

**DIN EN 1995-1-1**

ICS 91.010.30; 91.080.20

Ersatzvermerk  
siehe unten

Siehe Änderung 2

**Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten –  
Teil 1-1: Allgemeines –  
Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau;  
Deutsche Fassung EN 1995-1-1:2004 + AC:2006 + A1:2008**

Eurocode 5: Design of timber structures –  
Part 1-1: General –  
Common rules and rules for buildings;  
German version EN 1995-1-1:2004 + AC:2006 + A1:2008

Eurocode 5: Conception et calcul des structures en bois –  
Partie 1-1: Généralités –  
Règles communes et règles pour les bâtiments;  
Version allemande EN 1995-1-1:2004 + AC:2006 + A1:2008

**Ersatzvermerk**

Ersatz für DIN EN 1995-1-1:2008-09;  
mit DIN EN 1995-1-1/NA:2010-12 Ersatz für DIN 1052:2008-12 und DIN 1052 Berichtigung 1:2010-05;  
Ersatz für DIN EN 1995-1-1 Berichtigung 1:2010-04

Gesamtumfang 135 Seiten

Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN

## DIN EN 1995-1-1:2010-12

### Nationales Vorwort

Diese Europäische Norm (EN 1995-1-1:2004 + AC:2006 + A1:2008) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 250 „Eurocodes für den konstruktiven Ingenieurbau“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom BSI (Vereinigtes Königreich) gehalten wird.

Die Arbeiten auf nationaler Ebene wurden durch die Experten des NABau-Arbeitsausschusses NA 005-04-01 AA „Holzbau“ begleitet.

Dieses Dokument enthält die Änderung A1, die vom CEN am 10. April 2008 angenommen wurde. Dieses Dokument enthält ebenso das Corrigendum, das am 7. Juni 2006 vom CEN angenommen wurde.

Die Anwendung dieser Norm gilt in Deutschland in Verbindung mit dem Nationalen Anhang.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Texte dieses Dokuments Patentrechte berühren können. Das DIN [und/oder die DKE] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Der Beginn und das Ende in den Text eingeführter Änderungen sind durch Textmarkierungen **A1** **A1** gekennzeichnet. Berichtigungen sind durch Textmarkierungen **AC** **AC** gekennzeichnet.

### Änderungen

Gegenüber DIN EN 1995-1-1:2005-12 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) die Normativen Verweisungen wurden angepasst und in 1.6 zusätzliche Formelzeichen aufgenommen;
- b) die Abschnitte 1.6, 2.1.3, 2.2.2, 2.2.3, 3.2, 3.3, 3.4, 6.1.5, 6.1.7, 6.3.3, 6.4.3, 8.1.3, 8.2.3, 8.3.1, 8.3.2, 8.5.1.1, 8.4, 8.7.2, 8.8.5.2, 8.10, 9.2.4.2, 9.2.4.3.2 und 10.4.5 wurden überarbeitet und neu gefasst;
- c) Tabelle 3.1 und Tabelle 3.2 wurden überarbeitet;
- d) Anhang A, Gleichungen A.3 und A.7 wurden überarbeitet;
- e) Anhang C, C.3.1 und C.3.2 wurden überarbeitet und neu gefasst.

Gegenüber DIN EN 1995-1-1:2008-09, DIN EN 1995-1-1 Berichtigung 1:2010-04, DIN 1052:2008-12 und DIN 1052 Berichtigung 1:2010-05 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) auf europäisches Bemessungskonzept umgestellt;
- b) Ersatzvermerke korrigiert;
- c) Vorgänger-Norm mit der Berichtigung 1 konsolidiert;
- d) redaktionelle Änderungen durchgeführt.

**Frühere Ausgaben**

DIN 1052: 1933-07, 1938-05, 1940-10x, 1947-10, 1965-08, 2004-08, 2008-12

DIN 1052-1: 1969-10, 1988-04

DIN 1052-1/A1: 1996-10

DIN 1052-2: 1988-04, 1996-10

DIN 1052-2/A1: 1996-10

DIN 1052-3: 1988-04

DIN 1052-3/A1: 1996-10

DIN 1052 Berichtigung 1: 2010-05

DIN V ENV 1995-1-1: 1994-06

DIN EN 1995-1-1: 2005-12, 2008-09

DIN EN 1995-1-1 Berichtigung 1: 2010-04

**DIN EN 1995-1-1:2010-12**

— Leerseite —

EUROPÄISCHE NORM  
EUROPEAN STANDARD  
NORME EUROPÉENNE

**EN 1995-1-1**

November 2004

**+AC**

Juni 2006

**+A1**

Juni 2008

ICS 91.010.30; 91.080.20

Ersatz für ENV 1995-1-1:1993

Deutsche Fassung

**Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten —  
Teil 1-1: Allgemeines —  
Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau**

Eurocode 5: Design of timber structures —  
Part 1-1: General —  
Common rules and rules for buildings

Eurocode 5: Conception et calcul des structures en bois —  
Partie 1-1 : Généralités —  
Règles communes et règles pour les bâtiments

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 16. April 2004 angenommen.

Die Berichtigung tritt am 7. Juni 2006 in Kraft und wurde in EN 1995-1-1:2004 eingearbeitet.

Diese Änderung A1 modifiziert die Europäische Norm EN 1995-1-1:2004. Sie wurde von CEN am 10. April 2008 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Management-Zentrum oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG  
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION  
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

Management-Zentrum: rue de Stassart, 36 B- 1050 Brüssel

**DIN EN 1995-1-1:2010-12**  
**EN 1995-1-1:2004 + AC:2006 + A1:2008 (D)**

## Inhalt

	Seite
Vorwort .....	6
Vorwort zur Änderung A1 .....	6
Hintergrund des Eurocode-Programms .....	7
Status und Gültigkeitsbereich der Eurocodes .....	8
Nationale Normen zur Umsetzung der Eurocodes .....	8
Zusammenhang zwischen den Eurocodes und harmonisierten technischen Spezifikationen (ENs und ETAs) für Bauprodukte .....	9
Zusätzliche besondere Hinweise zu EN 1995-1-1 .....	9
Nationaler Anhang für EN 1995-1-1 .....	9
<b>1 Allgemeines .....</b>	<b>10</b>
<b>1.1 Anwendungsbereich .....</b>	<b>10</b>
1.1.1 Anwendungsbereich der EN 1995 .....	10
1.1.2 Anwendungsbereich der EN 1995-1-1 .....	10
1.2 Normative Verweisungen .....	11
1.3 Annahmen .....	13
1.4 Unterscheidung zwischen Prinzipien und Anwendungsregeln .....	13
1.5 Begriffe .....	13
1.5.1 Allgemeines .....	13
1.5.2 Zusätzliche Begriffe in dieser Europäischen Norm .....	13
1.6 Formelzeichen in EN 1995-1-1 .....	14
<b>2 Grundlagen für Bemessung und Konstruktion .....</b>	<b>21</b>
<b>2.1 Anforderungen .....</b>	<b>21</b>
2.1.1 Grundlegende Anforderungen .....	21
2.1.2 Zuverlässigkeitsniveau .....	22
2.1.3 Geplante Nutzungsdauer und Dauerhaftigkeit .....	22
2.2 Grundsätze der Bemessung nach Grenzzuständen .....	22
2.2.1 Allgemeines .....	22
2.2.2 Grenzzustände der Tragfähigkeit .....	22
2.2.3 Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit .....	23
2.3 Basisvariable .....	24
2.3.1 Einwirkungen und Umgebungseinflüsse .....	24
2.3.2 Baustoffe und Produkteigenschaften .....	25
2.4 Nachweis durch die Methode der Teilsicherheitsbeiwerte .....	27
2.4.1 Bemessungswert der Baustoffeigenschaft .....	27
2.4.2 Bemessungswert der geometrischen Abmessungen .....	28
2.4.3 Bemessungswerte der Beanspruchbarkeit .....	28
2.4.4 Nachweis des Gleichgewichts (EQU) .....	28
<b>3 Baustoffeigenschaften .....</b>	<b>29</b>
<b>3.1 Allgemeines .....</b>	<b>29</b>
3.1.1 Festigkeits- und Steifigkeitskennwerte .....	29
3.1.2 Spannungs-Dehnungs-Beziehungen .....	29
3.1.3 Modifikationsbeiwerte der Festigkeiten zur Berücksichtigung der Nutzungsklassen und Klassen der Lasteinwirkungsdauer .....	29
3.1.4 Verformungsbeiwerte in Abhängigkeit der Nutzungsklassen .....	31
3.2 Vollholz .....	31
3.3 Brettschichtholz .....	32
3.4 Furnierschichtholz (LVL) .....	32
3.5 Holzwerkstoffe .....	33
3.6 Klebstoffe .....	33
3.7 Metallische Verbindungsmittel .....	33

4	Dauerhaftigkeit .....	34
4.1	Dauerhaftigkeit gegenüber biologischen Organismen .....	34
4.2	Korrosionsschutz .....	34
5	Grundlagen der Berechnung.....	34
5.1	Allgemeines .....	34
5.2	Bauteile.....	35
5.3	Verbindungen .....	35
5.4	Zusammengesetzte Tragwerke .....	35
5.4.1	Allgemeines .....	35
5.4.2	Rahmentragwerke .....	36
5.4.3	Vereinfachte Berechnung für Fachwerke in Nagelplattenbauweise .....	37
5.4.4	Ebene Rahmen und Bögen.....	37
6	Grenzzustände der Tragfähigkeit .....	39
6.1	Querschnittsnachweise .....	39
6.1.1	Allgemeines .....	39
6.1.2	Zug in Faserrichtung.....	39
6.1.3	Zug rechtwinklig zur Faserrichtung .....	39
6.1.4	Druck in Faserrichtung .....	39
6.1.5	Druck rechtwinklig zur Faserrichtung.....	40
6.1.6	Biegung .....	41
6.1.7	Schub.....	42
6.1.8	Torsion.....	43
6.2	Nachweise für Querschnitte unter Spannungskombinationen .....	43
6.2.1	Allgemeines .....	43
6.2.2	Druck unter einem Winkel zur Faserrichtung.....	44
6.2.3	Biegung und Zug .....	44
6.2.4	Biegung und Druck .....	44
6.3	Stabilität von Bauteilen.....	45
6.3.1	Allgemeines .....	45
6.3.2	Biegeknicken von Druckstäben .....	45
6.3.3	Biegedrillknicken von Biegestäben.....	46
6.4	Nachweise für Querschnitte in Bauteilen mit veränderlichem Querschnitt oder gekrümmter Form .....	48
6.4.1	Allgemeines .....	48
6.4.2	Pultdachträger .....	48
6.4.3	Satteldachträger, gekrümmte Träger und Satteldachträger mit gekrümmtem Untergurt .....	49
6.5	Ausgeklinkte Bauteile .....	54
6.5.1	Allgemeines .....	54
6.5.2	Biegestäbe mit Ausklinkungen am Auflager .....	54
6.6	Systemfestigkeit.....	55
7	Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit .....	56
7.1	Nachgiebigkeit der Verbindungen .....	56
7.2	Grenzwerte für die Durchbiegungen von Biegestäben .....	57
7.3	Schwingungen .....	58
7.3.1	Allgemeines .....	58
7.3.2	Durch Maschinen verursachte Schwingungen .....	58
7.3.3	Wohnungsdecken.....	59
8	Verbindungen mit metallischen Verbindungsmitteln .....	60
8.1	Allgemeines .....	60
8.1.1	Anforderungen an Verbindungsmittel.....	60
8.1.2	Verbindungen mit mehreren Verbindungsmitteln .....	61
8.1.3	Mehrschnittige Verbindungen.....	61
8.1.4	Verbindungsmittelkräfte unter einem Winkel zur Faserrichtung .....	61
8.1.5	Wechselbeanspruchungen.....	63
8.2	Tragfähigkeit metallischer, stiftförmiger Verbindungsmittel auf Abscheren.....	63

**DIN EN 1995-1-1:2010-12**  
**EN 1995-1-1:2004 + AC:2006 + A1:2008 (D)**

Seite

8.2.1	Allgemeines .....	63
8.2.2	Holz-Holz- und Holzwerkstoff-Holz-Verbindungen.....	63
8.2.3	Stahl-Holz-Verbindungen .....	65
8.3	Verbindungen mit Nägeln .....	67
8.3.1	Beanspruchung rechtwinklig zur Nagelachse (Abscheren).....	67
8.3.2	Beanspruchung in Richtung der Nagelachse (Herausziehen).....	73
8.3.3	Kombinierte Beanspruchung von Nägeln.....	75
8.4	Verbindungen mit Klammern.....	75
8.5	Verbindungen mit Bolzen .....	77
8.5.1	Beanspruchung rechtwinklig zur Bolzenachse (Abscheren).....	77
8.5.2	Beanspruchung in Richtung der Bolzenachse (Herausziehen).....	79
8.6	Verbindungen mit Stabdübeln oder Passbolzen.....	80
8.7	Verbindungen mit Holzschrauben .....	80
8.7.1	Beanspruchung rechtwinklig zur Schraubenachse (Abscheren).....	80
8.7.2	Beanspruchung in Richtung der Schraubenachse.....	81
8.7.3	Kombinierte Beanspruchung von Schrauben .....	84
8.8	Verbindungen mit Nagelplatten.....	84
8.8.1	Allgemeines.....	84
8.8.2	Nagelplattengeometrie .....	84
8.8.3	Plattentragfähigkeiten .....	85
8.8.4	Nageltragfähigkeiten .....	86
8.8.5	Tragfähigkeitsnachweise .....	86
8.9	Verbindungen mit Ring- und Scheibendübeln .....	88
8.10	Verbindungen mit Scheibendübeln mit Zähnen .....	92
9	Zusammengesetzte Bauteile und Tragwerke.....	94
9.1	Zusammengesetzte Bauteile .....	94
9.1.1	Geklebte Biegestäbe mit schmalen Stegen .....	94
9.1.2	Geklebte Tafелеlemente.....	97
9.1.3	Nachgiebig verbundene Biegestäbe.....	98
9.1.4	Druckstäbe mit nachgiebigen und geklebten Verbindungen.....	99
9.2	Zusammengesetzte Tragwerke .....	99
9.2.1	Fachwerke .....	99
9.2.2	Fachwerke mit Nagelplattenverbindungen .....	100
9.2.3	Dach- und Deckenscheiben.....	101
9.2.4	Wandscheiben.....	102
9.2.5	Verbände.....	110
10	Ausführung und Überwachung .....	113
10.1	Allgemeines.....	113
10.2	Baustoffe .....	113
10.3	Geklebte Verbindungen .....	113
10.4	Verbindungen mit mechanischen Verbindungsmitteln .....	113
10.4.1	Allgemeines.....	113
10.4.2	Nägel .....	113
10.4.3	Bolzen und Unterlegscheiben .....	114
10.4.4	Stabdübel und Passbolzen .....	114
10.4.5	Schrauben .....	114
10.5	Zusammenbau von Bauteilen.....	115
10.6	Transport und Montage.....	115
10.7	Überwachung .....	115
10.8	Besondere Regeln für Scheiben .....	116
10.8.1	Decken- und Dachscheiben.....	116
10.8.2	Wandscheiben.....	116
10.9	Besondere Regeln für Nagelplattenbinder.....	117
10.9.1	Herstellung .....	117
10.9.2	Montage .....	117
	Anhang A (informativ) Blockscherversagen von Verbindungen.....	118

<b>Anhang B (informativ) Nachgiebig verbundene Biegestäbe .....</b>	<b>120</b>
<b>B.1 Vereinfachter Nachweis .....</b>	<b>120</b>
<b>B.1.1 Querschnitte .....</b>	<b>120</b>
<b>B.1.2 Annahmen .....</b>	<b>120</b>
<b>B.1.3 Abstände der Verbindungsmittel .....</b>	<b>120</b>
<b>B.1.4 Durchbiegungen infolge von Biegemomenten .....</b>	<b>120</b>
<b>B.2 Wirksame Biegesteifigkeit .....</b>	<b>122</b>
<b>B.3 Normalspannungen .....</b>	<b>122</b>
<b>B.4 Größte Schubspannung .....</b>	<b>122</b>
<b>B.5 Beanspruchung der Verbindungsmittel .....</b>	<b>123</b>
<b>Anhang C (informativ) Zusammengesetzte Druckstäbe .....</b>	<b>124</b>
<b>C.1 Allgemeines .....</b>	<b>124</b>
<b>C.1.1 Annahmen .....</b>	<b>124</b>
<b>C.1.2 Tragfähigkeit .....</b>	<b>124</b>
<b>C.2 Druckstäbe mit kontinuierlicher mechanischer Verbindung .....</b>	<b>124</b>
<b>C.2.1 Wirksamer Schlankheitsgrad .....</b>	<b>124</b>
<b>C.2.2 Beanspruchung der Verbindungsmittel .....</b>	<b>125</b>
<b>C.2.3 Kombinierte Beanspruchungen .....</b>	<b>125</b>
<b>C.3 Mehrteilige gespreizte Stäbe mit Zwischen- oder Bindehölzern .....</b>	<b>125</b>
<b>C.3.1 Annahmen .....</b>	<b>125</b>
<b>C.3.2 Tragfähigkeit bei Beanspruchung in Stabrichtung .....</b>	<b>126</b>
<b>C.3.3 Beanspruchung der Verbindungsmittel sowie der Zwischen- oder Bindehölzer .....</b>	<b>127</b>
<b>C.4 Gitterstäbe mit geklebten oder genagelten Verbindungen .....</b>	<b>128</b>
<b>C.4.1 Annahmen .....</b>	<b>128</b>
<b>C.4.2 Tragfähigkeit .....</b>	<b>128</b>
<b>C.4.3 Schubkräfte .....</b>	<b>130</b>
<b>Anhang D (informativ) Literaturhinweise .....</b>	<b>131</b>

**DIN EN 1995-1-1:2010-12**  
**EN 1995-1-1:2004 + AC:2006 + A1:2008 (D)**

## **Vorwort**

Dieses Dokument EN 1995-1-1 wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 250 „Structural Eurocodes“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom BSI gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Mai 2005, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis März 2010 zurückgezogen werden.

Dieses Dokument ersetzt ENV 1995-1-1:1993.

CEN/TC 250 ist für alle Eurocodes des konstruktiven Ingenieurbaus zuständig.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

## **Vorwort zur Änderung A1**

Dieses Dokument (EN 1995-1-1:2004/A1:2008) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 250 „Eurocodes für den konstruktiven Ingenieurbau“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom BSI gehalten wird.

Diese Änderung zur Europäischen Norm EN 1995-1-1:2004 muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Dezember 2008, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis März 2010 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Texte dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN [und/oder CENELEC] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

## Hintergrund des Eurocode-Programms

Im Jahre 1975 beschloss die Kommission der Europäischen Gemeinschaften, für das Bauwesen ein Programm auf der Grundlage des Artikels 95 der Römischen Verträge durchzuführen. Das Ziel des Programms war die Beseitigung technischer Handelshemmnisse und die Harmonisierung technischer Normen.

Im Rahmen dieses Programms leitete die Kommission die Bearbeitung von harmonisierten technischen Regelwerken für die Tragwerksplanung von Bauwerken ein, die im ersten Schritt als Alternative zu den in den Mitgliedsländern geltenden Regeln dienen und schließlich diese ersetzen sollten.

