

(5) Bei parallel zur Faserrichtung eingeklebten Stahlstäben dürfen die charakteristischen Werte der Lochleibungsfestigkeit zu 10 % der entsprechenden Werte wie bei rechtwinklig zur Faserrichtung eingeklebten Stahlstäben angenommen werden.

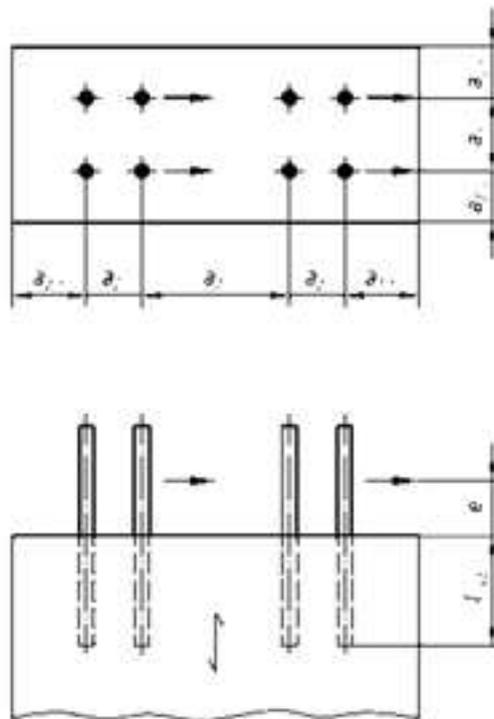


Bild 51 — Definition der Mindestabstände von rechtwinklig zur Stabachse beanspruchten, parallel zur Faserrichtung eingeklebten Stahlstäben

(6) Liegt der Winkel zwischen Faserrichtung und der Achse des eingeklebten Stahlstabes zwischen 0° und 90° , darf der charakteristische Wert der Lochleibungsfestigkeit durch lineare Interpolation bestimmt werden.

(7) Greift die Last in einem Abstand e zur Holzoberfläche an (siehe Bild 51), ist dies bei der Ermittlung der Tragfähigkeit der Verbindung zu berücksichtigen.

14.3.3 Beanspruchung in Richtung der Stabachse

(1) Beim Nachweis der Tragfähigkeit eingeklebter Stahlstäbe, die in Richtung der Stabachse beansprucht werden, sind folgende Versagensmechanismen zu berücksichtigen:

- Versagen des Stahlstabes,
- Versagen der Klebfuge bzw. des Holzes entlang der Bohrlochwandung,
- Versagen des Holzbauteils.

(2) Falls eine ungleichmäßige Beanspruchung nicht ausgeschlossen werden kann, muss für die Tragfähigkeit der Verbindung die Tragfähigkeit des Stahlstabes und nicht die Festigkeit des Holzes oder der Klebfuge maßgebend sein.

(3) Die Fugendicke darf nicht größer sein als der im Eignungsnachweis des verwendeten Klebers angegebene Wert.

(4) Die Mindestabstände untereinander und von den Rändern sind in Tabelle 24 (siehe Bild 52) angegeben.

DIN 1052:2004-08

(5) Der Bemessungswert des Ausziehwerstandes von eingeklebten Stahlstäben darf berechnet werden zu:

$$R_{ax,d} = \min \{ f_{y,d} \cdot A_{ef}; \pi \cdot d \cdot \ell_{ad} \cdot f_{k1,d} \} \quad (276)$$

Dabei ist

- $f_{y,d}$ Bemessungswert der Streckgrenze des Stahlstabes,
 A_{ef} Spannungsquerschnitt des Stahlstabes,
 ℓ_{ad} Einkleblänge des Stahlstabes,
 $f_{k1,d}$ Bemessungswert der Klebfugenfestigkeit mit $f_{k1,k}$ nach Tabelle F.23.

Tabelle 24 — Mindestabstände von in Richtung der Stabachse beanspruchten eingeklebten Stahlstäben

	1	2
1	parallel zur Faserrichtung eingeklebte Stahlstäbe	$a_2 = 5 \cdot d$ $a_{2,c} = 2,5 \cdot d$
2	rechtwinklig zur Faserrichtung eingeklebte Stahlstäbe	$a_1 = 4 \cdot d$ $a_2 = 4 \cdot d$ $a_{1,c} = 2,5 \cdot d$ $a_{2,c} = 2,5 \cdot d$

(6) Die Einklebelänge $\ell_{ad,min}$ in mm muss mindestens betragen:

$$\ell_{ad,min} = \max \{ 0,5 \cdot d^2; 10 \cdot d \} \quad (277)$$

Dabei ist

- d Nenndurchmesser des Stahlstabes in mm.

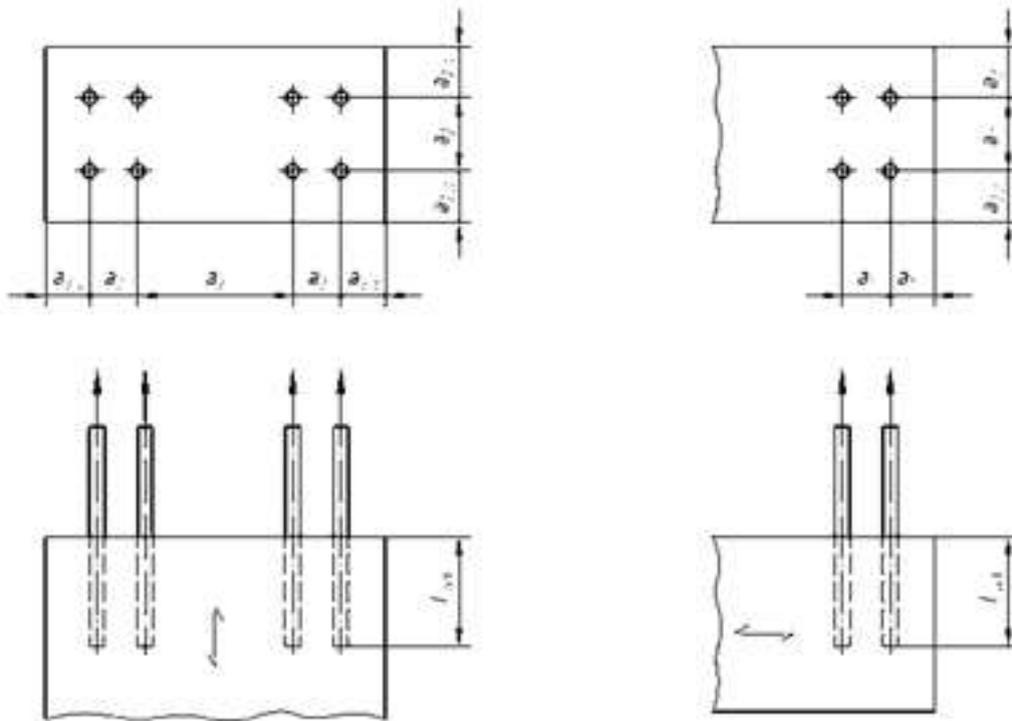


Bild 52 — Definition der Mindestabstände von in Stabachse beanspruchten eingeklebten Stahlstäben

(7) Für parallel zur Faserrichtung eingeklebte zugbeanspruchte Stahlstäbe ist die Zugspannung im Holz am Ende des Stahlstabes nachzuweisen. Als wirksame Querschnittsfläche des Holzes darf dabei pro Stahlstab höchstens eine Fläche von $36 \cdot d^2$ angesetzt werden.

(8) Werden eingeklebte Stahlstäbe für Queranschlüsse verwendet, sind die durch die Kraftkomponente rechtwinklig zur Faserrichtung verursachten Querzugspannungen im Bauteil nach 11.1.5 nachzuweisen. Anstelle von k_t nach Gleichung (142) darf angenommen werden:

$$k_t = \frac{h}{h_1} \quad (278)$$

Dabei ist

h Höhe des Bauteiles,

h_1 Abstand des Endes des Stahlstabes vom unbeanspruchten Bauteilrand ($h_1 = h - l_{ad}$).

14.3.4 Kombinierte Beanspruchung

(1) Bei gleichzeitiger Beanspruchung von eingeklebten Stahlstäben auf Abscheren und auf Herausziehen ist nachzuweisen:

$$\left(\frac{F_{t,a,d}}{R_{t,a,d}} \right)^2 + \left(\frac{F_{ax,d}}{R_{ax,d}} \right)^2 \leq 1 \quad (279)$$

DIN 1052:2004-08**14.4 Geklebte Tafелеlemente**

- (1) Die Feuchte der Holzrippen darf höchstens 15 %, die Feuchtedifferenz der einzelnen Hölzer höchstens 4 % betragen.
- (2) Die Dickendifferenz der Holzrippen darf höchstens 1 mm betragen.
- (3) Der Pressdruck beim Verkleben muss mindestens $0,6 \text{ N/mm}^2$ und darf höchstens $0,8 \text{ N/mm}^2$ betragen.

14.5 Universal-Keilzinkenverbindungen von Brettschichtholz und Balkenschichtholz

- (1) Universal-Keilzinkenverbindungen von Brettschichtholz und Balkenschichtholz müssen die Anforderungen nach DIN EN 387:2002-04 erfüllen.
- (2) Brettschichtholz und Balkenschichtholz mit Universal-Keilzinkenverbindungen darf nur in den Nutzungsklassen 1 und 2 verwendet werden.
- (3) Bei Universal-Keilzinkenverbindungen von Brettschichtholz, bei denen die Faserrichtungen der zu verbindenden Brettschichtholzbauteile einen Winkel von $2 \cdot \alpha$ einschließen und bei denen an der inneren Ecke Druckspannungen und damit über den Verlauf der Universal-Keilzinkenverbindung Querdruckspannungen auftreten (siehe Bild 53), muss die folgende Bedingung erfüllt sein:

$$\frac{f_{c,0,d}}{f_{c,\alpha,d}} \cdot \left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,d}} \right) \leq 1 \quad (280)$$

Beim Nachweis nach der Theorie II. Ordnung ist $k_c = 1$.

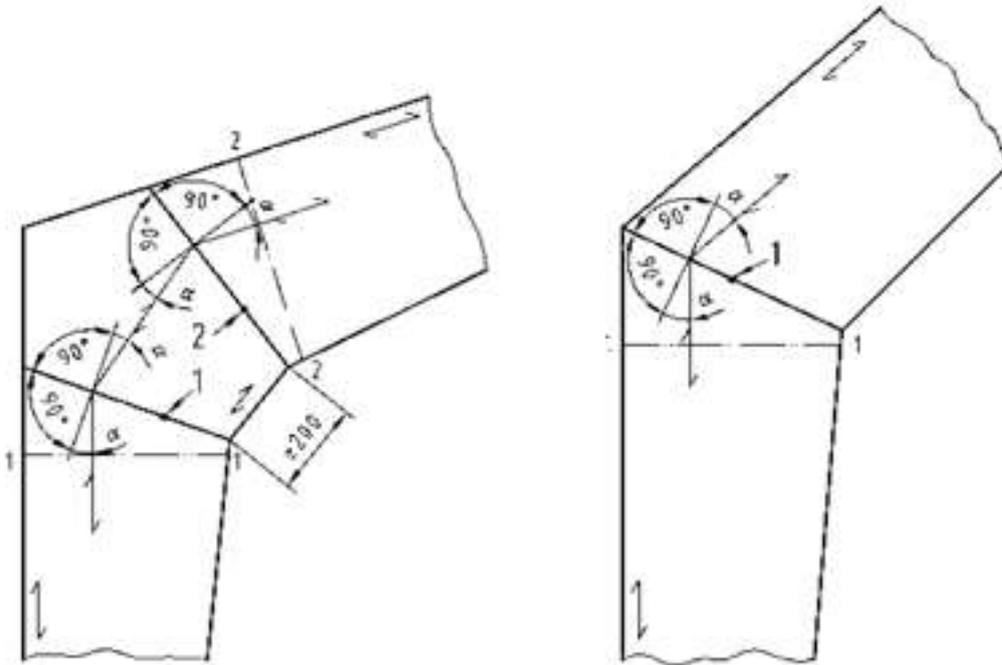
Dabei ist

$f_{c,\alpha,d}$ Druckfestigkeit unter dem Winkel α nach Gleichung (284),

k_c Knickbeiwert nach Gleichung (64).

Die Spannungen $\sigma_{c,0}$ und σ_m sind mit den Schnittgrößen an den Stellen 1 und 2 (siehe Bild 53) und mit Querschnitten rechtwinklig zur Faserrichtung unmittelbar neben der Universal-Keilzinkenverbindung zu ermitteln (siehe Schnitte 1-1 und 2-2 in Bild 53).

Maße in Millimeter

**Legende**

- 1 Stelle 1
- 2 Stelle 2
- 1 — 1 Schnitt 1-1
- 2 — 2 Schnitt 2-2

Bild 53 — Beispiele der Faserrichtung des Brettschichtholzes in Rahmenecken mit Universal-Keilzinkenverbindungen sowie maßgebende Schnitte für die Bemessung

(4) Bei der Berechnung der Normalspannungen sind bei Querschnittsschwächungen durch die Universal-Keilzinkenverbindung zu berücksichtigen. Sie dürfen ohne genaueren Nachweis zu 20 % der Bruttoquerschnittswerte angenommen werden.

(5) Zur Berücksichtigung des Einflusses von Ästen im Bereich der Universal-Keilzinkenverbindung sind für die Bemessungswerte der Zug-, Druck- und Biegefestigkeiten $f_{t,0,d}$, $f_{c,0,d}$ und $f_{m,d}$ der Brettschichtholz-Festigkeitsklassen GL28, GL32 und GL36 und der Balkenschichtholz-Festigkeitsklassen C24 bis C40 die Werte der jeweils nächst niedrigeren Festigkeitsklasse zugrunde zu legen.

14.6 Schäftungsverbindungen

(1) Schäftungsverbindungen sind faserparallele Stöße in Bauteilen aus Holz mit Klebflächenneigungen von höchstens 1/10.

(2) Es gelten die Bemessungswerte der Tragfähigkeiten der ungeschwächten Stoßteile.

(3) Die Bauteile dürfen nur in den Nutzungsklassen 1 und 2 verwendet werden.

14.7 Verbundbauteile aus Brettschichtholz

(1) Geklebte Verbundbauteile aus Brettschichtholz müssen die Anforderungen nach Anhang B erfüllen.

DIN 1052:2004-08

(2) Die Bauteile dürfen nur in den Nutzungsklassen 1 und 2 verwendet werden.

(3) Bei gekrümmten geklebten Verbundbauteilen aus Brettschichtholz mit einem Krümmungsradius R der Einzelbauteile von $R \leq 1\,000 \cdot a$ (a = Dicke des Einzelbauteils) sind die Biegespannungen infolge äußerer Einwirkungen mit denjenigen infolge des Krümmens der Einzelbauteile zu überlagern.

15 Zimmermannsmäßige Verbindungen für Bauteile aus Holz**15.1 Versätze**

(1) Bei Versätzen sollte die Einschnitttiefe t_v die Bedingungen

$$t_v \leq \begin{cases} h/4 & \text{für } \gamma \leq 50^\circ \\ h/6 & \text{für } \gamma > 60^\circ \end{cases} \quad (281)$$

erfüllen.

Dabei ist

- h Höhe des eingeschnittenen Holzes,
- γ Anschlusswinkel.

Zwischenwerte dürfen geradlinig interpoliert werden. Bei zweiseitigem Versatzeinschnitt (siehe Bild 54) darf jeder Einschnitt unabhängig vom Anschlusswinkel höchstens 1/6 der Höhe h des eingeschnittenen Holzes betragen.

(2) Der Bemessungswert der Tragfähigkeit eines Versatzes ergibt sich aus dem Bemessungswert der Druckfestigkeit in der Stirnfläche des Versatzes.

