängen der Stäbe sind dem Anhang E zu entnehmen.

DIN 1052:2004-08**8.9 Flächentragwerke****8.9.1 Allgemeines**

(1) Die Schnittgrößen von Flächentragwerken oder von Flächen, die Teile von Stabwerken (z. B. Stege oder Druckplatten) sind, dürfen mit linear-elastischem Baustoffverhalten und den Steifigkeitswerten nach Gleichungen (4) und (5) berechnet werden. Die Steifigkeitswerte sind in Richtung der Hauptachsen unter Berücksichtigung des Querschnittsaufbaus zu ermitteln.

(2) Ebene Flächen dürfen für Lasten in der Ebene als Scheiben und für Lasten rechtwinklig zur Ebene als Platten oder Trägerroste berechnet werden.

(3) Die Scheiben- und Plattenschnittgrößen sowie die Normal- und Schubspannungen werden nach Bild 16 bezeichnet.

(4) Beanspruchungen rechtwinklig zur Faserrichtung (Querdruck und Querkzug) und Rollschub sind zu beachten. Wenn die x -Richtung mit der Faserrichtung übereinstimmt, ist $\tau_{yz} = \tau_{zy}$ der Rollschub.

8.9.2 Flächen aus zusammengeklebten Schichten

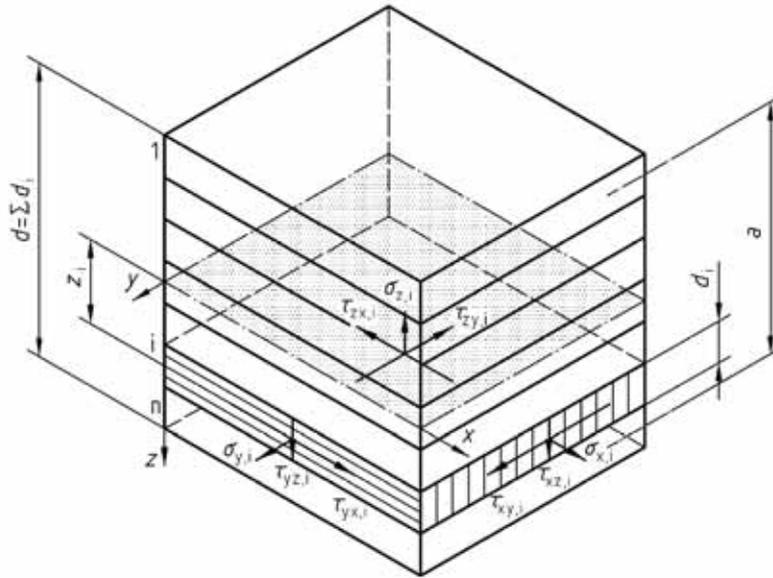
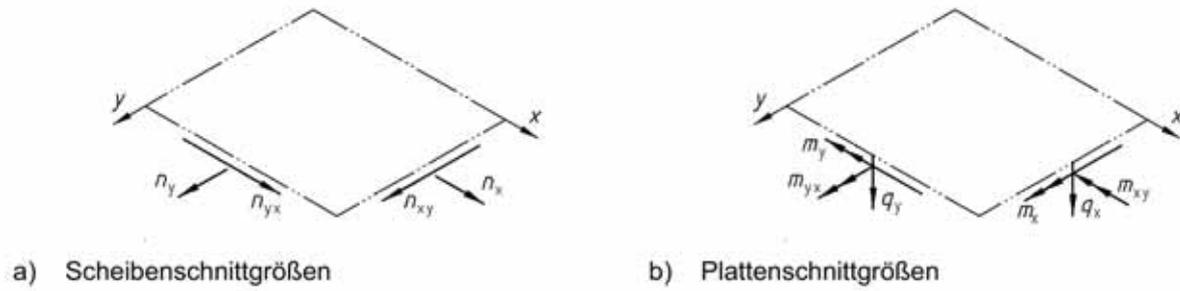
(1) Für Flächentragwerke mit Querschnitten aus geklebten Schichten (z. B. aus Holzwerkstoffplatten, Brettern oder Bohlen) sind die auf die Mittelfläche bezogenen Steifigkeitswerte nach der Verbundtheorie mit starrem Verbund zu berechnen. Dies gilt auch für die Spannungsberechnung.

(2) Rechenregeln sind in Anhang D angegeben.

8.9.3 Flächen aus nachgiebig miteinander verbundenen Schichten

(1) Bei Flächentragwerken mit Querschnitten aus nachgiebig miteinander verbundenen Schichten darf die Nachgiebigkeit durch Abminderung der Schubsteifigkeit berücksichtigt werden.

(2) Rechenregeln für die Berechnung mit abgeminderten Schubsteifigkeiten sind in Anhang D angegeben.



c) Spannungen in der Schicht i im Abstand z_i von der Mittelfläche

Bild 16 — Bezeichnungen

8.9.4 Flächen aus Nadelholzlamellen

(1) Für Flächen aus Nadelholzlamellen nach Bild 17 dürfen je nach Art der Verbindung die Steifigkeitskennwerte nach Tabelle F.22 angenommen werden.

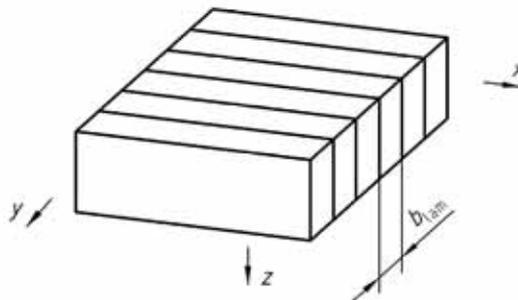


Bild 17 — Flächen aus Nadelholzlamellen

DIN 1052:2004-08**9 Nachweise in den Grenzzuständen der Gebrauchstauglichkeit****9.1 Allgemeines**

- (1) In den Grenzzuständen der Gebrauchstauglichkeit darf der Nachweis durch eine Begrenzung der Verformungen erbracht werden.
- (2) Für Nachweise in den Grenzzuständen der Gebrauchstauglichkeit sind die charakteristischen Werte der Einwirkungen zu verwenden.

ANMERKUNG Der Nachweis mit der charakteristischen (seltenen) Bemessungssituation (siehe 8.3 (8)) soll Schäden an Trennwänden, Installationen, Bekleidungen oder dergleichen vermeiden; der Nachweis mit der quasi-ständigen Bemessungssituation die allgemeine Benutzbarkeit und das Erscheinungsbild gewährleisten.

9.2 Grenzwerte der Verformungen

- (1) Grenzwerte der Verformungen sind entsprechend der vorgesehenen Nutzung des Tragwerkes zu vereinbaren, soweit sie nicht in anderen Normen geregelt sind.
- (2) Die empfohlenen Grenzwerte der Verformungen gelten für trägerartige Bauteile.
- (3) Die Verformungen (hier Durchbiegungen) werden wie folgt bezeichnet, siehe Bild 18:

w_0 Überhöhung im lastfreien Zustand (falls vorhanden),

w_G Durchbiegung infolge ständiger Einwirkungen,

w_Q Durchbiegung infolge veränderlicher Einwirkungen.

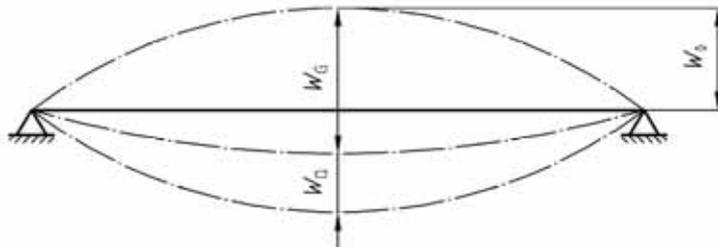


Bild 18 — Anteile der Durchbiegungen

- (4) Es werden folgende Grenzwerte empfohlen:

Durchbiegung in der charakteristischen (seltenen) Bemessungssituation:

$$w_{Q,inst} \leq \ell/300 \quad (\text{Kragträger } \ell_k/150) \quad (40)$$

$$w_{fin} - w_{G,inst} \leq \ell/200 \quad (\text{Kragträger } \ell_k/100) \quad (41)$$

Durchbiegung in der quasi-ständigen Bemessungssituation:

$$w_{fin} - w_0 \leq \ell/200 \quad (\text{Kragträger } \ell_k/100) \quad (42)$$

Dabei ist

- l Spannweite des Trägers,
- l_k Länge des Kragträgers.

(5) Je nach Nutzung des Tragwerkes und Vorverformungen bei Bauteilen im Bestand können auch andere Anforderungen (größere oder kleinere Grenzwerte der Verformungen) vereinbart werden.

9.3 Schwingungsnachweis

(1) Für Holzbauteile mit vorwiegend ruhender Belastung im Sinne der DIN 1055-3 darf ein Schwingungsnachweis in der Regel entfallen.

(2) Bei Decken unter Wohnräumen sollten, um Unbehagen verursachende Schwingungen zu vermeiden, die am ideellen Einfeldträger ermittelten Durchbiegungen $w_{G, inst} + \psi_2 \cdot w_{Q, inst}$ aus ständiger und quasi-ständiger Einwirkung auf 6 mm begrenzt werden. Die Spannweite des Einfeldträgers ist bei Mehrfeldträgern die größte Feldweite l . Die elastische Einspannung in Nachbarfelder darf bei der Berechnung der Durchbiegung $w_{G, inst} + \psi_2 \cdot w_{Q, inst}$ berücksichtigt werden.

(3) Für Decken unter beispielsweise Turn-, Sport- oder Tanzräumen können besondere Untersuchungen notwendig sein.

10 Allgemeine Nachweise in den Grenzzuständen der Tragfähigkeit

10.1 Allgemeines

(1) Dieser Abschnitt enthält Nachweise der Querschnittstragfähigkeit (10.2) sowie Nachweise für bestimmte Bauteile (10.4 bis 10.7) in den Grenzzuständen der Tragfähigkeit. Die Nachweise werden im Allgemeinen auf dem Niveau der Bemessungswerte der Spannungen geführt, die mit den nach Abschnitt 8 ermittelten Schnittgrößen und den entsprechenden Querschnittswerten berechnet werden.

(2) Dieser Abschnitt enthält außerdem vereinfachte Nachweise für knick- und kippgefährdete Bauteile, deren Schnittgrößen nach 8.4 ermittelt wurden (10.3).

(3) Nachweise für Bauteilbereiche mit Verbindungen, Ausklinkungen, Durchbrüchen und Verstärkungen sind nach Abschnitt 11 zu führen.

10.2 Nachweise der Querschnittstragfähigkeit

10.2.1 Zug in Faserrichtung des Holzes

(1) Die folgende Bedingung muss erfüllt sein:

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} \leq 1 \quad (43)$$

10.2.2 Zug unter einem Winkel α

(1) Für Sperrholz, Brettsperrholz, OSB-Platten und Furnierschichtholz mit Querlagen mit einem Winkel α zwischen Beanspruchungsrichtung und Faserrichtung bzw. Spanrichtung der Decklagen von $0^\circ < \alpha < 90^\circ$ muss die folgende Bedingung erfüllt sein:

$$\frac{\sigma_{t,\alpha,d}}{k_\alpha \cdot f_{t,0,d}} \leq 1 \quad (44)$$

DIN 1052:2004-08

Dabei ist

$$k_{\alpha} = \frac{1}{\frac{f_{t,0,d}}{f_{t,90,d}} \sin^2 \alpha + \frac{f_{t,0,d}}{f_{v,d}} \sin \alpha \cdot \cos \alpha + \cos^2 \alpha} \quad (45)$$

mit

α Winkel zwischen Beanspruchungsrichtung und Faserrichtung bzw. Spanrichtung der Decklagen.

10.2.3 Druck in Faserrichtung des Holzes

(1) Die folgende Bedingung muss erfüllt sein:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \leq 1 \quad (46)$$

10.2.4 Druck rechtwinklig zur Faserrichtung des Holzes

(1) Die folgende Bedingung muss erfüllt sein:

$$\frac{\sigma_{c,90,d}}{k_{c,90} \cdot f_{c,90,d}} \leq 1 \quad (47)$$

mit

$$\sigma_{c,90,d} = \frac{F_{c,90,d}}{A_{ef}} \quad (48)$$

Dabei ist

A_{ef} die wirksame Querdruckfläche,

$k_{c,90}$ ein Querdruckbeiwert.

Für die Ermittlung der wirksamen Querdruckfläche A_{ef} darf das Maß der tatsächlichen Aufstandslänge ℓ in Faserrichtung des Holzes an jedem Rand um bis zu 30 mm, jedoch nicht mehr als ℓ , verlängert werden.