15 Jahre lang leitete die Kommission mit Hilfe eines Steuerkomitees mit Repräsentanten der Mitgliedsländer die Entwicklung des Eurocode-Programms, das zu der ersten Generation der Europäischen Normen in den 80er Jahren führte.

Im Jahre 1989 entschieden sich die Kommission und die Mitgliedsländer der Europäischen Union und der EFTA, die Entwicklung und Veröffentlichung der Eurocodes auf der Grundlage einer Vereinbarung<sup>1)</sup> zwischen der Kommission und CEN über eine Reihe von Mandaten an CEN zu übertragen, damit diese den künftigen Status von Europäischen Normen (EN) erhielten. Dieser Schritt verknüpft die Eurocodes de facto mit den Regelungen der Ratsrichtlinien und Kommissionsentscheidungen, die die Europäischen Normen behandeln (z. B. die Ratsrichtlinie 89/106/EWG zu Bauprodukten, die Bauproduktenrichtlinie, die Ratsrichtlinien 93/37/EWG, 92/50/EWG und 89/440/EWG zur Vergabe öffentlicher Aufträge und Dienstleistungen und die entsprechenden EFTA-Richtlinien, die zur Einrichtung des Binnenmarktes eingeleitet wurden).

Das Eurocode-Programm umfasst die folgenden Normen, die in der Regel aus mehreren Teilen bestehen:

EN 1990:2002, *Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung*

EN 1991, *Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke*

EN 1992, *Eurocode 2: Entwurf, Berechnung und Bemessung von Stahlbetonbauten*

EN 1993, *Eurocode 3: Entwurf, Berechnung und Bemessung von Stahlbauten*

EN 1994, *Eurocode 4: Entwurf, Berechnung und Bemessung von Stahl-Beton-Verbundbauten*

EN 1995, *Eurocode 5: Entwurf, Berechnung und Bemessung von Holzbauten*

EN 1996, *Eurocode 6: Entwurf, Berechnung und Bemessung von Mauerwerksbauten*

EN 1997, *Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik*

EN 1998, *Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben*

EN 1999, *Eurocode 9: Entwurf, Berechnung und Bemessung von Aluminiumkonstruktionen*

Die Europäischen Normen berücksichtigen die Verantwortung der Bauaufsichtsorgane der jeweiligen Mitgliedsländer bei der nationalen Festlegung sicherheitsbezogener Werte, so dass diese Werte von Land zu Land unterschiedlich sein können.

---

1) Vereinbarung zwischen der Kommission der Europäischen Gemeinschaften und dem Europäischen Komitee für Normung (CEN) zur Bearbeitung der Eurocodes für die Tragwerksplanung von Hochbauten und Ingenieurbauwerken (BC/CEN/03/89).

**DIN EN 1995-1-1:2010-12**  
**EN 1995-1-1:2004 + AC:2006 + A1:2008 (D)**

## **Status und Gültigkeitsbereich der Eurocodes**

Die Mitgliedsländer der EU und EFTA erkennen an, dass die Eurocodes als Bezugsdokumente für die folgenden Zwecke dienen:

- als Mittel zum Nachweis der Übereinstimmung von Hoch- und Ingenieurbauten mit den wesentlichen Anforderungen der Richtlinie 89/106/EWG, besonders mit der wesentlichen Anforderung Nr. 1 – Mechanische Festigkeit und Standsicherheit – und der wesentlichen Anforderung Nr. 2 – Brandschutz;
- als Grundlage für die Spezifizierung von Verträgen für die Ausführung von Bauwerken und dazu erforderlichen Ingenieurleistungen;
- als Rahmenbedingung für die Herstellung harmonisierter technischer Spezifikationen für Bauprodukte (ENs und ETAs).

Die Eurocodes haben, soweit sie sich auf Bauwerke selbst beziehen, eine direkte Verbindung zu den Grundlagendokumenten<sup>2)</sup>, auf die in Artikel 12 der Bauproduktenrichtlinie hingewiesen wird, wenn sie auch anderer Art als die harmonisierten Produktnormen sind<sup>3)</sup>. Daher sind technische Gesichtspunkte, die sich aus den Eurocodes ergeben, von den Technischen Komitees des CEN und/oder den Arbeitsgruppen der EOTA, die an Produktnormen arbeiten, zu beachten, damit diese technischen Spezifikationen mit den Eurocodes vollständig kompatibel sind.

Die Eurocodes liefern allgemeine Bemessungsregeln für den täglichen Gebrauch für die Berechnung und Bemessung von ganzen Tragwerken und von Einzelbauteilen sowohl bewährter als auch neuartiger Art. Außergewöhnliche Bauweisen oder Bemessungssituationen sind nicht speziell abgedeckt und bedürfen gegebenenfalls einer zusätzlichen Fachbeurteilung durch den Tragwerksplaner.

## **Nationale Normen zur Umsetzung der Eurocodes**

Die nationalen Normen, die die Eurocodes umsetzen, umfassen den Gesamttext des Eurocodes (einschließlich möglicher Anhänge), wie vom CEN veröffentlicht, dem eine nationale Titelseite und ein nationales Vorwort vorangestellt und ein nationaler Anhang hinzugefügt sein dürfen.

Der nationale Anhang darf nur über solche Parameter Angaben enthalten, die im Eurocode für eine nationale Wahl offen gelassen und als national festgelegte Parameter zur Anwendung bei der Bemessung und Konstruktion von Hochbauten und Ingenieurbauwerken gelten, die in dem betreffenden Land errichtet werden sollen, wie z. B.:

- Werte und/oder Klassen, für die im Eurocode Alternativen vorgegeben sind,
- zu verwendende Werte, für die im Eurocode nur ein Formelzeichen angegeben ist,
- länderspezifische Angaben (geographisch, klimatisch usw.), z. B. Schneekarten,
- die anzuwendenden Verfahren in Fällen, in denen im Eurocode Alternativen angegeben sind,
- Entscheidungen über die Anwendung informativer Anhänge,
- Hinweise auf nicht widersprüchliche, zusätzliche Informationen zur Unterstützung des Tragwerksplaners bei der Anwendung des Eurocodes.

---

2) Entsprechend Artikel 3.3 der Bauproduktenrichtlinie sind die wesentlichen Anforderungen in Grundlagendokumenten zu konkretisieren, um damit die notwendigen Verbindungen zwischen den wesentlichen Anforderungen und den Mandaten für die Erstellung harmonisierter ENs und ETAGs/ETAs zu schaffen.

3) Nach Artikel 12 der Bauproduktenrichtlinie hat das Grundlagendokument die wesentliche Anforderung zu konkretisieren, indem die Begriffe und, soweit erforderlich, die technischen Grundlagen für Klassen und Stufen vereinheitlicht werden, Methoden zur Verbindung dieser Klassen oder Stufen mit technischen Spezifikationen anzugeben, z. B. rechnerische oder Testverfahren, Entwurfsregeln usw., als Bezugsdokument für die Erstellung harmonisierter Normen oder Richtlinien für Europäische Technische Zulassungen zu dienen. Die Eurocodes spielen de facto eine ähnliche Rolle für die wesentliche Anforderung Nr. 1 und einen Teil der wesentlichen Anforderung Nr. 2.

## **Zusammenhang zwischen den Eurocodes und harmonisierten technischen Spezifikationen (ENs und ETAs) für Bauprodukte**

Harmonisierte technische Spezifikationen für Bauprodukte und technische Regeln für Bauwerke<sup>4)</sup> müssen miteinander vereinbar sein. Außerdem müssen alle zusätzlichen Angaben zur CE-Kennzeichnung der Bauprodukte mit Bezug zu den Eurocodes deutlich erkennen lassen, welche auf nationaler Ebene festgelegten Parameter in Betracht gezogen wurden.

### **Zusätzliche besondere Hinweise zu EN 1995-1-1**

EN 1995 behandelt die Grundsätze und Anforderungen an die Sicherheit, die Gebrauchstauglichkeit und die Dauerhaftigkeit von Holzbauwerken. Sie basiert auf dem Verfahren mit Grenzzuständen in Verbindung mit dem Verfahren der Teilsicherheitsbeiwerte.

Es ist vorgesehen, für die Bemessung und Konstruktion von neuen Tragwerken EN 1995 zusammen mit EN 1990:2002 und den maßgebenden Teilen der EN 1991 unmittelbar anzuwenden.

Zahlenwerte für Teilsicherheitsbeiwerte und andere Zuverlässigkeitsparameter werden als Grundwerte empfohlen, für die ein hinreichendes Zuverlässigkeitsniveau besteht. Sie wurden unter der Annahme gewählt, dass ein hinreichendes Ausführungsniveau und Qualitätsmanagement gewährleistet sind. Wenn EN 1995-1-1 von anderen CEN/TCs als Grundlagendokument herangezogen wird, sind die gleichen Werte zu verwenden.

### **Nationaler Anhang für EN 1995-1-1**

Diese Norm enthält alternative Verfahren, Werte und Empfehlungen mit Anmerkungen, für die eine nationale Wahl getroffen werden darf. Daher sollte die Nationale Norm zur Umsetzung der EN 1995-1-1 einen Nationalen Anhang mit sämtlichen national festgelegten Parametern enthalten, die für die Bemessung und Konstruktion von Hochbauten und Ingenieurbauwerken in dem betreffenden Land einzuhalten sind.

Eine nationale Wahl in EN 1995-1-1 ist für die nachstehenden Abschnitte erlaubt:

- 2.3.1.2(2)P Zuordnung von Einwirkungen zu Klassen der Lasteinwirkungsdauer;
- 2.3.1.3(1)P Zuordnung von Tragwerken zu Nutzungsklassen;
- 2.4.1(1)P Teilsicherheitsbeiwerte für Baustoffeigenschaften;
- A1** 6.1.7(2) Schub **A1**
- 6.4.3(8) Satteldachträger, gekrümmte Träger und Satteldachträger mit gekrümmten Untergurt;
- 7.2(2) Grenzwerte für Durchbiegungen;
- 7.3.3(2) Grenzwerte für Schwingungen;
- 8.3.1.2(4) Holz-Holz-Nagelverbindungen: Regeln für Nägel in Hirnholz;
- 8.3.1.2(7) Holz-Holz-Nagelverbindungen: Holzarten, die empfindlich gegen Aufspalten sind;
- 9.2.4.1(7) Nachweisverfahren für Wandscheiben;
- 9.2.5.3(1) Modifikationsbeiwerte für die Aussteifung von Biegestäben und Fachwerksystemen;
- 10.9.2(3) Montage von Nagelplattenbindern: Größtwert für die spannungslose seitliche Auslenkung;
- 10.9.2(4) Montage von Nagelplattenbindern: Größtwert für die Schiefstellung.

4) Siehe Artikel 3.3 und Artikel 12 der Bauproduktenrichtlinie sowie die Abschnitte 4.2, 4.3.1, 4.3.2 und 5.2 des Interpretierenden Dokuments 1.

**DIN EN 1995-1-1:2010-12**  
**EN 1995-1-1:2004 + AC:2006 + A1:2008 (D)**

## **1 Allgemeines**

### **1.1 Anwendungsbereich**

#### **1.1.1 Anwendungsbereich der EN 1995**

(1)P EN 1995 gilt für die Bemessung und Konstruktion von Hochbauten und Ingenieurbauwerken aus Holz (Vollholz, gesägt, gehobelt oder als Rundholz, Brettschichtholz oder andere Bauprodukte aus Holz für tragende Zwecke, wie z. B. Furnierschichtholz) oder Holzwerkstoffen, die mit Klebstoffen oder mechanischen Verbindungsmitteln zusammengefügt sind. Er erfüllt die Grundsätze und Anforderungen nach EN 1990:2002 an die Sicherheit und die Gebrauchstauglichkeit der Bauwerke und die Bemessungs- und Nachweisverfahren.

(2)P EN 1995 behandelt nur die Anforderungen an die Tragfähigkeit, die Gebrauchstauglichkeit, die Dauerhaftigkeit und den Feuerwiderstand von Holzbauten. Andere Anforderungen, z. B. hinsichtlich des Wärme- und Schallschutzes, werden nicht behandelt.

(3) EN 1995 ist vorgesehen für die Verwendung in Verbindung mit den folgenden Normen:

EN 1990:2002, *Grundlagen der Tragwerksplanung*

EN 1991, *Einwirkungen auf Tragwerke*

ENs für Bauprodukte für Holzbauten

EN 1998, *Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben*, wenn die Bauten in Erdbebengebieten liegen.

(4) EN 1995 ist in mehrere Teile gegliedert:

EN 1995-1, *Allgemeine Regeln*

EN 1995-2, *Brücken*

(5) EN 1995-1, *Allgemeine Regeln* umfasst:

EN 1995-1-1, *Allgemeines — Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau*

EN 1995-1-2, *Allgemeine Regeln — Tragwerksbemessung für den Brandfall*

(6) EN 1995-2 nimmt Bezug auf die Allgemeinen Regeln in EN 1995-1-1. Die Abschnitte in EN 1995-2 ergänzen die Abschnitte in EN 1995-1-1.

#### **1.1.2 Anwendungsbereich der EN 1995-1-1**

(1) EN 1995-1-1 enthält allgemeine Grundlagen für die Bemessung und Konstruktion von Holzbauten mit besonderen Regeln für Hochbauten.

(2) Die folgenden Themen werden in EN 1995-1-1 behandelt:

Abschnitt 1: Allgemeines

Abschnitt 2: Grundlagen für Bemessung und Konstruktion

Abschnitt 3: Baustoffeigenschaften

Abschnitt 4: Dauerhaftigkeit

Abschnitt 5: Grundlagen der Berechnung

Abschnitt 6: Grenzzustände der Tragfähigkeit

Abschnitt 7: Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit

Abschnitt 8: Verbindungen mit metallischen Verbindungsmitteln.

Abschnitt 9: Zusammengesetzte Bauteile und Tragwerke

Abschnitt 10: Ausführung und Überwachung

(3)P EN 1995-1-1 gilt nicht für die Bemessung und Konstruktion von Bauwerken, die über längere Zeit Temperaturen von mehr als 60 °C ausgesetzt sind.



## 1.2 Normative Verweisungen

(1) Diese Europäische Norm enthält durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert, und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nur zu dieser Europäischen Norm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation (einschließlich Änderungen).

ISO-Normen:

ISO 2081, *Metallic coatings — Electroplated coatings of zinc on iron or steel*

ISO 2631-2:1989, *Evaluation of human exposure to whole-body vibration — Part 2: Continuous and shock-induced vibrations in buildings (1 bis 80 Hz)*

Europäische Normen:

EN 300, *Platten aus langen, flachen, ausgerichteten Spänen (OSB) — Definitionen, Klassifizierungen und Anforderungen*

EN 301, *Klebstoffe für tragende Holzbauteile — Phenoplaste und Aminoplaste — Klassifizierung und Leistungsanforderungen*

EN 312, *Spanplatten — Anforderungen*

EN 335-1, *Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten — Definition der Gebrauchsklassen — Teil 1: Allgemeines*

EN 335-2, *Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten — Definition der Gebrauchsklassen — Teil 2: Anwendung bei Vollholz*

EN 335-3, *Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten — Definition der Gefährdungsklassen für einen biologischen Befall — Teil 3: Anwendung bei Holzwerkstoffen*

EN 350-2, *Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten — Natürliche Dauerhaftigkeit von Vollholz — Teil 2: Leitfaden für die natürliche Dauerhaftigkeit und Tränkbarkeit von ausgewählten Holzarten von besonderer Bedeutung in Europa*

EN 351-1, *Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten — Mit Holzschutzmitteln behandeltes Vollholz — Teil 1: Klassifizierung der Schutzmitteleindringung und -aufnahme*

**DIN EN 1995-1-1:2010-12**  
**EN 1995-1-1:2004 + AC:2006 + A1:2008 (D)**

EN 383, *Holzbauwerke — Prüfverfahren — Bestimmung der Lochleibungsfestigkeit und Bettungswerte für stiftförmige Verbindungsmittel*

EN 385, *Keilzinkenverbindung im Bauholz — Leistungsanforderungen und Mindestanforderungen an die Herstellung*

EN 387, *Brettschichtholz — Universal-Keilzinkenverbindung — Leistungsanforderungen und Mindestanforderungen an die Herstellung*

EN 409, *Holzbauwerke — Prüfverfahren — Bestimmung des Fließmoments von stiftförmigen Verbindungsmitteln; Nägel*

EN 460, *Dauerhaftigkeit von Holz und Holzprodukten — Natürliche Dauerhaftigkeit von Vollholz — Leitfaden für die Anforderungen an die Dauerhaftigkeit von Holz für die Anwendung in den Gefährdungsklassen*

EN 594, *Holzbauwerke — Prüfverfahren — Wandscheiben-Tragfähigkeit und -Steifigkeit von Wänden in Holztafelbauart*

EN 622-2, *Faserplatten — Anforderungen — Teil 2: Anforderungen an harte Platten*

EN 622-3, *Faserplatten — Anforderungen — Teil 3: Anforderungen an mittelharte Platten*

EN 622-4, *Faserplatten — Anforderungen — Teil 4: Anforderungen an poröse Platten*

EN 622-5, *Faserplatten — Anforderungen — Teil 5: Anforderungen an Platten nach dem Trockenverfahren (MDF)*

EN 636, *Sperrholz — Anforderungen*

EN 912, *Holzverbindungsmittel — Spezifikationen für Dübel besonderer Bauart für Holz*

EN 1075, *Holzbauwerke — Prüfverfahren — Verbindungen mit Nagelplatten*

EN 1380, *Holzbauwerke — Prüfverfahren — Tragende Nagelverbindungen*

EN 1381, *Holzbauwerke — Prüfverfahren — Tragende Klammerverbindungen*

EN 1382, *Holzbauwerke — Prüfverfahren — Ausziehtragfähigkeit von Holzverbindungsmitteln*

EN 1383, *Holzbauwerke — Prüfverfahren — Prüfung von Holzverbindungsmitteln auf Kopfdurchziehen*

EN 1990:2002, *Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung*

EN 1991-1-1, *Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke — Teil 1-1: Allgemeine Einwirkungen auf Tragwerke; Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau*

EN 1991-1-3, *Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke — Teil 1-3: Allgemeine Einwirkungen, Schneelasten*

EN 1991-1-4, *Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke — Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen, Windlasten*

EN 1991-1-5, *Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke — Teil 1-5: Allgemeine Einwirkungen, Temperatureinwirkungen*

EN 1991-1-6, *Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke — Teil 1-6: Allgemeine Einwirkungen, Einwirkungen während der Bauausführung*

EN 1991-1-7, *Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke — Teil 1-7: Allgemeine Einwirkungen, Außergewöhnliche Einwirkungen*

EN 10147, *Specification for continuously hot-dip zinc coated structural steel sheet and strip — Technical delivery conditions*

EN 13271, *Holzverbindungsmitel — Charakteristische Tragfähigkeiten und Verschiebungsmoduln für Verbindungen mit Dübeln besonderer Bauart*

EN 13986, *Holzwerkstoffe zur Verwendung im Bauwesen — Eigenschaften, Bewertung der Konformität und Kennzeichnung*

EN 14080, *Holzbauwerke — Brettschichtholz — Anforderungen*

EN 14081-1, *Holzbauwerke — Nach Festigkeit sortiertes Bauholz für tragende Zwecke mit rechteckigem Querschnitt — Teil 1: Allgemeine Anforderungen*

EN 14250, *Holzbauwerke — Produktanforderungen an vorgefertigte Fachwerkträger mit Nagelplatten*

EN 14279, *Furnierschichtholz (LVL) — Definitionen, Klassifizierung und Spezifikationen*

EN 14358, *Holzbauwerke — Berechnung der 5 %-Quantile für charakteristische Werte und Annahmekriterien für Proben*

EN 14374, *Holzbauwerke — Furnierschichtholz für tragende Zwecke — Anforderungen*

EN 14545, *Holzbauwerke — Verbindungselemente — Anforderungen*

EN 14592, *Holzbauwerke — Stifförmige Verbindungsmittel — Anforderungen*

EN 26891, *Holzbauwerke — Verbindungen mit mechanischen Verbindungsmitteln — Allgemeine Grundsätze für die Ermittlung der Tragfähigkeit und des Verformungsverhaltens*

EN 28970, *Holzbauwerke — Prüfung von Verbindungen mit mechanischen Verbindungsmitteln — Anforderungen an die Rohdichte des Holzes*

ANMERKUNG Solange EN 14545 und EN 14592 als Europäische Normen nicht verfügbar sind, können weitere Informationen im Nationalen Anhang mitgeteilt werden. 