(3) Abweichend von 10.2.5 darf für die Druckspannungen in der Stirnfläche des Versatzes folgender Nachweis geführt werden:

$$\frac{\sigma_{c,\alpha,d}}{f_{c,\alpha,d}} \leq 1 \quad (282)$$

Dabei ist

$$\sigma_{c,\alpha,d} = \frac{F_{c,\alpha,d}}{A} \quad (283)$$

$$f_{c,\alpha,d} = \frac{f_{c,0,d}}{\sqrt{\left(\frac{f_{c,0,d}}{2 \cdot f_{c,90,d}} \sin^2 \alpha\right)^2 + \left(\frac{f_{c,0,d}}{2 \cdot f_{v,d}} \sin \alpha \cdot \cos \alpha\right)^2 + \cos^4 \alpha}} \quad (284)$$

und

A Stirnfläche des Versatzes,

α Winkel zwischen Beanspruchungsrichtung und Faserrichtung des Holzes.

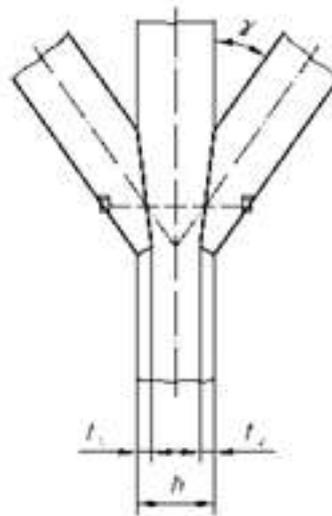


Bild 54 — Zweiseitiger Versatzeinschnitt

(4) Die zum eingeschnittenen Holz parallele Druckkraftkomponente verursacht im eingeschnittenen Holz Scherspannungen, die gleichmäßig verteilt angenommen werden dürfen. Vorholzlängen $> 8 \cdot t_v$ dürfen in diesem Fall rechnerisch nicht berücksichtigt werden.

(5) Die durch Versatz verbundenen Einzelteile sind in ihrer Lage zu sichern, z. B. durch Bolzen.

15.2 Zapfenverbindungen

(1) Für Träger bis 300 mm Höhe mit Zapfen nach Bild 55 beträgt der charakteristische Wert der Zapfentragfähigkeit

$$R_k = \min \left\{ \frac{2}{3} \cdot b \cdot h_0 \cdot k_z \cdot k_v \cdot f_{v,k}; 1,7 \cdot b \cdot l_{z,eff} \cdot f_{c,90,k} \right\} \quad (285)$$

mit $l_{z,eff} = \min \{ l_z + 30 \text{ mm}; 2 \cdot l_z \}$

Dabei ist

k_v Beiwert nach Gleichung (145),

k_z Beiwert, abhängig von der Geometrie des Zapfens:
 $k_z = \beta \cdot \{ 1 + 2 \cdot (1 - \beta)^2 \} \cdot (2 - \alpha)$ mit $\alpha = h_0/h$ und $\beta = h_z/h_0$.

h, h_0, h_z, h, l_z Maße nach Bild 55.

Außerdem gelten die folgenden Mindest- und Höchstmaße:

$15 \text{ mm} \leq l_z \leq 60 \text{ mm}$	$1,5 \leq h/b \leq 2,5$	$h_0 \geq h_u$	$h_u/h \leq 1/3$	$h_z \geq h/6$
---	-------------------------	----------------	------------------	----------------

Maße h_0 und h_u siehe Bild 55.

Der Zapfen muss über die ganze Länge l_z im Zapfenloch aufliegen.

DIN 1052:2004-08

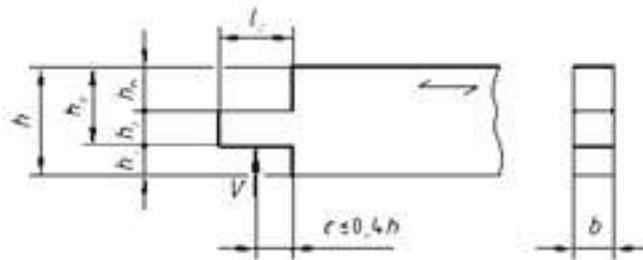


Bild 55 — Zapfen

(2) Die Regelungen über Queranschlüsse (siehe 11.1.5) sind sinngemäß anzuwenden. Hierbei ist $l_{ef} = l_z$ anzunehmen.

15.3 Holznagelverbindungen

(1) Der charakteristische Wert der Tragfähigkeit eines Eichenholznagels mit konstantem Querschnitt (z. B. rund oder achteckig) auf Abscheren in einer ein- oder zweischnittigen Holz-Holz-Verbindung darf je Scherfuge wie folgt in Rechnung gestellt werden:

$$R_k = 9,5 \cdot d^2 \text{ in N} \quad (286)$$

mit $20 \text{ mm} \leq d \leq 30 \text{ mm}$.

(2) Die Gleichung (286) ist für Bauteile aus Holz mit $\rho_k \geq 380 \text{ kg/m}^3$ unabhängig vom Winkel zwischen Kraft- und Faserrichtung gültig.

(3) Die erforderliche Mindestholzdicke t_{req} beträgt $2 \cdot d$. Für geringere Holzdicken t ist der Wert R_k nach Gleichung (286) mit dem kleineren der Verhältniswerte t_1/t_{req} bzw. t_2/t_{req} zu multiplizieren.

(4) Als Mindestabstände untereinander und von den Holzrändern sind unabhängig von der Faserrichtung des Holzes $2 \cdot d$ einzuhalten.

16 Kennzeichnungen

(1) Vollholz ist mit der Sortierklasse (visuelle Sortierung) bzw. der Festigkeitsklasse (maschinelle Sortierung) sowie dem Zeichen des Sortierwerkes zu kennzeichnen. Darüber hinaus muss bei maschinell sortiertem Schnittholz die Zuordnung zur Sortierung durch eine entsprechende Kennzeichnung sichergestellt sein.

(2) Brettschichtholz ist mit der Festigkeitsklasse sowie dem Zeichen des Herstellwerkes zu kennzeichnen. Darüber hinaus muss die Zuordnung zur Herstellung durch eine entsprechende Kennzeichnung sichergestellt sein.

(3) Bei Brettschichtholz mit anderem Querschnittsaufbau als nach Tabelle F.10, siehe 7.3.1 (3), ist dieser auf dem Bauteil anzugeben.

(4) Balkenschichtholz ist mit der Festigkeitsklasse sowie dem Zeichen des Herstellwerkes zu kennzeichnen. Darüber hinaus muss die Zuordnung zur Herstellung durch eine entsprechende Kennzeichnung sichergestellt sein.

Anhang A (normativ)

Nachweis der Eignung zum Kleben von tragenden Holzbauteilen

(1) Die Ausführung von Klebarbeiten zur Herstellung tragender Holzbauteile und von Brettschichtholz erfordert eine besondere Sachkunde der damit betrauten Personen und eine besondere Ausstattung der Betriebe mit geeigneten Einrichtungen.

(2) Betriebe, die Klebarbeiten zur Herstellung tragender Holzbauteile und von Brettschichtholz ausführen wollen, müssen deshalb gegenüber einer dafür anerkannten Prüfstelle den Nachweis erbringen, dass sie über die erforderlichen Fachkräfte und Werkseinrichtungen sowie über eine ausreichende werkseigene Produktionskontrolle verfügen.

Tabelle A.1 — Bescheinigungen für den Nachweis der Eignung zum Kleben von tragenden Holzbauteilen

	1	2	3
1	Bescheinigung	Qualifikation	Mögliche Zusatzqualifikationen mit gesondertem Nachweis
2	A	Brettschichtholz aller Maße, einschließlich Keilzinkungen von Lamellen für Brettschichtholz sowie <ul style="list-style-type: none"> — Geklebte Holztafeln für Holzhäuser in Tafelbauart — Flächenklebungen für Balkenschichtholz — Eingeklebte Stahlstangen — Aufgelebte Verstärkungen — Universalkeilzinkverbindungen in Brettschichtholz und Balkenschichtholz — Geklebte Verbundbauteile aus Brettschichtholz — Schäftungsverbindungen 	<ul style="list-style-type: none"> — Keilzinkungen in einteiligen Querschnitten aus Vollholz mit Dicken über 45 mm — Bauprodukte und Bauarten mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung^a

Tabelle A.1 (fortgesetzt)

	1	2	3
1	Bescheinigung	Qualifikation	Mögliche Zusatzqualifikationen mit gesondertem Nachweis
3	B	<p>Brettschichtholz begrenzter Abmessungen, einschließlich Keilzinkungen von Lamellen für Brettschichtholz</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. gerade Balken und Träger mit Längen bis zu 18 m 2. gekrümmte Balken und Träger mit Stützweiten bis zu 12 m 3. Dreigelenkbinder bis zu 15 m Stützweite 4. Einhüftiger Rahmen mit einer Abwicklungslänge bis 12 m <p>sowie</p> <ul style="list-style-type: none"> — Geklebte Holztafeln für Holzhäuser in Tafelbauart — Flächenklebungen für Balkenschichtholz — Eingeklebte Stahlstäbe — Aufgeklebte Verstärkungen 	<ul style="list-style-type: none"> — Keilzinkungen in einteiligen Querschnitten aus Vollholz mit Dicken über 45 mm — Bauprodukte und Bauarten mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung^a — Universalkeilzinkenverbindungen in Brettschichtholz und Balkenschichtholz — Geklebte Verbundbauteile aus Brettschichtholz — Schäftungsverbindung
4	C	<ul style="list-style-type: none"> — Bauprodukte und Bauarten mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung^a oder — Geklebte Holztafeln für Holzhäuser in Tafelbauart 	<ul style="list-style-type: none"> — Keilzinkungen in Lamellen für Brettschichtholz — Keilzinkungen in einteiligen Querschnitten aus Vollholz mit Dicken über 45 mm — Eingeklebte Stahlstäbe — Aufgeklebte Verstärkungen — Schäftungsverbindung

^a Es wird in der Bescheinigung spezifiziert, welche Zulassungen abgedeckt sind.

(3) Bei Eignung des Betriebes stellt die Prüfstelle eine entsprechende zeitlich befristete Bescheinigung aus. Der Inhaber der Bescheinigung hat der Prüfstelle Änderungen der Werkseinrichtungen oder des Klebverfahrens und jeden Wechsel der verantwortlichen Fachkräfte mitzuteilen. Die Bescheinigung wird ungültig, wenn die Voraussetzungen, unter denen sie erteilt wurde, nicht mehr gegeben sind.

(4) Zusatzqualifikationen nach Tabelle A.1 müssen in die Bescheinigung eingetragen sein.

(5) Bauprodukte und Bauarten mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung nach Tabelle A.1 müssen in der Bescheinigung spezifiziert werden.

(6) Die Begrenzung der Bauteilmaße für Brettschichtholz in Bescheinigung B gilt auch für die Zusatzqualifikationen.

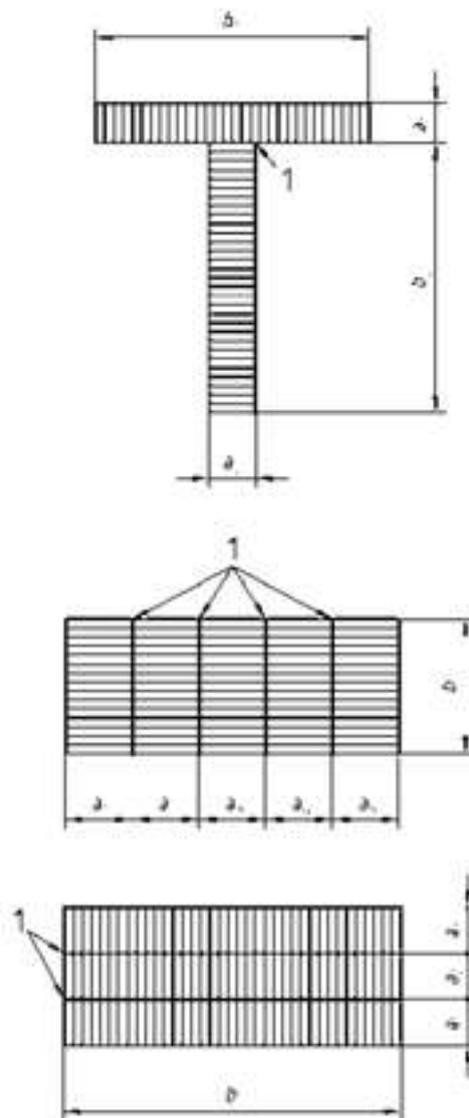
Anhang B (normativ)

Geklebte Verbundbauteile aus Brettschichtholz

B.1 Allgemeines

(1) Die nachfolgenden Regeln gelten für das Kleben von Brettschichtholzbauteilen mit einer Einzeileildicke $a \geq 60$ mm zu Verbundbauteilen verschiedener Querschnittsformen (siehe Bild B. 1).

(2) Klebefugen zwischen den Einzelbauteilen werden auch als Blockfugen bezeichnet. Sie dürfen eine Dicke bis zu 2 mm haben.



Legende

1 Blockfuge

Bild B.1 — Beispiele für mögliche Querschnittsformen von Verbundbauteilen aus Brettschichtholz

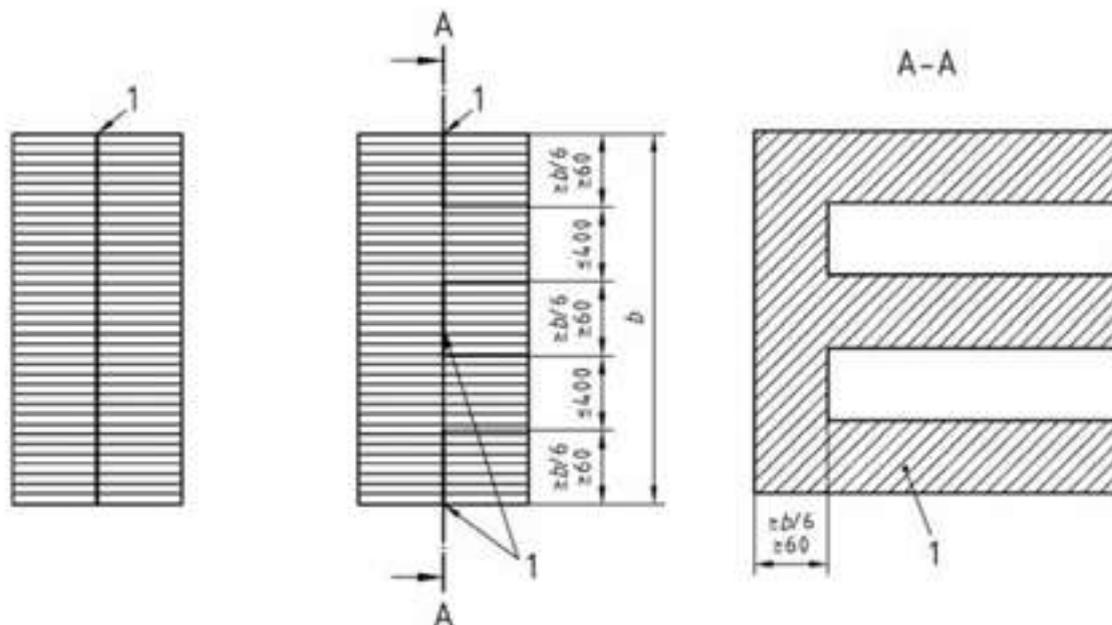
DIN 1052:2004-08

B.2 Anforderungen an die Herstellung

- (1) Der Unterschied der durchschnittlichen Holzfeuchten der Einzelbauteile darf höchstens 3 % betragen.
- (2) Die Einzelbauteile dürfen entweder vollflächig über die gesamte Breite oder streifenförmig über Teilbereiche der Breite der Kontaktflächen miteinander verklebt werden (siehe Bild B.2).
- (3) Die Eignung der für die Klebung der Blockfugen verwendeten Klebstoffe muss — unter Beachtung der zulässigen Fugendicke — nachgewiesen sein.
- (4) Das Auftragverfahren des Klebstoffes muss sicherstellen, dass eine ausreichende Klebstoffmenge gleichmäßig auf den Fugenoberflächen verteilt wird.

ANMERKUNG Bei großen Fugenbreiten wird die Anordnung von Entlastungsnuten oder nicht mit Klebstoff benetzten Entlastungsflächen zur Aufnahme von überschüssigem Klebstoff beim Pressvorgang empfohlen.