Der Querdruckbeiwert $k_{c,90}$ darf wie folgt angenommen werden:

$k_{c,90} = 1,0$ für Nadelvollholz und für Brettschichtholz mit $\ell_1 < 2h$ sowie für Laubholz,

$k_{c,90} = 1,25$ für Nadelvollholz mit $\ell_1 \geq 2h$, bei Schwellendruck,

$k_{c,90} = 1,5$ für Brettschichtholz mit $\ell_1 \geq 2h$ bei Schwellendruck sowie für Nadelvollholz mit $\ell_1 \geq 2h$ und $\ell \leq 400$ mm bei Auflagerdruck,

$k_{c,90} = 1,75$ für Brettschichtholz mit $\ell_1 \geq 2h$ und $\ell \leq 400$ mm bei Auflagerdruck,

ℓ, ℓ_1 und h siehe Bild 19.

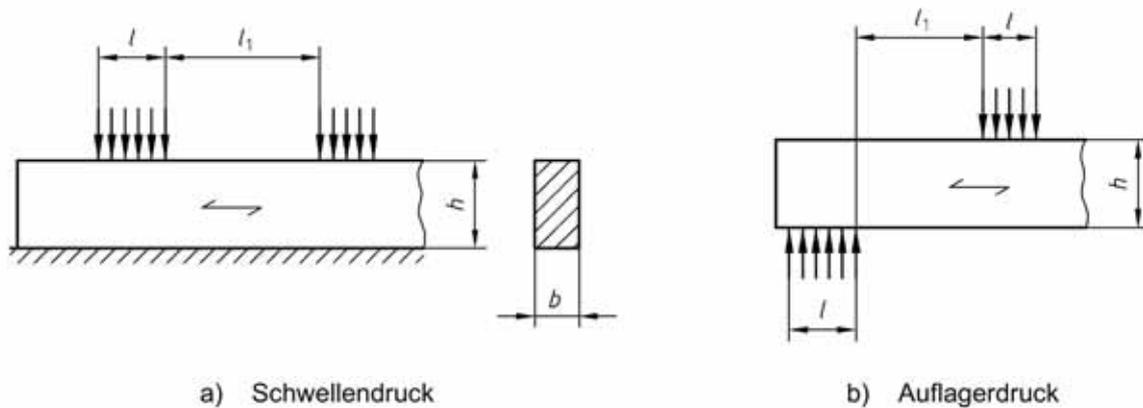


Bild 19 — Druck rechtwinklig zur Faserrichtung des Holzes

10.2.5 Druck unter einem Winkel α

(1) Für $0^\circ < \alpha < 90^\circ$ muss die folgende Bedingung erfüllt sein:

$$\frac{\sigma_{c,\alpha,d}}{k_{c,\alpha} \cdot f_{c,\alpha,d}} = 1 \quad (49)$$

Dabei ist

$$\sigma_{c,\alpha,d} = \frac{F_{c,\alpha,d}}{A_{ef}} \quad (50)$$

$$k_{c,\alpha} = 1 + (k_{c,90} - 1) \cdot \sin \alpha \quad (51)$$

und

$$f_{c,\alpha,d} = \frac{f_{c,0,d}}{\sqrt{\left(\frac{f_{c,0,d}}{f_{c,90,d}} \sin^2 \alpha\right)^2 + \left(\frac{f_{c,0,d}}{1,5 \cdot f_{v,d}} \sin \alpha \cdot \cos \alpha\right)^2 + \cos^4 \alpha}} \quad (52)$$

mit

α Winkel zwischen Beanspruchungsrichtung und Faserrichtung des Holzes bzw. Winkel zwischen Beanspruchungsrichtung und Faserrichtung bzw. Spanrichtung der Decklagen.

Die Ermittlung der wirksamen Querschnittsfläche A_{ef} ist in Bild 20 beispielhaft dargestellt.

10.2.8 Biegung und Druck

(1) Die folgenden Bedingungen müssen erfüllt sein:

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_{red} \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad (57)$$

und

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + k_{red} \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad (58)$$

mit k_{red} nach 10.2.6.

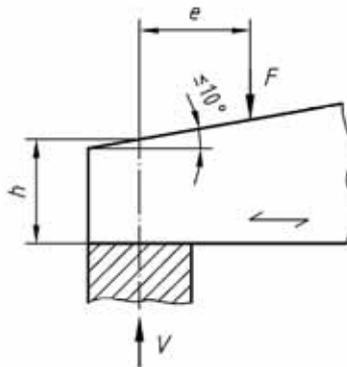
10.2.9 Schub aus Querkraft

(1) Die folgende Bedingung muss erfüllt sein:

$$\frac{\tau_d}{f_{v,d}} \leq 1 \quad (59)$$

(2) Für Biegeträger mit Auflagerung am unteren Trägerrand und Lastangriff am oberen Trägerrand darf der Nachweis der Schubspannungen und gegebenenfalls der Schubverbindungsmittel im Bereich von End- und Zwischenauflagern, wenn dort keine Ausklinkungen und Durchbrüche sind, mit der maßgebenden Querkraft geführt werden. Als maßgebend darf die Querkraft im Abstand h (h = Trägerhöhe über Auflagermitte) vom Auflagerrand angenommen werden.

(3) Träger, die am unteren Rand aufgelagert und am oberen Rand belastet werden, dürfen mit einer reduzierten Querkraft $V_{red} = V \cdot e/(2,5 \cdot h)$ aus auflagnahen (d. h. $e \leq 2,5 \cdot h$) Einzellasten nachgewiesen werden (siehe Bild 21).



V in folge F

Bild 21 — Auflagnahen Einzellast

(4) Bei Biegestäben aus Nadelholz dürfen die Bemessungswerte der Schubfestigkeit in Bereichen, die mindestens 1,50 m vom Hirnholzende des Holzes entfernt liegen, um 30 % erhöht werden.

(5) Bei Doppelbiegung in Rechteckquerschnitten muss die folgende Bedingung erfüllt sein:

$$\left(\frac{\tau_{y,d}}{f_{v,d}}\right)^2 + \left(\frac{\tau_{z,d}}{f_{v,d}}\right)^2 \leq 1 \quad (60)$$

DIN 1052:2004-08**10.2.10 Torsion**

(1) Die folgende Bedingung muss erfüllt sein:

$$\frac{\tau_{\text{tor,d}}}{f_{v,d}} \leq 1 \quad (61)$$

Dabei ist

$f_{v,d}$ Bemessungswert der Schubfestigkeit.

(2) Die Torsionsspannungen dürfen näherungsweise wie für homogene Bauteile aus isotropem Material berechnet werden.

10.2.11 Schub aus Querkraft und Torsion

(1) Bei Kombination von Schub aus Querkraft und Torsion muss die folgende Bedingung erfüllt sein:

$$\frac{\tau_{\text{tor,d}}}{f_{v,d}} + \left(\frac{\tau_{y,d}}{f_{v,d}} \right)^2 + \left(\frac{\tau_{z,d}}{f_{v,d}} \right)^2 \leq 1 \quad (62)$$

10.3 Nachweise für Stäbe nach dem Ersatzstabverfahren**10.3.1 Druckstäbe mit planmäßig mittigem Druck**

(1) Die folgende Bedingung muss erfüllt sein:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c \cdot f_{c,0,d}} \leq 1 \quad (63)$$

Der Knickbeiwert k_c beträgt

$$k_c = \min \left\{ \frac{1}{k + \sqrt{k^2 - \lambda_{\text{rel,c}}^2}}; 1 \right\} \quad (64)$$

mit

$$k = 0,5 \cdot \left[1 + \beta_c \cdot (\lambda_{\text{rel,c}} - 0,3) + \lambda_{\text{rel,c}}^2 \right] \quad (65)$$

und

$$\beta_c = 0,2 \quad \text{für Vollholz und Balkenschichtholz,}$$

$$\beta_c = 0,1 \quad \text{für Brettschichtholz und Holzwerkstoffe}$$

und mit dem bezogenen Schlankheitsgrad

$$\lambda_{\text{rel,c}} = \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{\sigma_{c,\text{crit}}}} = \frac{\lambda}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} \quad (66)$$

Dabei ist

| | |
|---|--|
| $\sigma_{c,crit}$ | kritische Druckspannung, berechnet mit den 5%-Quantilen der Steifigkeitskennwerte, |
| $\lambda = \ell_{eff}/i$ | Schlankheitsgrad, |
| i | Trägheitsradius, |
| $\ell_{eff} = \beta \cdot s$ oder $\beta \cdot h$ | Ersatzstablänge, |
| β | Knicklängenbeiwert (siehe Anhang E), |
| s bzw. h | Stablänge. |

10.3.2 Biegestäbe ohne Druckkraft

- (1) Biegestäbe müssen an den Auflagern gegen Verdrehen gesichert sein.
- (2) Die folgende Bedingung muss erfüllt sein:

$$\frac{\sigma_{m,d}}{k_m \cdot f_{m,d}} \leq 1 \quad (67)$$

Der Kippbeiwert k_m beträgt

$$k_m = \begin{cases} 1 & \text{für } \lambda_{rel,m} \leq 0,75 \\ 1,56 - 0,75 \cdot \lambda_{rel,m} & \text{für } 0,75 < \lambda_{rel,m} \leq 1,4 \\ 1/\lambda_{rel,m}^2 & \text{für } 1,4 < \lambda_{rel,m} \end{cases} \quad (68)$$

mit dem bezogenen Kippschlankheitsgrad

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,k}}{\sigma_{m,crit}}} = \sqrt{\frac{\ell_{eff}}{\pi \cdot i_m}} \cdot \sqrt{\frac{f_{m,k}}{\sqrt{E_{0,05} \cdot G_{05}}}} \quad (69)$$

Dabei ist

$\sigma_{m,crit}$ kritische Biegedruckspannung, berechnet mit den 5%-Quantilen der Steifigkeitskennwerte,

$$i_m = \frac{\sqrt{I_z \cdot I_t}}{W_y}$$

mit

I_z Flächenmoment 2. Grades um die z -Achse,

I_t Torsionsträgheitsmoment,

W_y Widerstandsmoment.

- (3) Für Biegestäbe mit Rechteckquerschnitt der Breite b und der Höhe h darf der bezogene Kippschlankheitsgrad berechnet werden zu:

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{\ell_{eff} \cdot h}{\pi \cdot b^2}} \cdot \sqrt{\frac{f_{m,k}}{\sqrt{E_{0,05} \cdot G_{05}}}} \quad (70)$$

DIN 1052:2004-08

(4) Für den gabelgelagerten Einfeldträger mit konstantem Moment entspricht die Ersatzstablänge l_{ef} der Stützweite l des Trägers.

(5) Für andere Lagerungen und andere Einwirkungen ist die Ersatzstablänge l_{ef} nach Anhang E zu berechnen.

(6) Für Biegestäbe, bei denen eine seitliche Verschiebung des gedrückten Randes über die ganze Länge verhindert wird, darf $k_m = 1$ gesetzt werden.

(7) Bei Biegestäben mit Rechteckquerschnitt und $\frac{l_{ef} \cdot h}{b^2} \leq 140$ darf $k_m = 1$ gesetzt werden. Dabei ist b die Trägerbreite.

10.3.3 Stäbe mit Biegung und Druck

(1) Die folgenden Bedingungen müssen erfüllt sein:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{k_m \cdot f_{m,y,d}} + k_{red} \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad (71)$$

und

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + k_{red} \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{k_m \cdot f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad (72)$$

Dabei ist

$k_{c,y}$ Knickbeiwert nach Gleichung (64) für Knicken um die y -Achse,

$k_{c,z}$ Knickbeiwert nach Gleichung (64) für Knicken um die z -Achse,

k_m Kippbeiwert nach Gleichung (68),

k_{red} Beiwert nach 10.2.6.

10.3.4 Stäbe mit Biegung und Zug

(1) Die folgenden Bedingungen müssen erfüllt sein:

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{k_m \cdot f_{m,y,d}} + k_{red} \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad (73)$$

und

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_{red} \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{k_m \cdot f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad (74)$$

Dabei ist

k_m Kippbeiwert nach Gleichung (68),

k_{red} Beiwert nach 10.2.6.

10.4 Nachweise für Pultdach-, Satteldach- und gekrümmte Träger

10.4.1 Pultdachträger

(1) Der Einfluss des Faseranschnittwinkels α auf die Biegefestigkeiten an druckbeanspruchten Rändern mit $\alpha > 3^\circ$ und an zugbeanspruchten Rändern ist zu berücksichtigen. Die nachfolgenden Bemessungsgleichungen gelten für $\alpha \leq 10^\circ$.