### **1.3 Annahmen**

- (1)P Es gelten die allgemeinen Annahmen der EN 1990:2002.
- (2) Zusätzliche Anforderungen für die Ausführung und Überwachung enthält der Abschnitt 10.

### **1.4 Unterscheidung zwischen Prinzipien und Anwendungsregeln**

- (1)P Es gelten die Regelungen in EN 1990:2002, Abschnitt 1.4.

### **1.5 Begriffe**

#### **1.5.1 Allgemeines**

- (1)P Es gelten die in EN 1990:2002, Abschnitt 1.5 angegebenen Begriffe.

#### **1.5.2 Zusätzliche Begriffe in dieser Europäischen Norm**

##### **1.5.2.1**

##### **charakteristischer Wert**

siehe EN 1990:2002, Unterabschnitt 1.5.4.1

**DIN EN 1995-1-1:2010-12**  
**EN 1995-1-1:2004 + AC:2006 + A1:2008 (D)**

**1.5.2.2**

**Stabdübelverbindung**

Verbindung, bestehend aus kreisrunden zylindrischen Stäben, meist aus Stahl, mit oder ohne Kopf, die passgenau in vorgebohrte Löcher eingebaut werden und für die Übertragung von Kräften rechtwinklig zur Stabdübelachse verwendet werden

**1.5.2.3**

**Gleichgewichtsfeuchte**

Feuchtegehalt, bei dem das Holz Feuchtigkeit an die umgebende Luft weder abgibt noch aufnimmt

**1.5.2.4**

**Fasersättigungspunkt**

Zustand eines Holzstückes, bei dem die Zellwände mit Wasser gesättigt sind

**1.5.2.5**

**LVL**

Furnierschichtholz, wie in EN 14279 und EN 14374 definiert

**1.5.2.6**

**lamellierte Holzplatte**

eine Platte aus aneinander gereihten parallel verlaufenden Vollholzlamellen, die durch Nägel oder Schrauben, durch Vorspannung oder durch Verklebung miteinander verbunden sind

**1.5.2.7**

**Holzfeuchte**

Masse des im Holz enthaltenen Wassers, ausgedrückt als Anteil der Trockenmasse des Holzes

**1.5.2.8**

**Scheibenbeanspruchung**

Beanspruchung aus Einwirkungen in der Ebene einer Scheibe

**1.5.2.9**

**Steifigkeitseigenschaft**

eine Eigenschaft, die bei der Berechnung von Verformungen einer Konstruktion verwendet wird, z. B. Elastizitätsmodul, Schubmodul, Verschiebungsmodul

**1.5.2.10**

**Verschiebungsmodul**

eine Eigenschaft, die bei der Berechnung von Verformungen zwischen zwei Bauteilen einer Konstruktion verwendet wird

**1.6 Formelzeichen in EN 1995-1-1**

Für die Anwendung der EN 1995-1-1 gelten die folgenden Formelzeichen:

**Große lateinische Buchstaben**

$A$  Querschnittsfläche

$A_{ef}$  effektive Kontaktfläche zwischen einer Nagelplatte und dem Holz; Wirksame Kontaktfläche bei Druckbeanspruchung rechtwinklig zur Faserrichtung  $A_{11}$

$A_f$  Querschnittsfläche eines Flansches

$A_{net,t}$  Nettoquerschnittsfläche rechtwinklig zur Faserrichtung

$A_{net,v}$  Nettoscherfläche in Faserrichtung

$C$  Federsteifigkeit

$E_{0,05}$	5 %-Quantilwert eines Elastizitätsmoduls
$E_d$	Bemessungswert eines Elastizitätsmoduls, Bemessungswert der Beanspruchung
$E_{mean}$	Mittelwert eines Elastizitätsmoduls
$E_{mean,fin}$	Endwert des Mittelwertes eines Elastizitätsmoduls
$F$	Kraft
$F_{A,Ed}$	Bemessungswert der Kraft, die auf eine Nagelplatte im Schwerpunkt der wirksamen Kontaktfläche angreift
$F_{A,min,d}$	kleinster Bemessungswert der Kraft, die auf eine Nagelplatte im Schwerpunkt der wirksamen Kontaktfläche angreift
$F_{ax,Ed}$	Bemessungswert der Kraft in Achsrichtung des Verbindungsmittels
$F_{ax,Rd}$	Bemessungswert der Tragfähigkeit auf Herausziehen des Verbindungsmittels
$F_{ax,Rk}$	charakteristischer Wert der Tragfähigkeit auf Herausziehen des Verbindungsmittels
$F_c$	Druckkraft
$F_d$	Bemessungswert der Kraft
$F_{d,ser}$	Bemessungswert der Kraft im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit
$F_{f,Rd}$	Bemessungswert der Tragfähigkeit eines Verbindungsmittels in Wandscheiben
$F_{i,c,Ed}$	Bemessungswert der Druckreaktionskraft am Ende der Wandscheibe
$F_{i,t,Ed}$	Bemessungswert der Zugreaktionskraft am Ende der Wandscheibe
$F_{i,vert,Ed}$	lotrechte Lasteinwirkung auf die Wand
$F_{i,v,Rd}$	Bemessungswert des Widerstandes der Platte $i$ (in 9.2.4.2) (oder der Wand, Scheibe $i$ (in 9.2.4.3))
$F_{la}$	Seitenlast
$F_{M,Ed}$	Bemessungswert der Kraft infolge des Bemessungswertes des Momentes
$F_t$	Zugkraft
$F_{t,Rk}$	Charakteristische Tragfähigkeit auf Zug der Verbindung $F_{t,Rk}$
$F_{v,0,Rk}$	charakteristische Tragfähigkeit eines Dübels besonderer Bauart in Faserrichtung
$F_{v,Ed}$	Bemessungswert der Tragfähigkeit auf Abscheren pro Scherfuge des Verbindungsmittels
$F_{v,Rd}$	Bemessungswert der Tragfähigkeit pro Scherfuge und Verbindungsmittel; Bemessungswert der Scheibentragfähigkeit
$F_{v,Rk}$	charakteristischer Wert der Tragfähigkeit pro Scherfuge und Verbindungsmittel;
$F_{v,w,Ed}$	Bemessungswert der Scherkraft im Steg;
$F_{x,Ed}$	Bemessungswert einer Kraft in $x$ -Richtung
$F_{y,Ed}$	Bemessungswert einer Kraft in $y$ -Richtung
$F_{x,Rd}$	Bemessungswert der Plattentragfähigkeit in $x$ -Richtung
$F_{y,Rd}$	Bemessungswert der Plattentragfähigkeit in $y$ -Richtung
$F_{x,Rk}$	charakteristischer Wert der Plattentragfähigkeit in $x$ -Richtung

**DIN EN 1995-1-1:2010-12**  
**EN 1995-1-1:2004 + AC:2006 + A1:2008 (D)**

$F_{y,Rk}$	charakteristischer Wert der Plattentragfähigkeit in $y$ -Richtung
$G_{0,05}$	5 %-Quantile des Schubmoduls
$G_d$	Bemessungswert des Schubmoduls
$G_{mean}$	Mittelwert des Schubmoduls
$H$	Gesamthöhe eines Fachwerkträgers
$I_f$	Flächenmoment 2. Grades des Flansches
$I_{tor}$	Torsionsträgheitsmoment
$I_z$	Flächenmoment 2. Grades um die schwache Achse
$K_{ser}$	Verschiebungsmodul
$K_{ser,fin}$	Verschiebungsmodul zum Zeitpunkt $t = \infty$
$K_u$	Anfangsverschiebungsmodul im Grenzzustand der Tragfähigkeit
$L_{net,t}$	Nettobreite der Querschnittsfläche rechtwinklig zur Faserrichtung
$L_{net,v}$	Nettolänge der Bruchfläche bei Schub
$M_{A,Ed}$	Bemessungswert des Momentes bezogen auf eine Nagelplatte
$M_{ap,d}$	Bemessungswert des Momentes im Firstbereich
$M_d$	Bemessungswert des Momentes
$M_{y,Rk}$	charakteristischer Wert des Fließmomentes des Verbindungsmittels
$N$	Normalkraft
$R_{90,d}$	Bemessungswert der Tragfähigkeit senkrecht zur Faser
$R_{90,k}$	charakteristischer Wert der Tragfähigkeit senkrecht zur Faser
$R_{ax,d}$	Bemessungswert der Tragfähigkeit einer in Achsrichtung belasteten Verbindung
$R_{ax,k}$	charakteristischer Wert der Tragfähigkeit
$R_{ax,a,k}$	charakteristischer Wert der Tragfähigkeit unter einem Winkel zur Faserrichtung
$R_d$	Bemessungswert einer Tragfähigkeit
$R_{ef,k}$	wirksame charakteristische Tragfähigkeit einer Verbindung
$R_{iv,d}$	Bemessungswert der seitlichen Tragfähigkeit einer Wandscheibe
$R_k$	charakteristischer Wert der Tragfähigkeit
$R_{sp,k}$	charakteristischer Wert der Spaltwiderstandes
$R_{to,k}$	charakteristischer Wert der Tragfähigkeit eines Scheibendübels mit Zähnen
$R_{v,d}$	Bemessungswert der Tragfähigkeit einer Wandscheibe in Scheibenebene
$V$	Querkraft; Volumen
$V_u, V_l$	Querkräfte im oberen und unteren Teil eines Biegestabes mit Durchbruch
$W_y$	Widerstandsmoment um die Achse $y$
$X_d$	Bemessungswert einer Festigkeitseigenschaft
$X_k$	charakteristischer Wert einer Festigkeitseigenschaft

**Kleine lateinische Buchstaben**

$a$	Abstand
$a_1$	Verbindungsmittelabstand innerhalb einer Reihe in Faserrichtung
$a_2$	Abstand von Verbindungsmittelreihen rechtwinklig zur Faserrichtung
$a_{3,c}$	Abstand zwischen Verbindungsmittel und unbeanspruchtem Hirnholzende
$a_{3,t}$	Abstand zwischen Verbindungsmittel und beanspruchtem Hirnholzende
$a_{4,c}$	Abstand zwischen Verbindungsmittel und unbeanspruchtem Holzrand
$a_{4,t}$	Abstand zwischen Verbindungsmittel und beanspruchtem Holzrand
$\boxed{A_1} a_{1,CG}$	Mindestabstand der Hirnholzenden zum Schwerpunkt des Schraubengewindes im Bauteil $\boxed{A_1}$
$\boxed{A_1} a_{2,CG}$	Mindestrandabstand des Schwerpunkts des Schraubengewindes im Bauteil $\boxed{A_1}$
$a_{bow}$	Größtwert der seitlichen Auslenkung eines Fachwerkstabes
$a_{bow,perm}$	zulässiger Größtwert der seitlichen Auslenkung eines Fachwerkstabes
$a_{dev}$	Größtwert der seitliche Schiefstellung des Fachwerkes
$a_{dev,perm}$	zulässiger Größtwert der seitlichen Schiefstellung des Fachwerkes
$b$	Breite
$b_i$	Breite der Wandscheibe $i$ (in 9.2.4.2) oder Wandlänge $i$ (in 9.2.4.3)
$b_{net}$	lichter Stützenabstand
$b_w$	Stegdickte
$\boxed{A_1} d$	Durchmesser; Gewindeaußendurchmesser von Schrauben $\boxed{A_1}$
$\boxed{A_1} d_h$	Kopfdurchmesser von Schrauben $\boxed{A_1}$
$\boxed{A_1} d_1$	Innendurchmesser des Gewindes $\boxed{A_1}$
$d_c$	Dübeldurchmesser
$d_{ef}$	wirksamer Durchmesser
$f_{h,i,k}$	charakteristischer Wert der Lochleibungsfestigkeit des Holzteils $i$
$f_{a,0,0}$	Nageltragfähigkeit pro Flächeneinheit für $\alpha = 0^\circ$ und $\beta = 0^\circ$
$f_{a,90,90}$	Nageltragfähigkeit pro Flächeneinheit für $\alpha = 90^\circ$ und $\beta = 90^\circ$
$f_{a,\alpha,\beta,k}$	charakteristischer Wert der Nageltragfähigkeit pro Flächeneinheit für $\alpha$ und $\beta$
$\boxed{A_1} f_{ax,k}$	charakteristischer Wert der Ausziehfestigkeit auf der Seite der Nagelspitze; charakteristischer Wert der Ausziehfestigkeit $\boxed{A_1}$
$f_{c,0,d}$	Bemessungswert der Druckfestigkeit in Faserrichtung
$f_{c,w,d}$	Bemessungswert der Druckfestigkeit des Steges
$f_{t,c,d}$	Bemessungswert der Druckfestigkeit des Gurtes
$f_{c,90,k}$	charakteristischer Wert der Druckfestigkeit quer zur Faser

**DIN EN 1995-1-1:2010-12**  
**EN 1995-1-1:2004 + AC:2006 + A1:2008 (D)**

$f_{t,t,d}$	Bemessungswert der Zugfestigkeit des Gurtes
$f_{h,k}$	charakteristischer Wert der Lochleibungsfestigkeit
$f_{head,k}$	charakteristischer Wert des Kopfdurchziehparameter für Nägel
$f_1$	Eigenfrequenz
$f_{m,k}$	charakteristischer Wert der Biegefestigkeit
$f_{m,y,d}$	Bemessungswert der Biegefestigkeit um die Hauptachse $y$
$f_{m,z,d}$	Bemessungswert der Biegefestigkeit um die Hauptachse $z$
$f_{m,\alpha,d}$	Bemessungswert der Biegefestigkeit unter einem Winkel $\alpha$ zur Faserrichtung
$f_{t,0,d}$	Bemessungswert der Zugfestigkeit in Faserrichtung
$f_{t,0,k}$	charakteristischer Wert der Zugfestigkeit in Faserrichtung
$f_{t,90,d}$	Bemessungswert der Zugfestigkeit rechtwinklig zur Faserrichtung
$f_{t,w,d}$	Bemessungswert der Zugfestigkeit des Steges
$f_{u,k}$	charakteristische Zugfestigkeit von Bolzen
$f_{v,0,d}$	Bemessungswert der Scherfestigkeit bei Plattenbeanspruchung
$f_{v,\alpha,\alpha,k}$	charakteristischer Wert der Ausziehfestigkeit unter einem Winkel zur Faserrichtung
$f_{v,\alpha,90,k}$	charakteristischer Wert der Ausziehfestigkeit rechtwinklig zur Faserrichtung
$f_{v,d}$	Bemessungswert der Schubfestigkeit
$h$	Höhe; Wandhöhe
$h_{ap}$	Höhe des Firstbereichs
$h_d$	Durchbruchshöhe
$h_e$	Einlasstiefe; Einpresstiefe (bei Dübeln besonderer Bauart)
$h_e$	Abstand vom belasteten Rand
$h_{ef}$	wirksame Höhe
$h_{f,c}$	Druckgurthöhe
$h_{f,t}$	Zuggurthöhe
$h_{fl}$	unterer Randabstand eines Durchbruchs
$h_{ru}$	oberer Randabstand eines Durchbruchs
$h_w$	Steghöhe
$i$	Ausklinkungsneigung
$\boxed{A_1}$ $k_{cr}$	Rissfaktor für die Beanspruchbarkeit auf Schub $\boxed{A_1}$
$k_{c,y}, k_{c,z}$	Knickbeiwerte
$k_{crit}$	Kippbeiwert
$k_d$	Dimensionsbeiwert für Platten

$k_{def}$	Verformungsbeiwert
$k_{dis}$	Verteilungsbeiwert für Spannungen in einem Firstbereich
$k_{f,1}, k_{f,2}, k_{f,3}$	Modifikationsbeiwerte für den Aussteifungswiderstand
$k_h$	Höhenbeiwert
$k_{i,q}$	Lastbeiwert für gleichmäßige Lastverteilung
$k_m$	Verteilungsbeiwert für Biegespannungen in einem Querschnitt
$k_{mod}$	Modifikationsbeiwert für Lasteinwirkungsdauer und Feuchtegehalt
$k_n$	Beiwert für Beplankungsmaterial
$k_r$	Abminderungsbeiwert
$k_{R,red}$	Abminderungsbeiwert für die Tragfähigkeit
$k_s$	Beiwert für Verbindungsmittelabstände; Modifikationsbeiwert für die Federsteifigkeit
$k_{s,red}$	Abminderungsbeiwert für Verbindungsmittelabstände
$k_{shape}$	Beiwert abhängig von der Querschnittsform
$k_{sys}$	Beiwert für die Systemfestigkeit
$k_v$	Abminderungsbeiwert für ausgeklinkte Biegestäbe
$k_{vol}$	Volumenbeiwert
$k_y, k_z$	Knickbeiwerte
$l_{a,min}$	Mindesteinbindetiefe für eingeklebte Stahlstangen
$l$	Stützweite; Kontaktlänge
$l_A$	Abstand eines Durchbruchs vom Auflager
$l_{ef}$	wirksame Länge; wirksame Länge einer Verteilung
$l_v$	Endabstand eines Durchbruchs
$l_z$	Abstand zwischen Durchbrüchen
$m$	Masse pro Flächeneinheit
$n_{40}$	Anzahl der Schwingungen unter 40 Hz
$n_{ef}$	wirksame Anzahl von Verbindungsmitteln
$p_d$	verteilte Last
$q_i$	äquivalente gleichmäßig verteilte Last
$r$	Krümmungsradius
$s$	Abstand
$s_0$	Grundwert des Verbindungsmittelabstands
$r_{in}$	Innenradius

**DIN EN 1995-1-1:2010-12**  
**EN 1995-1-1:2004 + AC:2006 + A1:2008 (D)**

$t$	Dicke
$t_{\text{pen}}$	Eindringtiefe
$u_{\text{creep}}$	Kriechverformung
$u_{\text{fin}}$	Endverformung
$u_{\text{fin,G}}$	Endverformung infolge einer ständigen Einwirkung $G$
$u_{\text{fin,Q,1}}$	Endverformung infolge der führenden veränderlichen Einwirkung $Q_1$
$u_{\text{fin,Q,i}}$	Endverformung infolge einer begleitender veränderlichen Einwirkung $Q_i$
$u_{\text{inst}}$	Anfangsverformung
$u_{\text{inst,G}}$	Anfangsverformung infolge einer ständigen Einwirkung $G$
$u_{\text{inst,Q,1}}$	Anfangsverformung infolge der führenden veränderlichen Einwirkung $Q_1$
$u_{\text{inst,Q,i}}$	Anfangsverformung infolge einer begleitenden veränderlichen Einwirkung $Q_i$
$w_c$	Überhöhung
$w_{\text{creep}}$	Durchbiegung infolge Kriechen
$w_{\text{fin}}$	Enddurchbiegung
$w_{\text{inst}}$	Anfangsdurchbiegung
$w_{\text{net,fin}}$	Enddurchbiegung
$\nu$	Einheitsimpulsgeschwindigkeitsreaktion