Maße in Millimeter



a) Vollflächige Verklebung b) streifenförmige Verklebung

Legende

1 Blockfuge

Bild B.2 — Klebung der Blockfugen

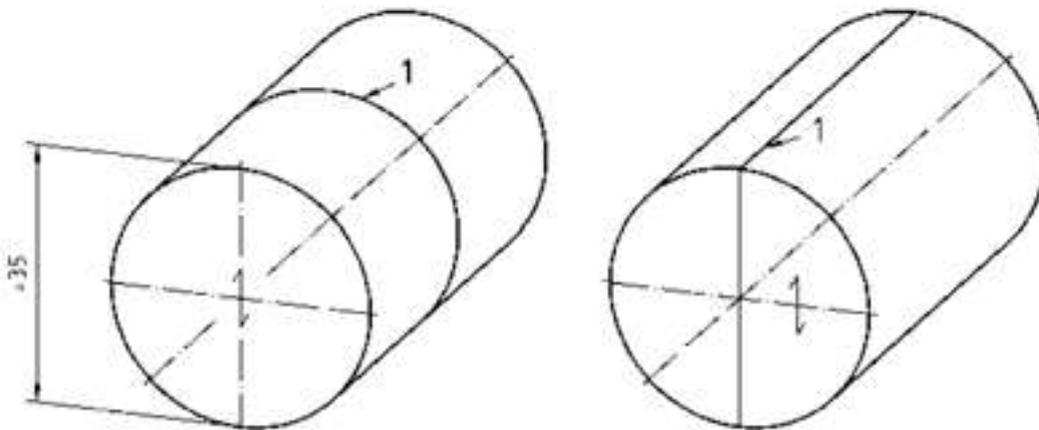
(5) Die Einzelbauteile müssen beim Pressen in ihrer Lage fixiert werden. Der Pressdruck ist dergestalt aufzubringen, dass die Fugen in den vorgesehenen Klebflächen vollflächig verklebt sind und die für den verwendeten Klebstoff zulässige Fugendicke nicht überschritten wird.

(6) Die für das Aufbringen des Pressdruckes erforderlichen Vorrichtungen sind für den Pressdruck und erforderlichenfalls zusätzlich für die Rückstellkräfte aus dem Krümmen der Einzelbauteile zu bemessen.

B.3 Werkseigene Produktionskontrolle

- (1) Zur Überprüfung der ordnungsgemäßen Klebung der Einzelbauteile hat der Hersteller mindestens zwei Bohrkern pro Bauteil zu entnehmen und zu prüfen.
- (2) Die Bohrkern müssen der in Bild B.3 dargestellten Form entsprechen. Die Bohrlöcher sind nach der Entnahme der Bohrkern z. B. durch Verguss mit Epoxidharz dauerhaft dicht zu verschließen.
- (3) Bei nicht gekrümmten Bauteilen und solchen mit einem Krümmungsradius $R \geq 1000 \cdot a$ darf eine vollflächige Verklebung angenommen werden, wenn der mittlere rechnerische Pressdruck mindestens $0,3 \text{ N/mm}^2$, die Höhe der Einzelquerschnitte höchstens 600 mm und die Dicke des schmaleren Einzelquerschnittes höchstens 200 mm beträgt. In diesen Fällen darf auf eine Entnahme von Bohrkernen verzichtet werden.
- (4) Die Klebfugendicke ist an den Bohrkernen mit einer Messlupe mit 5 % Anzeigegenauigkeit zu bestimmen.
- (5) Aus den Bohrkernen sind zur Scherprüfung der Klebfugen Prüfkörper nach DIN EN 392:1996-04 herzustellen und zu prüfen. Die Prüfergebnisse sind nach DIN EN 386:2002-04 zu bewerten.
- (6) Die Ergebnisse der werkseigenen Produktionskontrolle sind in einem Prüfbericht zu dokumentieren. Der Prüfbericht muss neben den geforderten Angaben nach DIN EN 392:1996-04 zusätzlich die gemessenen Klebfugendicken enthalten.
- (7) Die Prüfberichte sind mindestens sieben Jahre aufzubewahren.

Maße in Millimeter



Legende

1 Blockfuge

Bild B.3 — Geometrie der Bohrkern

B.4 Fremdüberwachung

- (1) Im Rahmen der Fremdüberwachung dürfen Proben für Stichprobenprüfungen nach Abschnitt B.3, Absätze (2) bis (5) entnommen werden.

Anhang C (normativ)

Eignungsprüfung und Einstufung von stiftförmigen Verbindungsmitteln in Tragfähigkeitsklassen

C.1 Nägel

C.1.1 Anwendungsbereich

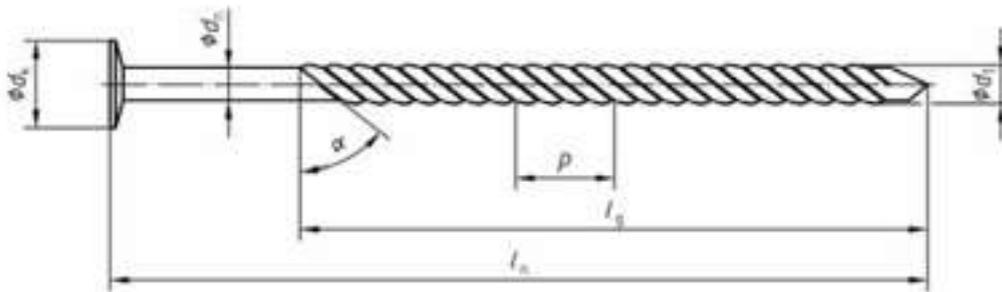
(1) Diese Eignungsprüfung gilt nur für Nägel mit angerolltem Schaft aus Stahl oder anderen metallischen Werkstoffen mit einem Nenndurchmesser $d \leq 8$ mm.

C.1.2 Unterlagen

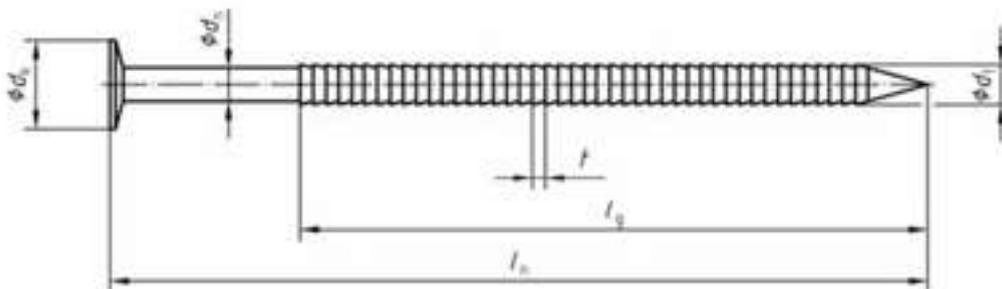
(1) Vom Antragsteller sind der Prüfstelle Unterlagen vorzulegen, insbesondere über

- den Werkstoff des Nagelrohdrahtes (z. B. Bezeichnung, Zugfestigkeit, Härte),
- gegebenenfalls den Korrosionsschutz,
- die Maße und Abmaße (Werkszeichnung),
- den Verwendungszweck,
- eine etwaige Beharzung.

(2) In der Werkszeichnung sind neben der Form des Nagels einschließlich des Kopfes und der Spitze insbesondere folgende Maße einschließlich deren Abmaße anzugeben (siehe auch Bild C.1):



a) Nagel mit spiralisiert angeroltem Schaft



b) Nagel mit angeroltem Ringschaft

Bild C.1 — Form und Maße von Sondernägeln (schematisch)

d_n Nageldurchmesser,

d_1 Außendurchmesser des angerollten Schaftteiles,

d_k Kopfdurchmesser,

l_n Nagellänge,

l_g Länge des angerollten Schaftteiles,

α Gewindesteigung bei Nägeln mit spiralisiert angeroltem Schaft,

p Ganghöhe bei Nägeln mit spiralisiert angeroltem Schaft,

t Rillenteilung bei Nägeln mit Ringschaft.

(3) Außerdem sind vom Antragsteller anzugeben:

- Hersteller und Herstellwerke,
- Bezeichnung des Nagels,
- gegebenenfalls Werkzeichen (Herstellerzeichen).

DIN 1052:2004-08**C.1.3 Eignungsprüfung****C.1.3.1 Allgemeines**

(1) Folgende Eigenschaften sind unter Berücksichtigung des Verwendungszwecks zu prüfen:

- Werkstoff des Nagelrohdrahtes (Bezeichnung, Zugfestigkeit und Bruchdehnung),
- gegebenenfalls Korrosionsschutz,
- Maße,
- gegebenenfalls Werkzeichen (Herstellerzeichen),
- gegebenenfalls zugehöriger Durchmesser der Löcher in Stahlblechen und Stahlteilen,
- Auszieh Widerstand bei Beanspruchung in Schaftrichtung,
- Fließmoment des angerollten und gegebenenfalls des glatten Schaftbereiches,
- Kopfdurchzieh Widerstand,
- bei Nägeln für die Stahlblech-Holz-Nagelung: Zugfestigkeit des Nagels.

C.1.3.2 Werkstoff und Korrosionsschutz

(1) Die Werkstoffeigenschaften und der Korrosionsschutz sind nach den einschlägigen Normen zu prüfen.

C.1.3.3 Auszieh Widerstand bei Beanspruchung in Schaftrichtung

(1) Der Auszieh Widerstand ist nach DIN EN 1382:2000-03 an unbehandelten Nägeln zu ermitteln. Für die Auswahl des Holzes der Prüfkörper ist DIN EN 28970:1991-07 maßgebend. Das Holz oder der Holzwerkstoff ist vor der Herstellung der Prüfkörper im Normalklima 20/65-1 nach DIN 50014 bis zum Erreichen der Ausgleichsfeuchte zu lagern.

(2) Die Nägel werden auf eine Einschlagtiefe von mindestens $8 \cdot d_n$, jedoch höchstens $20 \cdot d_n$ eingeschlagen.

(3) Für jeden Nageldurchmesser sind mindestens 20 Einzelversuche durchzuführen. Dabei beträgt der Winkel zwischen Nagelachse und Faserrichtung des Holzes 90° . Sollen die Nägel für Winkel zwischen Schaftrichtung und Faserrichtung eingesetzt werden, die mehr als 10° von der geprüften Anordnung abweichen, sind für diese Winkel ebenfalls mindestens 20 Einzelversuche durchzuführen. Die Prüfung darf frühestens 24 Stunden nach dem Einschlagen der Nägel erfolgen.

(4) Aus den Versuchsergebnissen ist für jeden Nageldurchmesser und jeden Winkel zwischen Nagelachse und Faserrichtung der charakteristische Wert $f_{1,k}$ des Ausziehparameters zu berechnen. Wurden die Hölzer entsprechend Verfahren 2 nach DIN EN 28970:1991-07 ausgewählt, ist die Höchstlast jedes Versuches vor der Ermittlung des charakteristischen Wertes mit dem Wert k_p zu korrigieren.

$$k_p = \frac{\rho_k}{\rho} \quad (\text{C.1})$$

Dabei ist

- ρ_k charakteristische Rohdichte der Festigkeitsklasse des Holzes oder Holzwerkstoffes,
- ρ Rohdichte des Prüfkörpers.

(5) Als charakteristischer Wert R_k gilt der 5%-Quantilwert unter der Annahme einer Normalverteilung. Dieser darf wie folgt ermittelt werden:

$$R_k = \mu - k_n \cdot \sigma_x \quad (\text{C.2})$$

Dabei ist

- μ Mittelwert,
- k_n Beiwert nach Tabelle C.1,
- σ_x Standardabweichung, mindestens $0,1 \cdot \mu$,
- n Anzahl der Versuchsergebnisse.

Tabelle C.1 — Beiwerte k_n

n	3	4	5	6	8	10	20	30	∞
k_n	3,37	2,63	2,33	2,18	2,00	1,92	1,76	1,73	1,64

C.1.3.4 Fließmoment

(1) Das Fließmoment ist nach DIN EN 409:1993-10 zu ermitteln. Das Fließmoment ist für den profilierten Schaftbereich und gegebenenfalls für den glatten Schaftbereich zu bestimmen.

(2) Für jeden Nageldurchmesser sind mindestens 10 Einzelversuche durchzuführen. Das Fließmoment ist das Biegemoment bei der Höchstlast, die ein Nagel bei der Prüfung aufnehmen kann, oder das Biegemoment bei einer Verformung des Nagels von α nach Gleichung (C.3), wobei jeweils der geringere Wert gilt.

$$\alpha = \min \{45^\circ; 110^\circ/d\} \quad (\text{C.3})$$

Dabei ist

- d Nageldurchmesser in mm.

(3) Aus den Versuchsergebnissen ist für jeden Nageldurchmesser und gegebenenfalls getrennt für den profilierten und glatten Schaftbereich der charakteristische Wert des Fließmomentes in Nm zu berechnen. Als charakteristischer Wert gilt der 5%-Quantilwert unter der Annahme einer Normalverteilung. Dieser darf nach Gleichung (C.2) ermittelt werden.

C.1.3.5 Kopfdurchzieh widerstand

(1) Der Kopfdurchzieh widerstand des Sondernagels ist nach DIN EN 1383:2000-03 zu ermitteln. Für die Auswahl des Holzes der Prüfkörper ist DIN EN 28970:1991-07 maßgebend. Das Holz oder der Holzwerkstoff ist vor der Herstellung der Prüfkörper im Normalklima 20/65-1 nach DIN 50014 bis zum Erreichen der Ausgleichsfeuchte zu lagern.

(2) Für jeden Nageldurchmesser und jede Kopfform sind mindestens 20 Einzelversuche durchzuführen. Als Kopfform gilt auch die Anordnung einer Unterlegscheibe unter dem Nagelkopf.

(3) Aus den Versuchsergebnissen ist für jeden Nageldurchmesser und jede Kopfform der charakteristische Wert des Kopfdurchziehparameters $f_{2,k}$ zu berechnen. Wurden die Hölzer entsprechend Verfahren 2 nach DIN EN 28970:1991-07 ausgewählt, ist die Höchstlast jedes Versuches vor der Ermittlung des charakteristischen Wertes mit dem Wert k_p nach Gleichung (C.1) zu korrigieren.

DIN 1052:2004-08

(4) Als charakteristischer Wert gilt der 5%-Quantilwert unter der Annahme einer Normalverteilung. Dieser darf nach Gleichung (C.2) ermittelt werden.

C.1.3.6 Zugfestigkeit des Nagels

(1) Die Zugfestigkeit des Nagels ist in Anlehnung an Bild 4 in DIN EN 1383:2000-03 zu ermitteln. Anstelle des Holzes oder Holzwerkstoffes ist eine Stahlplatte zu verwenden, die zur Aufnahme des Nagels vorgebohrt ist. Der Bohrlochdurchmesser im Stahlblech muss größer sein als der Außendurchmesser d_1 des profilierten Schaftteils. Der Übergang zwischen dem profilierten und dem glatten Schaftteil muss sich innerhalb der freien Prüflänge befinden und vom Beginn der Spannbacken der Prüfvorrichtung einen lichten Abstand von mindestens $3 \cdot d_1$ besitzen.

(2) Für jeden Nageldurchmesser sind mindestens 10 Einzelversuche durchzuführen. Die Belastungsgeschwindigkeit ist so zu wählen, dass die Bruchlast innerhalb von $10 \text{ s} \pm 5 \text{ s}$ erreicht wird. Die Höchstlast ist mit einer Fehlergrenze von 1 % zu bestimmen.

(3) Aus den Versuchsergebnissen ist der charakteristische Wert der Zugfestigkeit des Nagels in N zu berechnen. Als charakteristischer Wert R_k gilt der 5%-Quantilwert unter der Annahme einer Normalverteilung. Dieser darf nach Gleichung (C.2) ermittelt werden.

C.1.4 Bewertung der Prüfergebnisse und Einstufung**C.1.4.1 Allgemeines**

(1) Aufgrund der Prüfergebnisse der Eignungsprüfungen ist eine Bewertung der Prüfergebnisse und gegebenenfalls eine Einstufung in Tragfähigkeitsklassen vorzunehmen. Die Ergebnisse der Bewertung und der Einstufung sind in einem den jeweiligen bauaufsichtlichen Regelungen entsprechenden Bericht anzugeben.