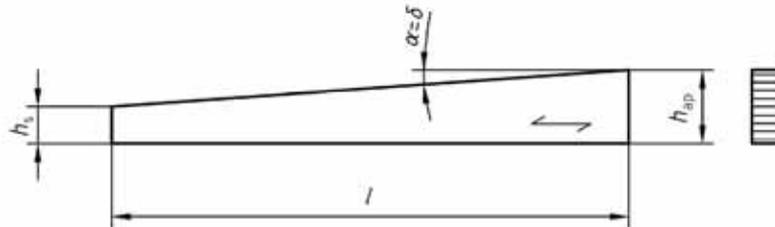


Bild 22 — Pultdachträger

(2) Die Nachweisbedingungen für die Spannungen am Rand parallel zur Faserrichtung des Holzes lauten:

$$\frac{\sigma_{m,0,d}}{f_{m,d}} \leq 1 \quad (75)$$

mit den Spannungen am Rand parallel zur Faserrichtung:

$$\sigma_{m,0,d} = (1 + 4 \cdot \tan^2 \alpha) \cdot \frac{6 \cdot M_d}{b \cdot h^2} \quad (76)$$

(3) Die Nachweisbedingungen für die Spannungen am Rand schräg zur Faserrichtung des Holzes lauten:

$$\frac{\sigma_{m,\alpha,d}}{f_{m,\alpha,d}} \leq 1 \quad (77)$$

mit den Spannungen am Rand schräg zur Faserrichtung:

$$\sigma_{m,\alpha,d} = \frac{6 \cdot M_d}{b \cdot h^2} \quad (78)$$

(4) Die Bemessungswerte der Festigkeit am Rand betragen

im Biegezugbereich:

$$f_{m,\alpha,d} = k_{\alpha,t} \cdot f_{m,d} \quad (79)$$

mit

$$k_{\alpha,t} = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{f_{m,d}}{f_{t,90,d}} \cdot \sin^2 \alpha\right)^2 + \left(\frac{f_{m,d}}{f_{v,d}} \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha\right)^2 + \cos^4 \alpha}} \quad (80)$$

Für Vollholz, Brettschichtholz, Balkenschichtholz und Furnierschichtholz ohne Querlagen ist der Bemessungswert der Schubfestigkeit $f_{v,d}$ in Gleichung (80) um 25 % abzumindern.

DIN 1052:2004-08

Im Biegedruckbereich:

$$f_{m,\alpha,d} = k_{\alpha,c} \cdot f_{m,d} \quad (81)$$

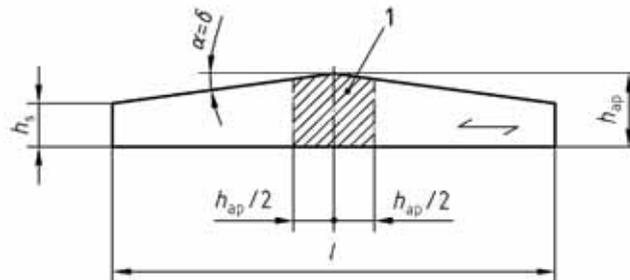
mit

$$k_{\alpha,c} = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{f_{m,d}}{f_{c,90,d}} \cdot \sin^2 \alpha\right)^2 + \left(\frac{f_{m,d}}{f_{v,d}} \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha\right)^2 + \cos^4 \alpha}} \quad (82)$$

Für Vollholz, Brettschichtholz, Balkenschichtholz und Furnierschichtholz ohne Querlagen darf der Bemessungswert der Schubfestigkeit $f_{v,d}$ in Gleichung (82) um 50 % erhöht werden.

10.4.2 Satteldachträger mit geradem unteren Rand

(1) Für die faserparallelen Ränder und die Ränder mit schräg verlaufenden Fasern sind die Nachweise wie für einen Pultdachträger zu führen. Die nachfolgenden Bemessungsgleichungen gelten für Faseranschnittswinkel $\alpha \leq 10^\circ$.

**Legende**

1 quersugsbeanspruchter Bereich

Bild 23 — Satteldachträger mit geradem unteren Rand

(2) Im Firstquerschnitt muss für die maximale Längsrandspannung die folgende Bedingung erfüllt sein:

$$\frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,d}} \leq 1 \quad (83)$$

mit

$$\sigma_{m,d} = (1 + 1,4 \cdot \tan \alpha + 5,4 \cdot \tan^2 \alpha) \cdot \frac{6 \cdot M_{ap,d}}{b \cdot h_{ap}^2} \quad (84)$$

(3) Im Firstquerschnitt muss für die maximale Zugspannung rechtwinklig zur Faserrichtung des Holzes und gegebenenfalls Schub aus Querkraft die folgende Bedingung erfüllt sein:

$$\frac{\sigma_{t,90,d}}{k_{dis} \cdot \left(\frac{h_0}{h_{ap}}\right)^{0,3} \cdot f_{t,90,d}} + \left(\frac{\tau_d}{f_{v,d}}\right)^2 \leq 1 \quad (85)$$

mit

$$\sigma_{t,90,d} = 0,2 \cdot \tan \alpha \cdot \frac{6 \cdot M_{ap,d}}{b \cdot h_{ap}^2} \quad (86)$$

und

$$k_{dis} = 1,3 \quad (87)$$

Dabei ist in Gleichung (85)

h_0 Bezugshöhe von 600 mm.

(4) Ist die Bedingung

$$\frac{\sigma_{t,90,d}}{k_{dis} \cdot \left(\frac{h_0}{h_{ap}}\right)^{0,3} \cdot 0,6 \cdot f_{t,90,d}} \leq 1 \quad (88)$$

mit $k_{dis} = 1,3$ erfüllt, sind für Bauteile in den Nutzungsklassen 1 und 2 konstruktive Verstärkungen zur Aufnahme zusätzlicher, klimatisch bedingter Querkzugspannungen nicht erforderlich. Andernfalls ist eine konstruktive Verstärkung nach 11.4.5 anzuordnen.

(5) Werden die Zugkräfte rechtwinklig zur Faserrichtung des Holzes vollständig durch Verstärkungselemente aufgenommen (siehe 11.4.5), dann darf die Bedingung nach Gleichung (85) unbeachtet bleiben. In diesem Fall sind Verstärkungen zur Aufnahme zusätzlicher, klimatisch bedingter Querkzugspannungen nicht erforderlich.

10.4.3 Gekrümmte Träger

(1) Die maximale Längsrandspannung muss die folgende Bedingung erfüllen:

$$\frac{\sigma_{m,d}}{k_r \cdot f_{m,d}} \leq 1 \quad (89)$$

mit

$$\sigma_{m,d} = (1 + 0,35 \cdot k_{ap} + 0,6 \cdot k_{ap}^2) \cdot \frac{6 \cdot M_{ap,d}}{b \cdot h_{ap}^2} \quad (90)$$

Dabei ist

$$k_{ap} = h_{ap}/r,$$

$$r = r_{in} + h_{ap}/2$$

$$k_r = 1 \quad \text{für} \quad r_{in}/t \geq 240,$$

$$k_r = 0,76 + 0,001 \cdot r_{in}/t \quad \text{für} \quad r_{in}/t < 240,$$

t Lamellendicke.

(2) Für die maximale Zugspannung rechtwinklig zur Faserrichtung und gegebenenfalls Schub aus Querkraft muss Gleichung (85) erfüllt sein mit:

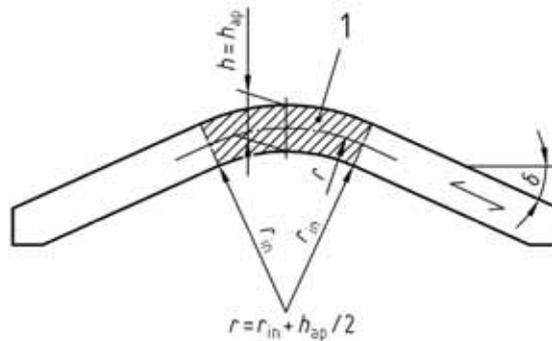
$$\sigma_{t,90,d} = 0,25 \cdot k_{ap} \cdot \frac{6 \cdot M_{ap,d}}{b \cdot h_{ap}^2} \quad (91)$$

DIN 1052:2004-08

und

$$k_{\text{dis}} = 1,15$$

(92)

 δ Dachneigungswinkel $\alpha = 0^\circ$ **Legende**

1 querzugbeanspruchter Bereich

Bild 24 — Gekrümmter Träger

(3) Ist die Bedingung nach Gleichung (88) mit $k_{\text{dis}} = 1,15$ erfüllt, sind für Bauteile in den Nutzungsklassen 1 und 2 konstruktive Verstärkungen zur Aufnahme zusätzlicher, klimatisch bedingter Querzugspannungen nicht erforderlich. Andernfalls ist eine konstruktive Verstärkung nach 11.4.5 anzuordnen.

(4) Werden die Zugkräfte rechtwinklig zur Faserrichtung des Holzes vollständig durch Verstärkungselemente aufgenommen (siehe 11.4.5), dann darf die Bedingung nach Gleichung (85) mit $k_{\text{dis}} = 1,15$ unbeachtet bleiben. In diesem Fall sind Verstärkungen zur Aufnahme zusätzlicher, klimatisch bedingter Querzugspannungen nicht erforderlich.

10.4.4 Satteldachträger mit gekrümmtem unteren Rand

(1) Für die faserparallelen Ränder und die Ränder mit schräg verlaufenden Fasern sind die Nachweise wie für einen Pultdachträger zu führen. Die nachfolgenden Bemessungsgleichungen für den Firstbereich gelten für $\delta \leq 20^\circ$.

(2) Im Firstquerschnitt muss für die maximale Längsrandspannung folgende Bedingung erfüllt sein:

$$\frac{\sigma_{m,d}}{k_r \cdot f_{m,d}} \leq 1 \quad (93)$$

mit

$$\sigma_{m,d} = k_\ell \cdot \frac{6 \cdot M_{ap,d}}{b \cdot h_{ap}^2} \quad (94)$$

Dabei ist

$$k_\ell = k_1 + k_2 \cdot k_{ap} + k_3 \cdot k_{ap}^2 + k_4 \cdot k_{ap}^3$$

$$k_{ap} = h_{ap} / r$$

mit

$$k_1 = 1 + 1,4 \cdot \tan \delta + 5,4 \cdot \tan^2 \delta,$$

$$k_2 = 0,35 - 8 \cdot \tan \delta,$$

$$k_3 = 0,6 + 8,3 \cdot \tan \delta - 7,8 \cdot \tan^2 \delta,$$

$$k_4 = 6 \cdot \tan^2 \delta,$$

k_r siehe 10.4.3.

(3) Im Firstquerschnitt muss für die maximale Zugspannung rechtwinklig zur Faserrichtung des Holzes und gegebenenfalls Schub aus Querkraft die Gleichung (85) erfüllt sein mit:

$$\sigma_{t,90,d} = k_p \cdot \frac{6 \cdot M_{ap,d}}{b \cdot h_{ap}^2} \quad (95)$$

und

$$k_{dis} = 1,3 \quad (96)$$

Dabei ist

$$k_p = k_5 + k_6 \cdot k_{ap} + k_7 \cdot k_{ap}^2$$

$$k_{ap} = h_{ap}/r,$$

mit

$$r = r_{in} + h_{ap}/2$$

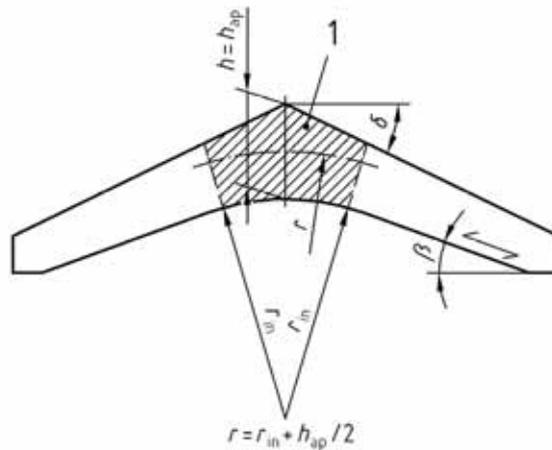
$$k_5 = 0,2 \cdot \tan \delta,$$

$$k_6 = 0,25 - 1,5 \cdot \tan \delta + 2,6 \cdot \tan^2 \delta,$$

$$k_7 = 2,1 \cdot \tan \delta - 4 \cdot \tan^2 \delta,$$

h_0 Bezugshöhe von 600 mm.

DIN 1052:2004-08

**Legende**

1 querzugbeanspruchter Bereich

Bild 25 — Träger mit zu den Auflagern hin abnehmender Höhe der geraden Trägerbereiche

(4) Ist die Bedingung nach Gleichung (88) mit $k_{dis} = 1,3$ erfüllt, sind für Bauteile in den Nutzungsklassen 1 und 2 konstruktive Verstärkungen zur Aufnahme zusätzlicher, klimatisch bedingter Querzugspannungen nicht erforderlich. Andernfalls ist eine konstruktive Verstärkung nach 11.4.5 anzuordnen.