**Kleine griechische Buchstaben**

$\alpha$	Winkel zwischen der $x$ -Richtung und der Kraft bei einer Nagelplatte; Winkel zwischen Kraft und Faserrichtung; Winkel zwischen der Krafrichtung und dem beanspruchten Hirnholzende oder Rand
$\beta$	Winkel zwischen Faserrichtung und der Krafrichtung bei einer Nagelplatte
$\beta_c$	Imperfektionsbeiwert
$\gamma$	Winkel zwischen der $x$ -Richtung und der Fugenrichtung bei einer Nagelplatte
$\gamma_M$	Teilsicherheitsbeiwert für eine Baustoffeigenschaft, unter Berücksichtigung der Modellunsicherheiten und von geometrischen Abweichungen
$\lambda_y$	Schlankheitsgrad für Biegung um die $y$ -Achse
$\lambda_z$	Schlankheitsgrad für Biegung um die $z$ -Achse
$\lambda_{\text{rel,y}}$	bezogener Schlankheitsgrad für Biegung um die $y$ -Achse
$\lambda_{\text{rel,z}}$	bezogener Schlankheitsgrad für Biegung um die $z$ -Achse
$\rho_a$	Zugehöriger Wert der Rohdichte $\rho_a$
$\rho_k$	charakteristischer Wert der Rohdichte
$\rho_m$	Mittelwert der Rohdichte

$\sigma_{c,0,d}$	Bemessungswert der Druckspannung in Faserrichtung
$\sigma_{c,\alpha,d}$	Bemessungswert der Druckspannung unter einem Winkel $\alpha$ zur Faserrichtung
$\sigma_{f,c,d}$	Bemessungswert der mittleren Gurtdruckspannung
$\sigma_{f,c,max,d}$	Bemessungswert der Druckspannung am äußersten Rand des Druckgurtes
$\sigma_{f,t,d}$	Bemessungswert der mittleren Gurtzugspannung
$\sigma_{f,t,max,d}$	Bemessungswert der Zugspannung am äußersten Rand des Zuggurtes
$\sigma_{m,crit}$	kritische Biegespannung
$\sigma_{m,y,d}$	Bemessungswert der Biegespannung um die Hauptachse $y$
$\sigma_{m,z,d}$	Bemessungswert der Biegespannung um die Hauptachse $z$
$\sigma_{m,\alpha,d}$	Bemessungswert der Biegespannung unter einem Winkel $\alpha$ zur Faserrichtung
$\sigma_N$	Normalspannung
$\sigma_{t,0,d}$	Bemessungswert der Zugspannung in Faserrichtung
$\sigma_{t,90,d}$	Bemessungswert der Zugspannung rechtwinklig zur Faserrichtung
$\sigma_{w,c,d}$	Bemessungswert der Druckspannung des Steges
$\sigma_{w,t,d}$	Bemessungswert der Zugspannung des Steges
$\tau_d$	Bemessungswert der Schubspannung
$\tau_{F,d}$	Bemessungswert der Verbundspannung aus Normalkraft
$\tau_{M,d}$	Bemessungswert der Verbundspannung aus Biegemoment
$\tau_{tor,d}$	Bemessungswert der Torsionsspannung
$\psi_0$	Kombinationsbeiwert für veränderliche Einwirkungen
$\psi_2$	Beiwert für den quasi-ständigen Wert einer veränderlichen Einwirkung
$\zeta$	modaler Dämpfungsgrad

## 2 Grundlagen für Bemessung und Konstruktion

### 2.1 Anforderungen

#### 2.1.1 Grundlegende Anforderungen

(1)P Die Berechnung und Bemessung von Holzbauten ist in Übereinstimmung mit EN 1990:2002 durchzuführen.

(2)P Die zusätzlichen Vorschriften für Holzbauten, die im Abschnitt 2 angegeben sind, müssen ebenfalls angewendet werden.

(3) Die grundlegenden Anforderungen der EN 1990:2002, Abschnitt 2 werden als erfüllt betrachtet, wenn die Bemessung nach dem Prinzip der Grenzzustände zusammen mit der verwendeten Methode der Teilsicherheitsbeiwerte nach EN 1990:2002 und EN 1991 für die Einwirkungen und deren Kombinationen und EN 1995 für die Widerstände, die Regeln für die Gebrauchstauglichkeit und die Dauerhaftigkeit angewendet werden.

**DIN EN 1995-1-1:2010-12**  
**EN 1995-1-1:2004 + AC:2006 + A1:2008 (D)**

**2.1.2 Zuverlässigkeitsniveau**

(1) Wenn unterschiedliche Zuverlässigkeitsniveaus gefordert werden, sollten die Niveaus bevorzugt durch eine geeignete Wahl der Qualitätsanforderung bei der Berechnung und Bemessung und der Ausführung entsprechend EN 1990:2002, Anhang C sichergestellt werden.

**2.1.3 Geplante Nutzungsdauer und Dauerhaftigkeit**

(1)  $\square_{A1}$  Es gilt EN 1990:2002, Abschnitt 2.3 und 2.4.  $\square_{A1}$

**2.2 Grundsätze der Bemessung nach Grenzzuständen**

**2.2.1 Allgemeines**

(1)P Die Rechenmodelle für die verschiedenen Grenzzustände müssen, sofern erforderlich, Folgendes berücksichtigen:

- unterschiedliche Baustoffeigenschaften (z. B. Festigkeit und Steifigkeit);
- unterschiedliches zeitabhängiges Baustoffverhalten (Lasteinwirkungsdauer, Kriechen);
- unterschiedliche Klimabedingungen für die Baustoffe (Temperatur, Feuchtwechsel);
- unterschiedliche Bemessungssituationen (Bauzustand, Änderungen der Lagerungsbedingungen).

**2.2.2 Grenzzustände der Tragfähigkeit**

(1)P Bei der Durchführung einer statischen Berechnung sind folgende Steifigkeitseigenschaften anzunehmen:

- die Mittelwerte für eine linear-elastische Spannungsberechnung nach Theorie 1. Ordnung für ein Tragwerk, bei dem die Verteilung der inneren Kräfte nicht durch die Steifigkeitsverteilung im Tragwerk beeinflusst wird (z. B. für den Fall, dass alle Bauteile dieselben zeitabhängigen Eigenschaften besitzen);
- die Mittelwerte im Endzustand angepasst an den Lastanteil, der die größten Spannung im Verhältnis zu Festigkeit verursacht, für eine linear-elastische Spannungsberechnung nach Theorie 1. Ordnung für ein Tragwerk, bei dem die Verteilung der inneren Kräfte durch die Steifigkeitsverteilung im Tragwerk beeinflusst wird (z. B. bei Bauteilen, die aus Materialien zusammengesetzt sind, die unterschiedliche zeitabhängige Eigenschaften besitzen);
- Bemessungswerte ohne Berücksichtigung der Einflüsse der Lasteinwirkungsdauer für eine linear-elastische Spannungsberechnung nach Theorie 2. Ordnung.

ANMERKUNG 1 Für Mittelwerte im Endzustand, unter Berücksichtigung der Lasteinwirkungsdauer, siehe 2.3.2.2(2).

ANMERKUNG 2 Für Bemessungswerte der Steifigkeitseigenschaften siehe 2.4.1(2)P.

(2) Der Verschiebungsmodul einer Verbindung im Grenzzustand der Tragfähigkeit,  $K_u$ , ist in der Regel anzunehmen mit:

$$K_u = \frac{2}{3} K_{ser} \quad (2.1)$$

$\square_{A1}$  mit  $K_{ser}$  als Anfangsverschiebungsmodul, siehe 7.1(1).  $\square_{A1}$

### 2.2.3 Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit

(1)P Die Verformung einer Konstruktion infolge der Beanspruchungen (wie Normal- und Querkräfte, Biegemomente und der Nachgiebigkeit der Verbindungen) und der Feuchte muss in angemessenen Grenzen bleiben, wobei mögliche Schäden an nachgeordneten Bauteilen, Decken, Fußböden, Trennwänden und Oberflächen, wie auch die Anforderungen hinsichtlich der Benutzbarkeit und des Erscheinungsbildes zu berücksichtigen sind.

(2) Die Anfangsverformung  $u_{inst}$ , siehe Bild 7.1, sollte für die charakteristischen Kombinationen von Einwirkungen nach EN 1990, 6.5.3(2)a), unter Verwendung von Mittelwerten der entsprechenden Elastizitäts-, Schub- und Verschiebungsmoduln berechnet werden.

(3) Die Endverformung  $u_{fin}$ , siehe Bild 7.1, sollte für die quasi-ständigen Kombinationen von Einwirkungen nach EN 1990, 6.5.3(2)c), berechnet werden.

(4) Besteht ein Tragwerk aus Bauteilen oder Komponenten mit unterschiedlichen Kriecheigenschaften, so sollten die Endverformungen mit den Endwerten der Mittelwerte der entsprechenden Elastizitäts-, Schub- und Verschiebungsmoduln nach 2.3.2.2(1) berechnet werden

(5) Für Tragwerke, die aus Bauteilen, Komponenten und Verbindungen bestehen, die das gleiche Kriechverhalten besitzen, darf unter Annahme eines linearen Zusammenhangs zwischen Einwirkungen und Verformungen als eine Vereinfachung von 2.2.3(3) die Endverformung  $u_{fin}$  berechnet werden zu:

$$\text{A1)} \quad u_{fin} = u_{fin,G} + u_{fin,Q,1} + \sum u_{fin,Q,i} \quad \text{A1)} \quad (2.2)$$

Dabei ist

$$u_{fin,G} = u_{inst,G} (1 + k_{def}) \quad \text{für eine ständige Einwirkung, } G; \quad (2.3)$$

$$u_{fin,Q,1} = u_{inst,Q,1} (1 + \psi_{2,1} k_{def}) \quad \text{für eine führende veränderliche Einwirkung, } Q_1; \quad (2.4)$$

$$u_{fin,Q,i} = u_{inst,Q,i} (\psi_{0,i} + \psi_{2,i} k_{def}) \quad \text{für begleitende veränderliche Einwirkungen, } Q_i \ (i > 1); \quad (2.5)$$

$u_{inst,G}$ ,  $u_{inst,Q,1}$ ,  $u_{inst,Q,i}$  die Anfangsverformungen infolge der Einwirkungen  $G$ ,  $Q_1$ ,  $Q_i$ ;

$\psi_{2,1}$ ,  $\psi_{2,i}$  Kombinationsbeiwerte für den quasi-ständigen Anteil veränderlicher Einwirkungen;

$\psi_{0,i}$  Kombinationsbeiwerte für veränderliche Einwirkungen;

$k_{def}$  wie in Tabelle 3.2 für Holz und Holzwerkstoffe sowie in 2.3.2.2(3) und 2.3.2.2(4) für Verbindungen angegeben.

Wenn die Gleichungen (2.3) bis (2.5) angewendet werden, sollten die  $\psi_2$ -Beiwerte in den Gleichungen (6.16a) und (6.16b) aus EN 1990:2002 nicht angesetzt werden.

ANMERKUNG In den meisten Fällen wird es angemessen sein, die vereinfachte Methode zu verwenden.

(6) Für den Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit infolge Schwingungen sollten die Mittelwerte der entsprechenden Steifigkeitseigenschaften verwendet werden.

**DIN EN 1995-1-1:2010-12**  
**EN 1995-1-1:2004 + AC:2006 + A1:2008 (D)**

## 2.3 Basisvariable

### 2.3.1 Einwirkungen und Umgebungseinflüsse

#### 2.3.1.1 Allgemeines

(1) Beim Nachweis zu berücksichtigende Einwirkungen dürfen aus den entsprechenden Teilen der EN 1991 entnommen werden.

ANMERKUNG Die entsprechenden Teile der EN 1991 für die Verwendung beim Nachweis umfassen:

EN 1991-1-1, *Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau.*

EN 1991-1-3, *Schneelasten.*

EN 1991-1-4, *Windlasten.*

EN 1991-1-5, *Temperatureinwirkungen.*

EN 1991-1-6, *Einwirkungen während der Bauausführung.*

EN 1991-1-7, *Außergewöhnliche Einwirkungen.*

(2)P Die Lasteinwirkungsdauer und der Feuchtegehalt beeinflussen die Festigkeits- und Steifigkeitseigenschaften von Holz und Holzwerkstoffen und sind bei der Berechnung und Bemessung für den mechanischen Widerstand und die Gebrauchstauglichkeit zu berücksichtigen.

(3)P Einwirkungen, die durch Feuchtwechsel im Holz ausgelöst werden, sind zu berücksichtigen.

#### 2.3.1.2 Klassen der Lasteinwirkungsdauer

(1)P Die Klassen der Lasteinwirkungsdauer sind durch die Wirkung einer konstanten Last gekennzeichnet, die für eine bestimmte Zeitperiode innerhalb der Lebensdauer auf das Tragwerk einwirkt. Für eine veränderliche Lasteinwirkung muss die angemessene Klasse der Lasteinwirkungsdauer aufgrund einer Abschätzung der Variation der Last mit der Zeit bestimmt werden.

(2)P Für die Ermittlung von Festigkeits- und Steifigkeitseigenschaften sind die Einwirkungen einer der Klassen der Lasteinwirkungsdauer nach Tabelle 2.1 zuzuweisen.

**Tabelle 2.1 — Klassen der Lasteinwirkungsdauer**

Klasse der Lasteinwirkungsdauer	Größenordnung der akkumulierten Dauer der charakteristischen Lasteinwirkung
ständig	länger als 10 Jahre
lang	6 Monate – 10 Jahre
mittel	1 Woche – 6 Monate
kurz	kürzer als eine Woche
sehr kurz	

ANMERKUNG Beispiele für die Zuweisung zur Klasse der Lasteinwirkungsdauer enthält die Tabelle 2.2. Da klimabedingte Lasteinwirkungen (Schnee, Wind) in den Ländern in unterschiedlichen Größen auftreten, kann die Zuordnung zu den Klassen der Lasteinwirkungsdauer im Nationalen Anhang festgelegt werden.

Tabelle 2.2 — Beispiele für die Zuordnung zu Klassen der Lasteinwirkungsdauer

Klasse der Lasteinwirkungsdauer	Beispiele für die Lasteinwirkung
ständig	Eigengewicht
lang	Lagerstoffe
mittel	Verkehrslasten, Schnee
kurz	Schnee, Wind
sehr kurz	Wind und außergewöhnliche Einwirkungen

### 2.3.1.3 Nutzungsklassen

(1)P Tragwerke sind einer der nachstehend genannten Nutzungsklassen zuzuweisen:

ANMERKUNG 1 Das System der Nutzungsklassen dient im Wesentlichen der Zuordnung von Festigkeitskennwerten und der Berechnung von Verformungen unter definierten Umgebungsbedingungen.

ANMERKUNG 2 Einzelheiten über die Zuordnung von Tragwerken zu Nutzungsklassen nach 2(P), (3)P und (4)P können im Nationalen Anhang enthalten sein.

(2)P Die Nutzungsklasse 1 ist gekennzeichnet durch einen Feuchtegehalt in den Baustoffen, der einer Temperatur von 20 °C und einer relativen Luftfeuchte der umgebenden Luft entspricht, die nur für einige Wochen je Jahr einen Wert von 65 % übersteigt.

ANMERKUNG In Nutzungsklasse 1 übersteigt der mittlere Feuchtegehalt der meisten Nadelhölzer nicht 12 %.

(3)P Die Nutzungsklasse 2 ist gekennzeichnet durch einen Feuchtegehalt in den Baustoffen, der einer Temperatur von 20 °C und einer relativen Luftfeuchte der umgebenden Luft entspricht, die nur für einige Wochen je Jahr einen Wert von 85 % übersteigt.

ANMERKUNG In Nutzungsklasse 2 übersteigt der mittlere Feuchtegehalt der meisten Nadelhölzer nicht 20 %.

(4)P Die Nutzungsklasse 3 erfasst Klimabedingungen, die zu höheren Feuchtegehalten als in Nutzungsklasse 2 führen.

### 2.3.2 Baustoffe und Produkteigenschaften

#### 2.3.2.1 Einflüsse der Lasteinwirkungsdauer und der Feuchte auf die Festigkeit

(1) Modifikationsbeiwerte zur Berücksichtigung der Lasteinwirkungsdauer und des Feuchtegehalts auf die Festigkeit, siehe 2.4.1, werden in 3.1.3 angegeben.

(2) Besteht eine Verbindung aus Holzteilen mit unterschiedlichem zeitabhängigen Verhalten, dann ist in der Regel die Berechnung des Bemessungswertes der Tragfähigkeit mit dem folgenden Modifikationsbeiwert  $k_{\text{mod}}$  durchzuführen:

$$k_{\text{mod}} = \sqrt{k_{\text{mod},1} k_{\text{mod},2}} \quad (2.6)$$

Dabei sind

$k_{\text{mod},1}$  und  $k_{\text{mod},2}$  die Modifikationsbeiwerte für die beiden Holzteile.

**DIN EN 1995-1-1:2010-12**  
**EN 1995-1-1:2004 + AC:2006 + A1:2008 (D)**

**2.3.2.2 Einflüsse der Lasteinwirkungsdauer und der Feuchte auf die Verformungen**

(1) Wenn das Tragwerk aus Bauteilen oder Komponenten mit unterschiedlichen zeitabhängigen Eigenschaften besteht, sollten für Nachweise im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit die Endwerte der Mittelwerte der entsprechenden Elastizitätsmoduln  $E_{\text{mean,fin}}$ , der Schubmoduln  $G_{\text{mean,fin}}$  und der Verschiebungsmoduln  $K_{\text{ser,fin}}$ , die auch zur Ermittlung der Endverformungen benutzt werden, nach folgenden Gleichungen bestimmt werden:

$$E_{\text{mean,fin}} = \frac{E_{\text{mean}}}{(1 + k_{\text{def}})} \quad (2.7)$$

$$G_{\text{mean,fin}} = \frac{G_{\text{mean}}}{(1 + k_{\text{def}})} \quad (2.8)$$

$$K_{\text{ser,fin}} = \frac{K_{\text{ser}}}{(1 + k_{\text{def}})} \quad (2.9)$$

(2) Wird die Verteilung der Schnittgrößen durch die Steifigkeitsverteilung im Tragwerk beeinflusst, sollten für Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit die Endwerte der Mittelwerte der entsprechenden Elastizitätsmoduln  $E_{\text{mean,fin}}$ , der Schubmoduln  $G_{\text{mean,fin}}$  und der Verschiebungsmoduln  $K_{\text{ser,fin}}$  nach folgenden Gleichungen bestimmt werden:

$$E_{\text{mean,fin}} = \frac{E_{\text{mean}}}{(1 + \psi_2 k_{\text{def}})} \quad (2.10)$$

$$G_{\text{mean,fin}} = \frac{G_{\text{mean}}}{(1 + \psi_2 k_{\text{def}})} \quad (2.11)$$

$$K_{\text{ser,fin}} = \frac{K_{\text{ser}}}{(1 + \psi_2 k_{\text{def}})} \quad (2.12)$$

Dabei ist

$E_{\text{mean}}$  der Mittelwert des Elastizitätsmoduls;

$G_{\text{mean}}$  der Mittelwert des Schubmoduls;

$K_{\text{ser}}$  der Verschiebungsmodul;

$k_{\text{def}}$  der Beiwert zur Bestimmung der Kriechverformung unter Berücksichtigung der maßgebenden Nutzungsklasse;

$\psi_2$  der Beiwert für den quasi-ständigen Anteil der Einwirkung, die die  $\overline{\sigma_{AC}}$  größte Spannung  $\overline{\sigma_{AC}}$  in Verhältnis zur Festigkeit hervorruft (wenn diese Einwirkung eine ständige Einwirkung ist, sollte  $\psi_2$  durch 1 ersetzt werden).