C.1.4.2 Auszieh widerstand bei Beanspruchung in Schafrichtung

(1) Der charakteristische Wert des Ausziehparameters $f_{1,k}$ nach C.1.3.3 ist für die Einstufung maßgebend, wobei der zur jeweiligen Tragfähigkeitsklasse gehörende Rechenwert nach 12.8.1, Tabelle 14, Spalte 2 mindestens erreicht werden muss.

C.1.4.3 Fließmoment

(1) Der charakteristische Wert des Fließmomentes des Sondernagels ist für jeden geprüften Durchmesser, gegebenenfalls getrennt nach profiliertem und glattem Schaftbereich, auf drei signifikante Stellen anzugeben.

C.1.4.4 Kopfdurchzieh widerstand

(1) Der charakteristische Wert des Kopfdurchziehparameters $f_{2,k}$ nach C.1.3.3 ist für die Einstufung maßgebend, wobei der zur jeweiligen Tragfähigkeitsklasse gehörende Rechenwert nach 12.8.1, Tabelle 14, Spalte 4 mindestens erreicht werden muss.

C.1.4.5 Zugfestigkeit des Nagels

(1) Der charakteristische Wert der Zugfestigkeit des Nagels ist für jeden geprüften Durchmesser auf drei signifikante Stellen anzugeben.

C.2 Klammern

C.2.1 Anwendungsbereich

(1) Diese Eignungsprüfung gilt nur für Klammern aus Stahl mit einem Nenndurchmesser $1,0 \leq d \leq 2,1$ mm.

C.2.2 Unterlagen

- (1) Vom Antragsteller sind der Prüfstelle Unterlagen vorzulegen, insbesondere über
- den Werkstoff des Klammerrohdrahtes (z. B. Bezeichnung, Zugfestigkeit, Härte),
 - gegebenenfalls den Korrosionsschutz,
 - die Beharzung,
 - die Maße und Abmaße (Werkszeichnung),
 - den Verwendungszweck.

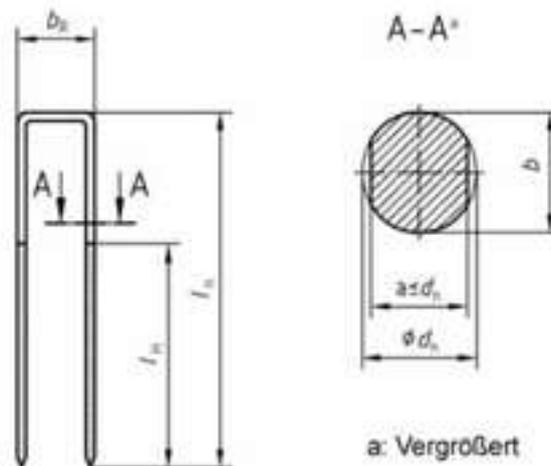


Bild C.2 — Form und Maße von Klammern (schematisch)

(2) In der Werkszeichnung sind neben der Form der Klammer einschließlich der Spitze insbesondere folgende Maße und deren Abmaße anzugeben (siehe auch Bild C.2):

- d_n Durchmesser des Klammerrohdrahtes,
- a, b Querschnittsmaße des Schaftteiles,
- b_r Rückenbreite,
- l_n Schaftlänge,
- l_H Länge des beharzten Schaftteiles.

DIN 1052:2004-08

(3) Außerdem sind vom Antragsteller anzugeben:

- Hersteller und Herstellwerke,
- Bezeichnung der Klammer,
- gegebenenfalls Werkzeichen (Herstellerzeichen).

C.2.3 Eignungsprüfung**C.2.3.1 Allgemeines**

(1) Folgende Eigenschaften sind unter Berücksichtigung des Verwendungszwecks zu prüfen:

- Bezeichnung, Zugfestigkeit und Bruchdehnung des Klammerrohdrahtes,
- gegebenenfalls Korrosionsschutz,
- Maße,
- gegebenenfalls Werkzeichen (Herstellerzeichen),
- Auszieh widerstand bei Beanspruchung in Schaft richtung,
- Fließmoment.

C.2.3.2 Werkstoff und Korrosionsschutz

(1) Die Werkstoffeigenschaften und der Korrosionsschutz sind nach den einschlägigen Normen zu prüfen.

C.2.3.3 Auszieh widerstand bei Beanspruchung in Schaft richtung

(1) Der Auszieh widerstand ist nach DIN EN 1382:2000-03 zu ermitteln. Für die Auswahl des Holzes der Prüfkörper ist DIN EN 28970:1991-07 maßgebend. Das Holz oder der Holzwerkstoff ist vor der Herstellung der Prüfkörper im Normalklima 20/65-1 nach DIN 50014 bis zum Erreichen der Ausgleichsfeuchte zu lagern.

(2) Die Klammern werden auf eine Einschlagtiefe von mindestens 20 mm bzw. $12 \cdot d_n$, jedoch höchstens $20 \cdot d_n$ eingeschlagen.

(3) Für jeden Rohdrahtdurchmesser sind mindestens 20 Einzelversuche durchzuführen. Dabei beträgt der Winkel zwischen Schaft und Faserrichtung des Holzes 90° . Die Prüfung darf frühestens 24 Stunden nach dem Einschlagen der Klammern erfolgen.

(4) Aus den Versuchsergebnissen ist für jeden Klammerdurchmesser der charakteristische Wert $f_{t,k}$ des Ausziehparameters zu berechnen. Wurden die Hölzer entsprechend Verfahren 2 nach DIN EN 28970:1991-07 ausgewählt, ist die Höchstlast jedes Versuches vor der Ermittlung des charakteristischen Wertes mit dem Wert k_p nach Gleichung (C.1) zu korrigieren.

(5) Als charakteristischer Wert gilt der 5%-Quantilwert unter der Annahme einer Normalverteilung. Dieser darf nach Gleichung (C.2) ermittelt werden.

C.2.3.4 Fließmoment

(1) Das Fließmoment ist nach DIN EN 409:1993-10 zu ermitteln.

(2) Für jeden Klammerdurchmesser sind mindestens 10 Einzelversuche durchzuführen. Das Fließmoment ist das Biegemoment bei der Höchstlast, die ein Klammerschaft bei der Prüfung aufnehmen kann, oder das Biegemoment bei einer Verformung des Klammerschaftes von 45°, wobei jeweils der geringere Wert gilt.

(3) Aus den Versuchsergebnissen ist für jeden Klammerdurchmesser der charakteristische Wert des Fließmomentes in Nm zu berechnen. Als charakteristischer Wert gilt der 5%-Quantilwert unter der Annahme einer Normalverteilung. Dieser darf nach Gleichung (C.2) ermittelt werden.

C.2.4 Bewertung der Prüfergebnisse

C.2.4.1 Allgemeines

(1) Aufgrund der Prüfergebnisse der Eignungsprüfungen ist eine Bewertung der Prüfergebnisse vorzunehmen. Die Ergebnisse der Bewertung und der Einstufung sind in einem den jeweiligen bauaufsichtlichen Regelungen entsprechenden Bericht anzugeben.

C.2.4.2 Auszieh Widerstand bei Beanspruchung in Schaftrichtung

(1) Der auf einen Klammerschaft bezogene charakteristische Wert des Ausziehparameters $f_{1,k}$ nach C.2.3.3 muss mindestens den Wert $f_{1,k} = 40 \cdot 10^{-6} \cdot \rho_k^2$ (mit ρ_k in kg/m^3 und $f_{1,k}$ in N/mm^2) erreichen.

C.2.4.3 Fließmoment

(1) Der charakteristische Wert des Fließmomentes des Klammerschaftes ist für jeden geprüften Durchmesser auf drei signifikante Stellen anzugeben. Er muss den Wert nach 12.7, Gleichung (232) mindestens erreichen.

Anhang D (informativ)

Flächen aus Schichten — Steifigkeitswerte und Spannungsberechnung

D.1 Allgemeines

(1) Für ebene Flächentragwerke mit einem Querschnittsaufbau aus Schichten werden Rechenregeln für Steifigkeitswerte angegeben. Mit diesen Steifigkeitswerten können Systemberechnungen mit EDV-Programmen durchgeführt oder Tabellenwerke verwendet werden. Bei großen Steifigkeitsunterschieden eignen sich Stabprogramme gut. Schnittgrößen und Verformungen sind das Ergebnis.

(2) Aus den Schnittgrößen werden für die einzelnen Schichten entsprechend der technischen Biegelehre Spannungen berechnet. Die Querdehnung wird dabei vernachlässigt.

(3) Der Querschnitt des Flächentragwerks aus n Schichten ist symmetrisch aufgebaut. Die Schichten sind zueinander parallel oder orthogonal ausgerichtet.

(4) Bestehen die Schichten aus nebeneinander liegenden Brettern, die an den Schmalseiten nicht miteinander verklebt sind, so ist der Elastizitätsmodul rechtwinklig zur Faserrichtung gleich null zu setzen. Der Schubmodul für die Rollschub-Beanspruchung ist nach Tabelle F.5 anzunehmen.

(5) Für den Elastizitätsmodul, den Schubmodul und die Verbindungsmittelsteifigkeiten sind für den Nachweis der Tragsicherheit die durch den Sicherheitsbeiwert geteilten Mittelwerte zu verwenden.

$$E = \frac{E_{\text{mean}}}{\gamma_M}; G = \frac{G_{\text{mean}}}{\gamma_M}; K = \frac{2}{3} \cdot \frac{K_{\text{ser}}}{\gamma_M} \quad (\text{D.1})$$

D.2 Flächen aus zusammengeklebten Schichten

D.2.1 Allgemeines

(1) Die Schichten des Flächentragwerks sind miteinander verklebt. Es besteht keine Nachgiebigkeit zwischen benachbarten Schichten (starrer Verbund).

(2) Die für die Plattenwirkung maßgebenden Steifigkeiten werden mit Biege- und Drillsteifigkeiten B bezeichnet. Sie setzen sich aus einem Steineranteil B_S und den Eigenbiegesteifigkeiten B_E der einzelnen Schichten zusammen. Die Schubsteifigkeiten für die Verformungen infolge der Querkräfte q_x und q_y in z -Richtung werden mit S bezeichnet.

(3) Die für die Scheibenwirkung maßgebenden Steifigkeiten werden mit D bezeichnet.

(4) Für die Bezeichnungen gilt 8.9, Bild 16. Für die Schicht i sind die entsprechenden Elastizitäts- und Schubmoduln sowie die Koordinate z_i einzusetzen.

(5) Grundlage ist die technische Biegelehre mit Berücksichtigung der Schubverformung.

D.2.2 Plattenbeanspruchung

(1) Die Biegesteifigkeiten und die Drillsteifigkeit werden auf eine Breite 1 bezogen (Kraft · Länge²/Länge). z_i ist der Abstand der Mittelfläche der Schicht i von der Mittelfläche des Gesamtquerschnitts. Bei der Spannungsberechnung ist z der Abstand von der Mittelfläche des Gesamtquerschnitts. Für eine Schicht i gilt $z_i - d/2 \leq z \leq z_i + d/2$. Bei der Berechnung der Spannungen sind jeweils der zur Schicht i und zur Richtung gehörende Modul sowie die zur Richtung gehörende Steifigkeit einzusetzen. Für die Berechnung der Schubspannungen ist das gewichtete statische Moment $E \cdot S$ der mit dem Elastizitätsmodul multiplizierten Flächen notwendig.

(2) Biegung um die y -Achse (Biegemoment m_x), Biegesteifigkeit B_x und Biegespannung in x -Richtung:

$$B_x = B_{xS} + B_{xE} = \sum B_{xS,i} + \sum B_{xE,i} = \sum E_{x,i} \cdot d_i \cdot z_i^2 + \sum E_{x,i} \cdot \frac{d_i^3}{12} \quad (\text{D.2})$$

$$\sigma_x = E_x \cdot \frac{m_x}{B_x} \cdot z \quad (\text{D.3})$$

(3) Biegung um die x -Achse (Biegemoment m_y), Biegesteifigkeit B_y und Biegespannung in y -Richtung:

$$B_y = B_{yS} + B_{yE} = \sum B_{yS,i} + \sum B_{yE,i} = \sum E_{y,i} \cdot d_i \cdot z_i^2 + \sum E_{y,i} \cdot \frac{d_i^3}{12} \quad (\text{D.4})$$

$$\sigma_y = E_y \cdot \frac{m_y}{B_y} \cdot z \quad (\text{D.5})$$

(4) Verwindung der xy -Ebene (Drillmoment $m_{xy} = m_{yx}$), Drillsteifigkeit B_{xy} und Schubspannung $\tau_{xy} = \tau_{yx}$ für auch an den Schmalseiten verklebte Brettlagen:

$$B_{xy} = B_{xyS} + B_{xyE} = \sum B_{xyS,i} + \sum B_{xyE,i} = \sum 2 \cdot G_{xy,i} \cdot d_i \cdot z_i^2 + \sum G_{xy,i} \cdot \frac{d_i^3}{6} \quad (\text{D.6})$$

$$\tau_{xy} = G_{xy} \cdot \frac{m_{xy}}{B_{xy}} \cdot z \quad (\text{D.7})$$

(5) Für an den Schmalseiten nicht verklebte Brettlagen ist die Drillsteifigkeit geringer. Näherungsweise darf sie null gesetzt werden.

(6) Die Schubsteifigkeiten werden auf eine Breite 1 bezogen (Kraft/Länge). a ist der Schwerpunktabstand zwischen den Schichten 1 und n (siehe Bild 16).

(7) Schubverformung in der xz -Ebene (Querkraft q_x), Schubsteifigkeit S_{xz} und Schubspannung τ_{xz} :

$$\frac{1}{S_{xz}} = \frac{1}{a^2} \cdot \left(\frac{d_1}{2 \cdot G_{xz,1}} + \sum_{i=2}^{n-1} \frac{d_i}{2 \cdot G_{xz,i}} + \frac{d_n}{2 \cdot G_{xz,n}} \right) \quad (\text{D.8})$$

$$\tau_{xz} = \frac{E \cdot S_x}{B_x} \cdot q_x \quad (\text{D.9})$$

DIN 1052:2004-08

$$E \cdot S_x = \int_z^{d/2} E_x \cdot \bar{z} \cdot d\bar{z} \quad \text{mit } z < \bar{z} < d/2 \quad (\text{D.10})$$

Für die Schubspannung in der Fuge $i/i + 1$ gilt:

$$\tau_{xz, i/i+1} = \frac{E \cdot S_{x, i/i+1}}{B_x} \cdot q_x \quad (\text{D.11})$$

$$E \cdot S_{x, i/i+1} = \sum_{j=i+1}^n E_{x, j} \cdot z_j \cdot d_j \quad (\text{D.12})$$

(8) Schubverformung in der yz -Ebene (Querkraft q_y), Schubsteifigkeit S_{yz} und Schubspannung τ_{yz} :

$$\frac{1}{S_{yz}} = \frac{1}{a^2} \cdot \left(\frac{d_1}{2 \cdot G_{yz, 1}} + \sum_{i=2}^{n-1} \frac{d_i}{2 \cdot G_{yz, i}} + \frac{d_n}{2 \cdot G_{yz, n}} \right) \quad (\text{D.13})$$

$$\tau_{yz} = \frac{E \cdot S_y}{B_y} \cdot q_y \quad (\text{D.14})$$

$$E \cdot S_y = \int_z^{d/2} E_y \cdot \bar{z} \cdot d\bar{z} \quad \text{mit } z < \bar{z} < d/2 \quad (\text{D.15})$$

Für die Schubspannung in der Fuge $i/i + 1$ gilt:

$$\tau_{yz, i/i+1} = \frac{E \cdot S_{y, i/i+1}}{B_y} \cdot q_y \quad (\text{D.16})$$

$$E \cdot S_{y, i/i+1} = \sum_{j=i+1}^n E_{y, j} \cdot z_j \cdot d_j \quad (\text{D.17})$$

D.2.3 Scheibenbeanspruchung

(1) Die Steifigkeiten werden auf eine Breite 1 bezogen (Kraft/Länge).