(5) Werden die Zugkräfte rechtwinklig zur Faserrichtung des Holzes vollständig durch Verstärkungselemente aufgenommen (siehe 11.4.5), dann darf die Bedingung nach Gleichung (85) mit $k_{dis} = 1,3$ unbeachtet bleiben. In diesem Fall sind Verstärkungen zur Aufnahme zusätzlicher, klimatisch bedingter Querzugspannungen nicht erforderlich.

10.5 Nachweise für zusammengesetzte Bauteile (Verbundbauteile)**10.5.1 Geklebte Verbundbauteile**

(1) Die Nachweise sind mit den nach 8.6.1 ermittelten Schnittgrößen und Querschnittswerten zu führen.

(2) Es sind die folgenden Bedingungen einzuhalten:

$$\frac{\sigma_{f,c,max,d}}{f_{m,d}} \leq 1 \quad (97)$$

$$\frac{\sigma_{f,t,max,d}}{f_{m,d}} \leq 1 \quad (98)$$

$$\frac{\sigma_{f,c,d}}{k_c \cdot f_{c,0,d}} \leq 1 \quad (99)$$

$$\frac{\sigma_{f,t,d}}{f_{t,0,d}} \leq 1 \quad (100)$$

Dabei ist

| | |
|----------------------|---|
| $\sigma_{f,c,max,d}$ | Bemessungswert der Randspannung im Druckgurt, |
| $\sigma_{f,t,max,d}$ | Bemessungswert der Randspannung im Zuggurt, |
| $\sigma_{f,c,d}$ | Bemessungswert der Schwerpunktspannung im Druckgurt, |
| k_c | Knickbeiwert nach Gleichung (64) für den Schlankheitsgrad $\lambda_z = \ell_c/0,289 \cdot b$, |
| ℓ_c | Abstand zwischen denjenigen Querschnitten, bei denen ein seitliches Ausweichen des Druckgurtes verhindert wird, |
| $\sigma_{f,t,d}$ | Bemessungswert der Schwerpunktspannung im Zuggurt. |

(3) Falls für den Steg geklebter, dünnstegiger Träger kein genauere Beulnachweis geführt wird, sind die folgenden Bedingungen einzuhalten:

$$h_w \leq 70 \cdot b_w \quad (101)$$

und

$$V_d \leq n \cdot b_w \cdot h_w \cdot [1 + 0,5 \cdot (h_{f,t} + h_{f,c})/h_w] \cdot f_{v,d} \quad \text{für } h_w \leq 35 \cdot b_w \quad (102)$$

$$V_d \leq n \cdot 35 \cdot b_w^2 \cdot [1 + 0,5 \cdot (h_{f,t} + h_{f,c})/h_w] \cdot f_{v,d} \quad \text{für } 35 \cdot b_w < h_w \leq 70 \cdot b_w \quad (103)$$

Dabei ist

| | |
|------------------------------|--|
| $h_w, h_{f,c}, h_{f,t}, b_w$ | siehe Bild 26, |
| $f_{v,d}$ | Bemessungswert der Schubfestigkeit bei Scheibenbeanspruchung für das Stegmaterial, |
| V_d | Bemessungswert der Querkraft (Schubkraft), |
| n | Anzahl der Stege mit jeweils der Stegdicke b_w . |

(4) Für die Klebfuge zwischen Steg und Gurt (Schnitt 1-1 in Bild 26) ist nachzuweisen, dass

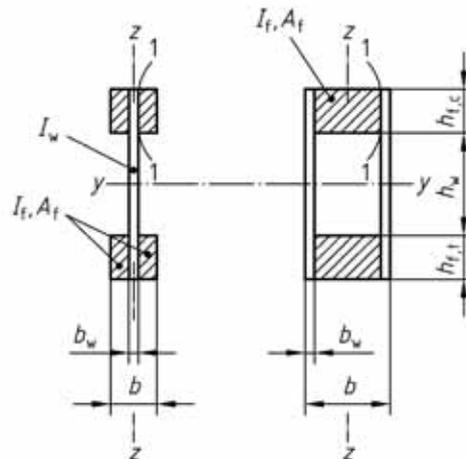
$$\tau_{ef,d} \leq f_{v,d} \quad \text{für } h_{f,c(t)} \leq 4 \cdot b_w \quad (104)$$

$$\tau_{ef,d} \leq f_{v,d} \cdot (4 \cdot b_w/h_{f,c(t)})^{0,8} \quad \text{für } h_{f,c(t)} > 4 \cdot b_w \quad (105)$$

Dabei ist

| | |
|---------------|--|
| $\tau_{ef,d}$ | Bemessungswert der Schubspannung, die als über die Gurthöhe $h_{f,c(t)}$ gleichmäßig verteilt angenommen wird, |
| $f_{v,d}$ | Bemessungswert der Schubfestigkeit des Gurtes oder des Steges bei Plattenbeanspruchung. |

DIN 1052:2004-08



Legende
1-1 Schnitt

Bild 26 — Stegträger

(5) Für die Klebfuge zwischen Beplankung und Rippe von Tafелеlementen ist die folgende Bedingung einzuhalten:

$$\frac{\tau_{\text{ef,d}}}{f_{\text{v,d}}} \leq 1 \quad (106)$$

Dabei ist

$\tau_{\text{ef,d}}$ Bemessungswert der als gleichmäßig verteilt über die Breite des Schnittes 1-1 (siehe Bild 4) angenommenen Schubspannung,

$f_{\text{v,d}}$ Bemessungswert der Schubfestigkeit der Beplankung bei Plattenbeanspruchung.

10.5.2 Zusammengesetzte Biegestäbe mit nachgiebigem Verbund

- (1) Die Nachweise sind mit den nach 8.6.2 ermittelten Schnittgrößen zu führen.
- (2) Für die Einzelquerschnitte sind die Bedingungen von 10.5.1 (2) und (3) sinngemäß einzuhalten.
- (3) Für dünnwandige Stege ist zusätzlich zu den Gleichungen (102) bzw. (103) folgende Bedingung einzuhalten:

$$h_w + \frac{1}{2} \cdot (h_{f,c} + h_{f,t}) \leq 70 \cdot b_w \quad (107)$$

(4) Örtliche Spannungserhöhungen infolge von Querschnittsschwächungen dürfen näherungsweise ermittelt werden, indem

- die Schwerpunktspannungen σ_i mit $A_i/A_{i,n}$,
- die Biegespannungen $\sigma_{m,i}$ mit $I/I_{i,n}$

multipliziert werden.

Dabei ist

$A_{i,n}$ Nettoquerschnittsfläche des Querschnittsteiles i ,

$I_{i,n}$ Flächenmoment 2. Grades des geschwächten Querschnittsteiles i , bezogen auf die Achse des ungeschwächten Querschnittsteiles i .

(5) Für die maximalen Schubspannungen der Querschnittsteile i ist folgende Bedingung einzuhalten:

$$\frac{\tau_{i,\max,d}}{f_{i,v,d}} \leq 1 \quad (108)$$

(6) Die Beanspruchung $F_{i,d}$ eines Verbindungsmittels in der Fuge i hat folgende Bedingung einzuhalten:

$$\frac{F_{i,d}}{R_{i,d}} \leq 1 \quad (109)$$

Dabei ist

$R_{i,d}$ Bemessungswert der Tragfähigkeit des Verbindungsmittels in der Fuge i .

10.5.3 Aus Holz oder Holzwerkstoffen zusammengesetzte Druckstäbe mit nachgiebigem Verbund und doppelsymmetrischem Querschnitt

(1) Die Verformungen der Druckstäbe infolge von Verschiebungen in Verbindungen, infolge von Schub- und Biegeverformungen in Zwischen- und Bindehölzern und in den Einzelteilen oder Gurten sowie infolge der Normalkräfte in den Pfosten und Diagonalen von Gitterstäben sind zu berücksichtigen.

(2) Für beidseits gelenkig gelagerte, planmäßig mittig belastete Druckstäbe dürfen die nachfolgenden Bemessungsgleichungen verwendet werden.

(3) Für das Ausknicken in y -Richtung (Knicken um die z -Achse) ist der Nachweis nach 10.3.1 zu führen.

(4) Für das Ausknicken in z -Richtung (Knicken um die y -Achse) ist der Knickbeiwert k_c nach Gleichung (64) für den wirksamen Schlankheitsgrad λ_{ef} anstelle des Schlankheitsgrades λ in Gleichung (66) zu ermitteln.

(5) Für nicht gespreizte Stäbe ist:

$$\lambda_{ef} = \frac{\ell_y}{\sqrt{\frac{(E \cdot I)_{ef}}{(E \cdot A)_{tot}}}} \quad (110)$$

(6) Für gespreizte Stäbe (Rahmenstäbe) nach Bild 27 darf der wirksame Schlankheitsgrad λ_{ef} ermittelt werden zu

$$\lambda_{ef} = \sqrt{\lambda^2 + \eta \frac{n}{2} \lambda_1^2} \quad (111)$$

mit

$$\lambda = \ell_y \cdot \sqrt{\frac{12}{h^2 + 3 \cdot a_1^2}} \quad \text{für zweiteilige Rahmenstäbe} \quad (112)$$

DIN 1052:2004-08

$$\lambda = \ell_y \cdot \sqrt{\frac{12}{h^2 + 8 \cdot a_1^2}} \quad \text{für dreiteilige Rahmenstäbe} \quad (113)$$

und

$$\lambda_1 = \max \left\{ 30; \frac{\ell_1 \cdot \sqrt{12}}{h} \right\} \quad (114)$$

Dabei ist

- n Anzahl der Einzelstäbe,
 $\ell_y = \beta \cdot \ell$ Knicklänge für Ausknicken in z -Richtung (Knicken um Achse y - y); β nach Anhang E,
 η Beiwert für Rahmenstäbe nach Tabelle 6,
 $a_1 = a + h$ Schwerpunktsabstand der Einzelstäbe.

Tabelle 6 — Beiwerte η für Rahmenstäbe

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---------------------------------------|----------------|-------|-------|-------------|-------|
| 1 | | Zwischenhölzer | | | Bindehölzer | |
| 2 | | Kleber | Nägel | Dübel | Kleber | Nägel |
| 3 | ständige/lang andauernde Belastung | 1 | 4 | 3,5 | 3 | 6 |
| 4 | mittellange/kurz andauernde Belastung | 1 | 3 | 2,5 | 2 | 4,5 |

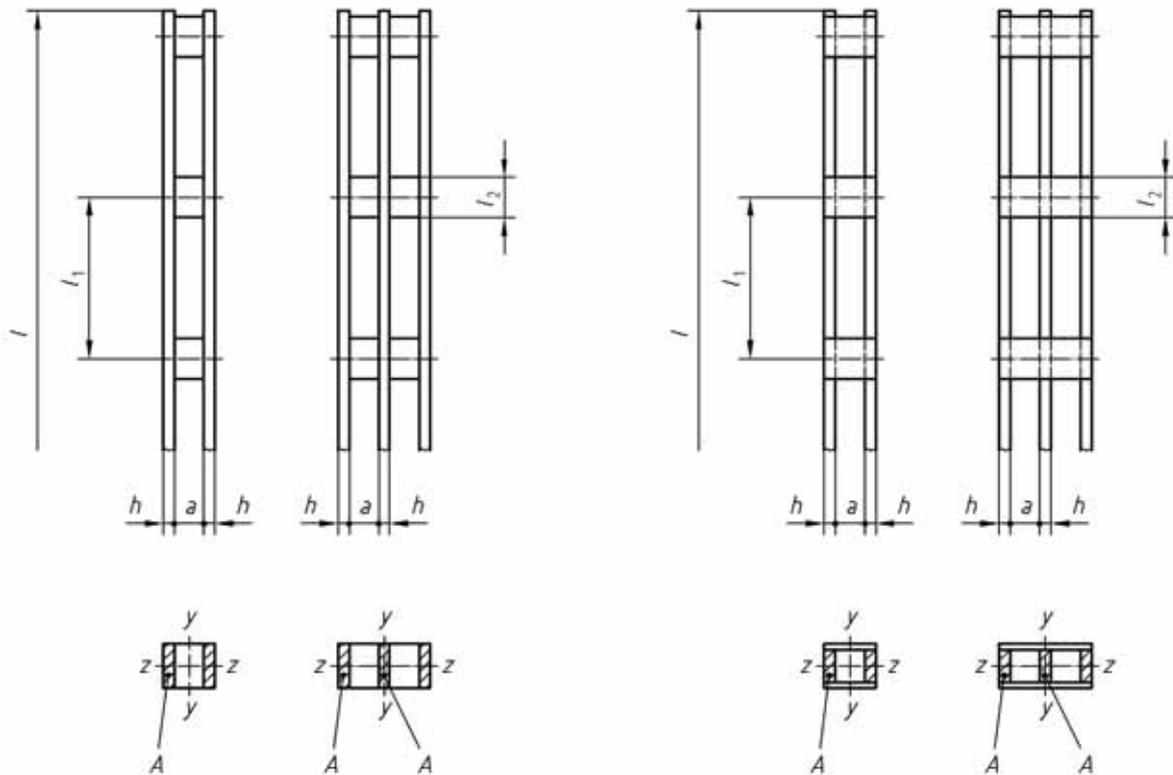


Bild 27 — Rahmenstäbe

Gleichung (111) gilt nur unter folgenden Voraussetzungen:

- ungerade Anzahl der Felder ≥ 3 ,
- $ah \leq 3$ und $l_2/a \geq 1,5$ im Rahmenstab mit Zwischenhölzern,
- $ah \leq 6$ und $l_2/a \geq 2$ im Rahmenstab mit Bindehölzern,
- in jeder Fuge Querverbindung/Stab mindestens zwei Dübel oder mindestens vier Nägel,

(7) Für Gitterstäbe nach Bild 28 darf λ_{ef} ermittelt werden zu:

$$\lambda_{\text{ef}} = \max \left\{ \frac{2 \cdot l_y}{a_1} \cdot \sqrt{1 + \mu}; 2,1 \cdot \frac{l_y}{a_1} \right\} \quad (115)$$

mit μ nach Tabelle 7.