ANMERKUNG 1 Werte für  $k_{\text{def}}$  werden in 3.1.4 angegeben.

ANMERKUNG 2 Werte für  $\psi_2$  werden in EN 1990:2002 angegeben.

(3) Wenn eine Verbindung aus Holzbauteilen mit dem gleichen zeitabhängigen Verhalten besteht, sollte der Wert für  $k_{\text{def}}$  verdoppelt werden.

(4) Wenn eine Verbindung aus zwei holzhaltigen Baustoffen mit unterschiedlichem zeitabhängigen Verhalten besteht, dann sollte die Berechnung der Endverformung mit dem folgenden Verformungsbeiwert  $k_{def}$  durchgeführt werden:

$$k_{def} = 2 \sqrt{k_{def,1} k_{def,2}} \quad (2.13)$$

Dabei sind

$k_{def,1}$  und  $k_{def,2}$  die Verformungsbeiwerte für die beiden Holzteile.

## 2.4 Nachweis durch die Methode der Teilsicherheitsbeiwerte

### 2.4.1 Bemessungswert der Baustoffeigenschaft

(1)P Der Bemessungswert einer Festigkeitseigenschaft ist zu berechnen zu:

$$X_d = k_{mod} \frac{X_k}{\gamma_M} \quad (2.14)$$

Dabei ist

$X_k$  der charakteristische Wert einer Festigkeitseigenschaft;

$\gamma_M$  der Teilsicherheitsbeiwert für eine Baustoffeigenschaft;

$k_{mod}$  der Modifikationsbeiwert für Lasteinwirkungsdauer und Feuchtegehalt.

ANMERKUNG 1 Werte für  $k_{mod}$  enthält 3.1.3.

ANMERKUNG 2 Die empfohlenen Teilsicherheitsbeiwerte für Baustoffeigenschaften ( $\gamma_M$ ) enthält Tabelle 2.3. Informationen zu nationalen Anforderungen können im Nationalen Anhang enthalten sein.

**Tabelle 2.3 — Empfohlene Teilsicherheitsbeiwerte  $\gamma_M$  für Baustoffeigenschaften und Beanspruchbarkeiten**

Grundkombinationen:	
Vollholz	1,3
Brettschichtholz	1,25
LVL, Sperrholz, OSB,	1,2
Spanplatten	1,3
Harte Faserplatten	1,3
Mittelharte Faserplatten	1,3
MDF-Faserplatten	1,3
Weiche Faserplatten	1,3
Verbindungen	1,3
Nagelplatten (Stahleigenschaften)	1,25
Außergewöhnliche Kombinationen	1,0

**DIN EN 1995-1-1:2010-12**  
**EN 1995-1-1:2004 + AC:2006 + A1:2008 (D)**

(2)P Der Bemessungswert der Steifigkeitseigenschaft des Bauteils  $E_d$  oder  $G_d$  ist zu berechnen zu:

$$E_d = \frac{E_{\text{mean}}}{\gamma_M} \quad (2.15)$$

$$G_d = \frac{G_{\text{mean}}}{\gamma_M} \quad (2.16)$$

Dabei ist

$E_{\text{mean}}$  der Mittelwert des Elastizitätsmoduls;

$G_{\text{mean}}$  der Mittelwert des Schubmoduls.

#### 2.4.2 Bemessungswert der geometrischen Abmessungen

(1) Geometrische Größen für Querschnitte und Systeme dürfen mit den Nennwerten aus den harmonisierten Produktnormen angenommen oder aus den Ausführungszeichnungen entnommen werden.

(2) Bemessungswerte für geometrische Imperfektionen in dieser Norm umfassen die Einflüsse der

- geometrischen Imperfektionen der Bauteile;
- der strukturellen Imperfektionen aus Herstellung und Errichtung;
- Inhomogenitäten der Baustoffe (z. B. infolge der Äste).

#### 2.4.3 Bemessungswerte der Beanspruchbarkeit

(1)P Der Bemessungswert  $R_d$  der Beanspruchbarkeit (Tragfähigkeit) ist zu berechnen zu:

$$R_d = k_{\text{mod}} \frac{R_k}{\gamma_M} \quad (2.17)$$

Dabei ist

$R_k$  der charakteristische Wert einer Beanspruchbarkeit;

$\gamma_M$  der Teilsicherheitsbeiwert für eine Baustoffeigenschaft;

$k_{\text{mod}}$  der Modifikationsbeiwert für Lasteinwirkungsdauer und Feuchtegehalt.

ANMERKUNG 1 Werte für  $k_{\text{mod}}$  enthält 3.1.3.

ANMERKUNG 2 Für Teilsicherheitsbeiwerte siehe 2.4.1.

#### 2.4.4 Nachweis des Gleichgewichts (EQU)

(1) Das Zuverlässigkeitsformat für den Nachweis des statischen Gleichgewichts in Tabelle A1.2 (A) in Anhang A1 der EN 1990:2002 gilt, soweit zutreffend, für die Bemessung und Konstruktion von Holzbauwerken, z. B. für die Bemessung von Verankerungen oder den Nachweis gegen Abheben an Auflagern von Durchlaufträgern.

### **3 Baustoffeigenschaften**

#### **3.1 Allgemeines**

##### **3.1.1 Festigkeits- und Steifigkeitskennwerte**

(1)P Festigkeits- und Steifigkeitskennwerte sind für diejenigen Beanspruchungsarten, denen der Baustoff in der Konstruktion ausgesetzt ist, aufgrund von Versuchen oder aber auf der Grundlage von Vergleichen mit ähnlichen Holzarten und Klassen oder Holzwerkstoffen oder aufgrund bekannter Beziehungen zwischen den verschiedenen Eigenschaften zu bestimmen.

##### **3.1.2 Spannungs-Dehnungs-Beziehungen**

(1)P Da die charakteristischen Kennwerte unter der Annahme einer linearen Beziehung zwischen Spannung und Dehnung bis zum Bruch bestimmt werden, ist der Festigkeitsnachweis einzelner Bauteile auch unter Annahme einer solchen linearen Beziehung zu führen.

(2) Für Bauteile oder Teile von Bauteilen, die Druckbeanspruchungen ausgesetzt sind, darf eine nichtlineare Beziehung (elastisch-plastisch) verwendet werden.

##### **3.1.3 Modifikationsbeiwerte der Festigkeiten zur Berücksichtigung der Nutzungsklassen und Klassen der Lasteinwirkungsdauer**

(1) Es sind in der Regel die Werte für die Modifikationsbeiwerte  $k_{\text{mod}}$  nach Tabelle 3.1 zu verwenden.

**DIN EN 1995-1-1:2010-12**  
**EN 1995-1-1:2004 + AC:2006 + A1:2008 (D)**

**A1) Tabelle 3.1 — Werte für  $k_{mod}$**

Baustoff	Norm	Nutzungs- klasse	Klasse der Lasteinwirkungsdauer				
			ständige Einwir- kung	lange Einwir- kung	mittlere Einwir- kung	kurze Einwir- kung	sehr kurze Einwir- kung
Vollholz	EN 14081-1	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90
Brettschicht- holz	EN 14080	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90
Furnier- schichtholz (LVL)	EN 14374, EN 14279	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90
Sperrholz	EN 636 Typ EN 636-1 Typ EN 636-2 Typ EN 636-3	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90
OSB	EN 300 OSB/2 OSB/3, OSB/4 OSB/3, OSB/4	1	0,30	0,45	0,65	0,85	1,10
		1	0,40	0,50	0,70	0,90	1,10
		2	0,30	0,40	0,55	0,70	0,90
Spanplatten	EN 312 Typ P4, Typ P5 Typ P5 Typ P6, Typ P7 Typ P7	1	0,30	0,45	0,65	0,85	1,10
		2	0,20	0,30	0,45	0,60	0,80
		1	0,40	0,50	0,70	0,90	1,10
		2	0,30	0,40	0,55	0,70	0,90
Holzfaser- platten, hart	EN 622-2 HB.LA, HB.HLA1 oder 2 HB.HLA1 oder 2	1	0,30	0,45	0,65	0,85	1,10
		2	0,20	0,30	0,45	0,60	0,80
Holzfaser- platten, mittelhart	EN 622-3 MBH.LA1 oder 2 MBH.HLS1 oder 2 MBH.HLS1 oder 2	1	0,20	0,40	0,60	0,80	1,10
		1	0,20	0,40	0,60	0,80	1,10
		2	–	–	–	0,45	0,80
Holzfaser- platten, MDF	EN 622-5 MDF.LA, MDF.HLS MDF.HLS	1	0,20	0,40	0,60	0,80	1,10
		2	–	–	–	0,45	0,80

**A1)**

(2) Besteht eine Lastkombination aus Einwirkungen, die zu verschiedenen Klassen der Lasteinwirkungsdauer gehören, dann ist in der Regel ein Wert von  $k_{mod}$  zu verwenden, der zu der Einwirkung mit der kürzesten Dauer gehört, z. B. ist für eine Kombination aus ständigen und kurzzeitigen Einwirkungen in der Regel ein Wert für  $k_{mod}$  zu verwenden, der einer kurzzeitigen Einwirkungsdauer entspricht.

## 3.1.4 Verformungsbeiwerte in Abhängigkeit der Nutzungsklassen

(1) Es sind in der Regel die Werte für die Verformungsbeiwerte  $k_{def}$  nach Tabelle 3.2 zu verwenden.

**A1** Tabelle 3.2 — Werte für  $k_{def}$  für Holz und Holzwerkstoffe

Baustoff	Norm	Nutzungsklasse		
		1	2	3
Vollholz	EN 14081-1	0,60	0,80	2,00
Brettschichtholz	EN 14080	0,60	0,80	2,00
Furnierschichtholz (LVL)	EN 14374, EN 14279	0,60	0,80	2,00
Sperrholz	EN 636 Typ EN 636-1	0,80	–	–
	Typ EN 636-2	0,80	1,00	–
	Typ EN 636-3	0,80	1,00	2,50
OSB	EN 300 OSB/2	2,25	–	–
	OSB/3, OSB/4	1,50	2,25	–
Spanplatten	EN 312 Typ P4	2,25	–	–
	Typ P5	2,25	3,00	–
	Typ P6	1,50	–	–
	Typ P7	1,50	2,25	–
Holzfaserplatten, hart	EN 622-2 HB.LA	2,25	–	–
	HB.HLA1, HB.HLA2	2,25	3,00	–
Holzfaserplatten, mittelhart	EN 622-3 MBH.LA1, MBH.LA2	3,00	–	–
	MBH.HLS1, MBH.HLS2	3,00	4,00	–
Holzfaserplatten, MDF	EN 622-5 MDF.LA	2,25	–	–
	MDF.HLS	2,25	3,00	–

**A1**

## 3.2 Vollholz

**A1** (1)P Tragende Holzbauteile müssen der EN 14081-1 entsprechen.

ANMERKUNG Festigkeitsklassen für Schnittholz sind in EN 338 angegeben. **A1**

(2) Der Einfluss der Bauteilgröße auf die Festigkeit darf berücksichtigt werden.

(3) Für Vollholz mit Rechteckquerschnitt und einer charakteristischen Rohdichte  $\rho_k \leq 700 \text{ kg/m}^3$  beträgt die Bezugshöhe für den charakteristischen Wert der Biegefestigkeit bzw. der Zugfestigkeit 150 mm. Für Bauteile aus Vollholz mit Rechteckquerschnitten und Querschnittshöhen bei Biegung oder **AC** Querschnittsbreite **AC** bei Zug, die weniger als 150 mm betragen, dürfen die charakteristischen Werte für  $f_{m,k}$  und  $f_{t,0,k}$  mit dem Beiwert  $k_h$  erhöht werden, mit:

$$k_h = \min \left\{ \left( \frac{150}{h} \right)^{0,2} \right. \\ \left. 1,3 \right. \quad (3.1)$$

Dabei ist

$h$  die Querschnittshöhe bei Biegung bzw. Querschnittsdicke bei Zug des Bauteiles in mm.

**DIN EN 1995-1-1:2010-12**  
**EN 1995-1-1:2004 + AC:2006 + A1:2008 (D)**

(4) Für Vollholz, das mit einer Feuchte gleich oder nahe dem Fasersättigungspunkt eingebaut wird und voraussichtlich unter Belastung austrocknet, sind in der Regel die Werte für  $k_{def}$  nach Tabelle 3.2 um 1,0 zu erhöhen.

(5)P Keilzinkenverbindungen müssen die Anforderungen der EN 385 erfüllen.

### 3.3 Brettschichtholz

(1)P Brettschichtholz muss die Anforderungen der EN 14080 erfüllen.

ANMERKUNG Festigkeits- und Steifigkeitskennwerte für Brettschichtholz sind in EN 1194 für verschiedene Festigkeitsklassen angegeben, siehe Anhang D (informativ).

(2) Der Einfluss der Bauteilgröße auf die Festigkeit darf berücksichtigt werden.

(3) Für Brettschichtholz mit Rechteckquerschnitt beträgt die Bezugshöhe für den charakteristischen Wert der Biegefestigkeit und die Bezugsdicke für den charakteristischen Wert der Zugfestigkeit 600 mm. Bei einer Querschnittshöhe bei Biegung oder einer  $\overline{AC}$  Querschnittsbreite  $\overline{AC}$  bei Zug von Brettschichtholz, die weniger als 600 mm beträgt, dürfen die charakteristischen Werte für  $f_{m,k}$  und  $f_{t,0,k}$  mit dem Beiwert  $k_h$  erhöht in Ansatz gebracht werden, wobei:

$$k_h = \min \left\{ \begin{array}{l} \left( \frac{600}{h} \right)^{0,1} \\ 1,1 \end{array} \right. \quad (3.2)$$

Dabei ist

$h$  die Querschnittshöhe bei Biegung bzw. die Querschnittsdicke bei Zug des Bauteiles in mm.

$\overline{A1}$  (4)P Universalkeilzinkenverbindungen nach EN 387 dürfen nicht in Bauteilen ausgeführt werden, die für eine Verwendung in der Nutzungsklasse 3 vorgesehen sind und in denen sich die Faserrichtung des Holzes in der Verbindung ändert.  $\overline{A1}$

(5)P Der Einfluss der Bauteilabmessungen auf die Zugfestigkeit rechtwinklig zur Faserrichtung ist zu berücksichtigen.

### 3.4 Furnierschichtholz (LVL)

(1)P Furnierschichtholz (LVL) für tragende Bauteile muss die Anforderungen der EN 14374 erfüllen.

(2)P Bei Furnierschichtholz mit Rechteckquerschnitt, bei dem im Wesentlichen alle Furniere in eine Richtung verlaufen, ist der Einfluss der Querschnittsgröße auf die Biege- und Zugfestigkeiten in dieser Richtung zu berücksichtigen.

(3) Die Bezugshöhe für den charakteristischen Wert der Biegefestigkeit beträgt 300 mm. Für biegebeanspruchte Bauteile und Querschnittshöhen, die nicht 300 mm betragen, ist in der Regel der charakteristische Werte für  $f_{m,k}$  mit dem Beiwert  $k_h$  zu multiplizieren, wobei:

$$k_h = \min \left\{ \begin{array}{l} \left( \frac{300}{h} \right)^s \\ 1,2 \end{array} \right. \quad (3.3)$$

Dabei ist

- $h$  die Bauteilhöhe in mm;  
 $s$  der Exponent für den Größeneinfluss, siehe 3.4(5)P.

(4) Die Bezugslänge bei Zug beträgt 3 000 mm. Bei Längen, die nicht 3 000 mm betragen, ist der charakteristische Werte in der Regel für  $f_{t,0,k}$  mit dem Beiwert  $k_\ell$  zu multiplizieren, wobei:

$$k_\ell = \min \left\{ \begin{array}{l} \left( \frac{3\,000}{\ell} \right)^{s/2} \\ 1,1 \end{array} \right. \quad (3.4)$$

Dabei ist

- $\ell$  die Länge in mm.

(5)P Für den Exponenten  $s$  für den Größeneinfluss bei Furnierschichtholz ist der in Übereinstimmung mit EN 14374 deklarierte Wert anzunehmen.

**A1** (6)P Universalkeilzinkenverbindungen nach EN 387 dürfen nicht in Bauteilen ausgeführt werden, die für eine Verwendung in der Nutzungsklasse 3 vorgesehen sind und in denen sich die Faserrichtung des Holzes in der Verbindung ändert. **A1**

(7)P Bei Furnierschichtholz, bei dem im Wesentlichen alle Furniere in einer Richtung verlaufen, ist der Einfluss der Bauteilgröße auf die Zugfestigkeit rechtwinklig zur Faserrichtung zu berücksichtigen.

### 3.5 Holzwerkstoffe

(1)P Holzwerkstoffe müssen den Anforderungen von EN 13986 entsprechen. LVL als Plattenbauteil muss den Anforderungen von EN 14279 entsprechen.

(2) Die Verwendung von weichen Holzfaserverplatten nach EN 622-4 ist in der Regel auf Windaussteifungen zu beschränken; die Bemessung sollte auf der Basis von Versuchen erfolgen.

### 3.6 Klebstoffe

(1)P Klebstoffe für tragende Zwecke müssen so beschaffen sein, dass die mit ihnen hergestellten Verbindungen eine Festigkeit und Dauerhaftigkeit besitzen, die in der vorgesehenen Nutzungsklasse während der gesamten zu erwartenden Lebensdauer des Bauwerks voll erhalten bleibt.

(2) Klebstoffe, die den Anforderungen des Typs I nach EN 301 entsprechen, dürfen in allen Nutzungsklassen verwendet werden.

(3) Klebstoffe, die den Anforderungen des Typs II nach EN 301 entsprechen, dürfen nur in den Nutzungsklassen 1 und 2 verwendet werden und auch nur dann, wenn sie nicht über längere Zeit Temperaturen von über 50 °C ausgesetzt sind.

### 3.7 Metallische Verbindungsmittel

(1)P Stiff förmige Verbindungsmittel aus Metall müssen EN 14592 und Verbindungselemente aus Metall EN 14545 entsprechen.

**DIN EN 1995-1-1:2010-12**  
**EN 1995-1-1:2004 + AC:2006 + A1:2008 (D)**

## 4 Dauerhaftigkeit

### 4.1 Dauerhaftigkeit gegenüber biologischen Organismen

(1)P Holz und Holzwerkstoffe müssen entweder eine natürliche Dauerhaftigkeit im Sinne der EN 350-2 für die jeweilige Gefährdungsklasse entsprechend den Definitionen in EN 335-1, EN 335-2 und EN 335-3 besitzen oder mit einem nach EN 351-1 und EN 460 auszuwählenden Holzschutzmittel behandelt sein.