(2) Dehnung in x -Richtung (Normalkraft n_x), Dehnsteifigkeit D_x und Normalspannung in x -Richtung:

$$D_x = \sum E_{x, i} \cdot d_i \quad (\text{D.18})$$

$$\sigma_{x, i} = E_{x, i} \cdot \frac{n_x}{D_x} \quad (\text{D.19})$$

(3) Dehnung in y -Richtung (Normalkraft n_y), Dehnsteifigkeit D_y und Normalspannung in y -Richtung:

$$D_y = \sum E_{y, i} \cdot d_i \quad (\text{D.20})$$

$$\sigma_{y, i} = E_{y, i} \cdot \frac{n_y}{D_y} \quad (\text{D.21})$$

(4) Gleitung der xy -Ebene (Schubkraft n_{xy}), Schubsteifigkeit D_{xy} und Schubspannung $\tau_{xy} = \tau_{yx}$ für auch an den Schmalseiten verklebte Brettlagen:

$$D_{xy} = \sum G_{xy,i} \cdot d_i \quad (\text{D.22})$$

$$\tau_{xy,i} = G_{xy,i} \cdot \frac{n_{xy}}{D_{xy}} \quad (\text{D.23})$$

(5) Gleitung der xy -Ebene (Schubkraft n_{xy}), Schubsteifigkeit D_{xy} und Schubspannung $\tau_{xy} = \tau_{yx}$ für an den Schmalseiten nicht verklebte Brettlagen:

$$D_{xy} = \frac{1}{4} \cdot \sum G_{xy,i} \cdot d_i \quad (\text{D.24})$$

$$\tau_{xy,i} = G_{xy,i} \cdot \frac{n_{xy}}{D_{xy}} \quad (\text{D.25})$$

(6) Bei an den Schmalseiten nicht verklebten Brettlagen sind die Klebflächen der Brettlagen analog zu D.3.4 für ein Torsionsmoment M_ϕ zu bemessen.

$$M_\phi = \frac{e_x \cdot e_y \cdot n_{xy}}{n-1} \quad (\text{D.26})$$

Bezeichnungen siehe Bild D.3

D.3 Flächen aus nachgiebig miteinander verbundenen Schichten

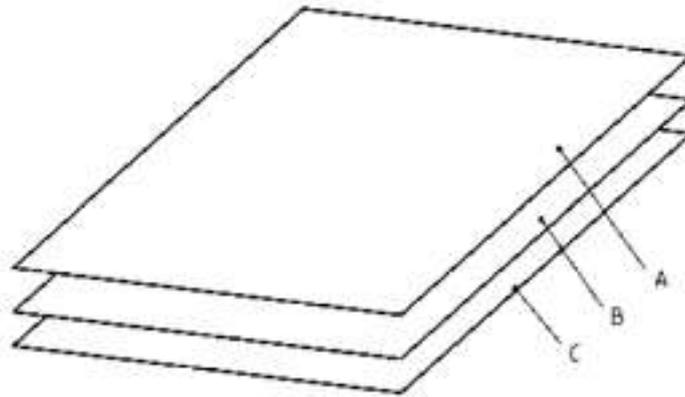
D.3.1 Berechnungsmodell

(1) Die Schichten des Flächentragwerks sind nachgiebig miteinander verbunden. Die Nachgiebigkeit mechanischer Verbindungsmittel ist mit den in Anhang G angegebenen Verschiebungsmoduln zu bestimmen. Der Verschiebungsmodul eines Verbindungsmittels ist mit den Abständen auf die Fläche 1 zu beziehen (Kraft/Länge³). Das Flächentragwerk wird nach Bild D.1 zur Berechnung in drei Flächen A, B und C aufgeteilt. Die Flächen haben die gleichen Verformungen u , v und w . Den Flächen A, B und C werden unterschiedliche Steifigkeiten zugeordnet. Die Fläche A berücksichtigt nur die Eigensteifigkeit der einzelnen Schichten, die Fläche B deren Zusammenwirken und die Fläche C die Scheibensteifigkeit:

Fläche A: Biegesteifigkeit, Drillsteifigkeit und Dehnsteifigkeit der einzelnen Schichten (Plattentragwirkung).

Fläche B: Steineranteile und Schubsteifigkeiten mit Berücksichtigung der Nachgiebigkeit der Verbindungen (Plattentragwirkung).

Fläche C: Dehn- und Schubsteifigkeiten (Scheibentragwirkung).

**Legende**

A, B, C Flächen mit gemeinsamer Verformung u, v, w

Bild D.1 — Aufteilung des Flächentragwerks in die Flächen A, B und C

Die Plattentragwirkung wird durch die Flächen A und B, die Scheibentragwirkung durch die Fläche C erfasst. Für die numerische Berechnung können die Flächen B und C zusammen genommen werden. Bei Berechnung als Stabwerk kann die Fläche C durch ein Gelenkstabwerk beschrieben werden.

ANMERKUNG Für aus zwei Schichten zusammengesetzte Träger oder Flächen stimmen die Differentialgleichungen des Trägers mit einem Querschnitt aus nachgiebig miteinander verbundenen Teilen und des Trägers mit Schubverformung und Eigenbiegesteifigkeit der Teile überein. Bei mehreren Schichten handelt es sich um eine Näherungslösung. Die Schwerpunktdehnungen der einzelnen Schichten werden dabei als über die Querschnittshöhe linear verlaufend angenommen.

Diese Berechnungsmethode eignet sich auch für Träger aus nachgiebig miteinander verbundenen Querschnittsteilen. Aus den Flächen A, B und C werden die Träger A, B und C mit gemeinsamer Verformung.

(2) Die Berechnung der verbundenen Flächen liefert Schnittgrößen der Fläche A, der Fläche B und der Fläche C.

(3) Aus den Schnittgrößen der Fläche A werden jeweils für die einzelnen Schichten die Biegespannungen und Schubspannungen berechnet.

(4) Aus den Schnittgrößen der Fläche B werden für die einzelnen Schichten die über die jeweilige Schichtdicke konstanten Normalspannungen aus den Momenten sowie die Schubspannungen aus den Querkraften q_x und q_y berechnet.

(5) Aus den Schnittgrößen der Fläche C werden die Scheibenspannungen berechnet.

D.3.2 Steifigkeiten und Beanspruchungen der Fläche A

(1) Biegung um die y -Achse (Biegemoment m_{Ax}), Biegesteifigkeit B_{Ax} und Biegegrandspannung der Schicht i in x -Richtung:

$$B_{Ax} = \sum E_{x,i} \frac{d_i^3}{12} \quad (D.27)$$

$$\sigma_{x,i} = \pm E_{x,i} \cdot \frac{m_{Ax}}{B_{Ax}} \cdot \frac{d_i}{2} \quad (D.28)$$

(2) Biegung um die x -Achse (Biegemoment m_{Ay}), Biegesteifigkeit B_{Ay} und Biegeandspannung der Schicht i in y -Richtung:

$$B_{Ay} = \sum E_{y,i} \cdot \frac{d_i^3}{12} \quad (\text{D.29})$$

$$\alpha_{y,i} = \pm E_{y,i} \cdot \frac{m_{Ay}}{B_{Ay}} \cdot \frac{d_i}{2} \quad (\text{D.30})$$

(3) Verwindung der xy -Ebene (Drillmoment $m_{Axy} = m_{Ayx}$), Drillsteifigkeit B_{Axy} und Schubandspannung der Schicht i , $\tau_{xy,i} = \tau_{yx,i}$:

$$B_{Axy} = \sum G_{xy,i} \cdot \frac{d_i^3}{6} \quad (\text{D.31})$$

$$\tau_{xy,i} = \pm G_{xy,i} \cdot \frac{m_{Axy}}{B_{Axy}} \cdot \frac{d_i}{2} \quad (\text{D.32})$$

D.3.3 Steifigkeiten und Beanspruchungen der Fläche B

(1) Biegung um die y -Achse (Biegemoment m_{Bx}), Biegesteifigkeit B_{Bx} und Normalspannung aus Biegung in der Schicht i in x -Richtung:

$$B_{Bx} = \sum E_{x,i} \cdot d_i \cdot z_i^2 \quad (\text{D.33})$$

$$\alpha_{x,i} = E_{x,i} \cdot \frac{m_{Bx}}{B_{Bx}} \cdot z_i \quad (\text{D.34})$$

(2) Biegung um die x -Achse (Biegemoment m_{By}), Biegesteifigkeit B_{By} und Normalspannung aus Biegung in der Schicht i in y -Richtung:

$$B_{By} = \sum E_{y,i} \cdot d_i \cdot z_i^2 \quad (\text{D.35})$$

$$\alpha_{y,i} = E_{y,i} \cdot \frac{m_{By}}{B_{By}} \cdot z_i \quad (\text{D.36})$$

(3) Verwindung der xy -Ebene (Drillmoment $m_{Bxy} = m_{Byx}$), Drillsteifigkeit B_{Bxy} und Schubspannung in der Schicht i , $\tau_{xy,i} = \tau_{yx,i}$:

Durch die Nachgiebigkeit der Verbindung der einzelnen Schichten wird der Anteil der Drillsteifigkeit der einzelnen Schichten infolge des Abstandes der Schichten vom Drehpunkt („Steineranteil“) abgemindert. Näherungsweise darf die Drillsteifigkeit B_{Bxy} null gesetzt werden. Damit werden auch die zugehörigen Drillmomente und Schubspannungen zu null.

(4) Schubverformung und Verformung infolge der Nachgiebigkeit der Verbindung in der xz -Ebene (Querkraft q_{Bx}), Schubsteifigkeit S_{xz} und Schubspannung τ_{xz} :

$$\frac{1}{S_{xz}} = \frac{1}{a^2} \cdot \left(\sum_{k=1}^{n-1} \frac{1}{k_{xk}} + \frac{d_1}{2 \cdot G_{xz1}} + \sum_{i=2}^{n-1} \frac{d_i}{G_{xz,i}} + \frac{d_n}{2 \cdot G_{xz,n}} \right) \quad (\text{D.37})$$

$$\tau_{xz} = \frac{q_{Bx}}{a} \quad (\text{D.38})$$

DIN 1052:2004-08

(5) Schubverformung und Verformung infolge der Nachgiebigkeit der Verbindung in der yz -Ebene (Querkraft q_{By}), Schubsteifigkeit S_{yz} und Schubspannung τ_{yz} :

$$\frac{1}{S_{yz}} = \frac{1}{a^2} \left(\sum_{j=1}^{n-1} \frac{1}{k_{yz,j}} + \frac{d_1}{2 \cdot G_{yz,1}} + \sum_{i=2}^{n-1} \frac{d_i}{2 \cdot G_{yz,i}} + \frac{d_n}{2 \cdot G_{yz,n}} \right) \quad (\text{D.39})$$

$$\tau_{yz} = \frac{q_{By}}{a} \quad (\text{D.40})$$

ANMERKUNG Zur Schubverformung der einzelnen Schichten kommt noch die Verformung infolge Nachgiebigkeit der Verbindungen zwischen den Schichten hinzu. Nach Bild D.2 wird die Verschiebung u aus einem über die Höhe konstanten Schubfluss t ermittelt und daraus die Steifigkeit S berechnet.

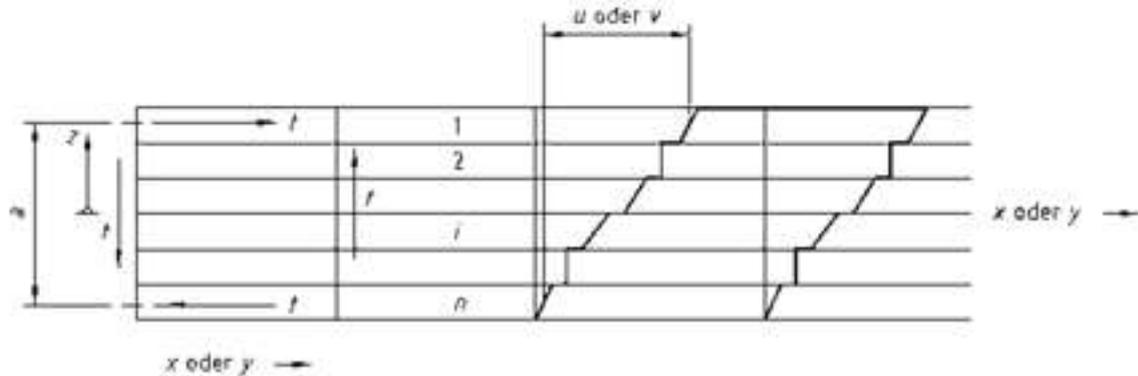


Bild D.2 — Ersatzsteifigkeit S (S_{xz} oder S_{yz}) für nachgiebigen Verbund (Näherung)

$$u = \frac{t \cdot a^2}{S} = t \cdot \left[\sum_{j=1}^{n-1} \frac{1}{k_j} + \frac{d_1}{2 \cdot G_1} + \sum_{i=2}^{n-1} \frac{d_i}{2 \cdot G_i} + \frac{d_n}{2 \cdot G_n} \right] \quad (\text{D.41})$$

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{a^2} \cdot \left[\sum_{j=1}^{n-1} \frac{1}{k_j} + \frac{d_1}{2 \cdot G_1} + \sum_{i=2}^{n-1} \frac{d_i}{2 \cdot G_i} + \frac{d_n}{2 \cdot G_n} \right] \quad (\text{D.42})$$

Dabei ist

- n Anzahl der Schichten,
- k_j Verschiebungsmodul infolge Nachgiebigkeit der Verbindungen zwischen der Schicht j und $j + 1$, (Kraft/Länge³),
- d_j Dicke der Schicht j ,
- G_j Schubmodul ($G_{xz,j}$ bzw. $G_{yz,j}$) der Schicht j .

Die berechnete Schubspannung ist über die Querschnittshöhe betrachtet ein Mittelwert. Eine der Änderung der Längskräfte in den Schichten entsprechende Verteilung liefert die Berechnung nach den Gleichungen (D.11) oder (D.16).