Die Gleichung (115) gilt nur unter folgenden Voraussetzungen:

- ungerade Anzahl der Felder ≥ 3 ,
- mindestens vier Nägel in jeder Scherfuge des Strebenanschlusses,
- $\lambda_1 = l_1/i_{\text{min}} \leq 60$,
- Nagelanzahl im Pfostenanschluss (bei N-Vergitterung) $> n \cdot \sin \theta$
(n = Nagelanzahl je Strebenanschluss).

Tabelle 7 — Beiwerte μ für Gitterstäbe

| | 1 | 2 | 3 |
|---------------------|---|--|--|
| 1 | | V-Vergitterung | N-Vergitterung |
| 2 | Geklebt | $4 \cdot \frac{e^2 \cdot A_f}{I_f} \cdot \left(\frac{a_1}{\ell_y}\right)^2$ | $\frac{e^2 \cdot A_f}{I_f} \cdot \left(\frac{a_1}{\ell_y}\right)^2$ |
| 3 | Genagelt | $25 \cdot \frac{a_1 \cdot E_{\text{mean}} \cdot A_f}{\ell_y^2 \cdot n \cdot K_{u,\text{mean}} \cdot \sin 2\theta}$ | $50 \cdot \frac{a_1 \cdot E_{\text{mean}} \cdot A_f}{\ell_y^2 \cdot n \cdot K_{u,\text{mean}} \cdot \sin 2\theta}$ |
| e | Ausmitte in der Verbindung (siehe Bild 28), | | |
| $K_{u,\text{mean}}$ | Verschiebungsmodul eines Nagels. | | |

(8) Dem Nachweis der Verbindungen ist eine über die ganze Stablänge als wirksam angenommene Querkraft zugrunde zu legen. Der Bemessungswert dieser Querkraft V_d beträgt:

$$V_d = F_{c,d} / (120 \cdot k_c) \quad \text{für } \lambda_{\text{ef}} \leq 30 \quad (116)$$

$$V_d = F_{c,d} \cdot \lambda_{\text{ef}} / (3600 \cdot k_c) \quad \text{für } 30 < \lambda_{\text{ef}} < 60 \quad (117)$$

$$V_d = F_{c,d} / (60 \cdot k_c) \quad \text{für } 60 \leq \lambda_{\text{ef}} \quad (118)$$

Dabei ist

k_c Knickbeiwert nach Gleichung (64) für den Schlankheitsgrad λ_{ef} .

Für nicht gespreizte Stäbe ist die Beanspruchung $F_{i,d}$ eines Verbindungsmittels in jeder Fuge aus dem aus V_d resultierenden Schubfluss in dieser Fuge zu ermitteln. Folgende Bedingung ist einzuhalten:

$$\frac{F_{i,d}}{R_{i,d}} \leq 1 \quad (119)$$

Dabei ist

$R_{i,d}$ Bemessungswert der Tragfähigkeit des jeweiligen Verbindungsmittels.

Für gespreizte Stäbe (Rahmenstäbe) sind die Querverbindungen für die in Bild 29 angegebenen Schubkräfte T_d nachzuweisen. Für T_d darf angenommen werden:

$$T_d = \frac{V_d \cdot \ell_1}{a_1} \quad (120)$$

Für Gitterstäbe sind die Pfosten und ihre Anschlüsse für V_d , die Streben und ihre Anschlüsse für $V_d / \sin \theta$ nachzuweisen.

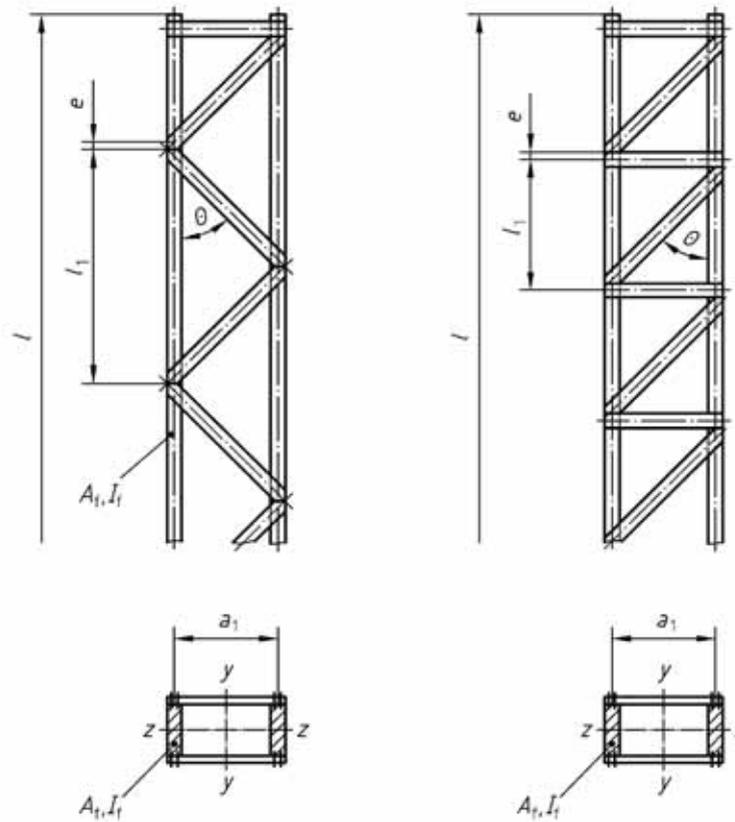


Bild 28 — Gitterstäbe

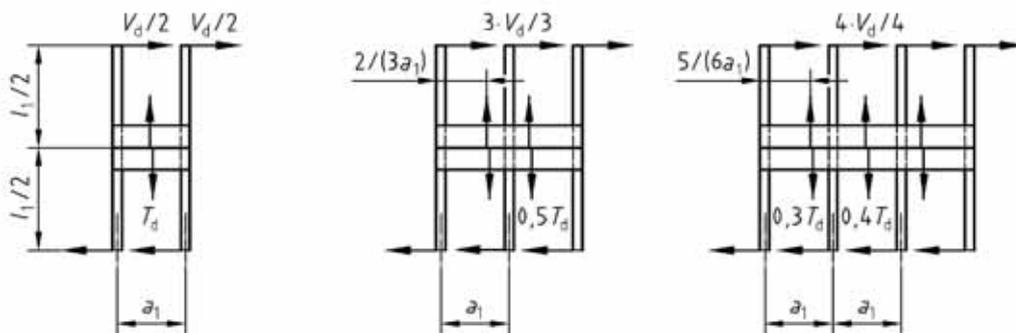


Bild 29 — Querkraftverteilung und Belastung der Querverbindungen bei Rahmenstäben

10.5.4 Leichte Holzbauträger

Eine Produktregelung für leichte Holzbauträger und -stützen ist mit einer europäischen technischen Zulassung (ETA) aufgrund der „Leitlinie für die europäische technische Zulassung für leichte Holzbauträger und -stützen“ (ETAG 011) möglich.

HINWEIS Von der Europäischen Kommission wurde eine Koexistenzperiode mit bestehenden nationalen Regelungen (bis zum 16. Oktober 2004) festgelegt.

DIN 1052:2004-08**10.6 Nachweise der Scheibenbeanspruchung von Tafeln**

(1) Für die nach 8.7.3 bis 8.7.7 vereinfacht berechneten Beanspruchungen der Beplankung von Dach-, Decken- und Wandtafeln sind die folgenden Bedingungen einzuhalten:

$$\frac{s_{v,0,d}}{f_{v,0,d}} \leq 1 \quad (121)$$

$$\frac{s_{v,90,d}}{f_{v,90,d}} \leq 1 \quad (122)$$

mit

$$f_{v,0,d} = \min \begin{cases} k_{v1} \cdot R_d / a_v \\ k_{v1} \cdot k_{v2} \cdot f_{v,d} \cdot t \\ k_{v1} \cdot k_{v2} \cdot f_{v,d} \cdot 35 \cdot t^2 / a_r \end{cases} \quad (123)$$

$$f_{v,90,d} = \min \begin{cases} R_d / a_v \\ k_{v2} \cdot f_{c,d} \cdot t \\ k_{v2} \cdot f_{c,d} \cdot 20 \cdot t^2 / a_r \end{cases} \quad (124)$$

Dabei ist

- $s_{v,0,d}$ Bemessungswert des Schubflusses der Beplankung,
- $f_{v,0,d}$ Bemessungswert der längenbezogenen Schubfestigkeit der Beplankung unter Berücksichtigung der Tragfähigkeit der Verbindung und der Platten sowie des Beulens,
- $f_{v,d}$ Bemessungswert der Schubfestigkeit der Platten,
- $s_{v,90,d}$ Bemessungswert der längenbezogenen Beanspruchung der Beplankung,
- $f_{v,90,d}$ Bemessungswert der längenbezogenen Festigkeit der Beplankung unter Berücksichtigung der Tragfähigkeit der Verbindung und der Platten sowie des Beulens,
- $f_{c,d}$ Bemessungswert der Druckfestigkeit der Platten,
- R_d Bemessungswert der Tragfähigkeit eines Verbindungsmittels auf Abscheren,
- a_v Abstand der Verbindungsmittel untereinander,
- k_{v1} Beiwert zur Berücksichtigung der Anordnung und Verbindungsart der Platten,
- k_{v2} Beiwert zur Berücksichtigung der Zusatzbeanspruchung nach 8.7.1 (2),
- t Dicke der Platten,
- a_r Abstand der Rippen.

(2) Der Beiwert k_{v1} darf angenommen werden zu:

$k_{v1} = 1,0$ für Tafeln mit allseitig schubsteif verbundenen Plattenrändern,

$k_{v1} = 0,66$ für Tafeln mit nicht allseitig schubsteif verbundenen Plattenrändern.

(3) Wenn kein genauere Nachweis der Tragfähigkeit der Platten für die Zusatzbeanspruchungen nach 8.7.1 (2) geführt wird, darf der Beiwert k_{v2} angenommen werden zu:

$k_{v2} = 0,33$ bei einseitiger Beplankung,

$k_{v2} = 0,5$ bei beidseitiger Beplankung.

(4) Werden bei Tafeln mit allseitig schubsteif verbundenen Plattenrändern für den Anschluss der Platten an die Rippen stiftförmige Verbindungsmittel verwendet, so dürfen die charakteristischen Tragfähigkeiten nach Abschnitt 12 mit um 20 % erhöhten Werten in Rechnung gestellt werden.

(5) Für den Nachweis der Durchleitung von Rippendruckkräften durch quer verlaufende Rippen (Schwellen) darf die charakteristische Tragfähigkeit nach 10.2.4 mit um 20 % erhöhten Werten in Rechnung gestellt werden.

(6) Bei beidseitig gleicher Beplankung darf die Tragfähigkeit als Summe der Beträge der beiden Beplankungen berechnet werden. Falls unterschiedliche Platten oder Verbindungsmittel verwendet werden, darf die Tragfähigkeit der schwächeren Seite nur zu 80 % in Rechnung gestellt werden.

(7) Wenn die Beplankung einer Wandtafel horizontal gestoßen ist und die Plattenbreite kleiner als $0,5 \cdot h$ ist, dann ist der Bemessungswert der Tragfähigkeit unter Horizontallast um 1/6 abzumindern.