ANMERKUNG 1 Ein vorbeugender chemischer Holzschutz kann die Festigkeits- und Steifigkeitseigenschaften beeinflussen.

ANMERKUNG 2 Regeln für die Festlegung eines vorbeugenden chemischen Holzschutzes sind in EN 350-2 und EN 335 enthalten.

### 4.2 Korrosionsschutz

(1)P Metallische Verbindungsmittel und andere tragende Verbindungen müssen, sofern erforderlich, entweder von Natur aus korrosionsbeständig sein oder gegen Korrosion geschützt werden.

(2) Beispiele für einen Mindestkorrosionsschutz oder Baustoffanforderungen für die verschiedenen Nutzungsklassen (siehe 2.3.1.3) enthält Tabelle 4.1.

**Tabelle 4.1 — Beispiele für Mindestanforderungen an Baustoffe oder Korrosionsschutz für Verbindungsmittel (in Anlehnung an ISO 2081)**

Verbindungsmittel	Nutzungsklasse <sup>b</sup>		
	1	2	3
Nägels und Schrauben mit $d \leq 4$ mm	keine	Fe/Zn 12c <sup>a</sup>	Fe/Zn 25c <sup>a</sup>
Bolzen, Stabdübel, Nägel und Holzschrauben mit $d > 4$ mm	keine	keine	Fe/Zn 25c <sup>a</sup>
Klammern	Fe/Zn 12c <sup>a</sup>	Fe/Zn 12c <sup>a</sup>	nichtrostender Stahl
Nagelplatten und Stahlbleche bis 3 mm Dicke	Fe/Zn 12c <sup>a</sup>	Fe/Zn 12c <sup>a</sup>	nichtrostender Stahl
Stahlbleche über 3 mm bis zu 5 mm Dicke	keine	Fe/Zn 12c <sup>a</sup>	Fe/Zn 25c <sup>a</sup>
Stahlbleche über 5 mm Dicke	keine	keine	Fe/Zn 25c <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Bei Feuerverzinkungen ist in der Regel Fe/Zn 12c durch Z275 und Fe/Zn 25c durch Z350 nach EN 10147 zu ersetzen.  
<sup>b</sup> Bei besonderen korrosiven Bedingungen sollten dickere Feuerverzinkungen oder nichtrostender Stahl in Betracht gezogen werden.

## 5 Grundlagen der Berechnung

### 5.1 Allgemeines

(1)P Die Berechnungen sind unter Verwendung geeigneter Bemessungsmodelle (falls erforderlich, auch durch Versuche ergänzt) unter Berücksichtigung aller maßgebenden Parameter durchzuführen. Die Rechenmodelle müssen ausreichend genau sein, um das Tragverhalten im Einklang mit der erreichbaren Ausführungsgenauigkeit und der Zuverlässigkeit der Eingangsdaten, auf denen die Bemessung beruht, vorhersagen zu können.

(2) Das gesamte Verhalten der Konstruktion sollte durch eine Berechnung der Effekte der Einwirkungen mit Hilfe eines linearen Modells (lineares Baustoffverhalten) beurteilt werden.

(3) Bei Konstruktionen, die in der Lage sind, die inneren Kräfte über Verbindungen entsprechender Duktilität umzuverteilen, dürfen elastisch-plastische Methoden zur Berechnung der inneren Kräfte in den Bauteilen verwendet werden.

(4)P Das Rechenmodell zur Bestimmung der inneren Kräfte in der Konstruktion oder in Teilen derselben muss Einflüsse aus der Nachgiebigkeit von Verbindungen berücksichtigen.

(5) Im Allgemeinen sollte der Einfluss der Nachgiebigkeit von Verbindungen durch ihre Steifigkeit (beispielsweise der Verdreh- oder Verschiebungssteifigkeit) oder durch festgelegte Verschiebungsgrößen in Abhängigkeit von der Lasthöhe in der Verbindung berücksichtigt werden.

## 5.2 Bauteile

(1)P In der Berechnung muss Folgendes berücksichtigt werden:

- geometrische Imperfektionen,
- strukturelle Imperfektionen.

ANMERKUNG Geometrische und strukturelle Imperfektionen werden durch die in dieser Norm angegebenen Bemessungsmethoden erfasst.

(2)P Querschnittsschwächungen sind beim Tragfähigkeitsnachweis der Bauteile zu berücksichtigen.

(3) Folgende Querschnittsschwächungen dürfen vernachlässigt werden:

- Querschnittsschwächungen durch Nägel und Holzschrauben mit Durchmessern von höchstens 6 mm, die ohne Vorbohrung eingetrieben werden;
- Querschnittsschwächungen in der Druckzone von Bauteilen, wenn diese Querschnittsschwächungen mit einem Baustoff größerer Steifigkeit als die des Holzes ausgefüllt werden.

(4) Bei der Bestimmung des wirksamen Querschnitts im Bereich von Verbindungen mit mehreren Verbindungsmitteln sind in der Regel alle Querschnittsschwächungen als in diesem Querschnitt vorhanden zu betrachten, die um diesen Querschnitt in einem Abstand von weniger als dem halben Mindestabstand in Faserrichtung des Holzes liegen.

## 5.3 Verbindungen

(1)P Die Tragfähigkeit der Verbindungen ist unter Berücksichtigung der Kräfte und Momente nachzuweisen, die aufgrund der Berechnung für die gesamte Konstruktion zwischen den zu verbindenden Teilen herrschen.

(2)P Die Verformung der Verbindung muss mit der bei der Gesamtberechnung angenommenen Verformung im Einklang stehen.

(3)P Die Berechnung einer Verbindung muss das Verhalten aller Elemente berücksichtigen, die die Verbindung bilden.

## 5.4 Zusammengesetzte Tragwerke

### 5.4.1 Allgemeines

(1)P Konstruktionen müssen mit Hilfe statischer Modelle berechnet werden, die mit akzeptabler Genauigkeit das Verhalten der Konstruktion und ihrer Lagerungen berücksichtigen.

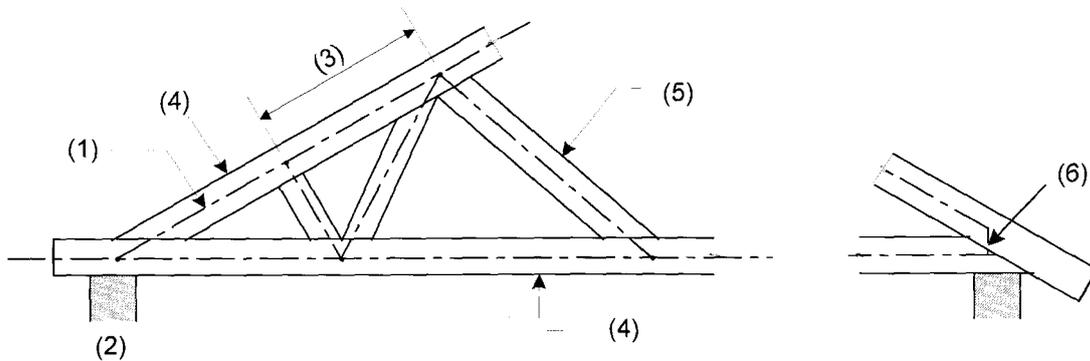
(2) Die Berechnung sollte mit Hilfe von Modellen für Rahmentragwerke nach 5.4.2 oder mit vereinfachten Berechnungen für Fachwerke in Nagelplattenbauart nach 5.4.3 erfolgen.

(3) Berechnungen nach Theorie 2. Ordnung für Rahmen und Bögen sind in der Regel unter Beachtung von 5.4.4 durchzuführen.

**DIN EN 1995-1-1:2010-12**  
**EN 1995-1-1:2004 + AC:2006 + A1:2008 (D)**

**5.4.2 Rahmentragwerke**

(1)P Rahmentragwerke sind bei der Bestimmung der Stabkräfte und -momente unter Berücksichtigung der Verformungen der Stäbe und Verbindungen, des Einflusses von Auflagerausmittigkeiten und der Steifigkeit der Unterkonstruktion zu berechnen; siehe Bild 5.1 für die Definitionen der Struktur und der Modellelemente.



**Legende**

- |                 |                            |
|-----------------|----------------------------|
| (1) Systemlinie | (4) Gurte                  |
| (2) Auflager    | (5) Füllstab               |
| (3) Feld        | (6) Fiktives Balkenelement |

**Bild 5.1 — Beispiele für Modellelemente bei einer Rahmenberechnung**

(2)P Bei einer Rahmenberechnung müssen die Systemlinien aller Stäbe innerhalb der Ansichtsflächen der jeweiligen Stäbe liegen. Für die wesentlichen Tragglieder, z. B. die Gurtstäbe eines Fachwerks, müssen die Systemlinien mit den Stabachsen übereinstimmen.

(3)P Falls die Stabachsen von Füllstäben nicht mit den Systemlinien übereinstimmen, muss der Einfluss der Ausmittigkeiten beim Tragfähigkeitsnachweis dieser Teile berücksichtigt werden.

(4) Fiktive Balkenelemente und Federelemente dürfen bei der Modellierung exzentrischer Verbindungen und Auflager verwendet werden. Die Richtung fiktiver Balkenelemente und die Anordnung von Federelementen sollten bestmöglich der tatsächlichen Verbindungsbildung angepasst werden.

(5) Bei einer linear-elastischen Berechnung nach Theorie 1. Ordnung dürfen die Effekte spannungsloser Vorverformungen und eingepprägter Verformungen vernachlässigt werden, wenn diese beim Tragfähigkeitsnachweis der Bauteile berücksichtigt werden.

(6) Die Berechnung der Rahmen sollte unter Verwendung der entsprechenden Steifigkeitskennwerte nach 2.2.2 erfolgen. Fiktive Balkenelemente sollten mit der gleichen Steifigkeit wie die betrachtete Verbindung in Ansatz gebracht werden.

(7) Verbindungen dürfen als rotationssteif angenommen werden, wenn ihre Verformungen keinen signifikanten Einfluss auf die Verteilung der Stabkräfte und -momente haben; andernfalls dürfen Verbindungen im Allgemeinen als vollgelenkig angenommen werden.

(8) Verschiebungen in den Verbindungen dürfen bei der Berechnung vernachlässigt werden, wenn sie nicht signifikant die Verteilung der inneren Kräfte und Momente beeinflussen.

(9) Stoßverbindungen in Fachwerkträgern dürfen als rotationssteif modelliert werden, wenn die tatsächliche Verdrehung unter Lasteinwirkung keine signifikanten Einfluss auf die Schnittgrößen hat. Diese Anforderung gilt als erfüllt, wenn eine der folgenden Bedingungen eingehalten wird:

- die Stoßverbindung besitzt eine Tragfähigkeit, die mindestens dem 1,5fachen der Beanspruchung aus der Kombination der auftretenden Schnittgrößen entspricht;

- die Stoßverbindung hat eine Tragfähigkeit, die mindestens der Beanspruchung aus der Kombination der auftretenden Schnittgrößen entspricht, vorausgesetzt, dass die Holzbauteile nicht Bemessungswerten der Biegespannungen ausgesetzt sind, die größer sind als das 0,3fache des Bemessungswertes der Biegefestigkeit der Teile und dass das Tragwerk stabil bleibt, wenn alle derartigen Verbindungen wie ein Gelenk wirken.

#### 5.4.3 Vereinfachte Berechnung für Fachwerke in Nagelplattenbauweise

(1) Eine vereinfachte Berechnung von vollständig aus Dreiecken aufgebauten Fachwerken sollte die folgenden Bedingungen berücksichtigen:

- die Außenwinkel des äußeren Trägerprofils betragen mind.  $180^\circ$ ,
- die Auflagerbreite  $a_3$  liegt innerhalb der Länge  $a_1$ , und der Abstand  $a_2$  in Bild 5.2 ist nicht größer als  $a_1/3$  oder 100 mm, der größere Wert ist maßgebend;
- die Höhe des Fachwerks ist größer als das 0,15fache der Stützweite und das 10fache der größten Gurthöhe.

(2) Die Normalkräfte in den Stäben sind in der Regel unter der Annahme zu berechnen, dass jeder Knotenpunkt gelenkig ist.

(3) Die Biegemomente in Einfeldstäben sollten unter der Annahme gelenkiger Lagerung ermittelt werden. Biegemomente von durchlaufenden Stäben sind in der Regel unter der Annahme zu ermitteln, dass der Stab in jedem Knoten gelenkig unterstützt ist. Der Einfluss der Durchbiegung an den Knotenpunkten und der teilweisen Einspannung an den Verbindungen sollte durch eine Abminderung der Stützmomente an den inneren Auflagerpunkten des Stabes um 10 % berücksichtigt werden. Mit den so bestimmten Stützmomenten sollten die Feldmomente berechnet werden.

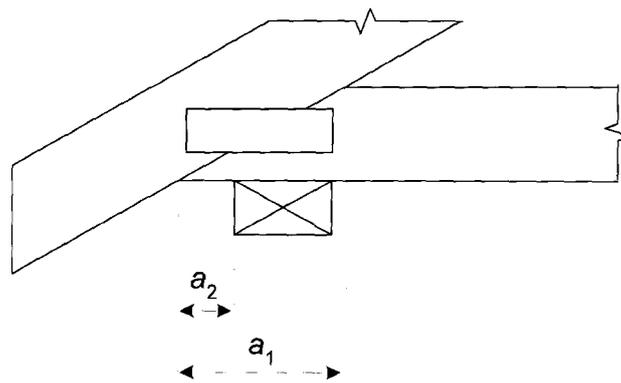


Bild 5.2 — Auflagergeometrie

#### 5.4.4 Ebene Rahmen und Bögen

(1)P Es gelten die Anforderungen nach 5.2. Die Einflüsse eingprägter Verformungen auf die Schnittgrößen sind zu berücksichtigen.

(2) Die Einflüsse eingprägter Verformungen auf die Schnittgrößen dürfen durch eine linear-elastische Berechnung nach Theorie 2. Ordnung mit den nachfolgenden Annahmen erfasst werden:

- eine spannungslose Vorverformung des Tragwerks ist in der Regel so anzunehmen, dass sie einer Anfangsverformung entspricht, die man durch Annahme einer Schiefstellung mit dem Winkel  $\phi$  des Tragwerks oder entsprechender Teile, zusammen mit einer anfänglichen sinusförmigen Krümmung zwischen den Knotenpunkten des Tragwerks mit einer größten Ausmittigkeit  $e$  erhält.

**DIN EN 1995-1-1:2010-12**  
**EN 1995-1-1:2004 + AC:2006 + A1:2008 (D)**

— Der Wert für  $\phi$  im Bogenmaß sollte mindestens angenommen werden zu:

$$\phi = 0,005 \quad \text{für } h \leq 5 \text{ m}$$

$$\phi = 0,005\sqrt{5/h} \quad \text{für } h > 5 \text{ m} \quad (5.1)$$

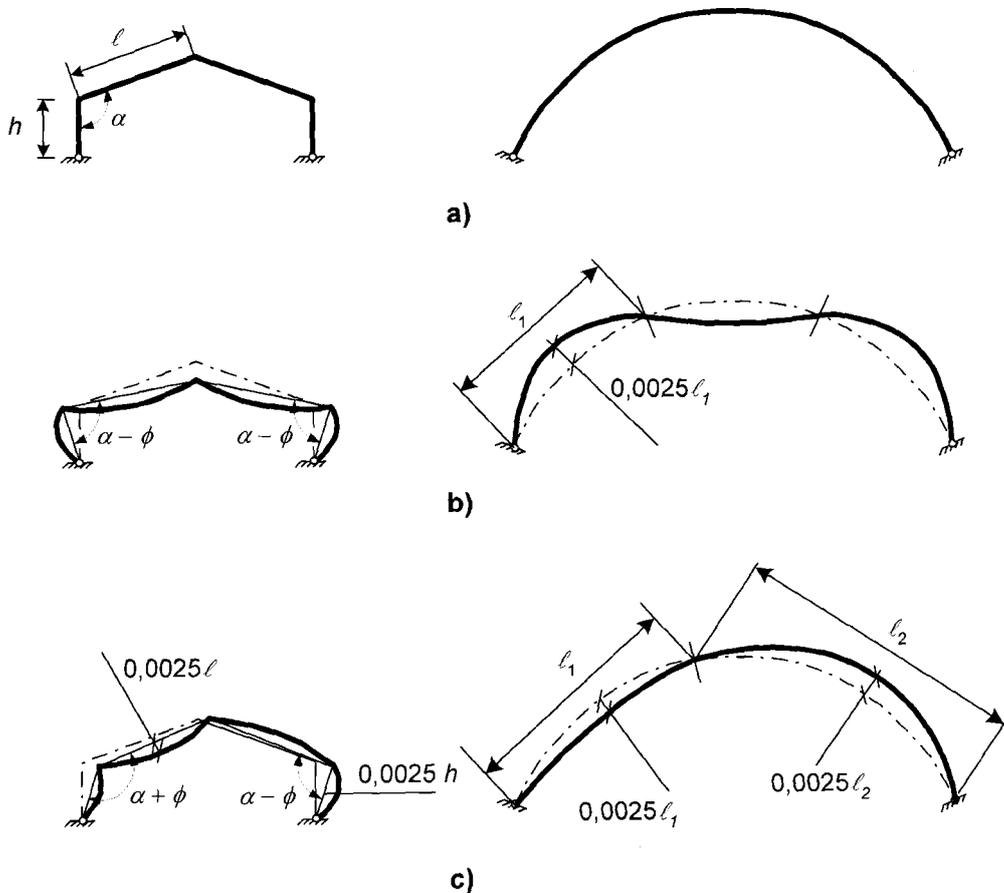
Dabei ist

$h$  die Höhe des Tragwerks oder Länge des Bauteils, in m.

Der Wert für  $e$  sollte mindestens angenommen werden zu:

$$e = 0,0025 \ell \quad (5.2)$$

Beispiele für spannungslose Vorverformungen und die Definition von  $\ell$  sind in Bild 5.3 dargestellt.



**Legende**

- a) unverformte Rahmen
- b) symmetrische Vorverformung
- c) unsymmetrische Vorverformung

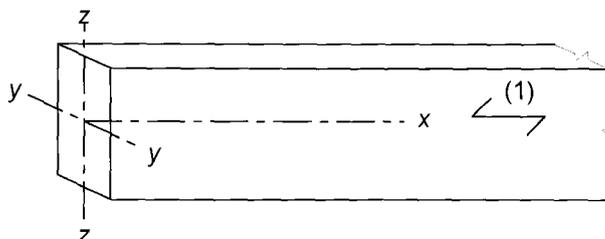
**Bild 5.3 — Beispiele für angenommene spannungslose Vorverformungen der Geometrie**

## 6 Grenzzustände der Tragfähigkeit

### 6.1 Querschnittsnachweise

#### 6.1.1 Allgemeines

(1) 6.1 gilt für tragende, gerade Produkte konstanten Querschnitts und im Wesentlichen parallel zur Längsachse verlaufenden Holzfasern aus Vollholz, Brettschichtholz oder Holzwerkstoffen (siehe Bild 6.1). Es wird vorausgesetzt, dass das Bauteil Spannungen in nur einer der Hauptachsenrichtungen (außer Schubspannungen) ausgesetzt ist.