D.3.4 Steifigkeiten der Fläche C, Scheibenbeanspruchung

(1) Dehnung in x -Richtung (Längskraft n_x), Dehnsteifigkeit D_x und Normalspannung der Schicht i in x -Richtung:

$$D_x = \sum E_{x,i} \cdot d_i \quad (\text{D.43})$$

$$\sigma_{x,i} = E_{x,i} \cdot \frac{n_x}{D_x} \quad (\text{D.44})$$

(2) Dehnung in y -Richtung (Längskraft n_y), Dehnsteifigkeit D_y und Normalspannung der Schicht i in y -Richtung:

$$D_y = \sum E_{y,i} \cdot d_i \quad (\text{D.45})$$

$$\sigma_{y,i} = E_{y,i} \cdot \frac{n_y}{D_y} \quad (\text{D.46})$$

(3) Gleitung in xy -Ebene (Schubkraft n_{xy}), Schubsteifigkeit D_{xy} :

$$\frac{1}{D_{xy}} = \frac{e_x \cdot e_y}{\sum K_{\phi,i}} + \frac{e_x}{\sum (G_i \cdot d_{i,y}) \cdot b_x} + \frac{e_y}{\sum (G_i \cdot d_{i,x}) \cdot b_y} \quad (\text{D.47})$$

mit

Lamellen in x -Richtung:

$d_{i,x}$ Dicke

b_y Breite

Lamellen in y -Richtung

$d_{i,y}$ Dicke

b_x Breite

$K_{\phi,i}$ Drehfedersteifigkeit in der Fuge. (Kraft · Länge)

(4) Gleitung in xy -Ebene (Schubkraft n_{xy}), Schubsteifigkeit D_{xy} bei gleich dicken Brettlagen:

$$\frac{1}{D_{xy}} = \frac{e_x \cdot e_y}{\sum K_{\phi,i}} + \frac{e_x}{G \cdot d \cdot b_x \cdot \left(\frac{n+1}{2}\right)} + \frac{e_y}{G \cdot d \cdot b_y \cdot \left(\frac{n-1}{2}\right)} \quad (\text{D.48})$$

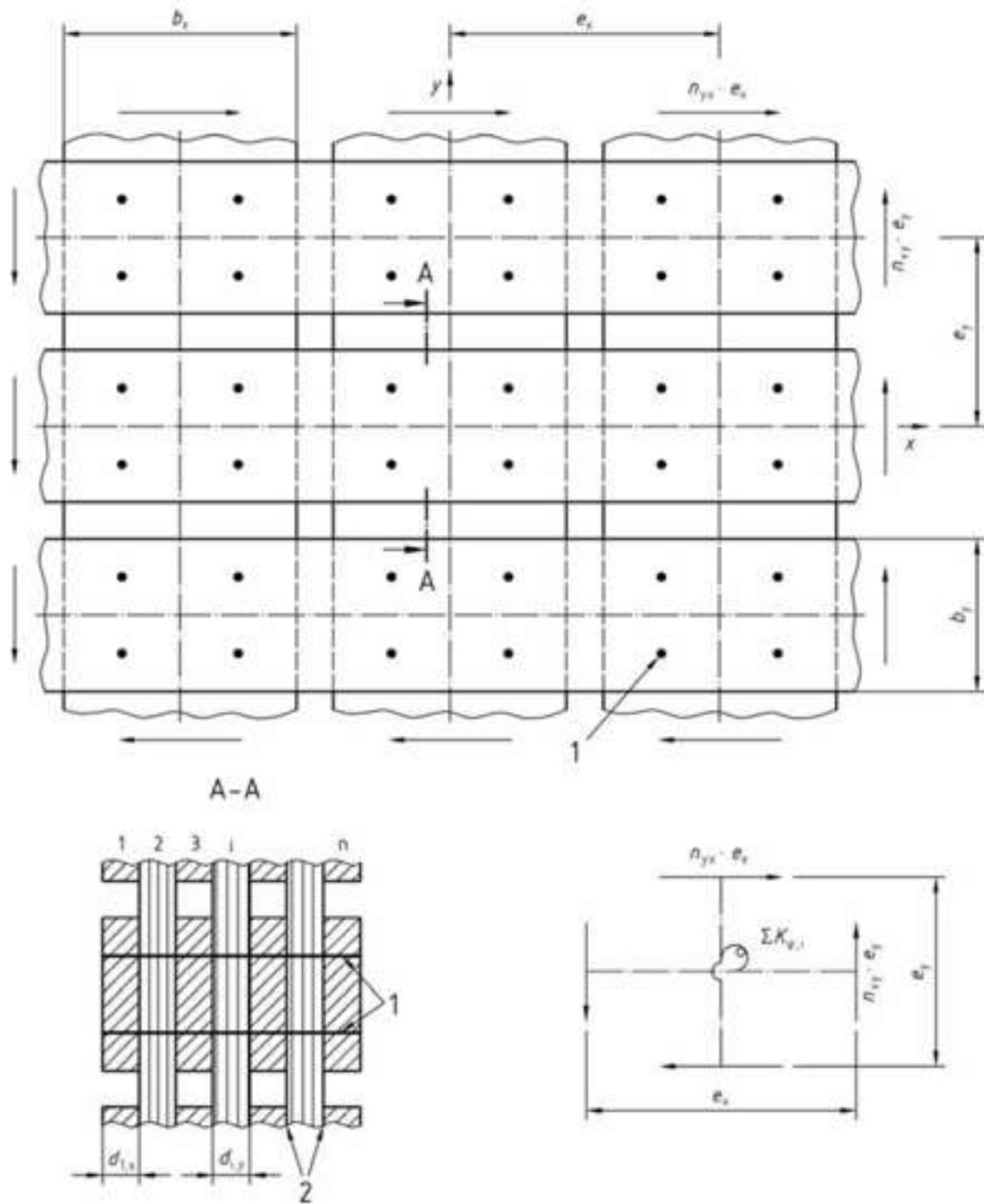
(5) Gleitung in xy -Ebene (Schubkraft n_{xy}), Schubsteifigkeit D_{xy} bei Brettlagen aus identischen Brettern und bei Vernachlässigung des Einflusses der Fugenbreite (Näherung, $d_{ix} = d_{iy} = d$, $e = e_x = e_y = b_x = b_y$):

$$\frac{1}{D_{xy}} = \frac{e^2}{\sum K_{\phi,i}} + \frac{4 \cdot n}{n^2 - 1} \cdot \left(\frac{1}{G \cdot d}\right) \quad (\text{D.49})$$

(6) Die Verbindung in der Fuge ist für ein Moment M_{ϕ} zu bemessen.

$$M_{\phi} = \frac{n_{xy} \cdot e_x \cdot e_y}{\sum K_{\phi,i}} \cdot K_{\phi,i} \quad (\text{D.50})$$

DIN 1052:2004-08



n Lagen
mit $(n - 1)$ Fugen
und $(n - 1)$ $K_{v,i}$ -Werten

Legende

- 1 Befestigungsmittel
- 2 Fuge

Bild D.3 — Ersatzschubfestigkeit D_{xy} (Näherung)

Anhang E (normativ)

Knicklängenbeiwerte und Kipplängenbeiwerte für Nachweise nach dem Ersatzstabverfahren

E.1 Allgemeines

(1) Zur Berechnung der Querschnitts- und Verbindungssteifigkeiten sind die folgenden Moduln einzusetzen.

$$E = \frac{E_{\text{mean}}}{\gamma_M}; \quad G = \frac{G_{\text{mean}}}{\gamma_M}; \quad K = \frac{2}{3} \frac{K_{\text{ser}}}{\gamma_M} \quad (\text{E.1})$$

E.2 Knicklängenbeiwerte (Biegeknicken)

(1) Die Ersatzstablänge ℓ_{ef} wird mit dem Knicklängenbeiwert β nach Tabelle E.1 berechnet:

$$\ell_{\text{ef}} = \beta \cdot s \quad \text{oder} \quad \ell_{\text{ef}} = \beta \cdot h \quad (\text{E.2})$$

(2) Bei Berücksichtigung der Schubsteifigkeit S wird die Ersatzstablänge:

$$\ell_{\text{ef}} = \beta \cdot s \cdot \sqrt{1 + \frac{E \cdot I \cdot \pi^2}{(\beta \cdot s)^2 \cdot S}} \quad \text{oder} \quad \ell_{\text{ef}} = \beta \cdot h \cdot \sqrt{1 + \frac{E \cdot I \cdot \pi^2}{(\beta \cdot h)^2 \cdot S}} \quad (\text{E.3})$$

Für den Rechteckquerschnitt ist:

$$S = G \cdot A / 1,2 \quad (\text{E.4})$$

Für den I-Träger ist:

$$S = G_w \cdot b_w \cdot h_{w,\text{ef}} \quad (\text{E.5})$$

Dabei ist

- G_w Schubmodul des Steges für Scheibenbeanspruchung,
- b_w Gesamtbreite des Steges,
- $h_{w,\text{ef}}$ wirksame Höhe des Steges (Schwerpunktsabstand der Gurte).

Tabelle E.1 — Knicklängenbeiwerte β für Stäbe

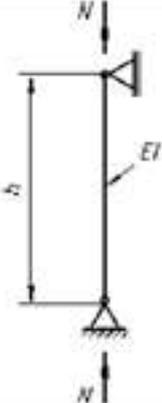
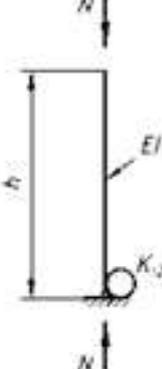
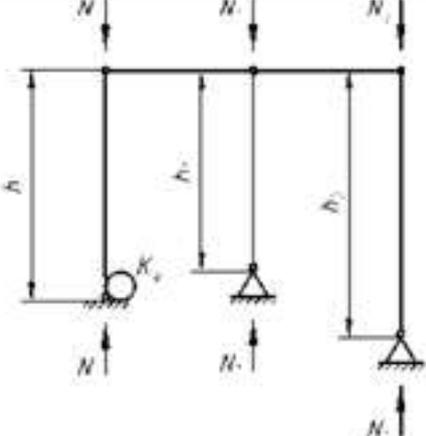
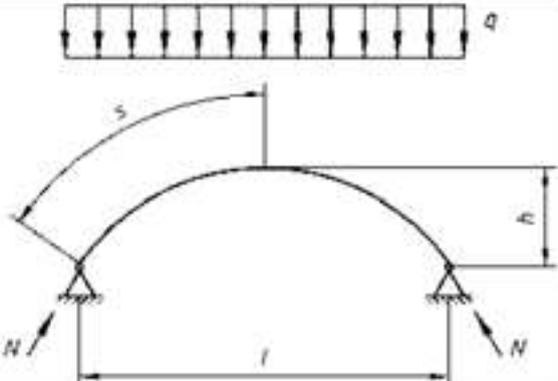
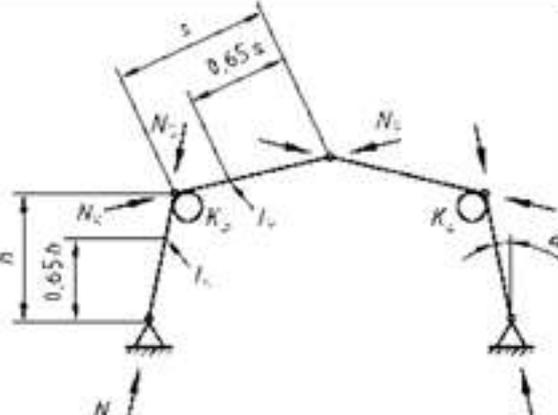
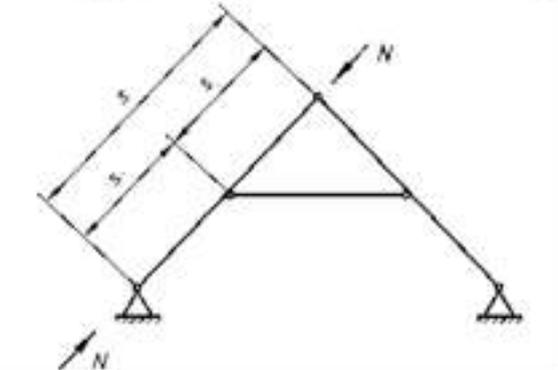
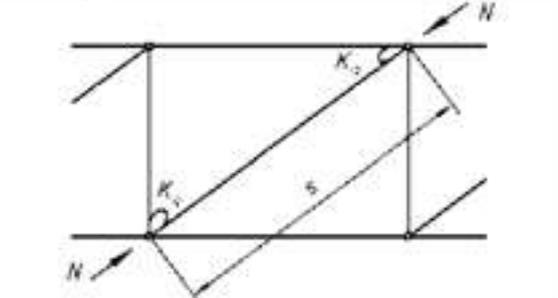
	1 System	2 Knicklängenbeiwert
1		$\beta = 1$
2		$\beta = \sqrt{4 + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{h \cdot K_\phi}}$ <p>K_ϕ: Federkonstante der elastischen Einspannung (Kraft · Länge/Winkel)</p>
3		$\beta = \sqrt{\left(4 + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{h \cdot K_\phi}\right) \cdot (1 + \alpha)}$ <p>für eingespannte Stütze</p> <p>mit: $\alpha = \frac{h}{N} \cdot \sum \frac{N_i}{h_i}$</p>

Tabelle E.1 (fortgesetzt)

	1 System	2 Knicklängenbeiwert
4		<p>für $0,15 \leq \frac{h}{l} \leq 0,5$ und $l_{ef} = \beta \cdot s$:</p> <p>$\beta = 1,25$ (für antisymmetrisches Knicken)</p>
5		<p>Stiel: $l_{ef} = \beta_S \cdot h$ ($\alpha \leq 15^\circ$)</p> $\beta_S = \sqrt{4 + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_S}{h} \cdot \left(\frac{1}{K_\varphi} + \frac{s}{3 \cdot E \cdot I_R} \right) + \frac{E \cdot I_S \cdot N_R \cdot s^2}{E \cdot I_R \cdot N_S \cdot h^2}}$ <p>Riegel: $l_{ef} = \beta_R \cdot s$ ($\alpha \leq 15^\circ$)</p> $\beta_R = \beta_S \cdot \sqrt{\frac{E \cdot I_R \cdot N_S}{E \cdot I_S \cdot N_R} \cdot \frac{h}{s}}$ <p>(für antisymmetrisches Knicken)</p>
6		<p>für $s_1 < 0,7 \cdot s$:</p> <p>$\beta = 0,8$</p> <p>für $s_1 \geq 0,7 \cdot s$:</p> <p>$\beta = 1,0$</p> <p>(für antisymmetrisches Knicken)</p>
7		<p>bei gelenkiger Lagerung ($K_\varphi = 0$):</p> <p>$\beta = 1,0$</p> <p>bei nachgiebiger Einspannung ($K_\varphi \gg 0$):</p> <p>$\beta = 0,8$</p>

DIN 1052:2004-08

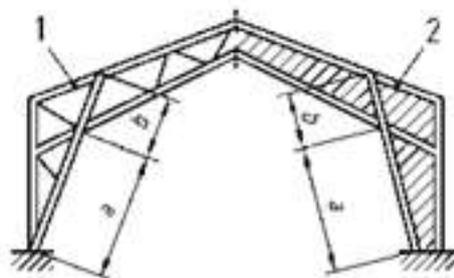
(3) Falls kein genauere Nachweis geführt wird, ist als Ersatzstablänge der Gurtstäbe für das Knicken in Fachwerkebene die Länge der Systemlinien einzusetzen. Für Füllstäbe gilt Tabelle E.1, Zeile 7, wobei für Anschlüsse mittels Versatz oder durch Dübel besonderer Bauart mit einem Bolzen oder nur durch Bolzen eine gelenkige Lagerung anzunehmen ist.

(4) Bei Gurtstäben ist für das Knicken aus der Fachwerkebene der Abstand der Queraussteifungen als Ersatzstablänge einzusetzen, bei Füllstäben stets die Länge der Systemlinien.

(5) Dachlatten und Brettschalung dürfen ohne genauen Nachweis im Zusammenwirken mit einem Aussteifungsverband (z. B. Windrispe und Sparren) unter folgenden Bedingungen für Sparren und Gurte von Fachwerkbindern als in ihrer Ebene gegen Knicken aussteifend angenommen werden:

- Spannweite des auszusteifenden Bauteils ≤ 15 m,
- Abstand der Aussteifungsverbände ≤ 10 m,
- Breite der Sparren und Gurte $b \geq 40$ mm,
- Höhe der Sparren und Gurte $\leq 4 \cdot b$,
- Sparren- bzw. Binderabstand $\leq 1,25$ m,
- die Stöße der Latten und Bretter sind bei einer maximalen Stoßbreite von 1 m um mindestens 2 Binderabstände versetzt.

(6) Bei Fachwerkrahmen ist für das Knicken aus der Rahmenebene (siehe Bild E.1) für die inneren gedrückten Stäbe der Rahmenstiele als Ersatzstablänge (Knicklänge) der Abstand zwischen dem Fußpunkt und der Unterkante der Dachhaut anzunehmen ($l_{ef} = a + b$), wenn der innere Rahmeneckpunkt seitlich nicht gehalten ist. Dabei ist zusätzlich eine Seitenkraft von 1/100 der größten im inneren Rahmeneckpunkt einlaufenden Stabkraft an dieser Stelle zu berücksichtigen.



Legende

- 1 Fachwerkrahmen
- 2 Vollwandrahmen mit I-Querschnitt

Bild E.1 — Knicken von Rahmenstielen aus der Rahmenebene

(7) Bei Sparren von Kehlbalkenbindern ist für das Ausknicken aus der Systemebene als Ersatzstablänge (Knicklänge) der Abstand der Queraussteifungen maßgebend.

(8) Weitere Knicklängenbeiwerte β dürfen der Fachliteratur entnommen werden.

(9) Das Zusatzmoment in der elastischen Feder bei den Systemen 2, 3 und 5 darf wie folgt angenommen werden:

$$M = N \cdot \frac{h}{6} \cdot \left(\frac{1}{k_c} - 1 \right) \quad (\text{E.6})$$

Dabei ist

h Querschnittshöhe des an die Feder angeschlossenen Stabes,

k_c Knickbeiwert nach 10.3.1, Gleichung (64) des an die Feder angeschlossenen Stabes.

Bei System 5 ist das Moment für den Stiel und den Riegel zu berechnen, das größere ist maßgebend.