(8) Für die Weiterleitung der Auflagerkräfte von Tafeln ist nachzuweisen:

$$F_d \leq R_d \quad (125)$$

(9) Bei Wandtafeln unter horizontaler Scheibenbeanspruchung ist, wie bei anderen Bauteilen, deren Lagesicherheit nicht offensichtlich ist, zusätzlich der Nachweis der Lagesicherheit zu führen. Wenn eine Verankerung erforderlich ist, ist für diese der folgende Nachweis zu führen:

$$F_{t,d,dst} - F_{c,d,stb} \leq R_d \quad (126)$$

Dabei ist

$F_{t,d,dst}$ Zugkraft aus destabilisierenden Einwirkungen,

$F_{c,d,stb}$ Druckkraft aus stabilisierenden Einwirkungen,

R_d Tragfähigkeit der Verankerung.

10.7 Nachweise für Flächentragwerke

10.7.1 Flächen aus Schichten

(1) Die aus den Schnittgrößen berechneten Spannungen sind den Bemessungswerten der Festigkeiten gegenüberzustellen. Bei Querschnitten aus verschiedenen Schichten gilt dies für jede Schicht i eines Querschnittes. Dabei sind die Spannungen in den Hauptrichtungen (in der Regel Faserrichtung und rechtwinklig dazu, siehe Bild 16) aus Platten- und Scheibenbeanspruchung zu betrachten. Gleichzeitiges Auftreten von verschiedenen Spannungen ist zu berücksichtigen.

DIN 1052:2004-08

(2) Die folgenden Bedingungen für die Beanspruchung in Faserrichtung müssen in jeder Schicht erfüllt sein:

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,d}} \leq 1 \quad (127)$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,d}} \leq 1 \quad (128)$$

$$\left(\frac{\tau_d}{f_{v,d}} \right)^2 + \left(\frac{\tau_{drill,d}}{f_{v,d}} \right)^2 \leq 1 \quad (129)$$

Dabei ist

| | |
|------------------|---|
| $\sigma_{t,0,d}$ | Bemessungswert der Zugspannung in Faserrichtung im Schwerpunkt der Schicht, |
| $\sigma_{c,0,d}$ | Bemessungswert der Druckspannung in Faserrichtung im Schwerpunkt der Schicht, |
| $\sigma_{m,d}$ | Bemessungswert der Biegespannung in Faserrichtung der Schicht, |
| $\tau_{drill,d}$ | Bemessungswert der Drillspannung aus dem Drillmoment m_{xy} in der Schicht (entspricht τ_{xy} in Bild 16), |
| τ_d | Bemessungswert der Schubspannung aus Querkraft q_x . |

(3) Die folgenden Bedingungen für die Beanspruchung rechtwinklig zur Faserrichtung und den Rollschub müssen in jeder Schicht erfüllt sein:

$$\frac{\sigma_{t,90,d}}{f_{t,90,d}} + \frac{\tau_{R,d}}{f_{R,d}} \leq 1 \quad (130)$$

$$\frac{\sigma_{c,90,d}}{f_{c,90,d}} + \frac{\tau_{R,d}}{f_{R,d}} \leq 1 \quad (131)$$

Dabei ist

| | |
|-------------------|---|
| $\sigma_{t,90,d}$ | Bemessungswert der Zugspannung rechtwinklig zur Faserrichtung in der Schicht aus Biegung und Normalkraft, |
|-------------------|---|

ANMERKUNG Bei Schichten aus Schnittholz darf mit $E_{90} = 0$ gerechnet werden. Damit wird rechnerisch $\sigma_{t,90,d} = 0$.

| | |
|-------------------|---|
| $\sigma_{c,90,d}$ | Bemessungswert der Druckspannung rechtwinklig zur Faserrichtung in der Schicht aus Biegung und Normalkraft, |
|-------------------|---|

| | |
|--------------|--|
| $\tau_{R,d}$ | Bemessungswert der Rollschubspannung in der Schicht. |
|--------------|--|

(4) Bei zusammengeklebten Schichten gilt für den Nachweis der Klebfuge Abschnitt 14.

(5) Bei Schichten, die mit mechanischen Verbindungsmitteln verbunden sind, gelten für den Nachweis der Schubübertragung die Abschnitte 12 und 13.

10.7.2 Flächen aus Vollholzlamellen

(1) Beim Nachweis der Tragwirkung in Faserrichtung dürfen die Bemessungswerte der Biege- und Schubfestigkeit um einen Systembeiwert k_t erhöht in Rechnung gestellt werden:

$$f_{m,t,d} = k_t \cdot f_{m,d} \quad (132)$$

$$f_{v,t,d} = k_t \cdot f_{v,d} \quad (133)$$

Dabei ist

$f_{m,d}$ Bemessungswert der Biegefestigkeit der Lamelle,

$f_{v,d}$ Bemessungswert der Schubfestigkeit der Lamelle,

k_t Systembeiwert nach Bild 30.

Die Anzahl der mitwirkenden Lamellen ergibt sich wie folgt:

$$n = b_{ef} / b_{tam} \quad (134)$$

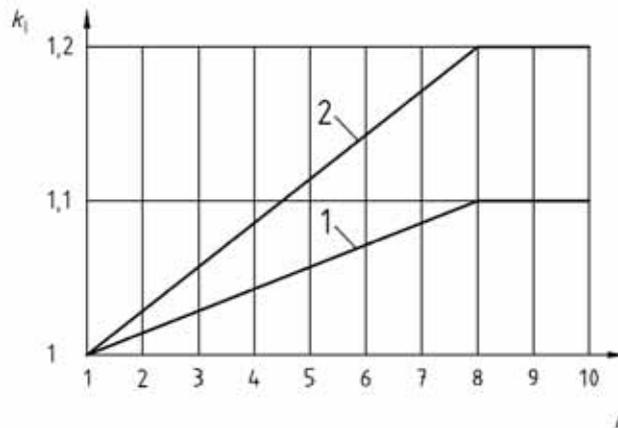
Dabei ist

b_{ef} mitwirkende Breite; $b_{ef} = M_{Träger} / m_{Platte}$,

$M_{Träger}$ Biegemoment aus Trägerberechnung,

m_{Platte} Biegemoment aus Plattenberechnung,

b_{tam} Breite der Lamelle nach Bild 17.



Legende

1 nachgiebig verbundene Lamellen

2 zusammengespannte oder verklebte Lamellen

Bild 30 — Systembeiwert k_t für Lamellen in Abhängigkeit von der Anzahl n der mitwirkenden Lamellen.

DIN 1052:2004-08

(2) Für die Spannungen rechtwinklig zur Lamellenrichtung, die aus einer Teilflächenbelastung herrühren, müssen die Bedingungen der Gleichungen (130) und (131) für den Querschnittsrand und die Querschnittsmitte erfüllt sein.

(3) Bei Flächen aus nachgiebig verbundenen Lamellen und Teilflächenbelastung ist die Querkraftübertragung von Lamelle zu Lamelle über stiftförmige Verbindungsmittel nach Abschnitt 12 nachzuweisen.

(4) Bei Flächen aus zusammengespannten Lamellen und Teilflächenbelastung muss folgende Bedingung erfüllt sein:

$$q_{v,d} \leq \mu_d \cdot \sigma_{p,\min} \cdot h \quad (135)$$

Dabei ist

$q_{v,d}$ Bemessungswert der Querkraft, die von Lamelle zu Lamelle zu übertragen ist,

$\sigma_{p,\min}$ geringste verbleibende Langzeitquerdruckspannung infolge der Vorspannung,

h Dicke der Platte,

μ_d Bemessungswert für den Reibungskoeffizienten:

sägerau-sägerau 0,3,

gehobelt-gehobelt 0,2,

sägerau-gehobelt 0,2,

Holz-Beton 0,4.

10.7.3 Theorie II. Ordnung, Stabilitätsnachweise

(1) Die Schnittgrößen ebener Flächen mit Druckkräften aus Scheibenbeanspruchung sind nach Theorie II. Ordnung entsprechend 8.5 zu berechnen. Dies ist nicht erforderlich, wenn die folgende Bedingung erfüllt ist:

$$\ell_{ef} \cdot \sqrt{\frac{N_d \cdot \gamma_M}{E_{0,\text{mean}} \cdot I}} \leq 1 \quad (136)$$

Dabei ist

ℓ_{ef} Ersatzstablänge der Fläche; bei Wänden ist ℓ_{ef} die Geschosshöhe oder der halbe Abstand der Aussteifungen durch Querwände (der kleinere Wert ist maßgebend),

$E_{0,\text{mean}} \cdot I$ Biegesteifigkeit für die Breite $b = 1$ nach Anhang D,

N_d Druckkraft für die Breite $b = 1$.

(2) Schalen sind auf Beulen zu untersuchen, sofern die Beulsicherheit nicht offensichtlich ist.

(3) Der Beulnachweis von Flächen zusammengesetzter Bauteile ist erbracht, wenn die Bedingungen nach Tabelle 5 bzw. die Bedingungen nach den Gleichungen (101) sowie (102) und (103) eingehalten sind.

11 Verbindungen, Ausklinkungen, Durchbrüche und Verstärkungen

11.1 Verbindungen

11.1.1 Allgemeines

(1) Die Berechnung der Beanspruchungen der Bauteile in Verbindungen ist auf der Grundlage der in 8.8 beschriebenen Anforderungen an Stabwerke durchzuführen. Die sich dabei aus einseitigen Lasteinleitungen ergebenden Zusatzmomente sind zu berücksichtigen.

(2) Die Regelungen dieser Norm gelten nicht für Verbindungen mit Hirnholz sowie mit Schnittflächen von Holzwerkstoffen, es sei denn, diese Verbindung wird ausdrücklich erwähnt oder die Wirksamkeit wird genauer nachgewiesen.

(3) Der Einfluss von zwischen Zugkräften F_t und Druckkräften F_c in den Bauteilen wechselnden Beanspruchungen auf die Tragfähigkeit stiftförmiger metallischer Verbindungsmittel ist dadurch zu berücksichtigen, dass die Verbindung für den Bemessungswert

$$F_d = \max \{ F_{t,d} + 0,5 \cdot F_{c,d}; F_{c,d} + 0,5 \cdot F_{t,d} \} \quad (137)$$

nachzuweisen ist.

Dieser Nachweis darf bei kurzer Lasteinwirkungsdauer entfallen.

11.1.2 Zugverbindungen

(1) Bei symmetrisch ausgeführten Zugverbindungen mit Schrauben, Bolzen, Passbolzen und Nägeln in nicht vorgebohrten Nagellöchern darf beim Nachweis der Tragfähigkeit der einseitig beanspruchten Bauteile das Zusatzmoment vereinfacht durch eine Verminderung des Bemessungswertes der Zugtragfähigkeit um ein Drittel berücksichtigt werden.

(2) Bei Zuganschlüssen mit anderen Verbindungsmitteln darf der vereinfachte Nachweis nach (1) geführt werden, wenn die Verkrümmung der einseitig beanspruchten Bauteile durch auf Herausziehen beanspruchbare Verbindungsmittel verhindert wird.

— Bei stiftförmigen Verbindungsmitteln sind in der ersten beziehungsweise letzten Verbindungsmittelreihe Verbindungsmittel mit einer ausreichenden Beanspruchbarkeit auf Herausziehen zu verwenden (siehe Bild 31 oben).

— Bei anderen Verbindungsmitteln sind vor beziehungsweise hinter dem eigentlichen Anschluss diese Verbindungsmittel zusätzlich anzuordnen (siehe Bild 31 unten).

(3) Die ausziehfesten Verbindungsmittel nach (2) sind für eine in Richtung der Stiftachse wirkende Zugkraft $F_{t,d}$ zu bemessen:

$$F_{t,d} = \frac{F_d \cdot t}{2 \cdot n \cdot a} \quad (138)$$

Dabei ist

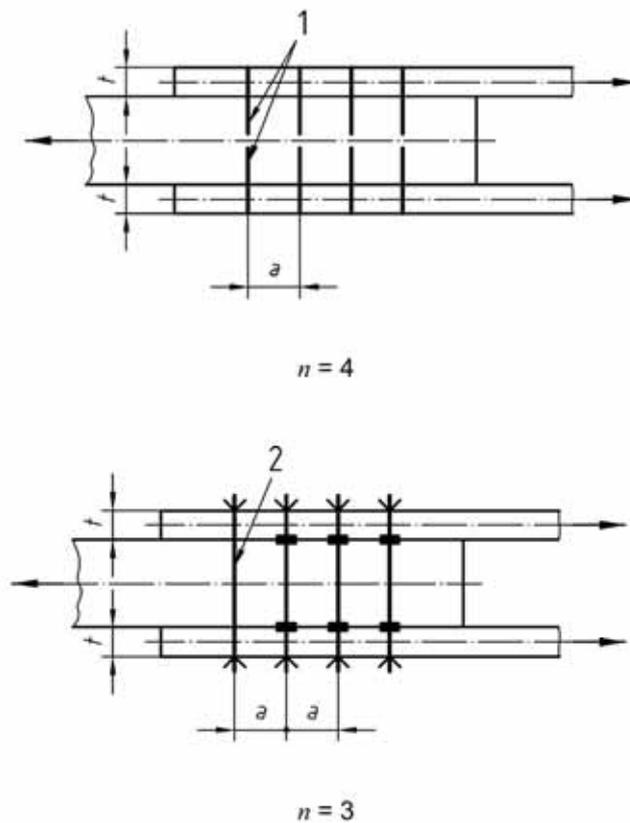
F_d Normalkraft in der einseitig beanspruchten Lasche,

n Anzahl der zur Übertragung der Scherkraft in Richtung der Kraft F_d hintereinander angeordneten Verbindungsmittel, ohne die zusätzlichen ausziehfesten Verbindungsmittel,

DIN 1052:2004-08

- t Dicke der Lasche,
- a Abstand der auf Herausziehen beanspruchten Verbindungsmittel von der nächsten Verbindungsmittelreihe.