#### Legende

(1) Faserrichtung des Holzes

Bild 6.1 — Bauteilachsen

#### 6.1.2 Zug in Faserrichtung

(1)P Die folgende Bedingung muss erfüllt sein:

$$\sigma_{t,0,d} \leq f_{t,0,d} \quad (6.1)$$

Dabei ist

$\sigma_{t,0,d}$  der Bemessungswert der Zugspannung in Faserrichtung;

$f_{t,0,d}$  der Bemessungswert der Zugfestigkeit in Faserrichtung.

#### 6.1.3 Zug rechtwinklig zur Faserrichtung

(1)P Der Einfluss der Bauteilgröße ist zu berücksichtigen.

#### 6.1.4 Druck in Faserrichtung

(1)P Die folgende Bedingung muss erfüllt sein:

$$\sigma_{c,0,d} \leq f_{c,0,d} \quad (6.2)$$

Dabei ist

$\sigma_{c,0,d}$  der Bemessungswert der Druckspannung in Faserrichtung;

$f_{c,0,d}$  der Bemessungswert der Druckfestigkeit in Faserrichtung.

ANMERKUNG Regeln für stabilitätsgefährdete stabförmige Bauteile sind in 6.3 angegeben.

**DIN EN 1995-1-1:2010-12**  
**EN 1995-1-1:2004 + AC:2006 + A1:2008 (D)**

**6.1.5 Druck rechtwinklig zur Faserrichtung**

**[A1]** (1)P Die folgende Bedingung muss erfüllt sein:

$$\sigma_{c,90,d} \leq k_{c,90} f_{c,90,d} \quad (6.3)$$

mit

$$\sigma_{c,90,d} = \frac{F_{c,90,d}}{A_{ef}} \quad (6.4)$$

Dabei ist

- $\sigma_{c,90,d}$  der Bemessungswert der Druckspannung in der wirksamen Kontaktfläche rechtwinklig zur Faserrichtung;
- $F_{c,90,d}$  der Bemessungswert der Druckkraft rechtwinklig zur Faserrichtung;
- $A_{ef}$  die wirksame Kontaktfläche bei Druckbeanspruchung rechtwinklig zur Faserrichtung;
- $f_{c,90,d}$  der Bemessungswert der Druckfestigkeit rechtwinklig zur Faserrichtung;
- $k_{c,90}$  der Beiwert zur Berücksichtigung der Art der Einwirkung, der Spaltgefahr und des Grades der Druckverformung.

Die wirksame Kontaktfläche rechtwinklig zur Faserrichtung,  $A_{ef}$ , sollte unter Berücksichtigung einer wirksamen Kontaktlänge parallel zur Faserrichtung bestimmt werden, wobei die tatsächliche Kontaktlänge  $\ell$ , auf jeder Seite um 30 mm erhöht wird, jedoch nicht mehr als  $a$ ,  $\ell$  oder  $\ell_1/2$ , siehe Bild 6.2.

(2) Der Wert für  $k_{c,90}$  ist in der Regel zu 1,0 anzunehmen, es sei denn, es gelten die Bedingungen der folgenden Absätze. In diesen Fällen darf ein höherer Wert für  $k_{c,90}$  bis zu einem Höchstwert von  $k_{c,90} = 1,75$  angenommen werden.

(3) Für Bauteile auf kontinuierlicher Unterstüzung, bei denen  $\ell_1 \geq 2h$ , siehe Bild 6.2(a), ist in der Regel der Wert für  $k_{c,90}$  anzunehmen zu:

- $k_{c,90} = 1,25$  bei Vollholz aus Nadelholz;
- $k_{c,90} = 1,5$  bei Brettschichtholz aus Nadelholz

wobei  $h$  die Höhe des Bauteils und  $\ell$  die Kontaktlänge ist.

(4) Für Bauteile auf Einzelabstüztungen, bei denen  $\ell_1 \geq 2h$ , siehe Bild 6.2(b), ist in der Regel der Wert für  $k_{c,90}$  anzunehmen zu:

- $k_{c,90} = 1,5$  bei Vollholz aus Nadelholz;
- $k_{c,90} = 1,75$  bei Brettschichtholz aus Nadelholz, vorausgesetzt, es gilt:  $\ell \leq 400$  mm

wobei  $h$  die Höhe des Bauteils und  $\ell$  die Kontaktlänge ist.

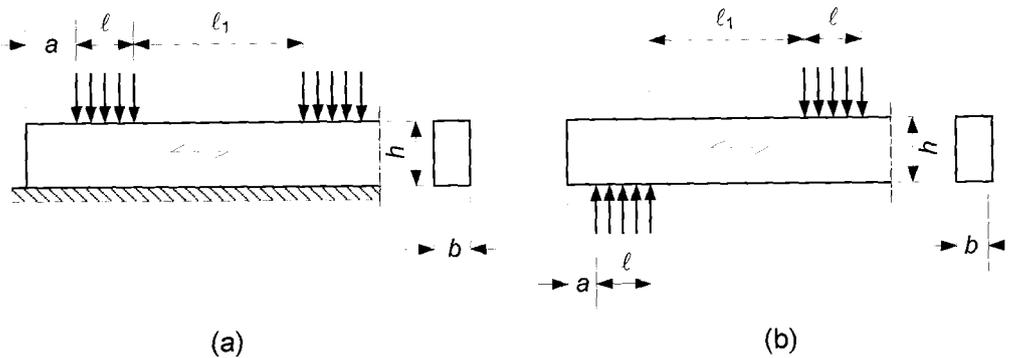


Bild 6.2 — Bauteil auf (a) kontinuierlicher Lagerung und (b) Einzellagerung

Bild 6.3 — gestrichen

Bild 6.4 — gestrichen  $\square$ 

### 6.1.6 Biegung

(1)P Die folgenden Bedingungen müssen erfüllt sein:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad (6.11)$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad (6.12)$$

Dabei sind

$\sigma_{m,y,d}$  und  $\sigma_{m,z,d}$  Bemessungswerte der Biegespannungen um die Hauptachsen, wie in Bild 6.1 dargestellt;

$f_{m,y,d}$  und  $f_{m,z,d}$  zugehörige Bemessungswerte der Biegefestigkeiten.

ANMERKUNG Der Beiwert  $k_m$  berücksichtigt die Spannungsverteilungen in Verbindung mit den Inhomogenitäten des Baustoffs in einem Querschnitt.

(2) Der Wert für den Beiwert  $k_m$  ist in der Regel anzunehmen zu:

— für Vollholz, Brettschichtholz und Furnierschichtholz:

bei Rechteckquerschnitten:  $k_m = 0,7$

bei anderen Querschnitten:  $k_m = 1,0$

— für andere tragende Holzwerkstoffe, bei allen Querschnitten:  $k_m = 1,0$ .

(3)P Zusätzlich sind Stabilitätsnachweise zu führen (siehe 6.3).

**DIN EN 1995-1-1:2010-12**  
**EN 1995-1-1:2004 + AC:2006 + A1:2008 (D)**

**6.1.7 Schub**

**A1** (1)P Bei Schub mit Spannungskomponenten in Faserrichtung, siehe Bild 6.5(a), sowie für Schub mit beiden Spannungskomponenten rechtwinklig zur Faserrichtung, siehe Bild 6.5(b), muss die folgende Bedingung erfüllt sein:

$$\tau_d \leq f_{v,d} \quad (6.13)$$

Dabei ist

$\tau_d$  der Bemessungswert der Schubspannung

$f_{v,d}$  der Bemessungswert der Schubfestigkeit für die jeweilige Bedingung.

**ANMERKUNG** Die Rollschubfestigkeit beträgt näherungsweise das Doppelte der Zugfestigkeit rechtwinklig zur Faserrichtung.

(2) Für den Nachweis der Beanspruchbarkeit auf Schub von biegebeanspruchten Bauteilen, sollte der Einfluss von Rissen berücksichtigt werden, indem eine wirksame Breite des Bauteils angewendet wird, die gegeben ist durch:

$$b_{ef} = k_{cr} b \quad (6.13a)$$

wobei  $b$  die Breite des entsprechenden Abschnitts des Bauteils ist.

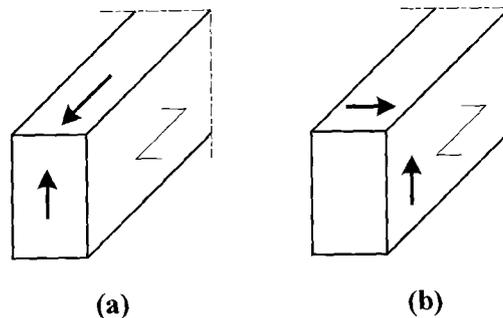
**ANMERKUNG** Der empfohlene Wert für  $k_{cr}$  ist gegeben durch:

$k_{cr} = 0,67$  für Vollholz

$k_{cr} = 0,67$  für Brettschichtholz

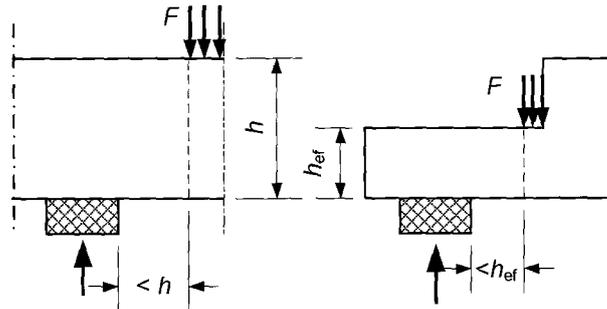
$k_{cr} = 1,0$  für andere holzbasierte Produkte in Übereinstimmung mit EN 13986 und EN 14374.

Angaben hinsichtlich der Nationalen Auswahl sind im Nationalen Anhang zu finden.



**Bild 6.5 — (a) Bauteil mit einer Schubspannungskomponente in Faserrichtung (b) Bauteil mit beiden Spannungskomponenten rechtwinklig zur Faserrichtung (Rollschub)**

(3) Bei Auflagern darf der Anteil an der gesamten Querkraft einer Einzellast  $F$ , die auf der Oberseite des Biegestabes innerhalb eines Abstandes  $h$  oder  $h_{ef}$  vom Auflagerrand wirkt, unberücksichtigt bleiben (siehe Bild 6.6). Für Biegestäbe mit einer Ausklinkung am Auflager gilt diese Abminderung der Querkraft nur, wenn die Ausklinkung sich auf der Gegenseite des Auflagers befindet.



**Bild 6.6 — Bedingungen am Auflager, bei denen die Einzellasten  $F$  bei der Berechnung der Schubkraft vernachlässigt werden dürfen  $\square$**

### 6.1.8 Torsion

(1)P Die Torsionsspannungen müssen die folgende Bedingung erfüllen:

$$\tau_{\text{tor,d}} \leq k_{\text{shape}} f_{\text{v,d}} \quad (6.14)$$

mit

$$\square k_{\text{shape}} = \begin{cases} 1,2 & \text{für einen runden Querschnitt} \\ \min \left\{ \begin{array}{l} 1 + 0,15 \frac{h}{b} \\ 2,0 \end{array} \right\} & \text{für einen rechteckigen Querschnitt} \end{cases} \quad (6.15) \quad \square$$

Dabei ist

- $\tau_{\text{tor,d}}$  der Bemessungswert der Torsionsspannung;
- $f_{\text{v,d}}$  der Bemessungswert der Schubfestigkeit;
- $k_{\text{shape}}$  der Beiwert in Abhängigkeit von der Querschnittsform;
- $h$  die größere Querschnittsabmessung;
- $b$  die kleinere Querschnittsabmessung.

## 6.2 Nachweise für Querschnitte unter Spannungskombinationen

### 6.2.1 Allgemeines

(1)P 6.2 gilt für tragende, gerade Produkte konstanten Querschnitts und im Wesentlichen parallel zur Längsachse verlaufenden Holzfasern aus Vollholz, Brettschichtholz oder Holzwerkstoffen. Es wird angenommen, dass das Bauteil Spannungen aus kombinierten Einwirkungen oder Spannungen in Richtung zweier oder dreier Hauptachsen des Baustoffs ausgesetzt ist.

**DIN EN 1995-1-1:2010-12**  
**EN 1995-1-1:2004 + AC:2006 + A1:2008 (D)**

### 6.2.2 Druck unter einem Winkel zur Faserrichtung

(1)P Das Zusammenwirken von Druckspannungen in zwei oder mehr Richtungen ist zu berücksichtigen.

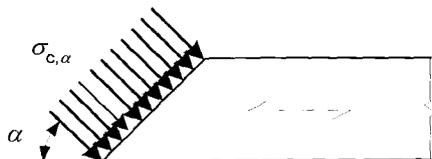
(2) Druckspannungen unter einem Winkel  $\alpha$  zur Faserrichtung, siehe Bild 6.7, sollten die folgende Bedingung erfüllen:

$$\sigma_{c,\alpha,d} \leq \frac{f_{c,0,d}}{\frac{f_{c,0,d}}{k_{c,90} f_{c,90,d}} \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha} \quad (6.16)$$

Dabei ist

$\sigma_{c,\alpha,d}$  die Druckspannung unter einem Winkel  $\alpha$  zur Faserrichtung;

$k_{c,90}$  der Beiwert nach 6.1.5, der den Einfluss der Spannungen rechtwinklig zur Faserrichtung berücksichtigt.



**Bild 6.7 — Druckspannungen unter einem Winkel zur Faserrichtung**

### 6.2.3 Biegung und Zug

(1)P Die folgenden Bedingungen müssen erfüllt sein:

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad (6.17)$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad (6.18)$$

(2) Für  $k_m$  gelten die Werte nach 6.1.6.

### 6.2.4 Biegung und Druck

(1)P Die folgenden Bedingungen müssen erfüllt sein:

$$\left( \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad (6.19)$$

$$\left( \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad (6.20)$$

(2)P Für  $k_m$  gelten die Werte nach 6.1.6.

ANMERKUNG Hinweise zu Stabilitätsnachweisen enthält 6.3.

## 6.3 Stabilität von Bauteilen

### 6.3.1 Allgemeines

(1)P Die Biegespannungen infolge spannungsloser Vorverformungen und Anfangskrümmungen, Ausmittigkeiten und eingepprägter Durchbiegungen sind zusätzlich zu solchen infolge Querlasten zu berücksichtigen.

(2)P Knicknachweise und Biegedrillknicknachweise sind unter Verwendung der charakteristischen Eigenschaften, z. B.  $E_{0,05}$ , nachzuweisen.

(3) Die Stabilität von durch Druck oder Druck und Biegung beanspruchten Stützen sollte nach 6.3.2 nachgewiesen werden (Biegeknicken).

(4) Die Stabilität von durch Biegung oder Druck und Biegung beanspruchten Trägern sollte nach 6.3.3 nachgewiesen werden (Biegedrillknicken).

### 6.3.2 Biegeknicken von Druckstäben

(1) Der bezogene Schlankheitsgrad sollte angenommen werden zu:

$$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} \quad (6.21)$$

und

$$\lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} \quad (6.22)$$

Dabei ist

$\lambda_y$  und  $\lambda_{rel,y}$   $\overline{\lambda_{AC}}$  der Schlankheitsgrad  $\overline{\lambda_{AC}}$  für Biegung um die  $y$ -Achse (Ausbiegung in  $z$ -Richtung);

$\lambda_z$  und  $\lambda_{rel,z}$   $\overline{\lambda_{AC}}$  der Schlankheitsgrad  $\overline{\lambda_{AC}}$  für Biegung um die  $z$ -Achse (Ausbiegung in  $y$ -Richtung);

$E_{0,05}$  5 %-Quantil des Elastizitätsmoduls in Faserrichtung.

(2) Sind sowohl  $\lambda_{rel,z} \leq 0,3$  als auch  $\lambda_{rel,y} \leq 0,3$ , dann sollten für die Spannungen die Bedingungen (6.19) und (6.20) in 6.2.4 erfüllt sein.

(3) In allen anderen Fällen sollten die Spannungen, die sich infolge von Durchbiegungen erhöhen, die folgende Bedingung erfüllen:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad (6.23)$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad (6.24)$$

**DIN EN 1995-1-1:2010-12**  
**EN 1995-1-1:2004 + AC:2006 + A1:2008 (D)**

mit den Formelzeichen nach folgender Definition:

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} \quad (6.25)$$

$$k_{c,z} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} \quad (6.26)$$

$$k_y = 0,5 \left( 1 + \beta_c (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2 \right) \quad (6.27)$$

$$k_z = 0,5 \left( 1 + \beta_c (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2 \right) \quad (6.28)$$

Dabei ist

$\beta_c$  ein Imperfektionsbeiwert für Imperfektionen nach Abschnitt 10;

$$\beta_c = \begin{cases} 0,2 & \text{für Vollholz;} \\ 0,1 & \text{für Brettschichtholz und Furnierholz;} \end{cases} \quad (6.29)$$

$k_m$  nach 6.1.6.

### 6.3.3 Biegedrillknicken von Biegestäben

(1)P Biegedrillknicknachweise sind sowohl im Fall reiner Biegemomentenbeanspruchung um die starke Achse  $y$  als auch im Falle einer kombinierten Beanspruchung aus Biegemoment  $M_y$  und Drucknormalkraft  $N_c$  zu führen.

(2) Der bezogene Kippschlankheitsgrad ist in der Regel anzunehmen zu:

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,k}}{\sigma_{m,crit}}} \quad (6.30)$$

Dabei ist

$\sigma_{m,crit}$  die kritische Biegespannung nach der klassischen Stabilitätstheorie, berechnet mit den 5 %-Quantilwerten der Steifigkeiten.

Die kritische Biegespannung ist in der Regel anzunehmen zu:

$$\sigma_{m,crit} = \frac{M_{y,crit}}{W_y} = \frac{\pi \sqrt{E_{0,05} I_z G_{0,05} I_{tor}}}{\ell_{ef} W_y} \quad (6.31)$$

Dabei ist

$E_{0,05}$  der 5 %-Quantilwert des Elastizitätsmoduls in Faserrichtung;

$G_{0,05}$  der 5 %-Quantilwert des Schubmoduls in Faserrichtung;

$I_z$  das Flächenmoment 2. Grades um die schwache Achse  $z$ ;

$I_{tor}$  das Torsionsträgheitsmoment;

$\ell_{ef}$  die wirksame Länge des Biegestabes, abhängig von den Auflagerbedingungen und der Art der Lasteinwirkung nach Tabelle 6.1;

$W_y$  das Widerstandsmoment um die starke Achse  $y$ .

Für Nadelholz mit vollem Rechteckquerschnitt sollte  $\sigma_{m,crit}$  angenommen werden zu:

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0,78 b^2}{h \ell_{ef}} E_{0,05} \quad (6.32)$$

Dabei ist

- $b$  die Querschnittsbreite;
- $h$  die Querschnittshöhe.

(3) Im Fall, dass nur ein Biegemoment  $M_y$  um die starke Achse  $y$  vorhanden ist, sollten die Spannungen die folgende Bedingung erfüllen:

$$\sigma_{m,d} \leq k_{crit} f_{m,d} \quad (6.33)$$

Dabei ist

- $\sigma_{m,d}$  Bemessungswert der Biegebeanspruchung;
- $f_{m,d}$  Bemessungswert der Biegefestigkeit;
- $k_{crit}$  Beiwert zur Berücksichtigung der zusätzlichen Spannungen infolge des seitlichen Ausweichens.