E.3 Kipplängenbeiwerte (Biegedrillknicken, Kippen)

(1) Die Ersatzstablänge ℓ_{ef} wird mit den Kipplängenbeiwerten a_1 und a_2 nach Tabelle E.2 berechnet:

$$\ell_{ef} = \frac{\ell}{a_1 \cdot \left[1 - a_2 \cdot \frac{a_z}{\ell} \cdot \sqrt{\frac{B}{T}} \right]} \quad (\text{E.7})$$

Dabei ist

ℓ Länge des Trägers,

$B = E \cdot I_z$ Biegesteifigkeit um die z-Achse (Rechteckquerschnitt: $B = \frac{E \cdot b^3 \cdot h}{12}$),

$T = G \cdot I_t$ Torsionssteifigkeit (Rechteckquerschnitt: $T = \frac{G \cdot b^3 \cdot h}{3}$),

a_z

Abstand des Lastangriffes vom Schubmittelpunkt (siehe Bild E.2).

(2) Beim gabelgelagerten Einfeldträger dürfen die Einflüsse einer Nachgiebigkeit K_G der Torsionseinspannung am Auflager, einer elastischen Bettung K_y gegen Verschieben und einer elastischen Bettung K_a gegen Verdrehen durch Beiwerte α und β berücksichtigt werden:

$$\ell_{ef} = \frac{\ell}{a_1 \cdot \left[1 - a_2 \cdot \frac{a_z}{\ell} \cdot \sqrt{\frac{B}{T}} \right]} \cdot \frac{1}{\alpha \cdot \beta} \quad (\text{E.8})$$

Dabei ist

$$\alpha = \sqrt{1 + \frac{3,5 \cdot T}{K_G \cdot \ell}}; \beta = \sqrt{\left(1 + \frac{K_y \cdot \ell^4}{B \cdot \pi^4} \right) \cdot \left(1 + \frac{(K_a + e^2 \cdot K_y) \cdot \ell^2}{T \cdot \pi^2} \right) + \frac{e \cdot K_y \cdot \ell^3}{\sqrt{B \cdot T} \cdot \pi^3}}$$

DIN 1052:2004-08

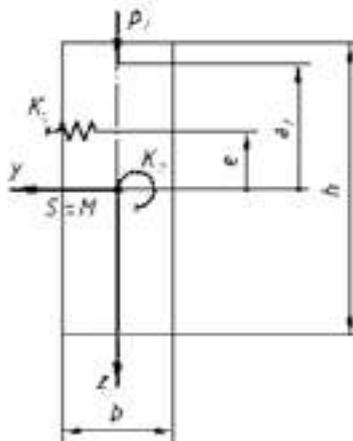


Bild E.2 — Bezeichnungen am Rechteckquerschnitt

Dabei ist

- M Schubmittelpunkt,
- S Schwerpunkt,
- K_G elastische Bettung (Verdrehung) in N,
- K_y elastische Bettung (Verschiebung) in N/mm^2 ,
- K_G Drehfeder am Auflager in Nmm ,
- e Abstand Schubmittelpunkt/Bettung in mm ,
- φ Verdrehung um die z -Achse.

(3) Das kritische Kippmoment $M_{y,\text{crit}}^0$ und die kritische Biegespannung $\sigma_{m,\text{crit}}$ dürfen berechnet werden zu:

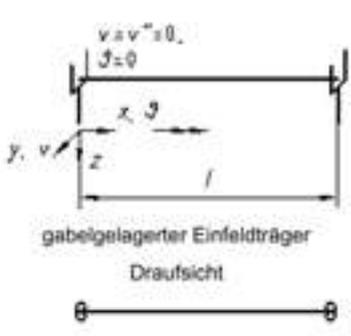
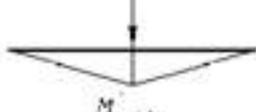
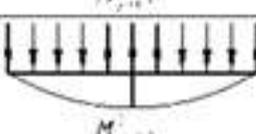
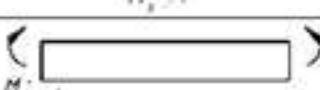
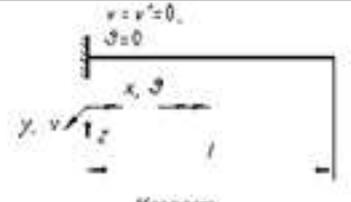
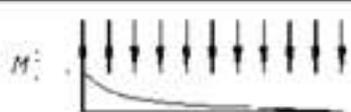
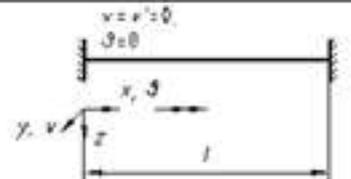
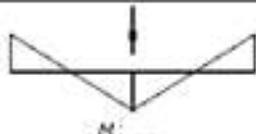
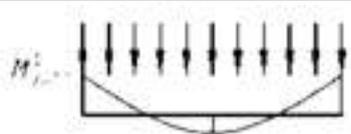
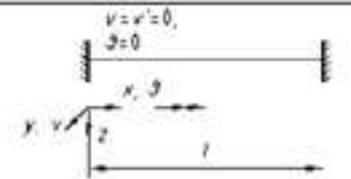
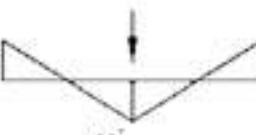
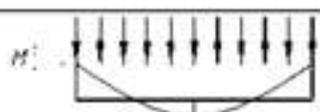
$$M_{y,\text{crit}}^0 = \frac{\pi}{l_{\text{ef}}} \cdot \sqrt{B \cdot T} \quad (\text{E.9})$$

$$\sigma_{m,\text{crit}} = \frac{M_{y,\text{crit}}^0}{W_y} \quad (\text{E.10})$$

Dabei ist

- B Biegesteifigkeit um die z -Achse mit $E_{0,05}$,
- T Torsionssteifigkeit mit G_{05} ,
- W_y Widerstandsmoment für die Druckspannung bei Biegung um die y -Achse.

Tabelle E.2 — Kipplängenbeiwerte a_1 und a_2

	System	Momentverlauf	a_1	a_2
1.1	 <p>gabelgelagerter Einfeldträger Draufsicht</p>		1,77	0
1.2			1,35	1,74
1.3			1,13	1,44
1.4			1	0
2.1	 <p>Kragarm</p>		1,27	1,03
2.2			2,05	1,50
3.1	 <p>beidseitig eingespannter Träger Draufsicht:</p>		6,81	0,40
3.2			5,12	0,40
4.1	 <p>Mittelfeld, Durchlaufträger Draufsicht:</p>		1,70	1,60
4.2			1,30	1,60

(4) Dachlatten und Brettschalung dürfen ohne genauen Nachweis im Zusammenwirken mit einem Aussteifungsverband (z. B. Windrispe und Sparren) unter den Bedingungen entsprechend E.2 (5) für Sparren und Gurte von Fachwerkbändern als gegen Kippen aussteifend angenommen werden.

Anhang F (normativ)

Materialeigenschaften

Tabelle F.1 — Rechenwerte für die Modifikationsbeiwerte k_{mod}

1	Baustoff und Klasse der Lasteinwirkungsdauer	2 Nutzungsstufe			3 Baustoff und Klasse der Lasteinwirkungsdauer	4 Nutzungsstufe	
		1	2	3		1	2
3	Vollholz Brettschichtholz Balkenschichtholz Furnierschichtholz Brettsperrholz Sperrholz				Kunstharzgebundene Spanplatten Zementgebundene Spanplatten Faserplatten (Typ HB.HLA2 DIN EN 622-2:1997-08)		
4	ständig	0,60	0,60	0,50	ständig	0,30	0,20
5	lang	0,70	0,70	0,55	lang	0,45	0,30
6	mittel	0,80	0,80	0,65	mittel	0,65	0,45
7	kurz	0,90	0,90	0,70	kurz	0,85	0,60
8	sehr kurz	1,10	1,10	0,90	sehr kurz	1,10	0,80
9	OSB-Platten (Typen OSB/2 ^a , OSB/3 und OSB/4 DIN EN 300:1997-06)				Faserplatten ^a (Typ MBH.LA2 DIN EN 622-3:1997-08) Gipskartonplatten (Typen GKB ^a , GKF ^a , GKBI und GKFI DIN 18180)		
10	ständig	0,40	0,30	–	ständig	0,20	0,15
11	lang	0,50	0,40	–	lang	0,40	0,30
12	mittel	0,70	0,55	–	mittel	0,60	0,45
13	kurz	0,90	0,70	–	kurz	0,80	0,60
14	sehr kurz	1,10	0,90	–	sehr kurz	1,10	0,80

^a Nur Nutzungsstufe 1

Tabelle F.2 — Rechenwerte für die Verformungsbeiwerte k_{def} für Holzbaustoffe und ihre Verbindungen bei ständiger und quasi-ständiger Lasteinwirkung

1	2			3			4		
	Baustoff	Nutzungsstufe			Baustoff	Nutzungsstufe			
		1	2	3		1	2	3	
2	Vollholz ^a Brettschichtholz Furnierschichtholz ^b Balkenschichtholz Brettsperrholz	0,60	0,80	2,00	kunstharzgebundene Spanplatten ^d zementgebundene Spanplatten Faserplatten ^d (Typ HB.HLA2 DIN EN 622-2:1997-08)	2,25	3,00	4,00	
3	Sperrholz Furnierschichtholz ^c	0,80	1,00	2,50	Faserplatten (Typ MBH.LA2 DIN EN 622-3:1997-08)	3,00	4,00	—	
4	OSB-Platten	1,50	2,25	—	Gipskartonplatten				

^a Die Werte für k_{def} für Vollholz, dessen Feuchte beim Einbau im Fasersättigungsbereich oder darüber liegt und im eingebauten Zustand austrocknen kann, sind um 1,0 zu erhöhen.

^b Mit allen Furnieren faserparallel.

^c Mit Querfurnieren.

^d Nicht in der Nutzungsstufe 3 zugelassen.

Tabelle F.3 — Ausgleichsfeuchten von Holzbaustoffen

1	2			3			4					
	Nutzungsstufe			1			2			3		
2	Holzfeuchte			5 bis 15 % ^a			10 bis 20 % ^b			12 bis 24 %		

^a In den meisten Nadelhölzern wird in der Nutzungsstufe 1 eine mittlere Ausgleichsfeuchte von 12 % nicht überschritten.

^b In den meisten Nadelhölzern wird in der Nutzungsstufe 2 eine mittlere Ausgleichsfeuchte von 20 % nicht überschritten.

DIN 1052:2004-08

Tabelle F.4 — Rechenwerte für das Schwind- und Quellmaß rechtwinklig zur Faserrichtung des Holzes bzw. in Plattenebene^{a b} bei unbehindertem Quellen und Schwinden

	1	2
	Baustoff	Schwind- und Quellmaß in % für Änderung der Holzfeuchte um 1 % unterhalb des Fasersättigungsbereiches
1	Fichte, Kiefer, Tanne, Lärche, Douglasie, Western Hemlock, Afzelia, Southern Pine, Eiche	0,24
2	Buche	0,30
3	Teak, Yellow Cedar	0,20
4	Azobé (Bongossi), Ipe	0,36
5a	Sperrholz	0,02
5b	Brettsperrholz	0,02
6a	Furnierschichtholz ohne Querfurniere in Faserrichtung der Deckfurniere	0,01
	rechtwinklig zur Faserrichtung der Deckfurniere	0,32
6b	Furnierschichtholz mit Querfurnieren in Faserrichtung der Deckfurniere	0,01
	rechtwinklig zur Faserrichtung der Deckfurniere	0,03
7	Kunstharzgebundene Spanplatten; Faserplatten	0,035
8	Zementgebundene Spanplatten	0,03
9a	OSB-Platten, Typen OSB/2 und OSB/3	0,03
9b	OSB-Platten, Typ OSB/4	0,015
^a Werte gelten für etwa gleichförmige Feuchteänderung über den Querschnitt. ^b Für Hölzer nach den Zeilen 1 bis 4 gilt in Faserrichtung des Holzes ein Rechenwert von 0,01 %/%.		

Tabelle F.5 — Rechenwerte für die charakteristischen Festigkeits-, Steifigkeits- und Rohdichtekennwerte für Nadelholz der Festigkeitsklassen C14 bis C50

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Festigkeitsklasse	C14	C16	C18	C20	C22	C24	C27	C30	C35	C40	C45	C50
Festigkeitskennwerte in N/mm ²													
2	Biegung $f_{m,k}^a$	14	16	18	20	22	24	27	30	35	40	45	50
3	Zug parallel $f_{t,0,k}^a$	8	10	11	12	13	14	16	18	21	24	27	30
4	Zug rechtwinklig $f_{t,90,k}$	0,4											
5	Druck parallel $f_{c,0,k}^a$	16	17	18	19	20	21	22	23	25	26	27	29
6	Druck rechtwinklig $f_{c,90,k}$	2,0	2,2	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,1	3,2
7	Schub und Torsion $f_{v,k}^c$	2,7											
Steifigkeitskennwerte in N/mm ²													
8	Elastizitätsmodul parallel $E_{0,mean}^{a,b}$	7 000	8 000	9 000	9 500	10 000	11 000	11 500	12 000	13 000	14 000	15 000	16 000
9	rechtwinklig $E_{90,mean}^b$	230	270	300	320	330	370	380	400	430	470	500	530
10	Schubmodul $G_{mean}^{b,c}$	440	500	560	590	630	690	720	750	810	880	940	1 000
Rohdichtekennwerte in kg/m ³													
11	Rohdichte ρ_k	290	310	320	330	340	350	370	380	400	420	440	460
<p>^a Bei nur von Rinde und Bast befreitem Nadelrundholz dürfen in den Bereichen ohne Schwächung der Randzone um 20 % erhöhte Werte in Rechnung gestellt werden.</p> <p>^b Für die charakteristischen Steifigkeitskennwerte $E_{0,05}$, $E_{90,05}$ und G_{05} gelten die Rechenwerte: $E_{0,05} = 2/3 \cdot E_{0,mean}$ $E_{90,05} = 2/3 \cdot E_{90,mean}$ $G_{05} = 2/3 \cdot G_{mean}$.</p> <p>^c Die charakteristische Rollschubfestigkeit $f_{R,k}$ darf für alle Festigkeitsklassen zu 1,0 N/mm² in Rechnung gestellt werden. Der zur Rollschubbeanspruchung gehörende Schubmodul darf mit $G_{R,mean} = 0,10 \cdot G_{mean}$ angenommen werden.</p> <p>ANMERKUNG Die Rechenwerte für die charakteristische Zugfestigkeit rechtwinklig zur Faserrichtung $f_{t,90,k}$ und für die charakteristische Schub- und Torsionsfestigkeit $f_{v,k}$ weichen von den Rechenwerten nach DIN EN 338:2003-09 ab und dürfen nur mit den hier angegebenen Werten in Rechnung gestellt werden.</p>													

DIN 1052:2004-08

Tabelle F.6 — Zuordnung von Nadelholzarten und Sortierklassen nach DIN 4074-1 und Güteklassen nach DIN 4074-2 zu den Festigkeitsklassen der Tabelle F.5

	1	2	3	4	5
1	Holzart (Handelsname)	Herkunft	Botanische Bezeichnung nach DIN EN 1912:1998-08, Tabelle 3	Sortierklasse ^{a,b,c} nach DIN 4074-1 bzw. Güteklasse nach DIN 4074-2	Festigkeits- klasse
2	Fichte Tanne	CNE — Europa ^d CNE — Europa ^d	22 1	S7/C16M III	C16
3	Kiefer Lärche	CNE — Europa ^d CNE — Europa ^d	47 15	S10/C24M II	C24
4	Douglasie Southern Pine	Deutschland USA	54 35, 36, 43, 48	S13/C30M I	C30
5	Western Hemlock	USA & Kanada	62	C35M	C35
6	Yellow Cedar	USA & Kanada	^e	C40M	C40

^a Diese Zuordnung gilt für trocken sortiertes Holz (TS).

^b Vorwiegend hochkant biegebeanspruchte Bretter und Bohlen sind wie Kantholz zu sortieren und entsprechend zu kennzeichnen (K).