(4) Bei Zuganschlüssen mit anderen Verbindungsmitteln ohne Maßnahmen zur Verhinderung der Verkrümmung darf der Nachweis entsprechend Absatz (1) durch eine Verminderung des Bemessungswertes der Zugtragfähigkeit um 60 % geführt werden.

**Legende**

- 1 ausziehfeste Verbindungsmittel
2 zusätzliche ausziehfeste Verbindungsmittel

Bild 31 — Maßnahmen zur Vermeidung der Verkrümmung einseitig beanspruchter Bauteile in Zuganschlüssen

11.1.3 Druckverbindungen

- (1) Die durch den Stoß eines Druckstabes verursachten Änderungen des Verformungsverhaltens des Stabes sind bei der Berechnung der Beanspruchungen zu berücksichtigen.
- (2) Bei einem Kontaktstoß im äußeren Viertelteil der Knicklänge darf der Einfluss der Verformungen auf die Beanspruchungen vernachlässigt werden, wenn der Kontaktstoß durch eine Verbindung mit Laschen gesichert wird. Die Laschenverbindung ist für 50 % der durch Kontakt übertragene Kraft zu bemessen.

(3) Bei Stößen von Vollwandbiegeträgern im Bereich zwischen zwei Abstützungen darf der Druckgurt wie ein Druckstab mit einer Knicklänge gleich dem Abstand der Abstützungen behandelt werden.

11.1.4 Zusammenwirken verschiedener Verbindungsmittel

(1) Wird die Lasteinwirkung auf eine Verbindung von unterschiedlichen Verbindungsmitteln aufgenommen, sind die Unterschiede in der Nachgiebigkeit zu berücksichtigen. Kleber und mechanische Verbindungsmittel dürfen wegen des sehr unterschiedlichen Lastverformungsverhaltens nicht als gemeinsam wirkend in Rechnung gestellt werden.

(2) Bei Verbindungsmitteln mit einem duktilen Tragverhalten darf die unterschiedliche Verformung der Verbindungsmittel bei Erreichen der Traglast dadurch berücksichtigt werden, dass die Tragfähigkeit des Verbindungsmittels, auf das rechnerisch der kleinere Teil der zu übertragenden Kraft entfällt, auf zwei Drittel abgemindert wird.

(3) Folgende Verbindungsmittel dürfen als duktil im Sinne des Absatzes (2) betrachtet werden:

- auf Abscheren beanspruchte Stifte, die nach den vereinfachenden Regeln in 12.2 bemessen sind,
- auf Abscheren beanspruchte schlanke Stifte mit einem Verhältnis von Holzdicke zu Stiftdurchmesser von mindestens 6, die nach den genaueren Regeln nach Anhang G bemessen sind,
- Kontaktanschlüsse,
- Einpressdübel,
- Verbindungsmittel in Verbindungen, bei denen das Spalten des Holzes im Verbindungsbereich durch Querkzugverstärkungen verhindert wird.

11.1.5 Queranschlüsse

(1) Werden Bauteile mit Rechteckquerschnitt durch eine Krafteinleitung rechtwinklig zur Holzfaserrichtung beansprucht (siehe z. B. Bild 32), dürfen die dadurch verursachten Querkzugspannungen wie folgt berücksichtigt werden: Für Queranschlüsse mit $a/h > 0,7$ ist ein Nachweis nicht erforderlich. Queranschlüsse mit $a/h < 0,2$ dürfen nur durch kurze Lasteinwirkungen (z. B. Windsogkräfte) beansprucht werden.

(2) Für Queranschlüsse mit $a/h \leq 0,7$ ist die folgende Bedingung einzuhalten:

$$\frac{F_{90,d}}{R_{90,d}} \leq 1 \quad (139)$$

mit

$$R_{90,d} = k_s \cdot k_r \cdot \left(6,5 + \frac{18 \cdot a^2}{h^2} \right) \cdot (t_{ef} \cdot h)^{0,8} \cdot f_{t,90,d} \quad (140)$$

wobei

$$k_s = \max \left\{ 1, 0,7 + \frac{1,4 \cdot a_r}{h} \right\} \quad (141)$$

und

$$k_r = \frac{n}{\sum_{i=1}^n \left(\frac{h_1}{h_i} \right)^2} \quad (142)$$

Queranschlüsse mit $a_r/h > 1$ und $F_{90,d} > 0,5 \cdot R_{90,d}$ sind zu verstärken (siehe 11.4).

DIN 1052:2004-08

Dabei ist

- $F_{90,d}$ Bemessungswert der Kraftkomponente rechtwinklig zur Faserrichtung in N,
- $R_{90,d}$ Bemessungswert der Tragfähigkeit des Bauteils in N,
- k_s Beiwert zur Berücksichtigung mehrerer nebeneinander angeordneter Verbindungsmittel,
- k_r Beiwert zur Berücksichtigung mehrerer übereinander angeordneter Verbindungsmittel (für eingeklebte Stahlstäbe siehe 14.3),
- a Abstand des (obersten) Verbindungsmittels vom beanspruchten Rand in mm,
- a_r Abstand der beiden äußersten Verbindungsmittel (siehe Bild 32); der Abstand der Verbindungsmittel untereinander in Faserrichtung des querzuggefährdeten Holzes darf $0,5 \cdot h$ nicht überschreiten,
- h Höhe des Bauteils in mm,
- t_{ef} wirksame Anschlusstiefe in mm,
- n Anzahl der Verbindungsmittelreihen,
- h_i Abstand der jeweiligen Verbindungsmittelreihe vom unbeanspruchten Bauteilrand (siehe Bild 32).

(3) Bei beidseitigem oder mittigem Queranschluss gilt:

- $t_{ef} = \min \{b; 2r; 24d\}$ für Holz-Holz- oder Holzwerkstoff-Holz-Verbindungen mit Nägeln oder Holzschrauben,
- $t_{ef} = \min \{b; 2r; 30d\}$ für Stahlblech-Holz-Nagelverbindungen,
- $t_{ef} = \min \{b; 2r; 12d\}$ für Stabdübel- und Bolzenverbindungen,
- $t_{ef} = \min \{b; 100 \text{ mm}\}$ für Verbindungen mit Dübeln besonderer Bauart,
- $t_{ef} = \min \{b; 6d\}$ für Verbindungen mit eingeklebten Stahlstäben.

Dabei ist

- b Breite des Bauteils,
- d Verbindungsmitteldurchmesser,
- t Eindringtiefe der Verbindungsmittel.

(4) Bei einseitigem Queranschluss gilt:

- $t_{ef} = \min \{b; t; 12d\}$ für Holz-Holz- oder Holzwerkstoff-Holz-Verbindungen mit Nägeln oder Holzschrauben,
- $t_{ef} = \min \{b; t; 15d\}$ für Stahlblech-Holz-Nagelverbindungen,

$t_{ef} = \min \{b; t; 6d\}$ für Stabdübel- und Bolzenverbindungen,

$t_{ef} = \min \{b; 50 \text{ mm}\}$ für Verbindungen mit Dübeln besonderer Bauart.

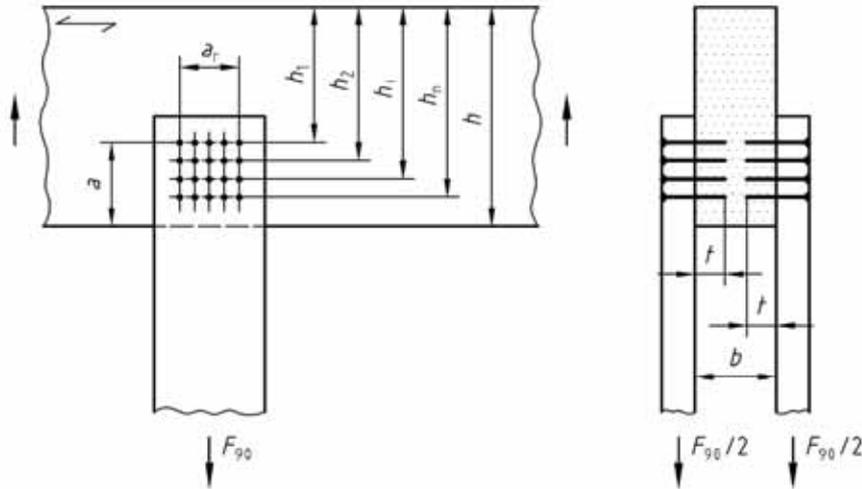


Bild 32 — Beispiel eines Queranschlusses mit Bezeichnungen

(5) Sind mehrere Verbindungsmittelgruppen nebeneinander angeordnet, darf der Bemessungswert der Tragfähigkeit $R_{90,d}$ für eine Verbindungsmittelgruppe nach Gleichung (140) ermittelt werden, wenn der lichte Abstand in Faserrichtung zwischen den Verbindungsmittelgruppen mindestens $2 \cdot h$ beträgt.

(6) Beträgt der lichte Abstand in Faserrichtung zwischen mehreren nebeneinander angeordneten Verbindungsmittelgruppen nicht mehr als $0,5 \cdot h$, sind die Verbindungsmittel dieser Gruppen als eine Verbindungsmittelgruppe zu betrachten.

(7) Beträgt der lichte Abstand in Faserrichtung von zwei nebeneinander angeordneten Verbindungsmittelgruppen mindestens $0,5 \cdot h$ und weniger als $2 \cdot h$, ist der Bemessungswert der Tragfähigkeit $R_{90,d}$ nach Gleichung (140) pro Verbindungsmittelgruppe mit dem Beiwert k_g zu reduzieren:

$$k_g = \frac{\ell_g}{4 \cdot h} + 0,5 \quad (143)$$

Dabei ist

ℓ_g lichter Abstand zwischen den Verbindungsmittelgruppen.

(8) Sind mehr als zwei Verbindungsmittelgruppen mit $\ell_g < 2 \cdot h$ nebeneinander angeordnet, bei denen der Bemessungswert der Kraftkomponente rechtwinklig zur Faserrichtung $F_{90,d}$ größer ist als die Hälfte des mit dem Beiwert k_g reduzierten Bemessungswertes der Tragfähigkeit $R_{90,d}$, sind die Querkraftkräfte durch Verstärkungen (siehe 11.4) aufzunehmen. Dies gilt ebenfalls für Queranschlüsse mit $F_{90,d} > 0,5 \cdot R_{90,d}$, deren lichter Abstand von einem Kragarmende weniger als die Trägerhöhe h beträgt.

11.2 Ausklinkungen

(1) Bei Trägern mit Rechteckquerschnitt, die an den Enden ausgeklinkt sind (siehe Bild 33 und Bild 34), ist die Schubspannung mit der Höhe h_e zu berechnen.

DIN 1052:2004-08

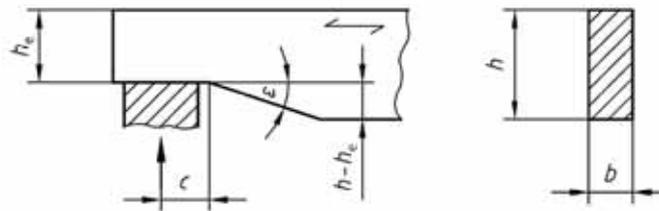


Bild 33 — Ausklinkung auf der belasteten Seite

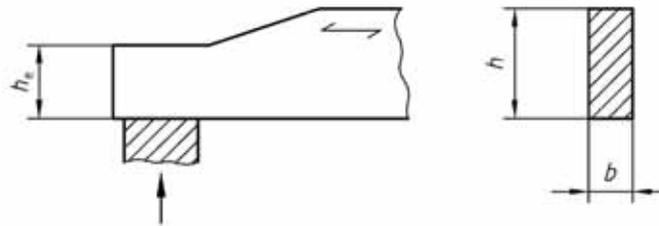


Bild 34 — Ausklinkung auf der unbelasteten Seite

(2) Der Einfluss der Spannungskonzentration in der Ausklinkung darf nach Absatz (3) berücksichtigt werden. Unverstärkte Ausklinkungen nach Absatz (1) dürfen nur in den Nutzungsklassen 1 und 2 verwendet werden. Ausklinkungen in Nutzungsklasse 3 sind nach 11.4 zu verstärken.