^c Grundsätzlich kann Nadelholz maschinell in jede gewünschte Festigkeitsklasse sortiert werden.

^d CNE – Europa ist eine Abkürzung für Mittel-, Nord- und Osteuropa.

^e Botanische Bezeichnung: *Chamaecyparis nootkatensis*.

**Tabelle F.7 — Rechenwerte für die charakteristischen Festigkeits-,
Steifigkeits- und Rohdichtekennwerte für Laubholz der
Festigkeitsklassen D30 bis D70**

	1	2	3	4	5	6	7
1	Festigkeitsklasse	D30	D35	D40	D50	D60	D70
Festigkeitskennwerte in N/mm ²							
2	Biegung $f_{m,k}$	30	35	40	50	60	70
3	Zug parallel $f_{t,0,k}$	18	21	24	30	36	42
4	Zug rechtwinklig $f_{t,90,k}$	0,5					
5	Druck parallel $f_{c,0,k}$	23	25	26	29	32	34
6	Druck rechtwinklig $f_{c,90,k}$	8,0	8,4	8,8	9,7	10,5	13,5
7	Schub und Torsion $f_{v,k}$	3,0	3,4	3,8	4,6	5,3	6,0
Steifigkeitskennwerte in N/mm ²							
8	Elastizitätsmodul parallel $E_{0,mean}^a$	10 000	10 000	11 000	14 000	17 000	20 000
9	rechtwinklig $E_{90,mean}^a$	640	690	750	930	1 130	1 330
10	Schubmodul G_{mean}^a	600	650	700	880	1 060	1 250
Rohdichtekennwerte in kg/m ³							
11	Rohdichte ρ_k	530	560	590	650	700	900
<p>* Für die charakteristischen Steifigkeitskennwerte $E_{0,05}$, $E_{90,05}$ und G_{05} gelten die Rechenwerte: $E_{0,05} = 5/6 \cdot E_{0,mean}$ $E_{90,05} = 5/6 \cdot E_{90,mean}$ $G_{05} = 5/6 \cdot G_{mean}$.</p> <p>ANMERKUNG Die Rechenwerte für die charakteristische Zugfestigkeit rechtwinklig zur Faserrichtung $f_{t,90,k}$ weichen von den Rechenwerten nach DIN EN 338:2003-09 ab und dürfen nur mit den hier angegebenen Werten in Rechnung gestellt werden.</p>							

Tabelle F.8 — Zuordnung von Laubholzarten und Sortierklassen nach DIN 4074-5 zu den Festigkeitsklassen der Tabelle F.7

	1	2	3	4
1	Holzart ^d (Handelsname)	Herkunft	Sortierklasse ^{a, b, c} nach DIN 4074-5	Festigkeitsklasse
2	Eiche Teak Keruing	Europa Südostasien Südostasien	LS10	D30
3	Buche	Europa	LS10	D35
4	Buche	Europa	LS13	D40
5	Afzelia Merbau Angelique (Basralocus)	Westafrika Südostasien Südamerika	LS10	D40
6	Azobé (Bongossi)	Westafrika, Guyana	LS10	D60
7	Ipe	Mittelamerika, Südamerika	LS10	D60 ^e

^a Diese Zuordnung gilt für trocken sortiertes Holz (TS).

^b Vorwiegend hochkant biegebeanspruchte Bretter und Bohlen sind wie Kantholz zu sortieren und entsprechend zu kennzeichnen (K).

^c Grundsätzlich kann Laubholz maschinell in jede gewünschte Festigkeitsklasse sortiert werden.

^d Botanische Namen siehe DIN 4076-1.

^e Rohdichte mindestens 1 000 kg/m³.

Tabelle F.9 — Rechenwerte für die charakteristischen Festigkeits-, Steifigkeits- und Rohdichtekennwerte für homogenes und kombiniertes Brettschichtholz der Festigkeitsklassen GL24 bis GL36

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Festigkeitsklasse ^a	GL24h	GL24c	GL28h	GL28c	GL32h	GL32c	GL36h	GL36c
Festigkeitskennwerte in N/mm²									
2	Biegung $f_{m,k}^{b,c}$	24	24	28	28	32	32	36	36
3	Zug parallel $f_{t,0,k}$	16,5	14	19,5	16,5	22,5	19,5	26	22,5
4	Zug rechtwinklig $f_{t,90,k}$	0,5							
5	Druck parallel $f_{c,0,k}$	24	21	26,5	24	29	26,5	31	29
6	Druck rechtwinklig $f_{c,90,k}$	2,7	2,4	3,0	2,7	3,3	3,0	3,6	3,3
7	Schub und Torsion $f_{v,k}^d$	3,5							
Steifigkeitskennwerte in N/mm²									
	Elastizitätsmodul								
8	parallel $E_{0,mean}^e$	11 600	11600	12 600	12 600	13 700	13 700	14 700	14 700
9	rechtwinklig $E_{90,mean}^e$	390	320	420	390	460	420	490	460
10	Schubmodul $G_{mean}^{d,e}$	720	590	780	720	850	780	910	850
Rohdichtekennwerte in kg/m³									
11	Rohdichte ρ_k	380	350	410	380	430	410	450	430
<p>^a Frühere Bezeichnungen: GL24 = BS11; GL28 = BS14; GL32 = BS16; GL36 = BS18; homogenes Brettschichtholz erhält die Zusatzkennzeichnung „h“, kombiniertes Brettschichtholz erhält die Zusatzkennzeichnung „c“.</p> <p>^b Bei Flachkant-Biegebeanspruchung der Lamellen von Brettschichtholzträgern mit $h \leq 600$ mm darf der charakteristische Festigkeitswert mit dem Beiwert</p> $k_b = \min \left\{ \left(\frac{600}{h} \right)^{0,14}; 1,1 \right\}$ <p>multipliziert werden.</p> <p>^c Bei Hochkant-Biegebeanspruchung der Lamellen von homogenem Brettschichtholz aus mindestens vier nebeneinander liegenden Lamellen darf der charakteristische Festigkeitswert mit dem Systembeiwert $k_s = 1,2$ multipliziert werden.</p> <p>^d Die charakteristische Rollschubfestigkeit $f_{R,k}$ darf für alle Festigkeitsklassen zu $1,0 \text{ N/mm}^2$ in Rechnung gestellt werden. Der zur Rollschubbeanspruchung gehörende Schubmodul darf mit $G_{R,mean} = 0,10 \cdot G_{mean}$ angenommen werden.</p> <p>^e Für die charakteristischen Steifigkeitskennwerte $E_{0,05}$, $E_{90,05}$ und G_{05} gelten die Rechenwerte:</p> $E_{0,05} = 5/6 \cdot E_{0,mean} \quad E_{90,05} = 5/6 \cdot E_{90,mean} \quad G_{05} = 5/6 \cdot G_{mean}$ <p>ANMERKUNG Die Rechenwerte für die charakteristische Zugfestigkeit rechtwinklig zur Faserrichtung $f_{t,90,k}$ und für die charakteristische Schub- und Torsionsfestigkeit $f_{v,k}$ weichen von den Rechenwerten nach DIN EN 1194:1999-05 ab und dürfen nur mit den hier angegebenen Werten in Rechnung gestellt werden.</p>									

Tabelle F.10 — Zuordnung der Festigkeitsklassen von Lamellen zu Festigkeitsklassen von Brettschichtholz nach Tabelle F.9

	1	2	3	4	5
1	homogenes Brettschichtholz		kombiniertes Brettschichtholz		
2	Festigkeitsklasse der Lamellen	Festigkeitsklasse des Brettschichtholzes	Festigkeitsklasse der äußeren Lamellen	Festigkeitsklasse der inneren Lamellen	Festigkeitsklasse des Brettschichtholzes
3	C24 innere 10 %: C16 ^a	GL24h	C24	C16	GL24c
4	C30 innere 10 %: C24 ^a	GL28h	C30	C24 innere 10 %: C16 ^a	GL28c
5	C35 innere 10 %: C30 ^a	GL32h	C35	C24 innere 10 %: C16 ^a	GL32c
6	C40 innere 10 %: C35 ^a	GL36h	C40	C35 innere 10 %: C24 ^a	GL36c

^a Bei Brettschichtholzbauteilen mit überwiegender Flachkant-Biegebeanspruchung der Lamellen dürfen die inneren Lamellen innerhalb eines Bereiches von 10 % der Querschnittshöhe um die Querschnittsachse einer niedrigeren Festigkeitsklasse angehören.

Tabelle F.11 — Rechenwerte für die charakteristischen Festigkeits-, Steifigkeits- und Rohdichtekennwerte für Sperrholz der Biegefestigkeitsklassen F 25/10 nach DIN EN 636:2003-11 mit einer charakteristischen Rohdichte von mindestens 400 kg/m³

	1		2	3
1	Beanspruchung		parallel zur Faserrichtung der Deckfurniere	rechtwinklig zur Faser- richtung der Deckfurniere
Festigkeitskennwerte in N/mm ²				
Plattenbeanspruchung				
2	Biegung	$f_{m,k}$	25	10
3	Druck	$f_{c,90,k}$	6,5	
4	Schub	$f_{v,k}$	1,1	0,65
Scheibenbeanspruchung				
5	Biegung	$f_{m,k}$	22	14
6	Zug	$f_{t,k}$	18	9
7	Druck	$f_{c,k}$	18	9
8	Schub	$f_{v,k}$	8 (5) ^a	
Steifigkeitskennwerte in N/mm ²				
Plattenbeanspruchung				
9	Elastizitätsmodul	E_{mean}^b	5 500 (8 000) ^a	1 500 (400) ^a
10	Schubmodul	G_{mean}^b	250	250
Scheibenbeanspruchung				
11	Elastizitätsmodul	E_{mean}^b	4 500	2 500 (1 000) ^a
12	Schubmodul	G_{mean}^b	500	
Rohdichtekennwerte in kg/m ³				
13	Rohdichte	ρ_k	400	
^a Werte in Klammern () gelten für Sperrholz mit nur drei Lagen.				
^b Für die charakteristischen Steifigkeitskennwerte E_{05} und G_{05} gelten die Rechenwerte: $E_{05} = 0,8 \cdot E_{mean}$ und $G_{05} = 0,8 \cdot G_{mean}$.				

DIN 1052:2004-08

Tabelle F.12 — Rechenwerte für die charakteristischen Festigkeits-, Steifigkeits- und Rohdichtekennwerte für Sperrholz der Biegefestigkeits- (F) und Biege-Elastizitätsmodul-Klassen (E) F40/40 E60/40, F50/25 E70/25 und F60/10 E90/10 nach DIN EN 636:2003-11 mit einer charakteristischen Rohdichte von mindestens 600 kg/m³

		1		2		3	
1	Klasse	F40/40 E60/40		F50/25 E 70/25		F60/10 E90/10	
2	Beanspruchung	parallel ^a	recht-winklig ^a	parallel ^a	recht-winklig ^a	parallel ^a	recht-winklig ^a
Festigkeitskennwerte in N/mm ²							
Plattenbeanspruchung							
3	Biegung $f_{m,k}$	40	40	50	25	60	10
4	Druck $f_{c,90,k}$	10					
5	Schub $f_{v,k}$	2,5					
Scheibenbeanspruchung							
6	Biegung $f_{m,k}$	29	31	36	24	36	24
7	Zug $f_{t,k}$	29	31	36	24	36	24
8	Druck $f_{c,k}$	21	22	36	17	26	18
9	Schub $f_{v,k}$	11 (8) ^b					
Steifigkeitskennwerte in N/mm ²							
Plattenbeanspruchung							
10	Elastizitätsmodul E_{mean}^c	6 000	4 000	7 000	2 500	9 000	1 000
11	Schubmodul G_{mean}^c	200					
Scheibenbeanspruchung							
12	Elastizitätsmodul E_{mean}^c	4 400	4 700	5 500	3 650	5 500	3 700
13	Schubmodul G_{mean}^c	700					
Rohdichte in kg/m ³							
14	Rohdichte ρ_k	600					
^a Zur Faserrichtung der Deckfurniere ^b Die Werte in Klammern () gelten für Sperrholz mit drei Lagen. ^c Für die charakteristischen Steifigkeitskennwerte E_{05} und G_{05} gelten die Rechenwerte: $E_{05} = 0,8 \cdot E_{mean}$ und $G_{05} = 0,8 \cdot G_{mean}$.							

Tabelle F.13 — Rechenwerte für die charakteristischen Festigkeits-, Steifigkeits- und Rohdichtekennwerte für OSB-Platten der technischen Klassen OSB/2 und OSB/3 nach DIN EN 13986:2002-09

	1	2	3	4	5	6	7
1	Beanspruchung	parallel zur Spanrichtung der Deckschicht			rechtwinklig zur Spanrichtung der Deckschicht		
2	Nennstärke der Platten in mm	> 6 bis 10	> 10 bis 18	> 18 bis 25	> 6 bis 10	> 10 bis 18	> 18 bis 25
Festigkeitskennwerte in N/mm²							
Plattenbeanspruchung							
3	Biegung $f_{m,k}$	18,0	16,4	14,8	9,0	8,2	7,4
4	Druck $f_{c,90,k}$	10					
5	Schub $f_{v,k}$	1,0					
Scheibenbeanspruchung							
6	Biegung $f_{m,k}$	9,9	9,4	9,0	7,2	7,0	6,8
7	Zug $f_{t,k}$	9,9	9,4	9,0	7,2	7,0	6,8
8	Druck $f_{c,k}$	15,9	15,4	14,8	12,9	12,7	12,4
9	Schub $f_{v,k}$	6,8					
Steifigkeitskennwerte in N/mm²							
Plattenbeanspruchung							
10	Elastizitätsmodul E_{mean}^a	4 930			1 980		
11	Schubmodul G_{mean}^a	50					
Scheibenbeanspruchung							
12	Elastizitätsmodul E_{mean}^a	3 800			3 000		
13	Schubmodul G_{mean}^a	1 080					
Rohdichtekennwerte in kg/m³							
14	Rohdichte ρ_k	550			550		
^a Für die charakteristischen Steifigkeitskennwerte E_{OS} und G_{OS} gelten die Rechenwerte: $E_{OS} = 0,85 \cdot E_{mean}$ $G_{OS} = 0,85 \cdot G_{mean}$							

DIN 1052:2004-08

Tabelle F.14 — Rechenwerte für die charakteristischen Festigkeits-, Steifigkeits- und Rohdichtekennwerte für OSB-Platten der technischen Klasse OSB/4 nach DIN EN 13986:2002-09

	1	2	3	4	5	6	7
1	Beanspruchung	parallel zur Spanrichtung der Deckschicht			rechtwinklig zur Spanrichtung der Deckschicht		
2	Nennstärke der Platten in mm	> 6 bis 10	> 10 bis 18	> 18 bis 25	> 6 bis 10	> 10 bis 18	> 18 bis 25
Festigkeitskennwerte in N/mm ²							
Plattenbeanspruchung							
3	Biegung $f_{m,k}$	24,5	23,0	21,0	13,0	12,2	11,4
4	Druck $f_{c,90,k}$	10,0					
5	Schub $f_{v,k}$	1,1					
Scheibenbeanspruchung							
6	Biegung $f_{m,k}$	11,9	11,4	10,9	8,5	8,2	8,0
7	Zug $f_{t,k}$	11,9	11,4	10,9	8,5	8,2	8,0
8	Druck $f_{c,k}$	18,1	17,6	17,0	14,3	14,0	13,7
9	Schub $f_{v,k}$	6,9					
Steifigkeitskennwerte in N/mm ²							
Plattenbeanspruchung							
10	Elastizitätsmodul E_{mean}^a	6 780			2 680		
11	Schubmodul G_{mean}^a	60					
Scheibenbeanspruchung							
12	Elastizitätsmodul E_{mean}^a	4 300			3 200		
13	Schubmodul G_{mean}^a	1 090					
Rohdichtekennwerte in kg/m ³							
14	Rohdichte ρ_k	550					
^a Für die charakteristischen Steifigkeitskennwerte E_{05} und G_{05} gelten die Rechenwerte: $E_{05} = 0,85 \cdot E_{mean}$ $G_{05} = 0,85 \cdot G_{mean}$							