(3) Für Ausklinkungen am Endauflager von Trägern mit Rechteckquerschnitt ist die folgende Bedingung einzuhalten:

$$\frac{1,5 \cdot \frac{V_d}{b \cdot h_e}}{k_v \cdot f_{v,d}} \leq 1 \quad (144)$$

Andernfalls sind Ausklinkungen nach 11.4.3 zu verstärken.

Für Träger mit Ausklinkungen auf der belasteten Seite (siehe Bild 33) ist

$$k_v = \min \left\{ 1, k_{90} \cdot k_\varepsilon \right\} \quad (145)$$

wobei

$$k_{90} = \frac{k_n}{\sqrt{h} \cdot \left(\sqrt{\alpha \cdot (1-\alpha)} + 0,8 \cdot \frac{c}{h} \cdot \sqrt{\frac{1}{\alpha} - \alpha^2} \right)} \quad (146)$$

und

$$k_\varepsilon = 1 + \frac{1,1}{\tan \varepsilon \cdot \sqrt{h \cdot \tan \varepsilon}} \quad (147)$$

Dabei ist

h Trägerhöhe in mm,

c Abstand zwischen Kraftwirkungslinie der Auflagerkraft und Ausklinkungsecke in mm,

ε Steigungswinkel des Anschnitts,

$$\alpha = h_e/h,$$

$k_n = 5$ für Vollholz und Balkenschichtholz,

$k_n = 6,5$ für Brettschichtholz,

$k_n = 4,5$ für Furnierschichtholz.

Die Gleichung (144) darf nur angewendet werden, wenn $\alpha \geq 0,5$ und $c/h \leq 0,4$ ist. Diese Einschränkungen gelten nicht für kurze Lasteinwirkungsdauer und nicht für verstärkte Ausklinkungen (siehe 11.4).

Für Träger mit Ausklinkungen auf der unbelasteten Seite (siehe Bild 34) ist $k_v = 1$.

11.3 Durchbrüche

(1) Durchbrüche in Trägern sind Öffnungen mit den lichten Maßen $d > 50$ mm (siehe Bild 35). Sie dürfen in unverstärkten Trägerbereichen mit planmäßiger Querkzugbeanspruchung nicht angeordnet werden. Außerdem gelten die folgenden Mindest- und Höchstmaße:

| | | | | | |
|--------------|---|----------------|--------------------------------|------------|------------------------|
| $l_v \geq h$ | $l_z \geq h$, jedoch mindestens 300 mm | $l_A \geq h/2$ | $h_{ro(ru)} \geq 0,25 \cdot h$ | $a \leq h$ | $h_d \leq 0,4 \cdot h$ |
|--------------|---|----------------|--------------------------------|------------|------------------------|

Maße in Millimeter

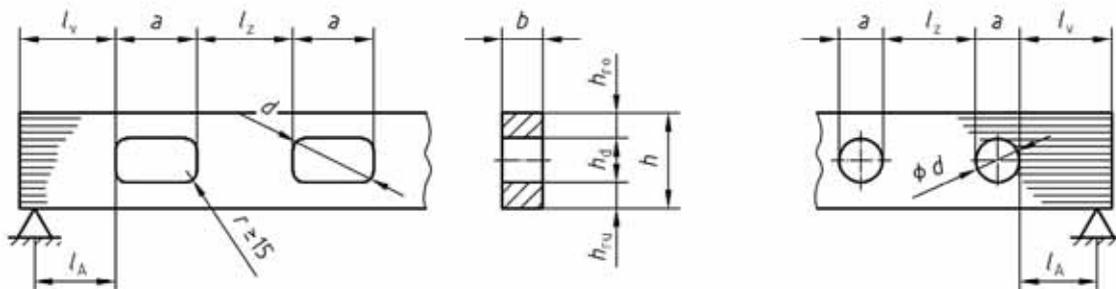


Bild 35 — Unverstärkte Durchbrüche

(2) Unverstärkte Durchbrüche nach Absatz (1) dürfen nur in den Nutzungsklassen 1 und 2 verwendet werden. Durchbrüche in Nutzungsklasse 3 sind nach 11.4 zu verstärken.

(3) Beträgt das lichte Maß $d \leq 50$ mm, dann müssen dennoch die Regeln für Querschnittsschwächungen beachtet werden.

DIN 1052:2004-08

(4) Bei Durchbrüchen nach Absatz (1) müssen folgende Bedingungen eingehalten werden:

$$\frac{F_{t,90,d}}{0,5 \cdot \ell_{t,90} \cdot b \cdot f_{t,90,d}} \leq 1 \quad (148)$$

Dabei ist

b Trägerbreite,

$f_{t,90,d}$ Bemessungswert der Zugfestigkeit des Brett- oder Furnierschichtholzes rechtwinklig zur Faserrichtung,

und

$$\ell_{t,90} = 0,5 \cdot (h_d + h) \quad \text{für rechteckige Durchbrüche,} \quad (149)$$

$$\ell_{t,90} = 0,353 \cdot h_d + 0,5 \cdot h \quad \text{für kreisförmige Durchbrüche.} \quad (150)$$

Der Bemessungswert der Zugkraft $F_{t,90,d}$ ist dabei wie folgt zu ermitteln:

$$F_{t,90,d} = F_{t,V,d} + F_{t,M,d} \quad (151)$$

mit

$$F_{t,V,d} = \frac{V_d \cdot h_d}{4 \cdot h} \cdot \left[3 - \frac{h_d^2}{h^2} \right] \quad (152)$$

und

$$F_{t,M,d} = 0,008 \cdot \frac{M_d}{h_r} \quad (153)$$

Dabei ist

V_d Betrag des Bemessungswertes der Querkraft am Durchbruchrand,

$h_r = \min \{h_{r0}; h_{ru}\}$ für rechteckige Durchbrüche,

$h_r = \min \{h_{r0} + 0,15 \cdot h_d; h_{ru} + 0,15 \cdot h_d\}$ für kreisförmige Durchbrüche,

M_d Betrag des Bemessungswertes des Biegemomentes am Durchbruchrand.

In Gleichung (152) darf bei runden Durchbrüchen anstelle von h_d der Wert $0,7 \cdot h_d$ eingesetzt werden.

11.4 Verstärkungen

11.4.1 Allgemeines

(1) 11.4.2 bis 11.4.5 beziehen sich auf Bauteile, deren Tragfähigkeit durch eine oder mehrere Verstärkungen rechtwinklig zur Faserrichtung des Holzes zur Aufnahme von Querzugbeanspruchungen erhöht wird.

(2) Die Zugfestigkeit des Holzes rechtwinklig zur Faserrichtung wird bei der Ermittlung der Beanspruchungen der Verstärkungen nach 11.4.2 bis 11.4.4 nicht berücksichtigt.

(3) Als innen liegende Verstärkungen dürfen folgende Stahlstäbe verwendet werden:

- eingeklebte Gewindebolzen nach DIN 976-1,
- eingeklebte Betonrippenstähle nach DIN 488-1,
- Holzschrauben mit einem Gewinde über die gesamte Schaftlänge.

Die Querschnittsschwächung durch innen liegende Verstärkungen ist in zugbeanspruchten Querschnittsteilen zu berücksichtigen.

(4) Als außen liegende Verstärkungen dürfen verwendet werden:

- aufgeklebtes Sperrholz nach 7.7,
- aufgeklebtes Furnierschichtholz nach 7.5,
- aufgeklebte Bretter,
- eingepresste Nagelplatten.

(5) Die Abstände a_2 der Stahlstäbe untereinander (siehe Bild 38) müssen mindestens $3 \cdot d_r$ betragen. Die Endabstände $a_{1,c}$ und Randabstände $a_{2,c}$ der Stahlstäbe müssen mindestens $2,5 \cdot d_r$ betragen.

(6) Verstärkungen mit Schrauben mit einem Gewinde über die gesamte Schaftlänge sind sinngemäß wie Verstärkungen mit eingeklebten Gewindebolzen nachzuweisen.

(7) Die Zugbeanspruchung der Stahlstäbe ist mit den Spannungsquerschnitten nachzuweisen.

(8) Sofern im Folgenden nichts anderes bestimmt ist, gelten für die Herstellung von geklebten Verstärkungen die Anforderungen nach Abschnitt 14.

(9) Verstärkungen von Queranschlüssen, Ausklinkungen, Durchbrüchen und Firstbereichen sind auch in Nutzungsklasse 3 zulässig.

11.4.2 Queranschlüsse

(1) Die Verstärkung eines Queranschlusses (siehe Beispiele in Bild 36) darf für eine Zugkraft $F_{t,90,d}$ bemessen werden:

$$F_{t,90,d} = [1 - 3 \cdot \alpha^2 + 2 \alpha^3] \cdot F_{90,d} \quad (154)$$

Dabei ist

$F_{90,d}$ Bemessungswert der Anschlusskraft rechtwinklig zur Faserrichtung des Holzes,

$\alpha = \frac{a}{h}$ siehe Bild 36.

DIN 1052:2004-08

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

$$\frac{\tau_{ef,d}}{f_{k1,d}} \leq 1 \quad (155)$$

$$\tau_{ef,d} = \frac{F_{t,90,d}}{n \cdot d_f \cdot \pi \cdot \ell_{ad}} \quad (156)$$

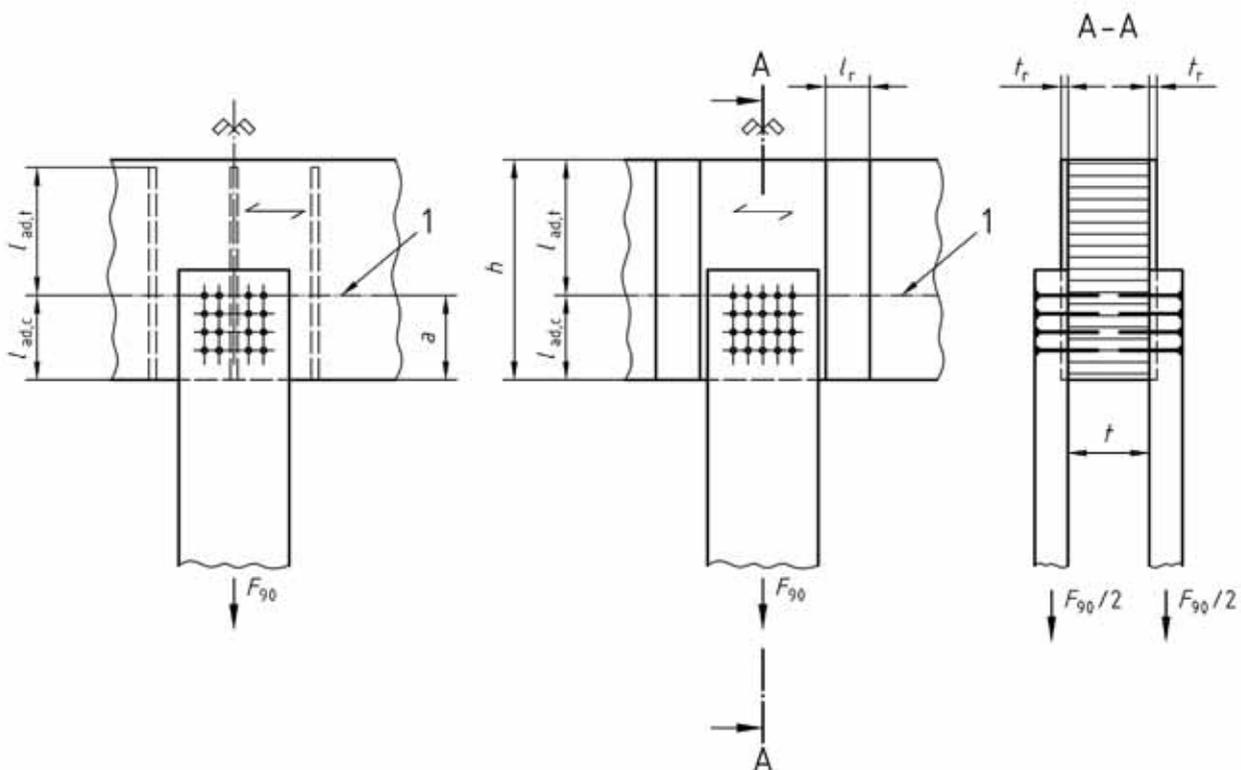
Dabei ist

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

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

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

d_f Stahlstabaußendurchmesser.



Legende

1 Gefährdeter Bereich

Bild 36 — Beispiele für Verstärkungen von Queranschlüssen