Tabelle 6.1 — Wirksame Länge als Quotient der Stützweite

Art des Biegestabes	Art der Belastung	$\ell_{ef}/\ell^a$
Einfach unterstützt	Konstantes Biegemoment	1,0
	Gleichmäßig verteilte Belastung	0,9
	Einzellast in Feldmitte	0,8
Auskragend	Gleichmäßig verteilte Belastung	0,5
	Einzellast am freien Kragende	0,8

<sup>a</sup> Der Quotient aus wirksamer Länge  $\ell_{ef}$  und der Stützweite  $\ell$  gilt für einen Biegestab, der an den Auflagern ausreichend gegen Verdrehen gesichert ist, und Lasteintragung in der Schwerachse des Querschnitts. Greift die Last am Druckrand des Biegestabes an, dann sollte  $\ell_{ef}$  um  $2h$  erhöht werden.  $\ell_{ef}$  darf um  $0,5h$  verringert werden, wenn die Last am Zugrand des Biegestabes angreift.

(4) Bei Biegestäben mit spannungsloser  $\overline{AC}$  seitlicher  $\overline{AC}$  Vorkrümmung innerhalb der in Abschnitt 10 festgelegten Grenzen darf  $k_{crit}$  nach Gleichung (6.34) bestimmt werden.

$$k_{crit} = \begin{cases} 1 & \text{für } \lambda_{rel,m} \leq 0,75 \\ 1,56 - 0,75\lambda_{rel,m} & \text{für } 0,75 < \lambda_{rel,m} \leq 1,4 \\ \frac{1}{\lambda_{rel,m}^2} & \text{für } 1,4 < \lambda_{rel,m} \end{cases} \quad (6.34)$$

(5) Bei Biegestäben, bei denen ein seitliches Ausweichen des Druckgurtes über die gesamte Länge verhindert wird und an den Auflagern eine Gabellagerung besteht, darf der Beiwert  $k_{crit}$  zu 1,0 angenommen werden.

**DIN EN 1995-1-1:2010-12**  
**EN 1995-1-1:2004 + AC:2006 + A1:2008 (D)**

**A1** (6) Besteht eine Kombination eines Biegemomentes  $M_y$  um die starke Achse  $y$  mit einer Normalkraft  $N$ , dann sollten die Spannungen die folgende Bedingung erfüllen:

$$\left( \frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit} f_{m,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} \leq 1 \quad (6.35)$$

Dabei ist

$\sigma_{m,d}$  der Bemessungswert der Biegebeanspruchung;

$\sigma_{c,0,d}$  der Bemessungswert der Druckbeanspruchung;

$f_{c,0,d}$  der Bemessungswert der Druckfestigkeit parallel zur Faser;

$k_{c,z}$  nach Gleichung (6.26). **A1**

## 6.4 Nachweise für Querschnitte in Bauteilen mit veränderlichem Querschnitt oder gekrümmter Form

### 6.4.1 Allgemeines

- (1)P Die Wirkung einer Kombination von Normalkraft und Biegemoment ist zu berücksichtigen.
- (2) Die relevanten Nachweise nach 6.2 und 6.3 sollten geführt werden.
- (3) Die Spannung in einem Querschnitt infolge einer Normalkraft darf berechnet werden zu:

$$\sigma_N = \frac{N}{A} \quad (6.36)$$

Dabei ist

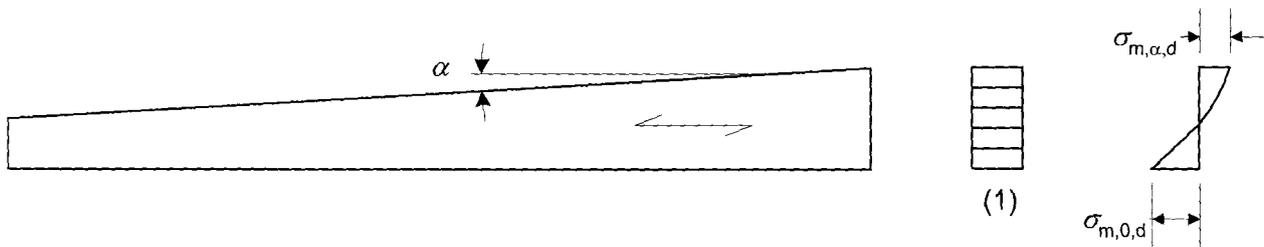
$\sigma_N$  die Normalspannung;

$N$  die Normalkraft;

$A$  die Querschnittsfläche.

### 6.4.2 Pulldachträger

- (1)P Der Einfluss des Faseranschnittwinkels auf die Spannungen am angeschnittenen Rand ist zu berücksichtigen.

**Legende**

(1) Querschnitt

**Bild 6.8 — Pultdachträger**

(2) Die Bemessungswerte der Biegespannungen  $\sigma_{m,\alpha,d}$  und  $\sigma_{m,0,d}$  (siehe Bild 6.8) dürfen wie folgt bestimmt werden:

$$\sigma_{m,\alpha,d} = \sigma_{m,0,d} = \frac{6M_d}{b h^2} \quad (6.37)$$

Am angeschnittenen Rand mit den angeschnittenen Holzfasern sollten die Spannungen die folgende Bedingung erfüllen:

$$\sigma_{m,\alpha,d} \leq k_{m,\alpha} f_{m,d} \quad (6.38)$$

Dabei ist

$\sigma_{m,\alpha,d}$  der Bemessungswert der Biegebeanspruchung unter Berücksichtigung des Trägeranschnittes;

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

$k_{m,\alpha}$  sollte wie folgt berechnet werden:

Für Zugspannungen entlang des angeschnittenen Randes:

$$k_{m,\alpha} = \frac{1}{\sqrt{1 + \left( \frac{f_{m,d}}{0,75 f_{v,d}} \tan \alpha \right)^2 + \left( \frac{f_{m,d}}{f_{t,90,d}} \tan^2 \alpha \right)^2}} \quad (6.39)$$

Für Druckspannungen entlang des angeschnittenen Randes:

$$k_{m,\alpha} = \frac{1}{\sqrt{1 + \left( \frac{f_{m,d}}{1,5 f_{v,d}} \tan \alpha \right)^2 + \left( \frac{f_{m,d}}{f_{c,90,d}} \tan^2 \alpha \right)^2}} \quad (6.40)$$

**6.4.3 Satteldachträger, gekrümmte Träger und Satteldachträger mit gekrümmtem Untergurt**

(1) Dieser Abschnitt gilt nur für Brettschichtholz und Furnierschichtholz.

(2) Die Anforderungen nach 6.4.2 gelten für die geraden Bereiche des Biegestabes mit angeschnittenen Holzfasern.

**DIN EN 1995-1-1:2010-12**  
**EN 1995-1-1:2004 + AC:2006 + A1:2008 (D)**

(3) Im Firstbereich (siehe Bild 6.9) sollten die Biegespannungen die folgende Bedingung erfüllen:

$$\sigma_{m,d} \leq k_r f_{m,d} \quad (6.41)$$

Dabei ist

$k_r$  der Beiwert zur Berücksichtigung der Spannungen infolge des Biegens der Lamellen während der Herstellung.

ANMERKUNG In gekrümmten Trägern und Satteldachträgern mit gekrümmtem Untergurt entspricht der Firstbereich dem gekrümmten Bereich der Träger.

(4) Die Biegespannung im Firstquerschnitt ist in der Regel zu berechnen zu:

$$\sigma_{m,d} = k_\ell \frac{6M_{ap,d}}{b h_{ap}^2} \quad (6.42)$$

Dabei ist

$$k_\ell = k_1 + k_2 \left( \frac{h_{ap}}{r} \right) + k_3 \left( \frac{h_{ap}}{r} \right)^2 + k_4 \left( \frac{h_{ap}}{r} \right)^3 \quad (6.43)$$

mit

$$k_1 = 1 + 1,4 \tan \alpha_{ap} + 5,4 \tan^2 \alpha_{ap} \quad (6.44)$$

$$k_2 = 0,35 - 8 \tan \alpha_{ap} \quad (6.45)$$

$$k_3 = 0,6 + 8,3 \tan \alpha_{ap} - 7,8 \tan^2 \alpha_{ap} \quad (6.46)$$

$$k_4 = 6 \tan^2 \alpha_{ap} \quad (6.47)$$

$$r = r_{in} + 0,5 h_{ap} \quad (6.48)$$

$M_{ap,d}$  der Bemessungsmoment im Firstquerschnitt;

$h_{ap}$  die Höhe des Biegestabes im First, siehe Bild 6.9;

$b$  die Trägerbreite;

$r_{in}$  der Innenradius siehe Bild 6.9;

$\alpha_{ap}$  der Anchnittswinkel im Firstbereich, siehe Bild 6.9.

(5) Für Satteldachträger mit geradem Untergurt ist  $k_r = 1,0$ . Für gekrümmte Träger (mit konstantem Querschnitt) und für Satteldachträger mit gekrümmtem Untergurt sollte  $k_r$  angenommen werden zu:

$$k_r = \begin{cases} 1 & \text{für } \frac{r_{in}}{t} \geq 240 \\ 0,76 + 0,001 \frac{r_{in}}{t} & \text{für } \frac{r_{in}}{t} < 240 \end{cases} \quad (6.49)$$

Dabei ist

$r_{in}$  der innere Radius, siehe Bild 6.9;

$t$  die Lamellendicke.

(6) Im Firstbereich sollte der Bemessungswert der größten Zugspannung rechtwinklig zur Faserrichtung,  $\sigma_{t,90,d}$ , die folgende Bedingung erfüllen:

$$\sigma_{t,90,d} \leq k_{dis} k_{vol} f_{t,90,d} \quad (6.50)$$

mit

$$k_{vol} = \begin{cases} 1,0 & \text{für Vollholz} \\ \left(\frac{V_0}{V}\right)^{0,2} & \text{für Brettschichtholz und Furnierschichtholz mit allen Furnieren} \\ & \text{in Richtung der Stabachse} \end{cases} \quad (6.51)$$

$$\text{AC} \quad k_{dis} = \begin{cases} 1,4 & \text{für Satteldachträger mit geradem Untergurt und konzentrisch} \\ & \text{gekrümmte Träger mit gekrümmten Untergurt} \\ 1,7 & \text{für Satteldachträger mit gekrümmten Untergurt} \end{cases} \quad (6.52) \quad \text{AC}$$

Dabei ist

$k_{dis}$  ein Beiwert zur Berücksichtigung der Spannungsverteilung im Firstbereich;

$k_{vol}$  ein Volumenfaktor;

$f_{t,90,d}$  ein Bemessungswert der Zugfestigkeit rechtwinklig zur Faserrichtung;

$V_0$  das Bezugsvolumen von 0,01 m<sup>3</sup>;

$V$  das querzugbeanspruchtes Volumen im Firstbereich, in m<sup>3</sup> (siehe Bild 6.9), sollte nicht größer als  $2V_b/3$ , mit  $V_b$  als Gesamtvolumen des Biegestabes, angenommen werden.

**A1** (7) Für eine kombinierte Beanspruchung aus Querzug und Schub muss in der Regel die folgende Bedingung erfüllt sein: **A1**

$$\frac{\tau_d}{f_{v,d}} + \frac{\sigma_{t,90,d}}{k_{dis} k_{vol} f_{t,90,d}} \leq 1 \quad (6.53)$$

Dabei ist

$\tau_d$  der Bemessungswert der **AC** Schubbeanspruchung **AC**;

$f_{v,d}$  der Bemessungswert der **AC** Schubfestigkeit **AC**;

$\sigma_{t,90,d}$  der Bemessungswert der Zugbeanspruchung rechtwinklig zur Faser;

$k_{dis}$  und  $k_{vol}$  entsprechend (6).

**DIN EN 1995-1-1:2010-12**  
**EN 1995-1-1:2004 + AC:2006 + A1:2008 (D)**

(8) Die größte Zugspannung rechtwinklig zur Faserrichtung infolge der Momentenbeanspruchung ist in der Regel wie folgt zu berechnen:

$$\sigma_{t,90,d} = k_p \frac{6M_{ap,d}}{b h_{ap}^2} \quad (6.54)$$

oder alternativ zu (6.54)

$$\sigma_{t,90,d} = k_p \frac{6M_{ap,d}}{b h_{ap}^2} - 0,6 \frac{p_d}{b} \quad (6.55)$$

Dabei ist

$p_d$  die gleichmäßig verteilte Auflast im Firstbereich;

$b$  die Trägerbreite;

$M_{ap,d}$  der Bemessungswert des Biegemomentes im First, das zu Querkzugspannungen führt;

$$k_p = k_5 + k_6 \left( \frac{h_{ap}}{r} \right) + k_7 \left( \frac{h_{ap}}{r} \right)^2 \quad (6.56)$$

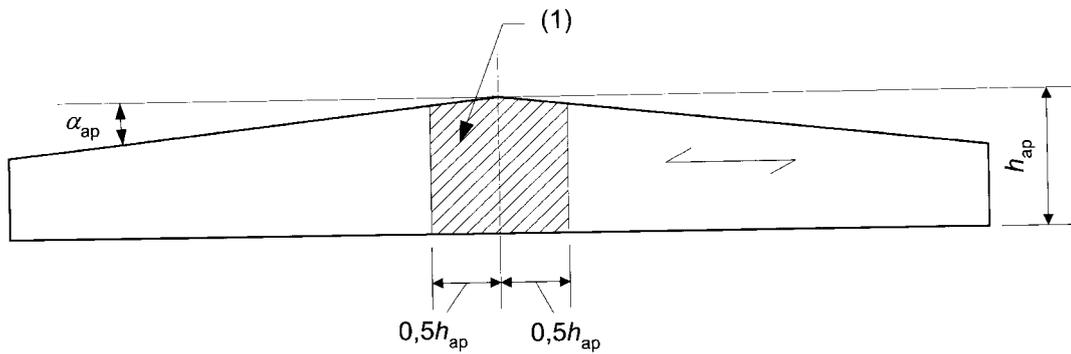
mit

$$k_5 = 0,2 \tan \alpha_{ap} \quad (6.57)$$

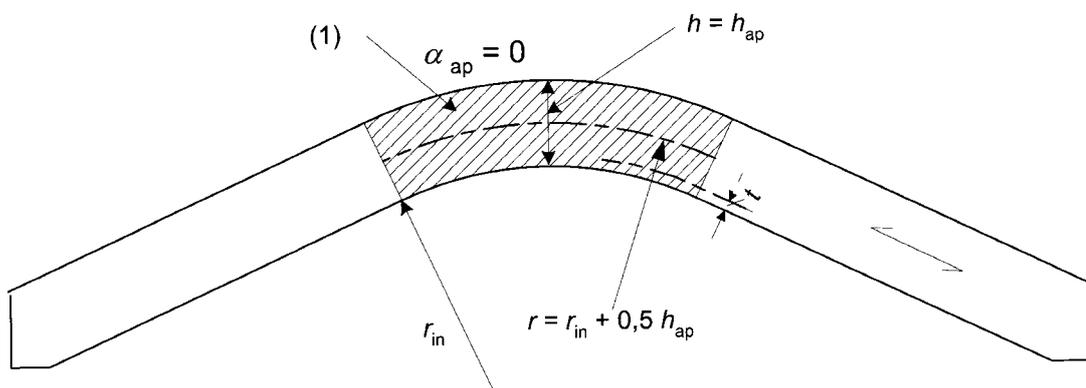
$$k_6 = 0,25 - 1,5 \tan \alpha_{ap} + 2,6 \tan^2 \alpha_{ap} \quad (6.58)$$

$$k_7 = 2,1 \tan \alpha_{ap} - 4 \tan^2 \alpha_{ap} \quad (6.59)$$

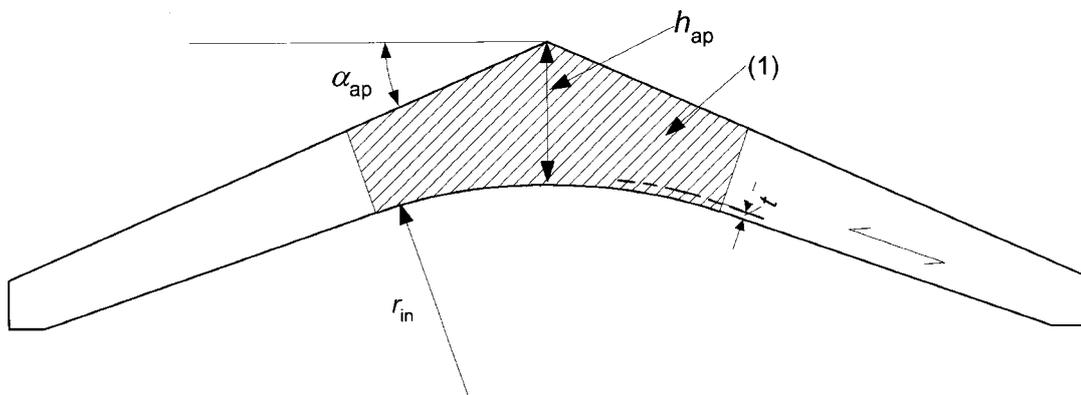
**ANMERKUNG** Die empfohlene Gleichung ist (6.54). Informationen zu nationalen Anforderungen bezüglich der Gleichungen (6.54) und (6.55) können im Nationalen Anhang enthalten sein.



(a)



(b)



(c)

**Legende**

(1) Firstbereich

ANMERKUNG In gekrümmten Trägern und Satteldachträgern mit gekrümmtem Untergurt entspricht der Firstbereich dem gekrümmten Bereich der Träger.

**Bild 6.9 — Satteldachträger mit geradem Untergurt (a), gekrümmter Träger (b) und Satteldachträger mit gekrümmtem Untergurt (c) mit Faserrichtung des Holzes in Richtung des unteren Randes des Biegestabes**

**DIN EN 1995-1-1:2010-12**  
**EN 1995-1-1:2004 + AC:2006 + A1:2008 (D)**

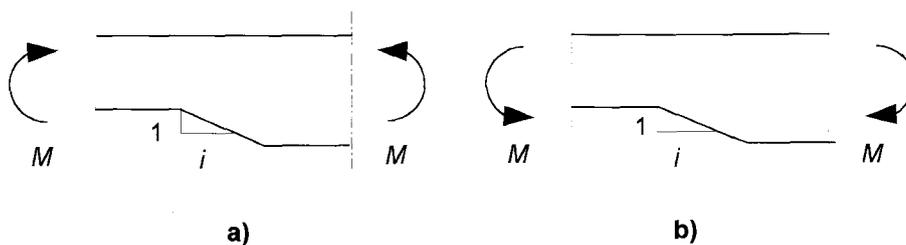
## 6.5 Ausgeklinkte Bauteile

### 6.5.1 Allgemeines

(1)P Der Einfluss der Spannungskonzentration in der Ausklinkung ist beim Tragfähigkeitsnachweis zu berücksichtigen.

(2) Der Einfluss der Spannungskonzentration darf in folgenden Fällen vernachlässigt werden:

- Zug oder Druck in Faserrichtung;
- Biegung mit Zugspannungen in der Ausklinkung, wenn der Faseranschnitt nicht steiler ist als  $1 : i = 1 : 10$ , d. h.  $i \geq 10$ , siehe Bild 6.10a;
- Biegung mit Druckspannungen in der Ausklinkung, siehe Bild 6.10b.



#### Legende

- a) mit Zugspannungen in der Ausklinkung,  
 b) mit Druckspannungen in der Ausklinkung

**Bild 6.10 — Biegung in einer Ausklinkung**

### 6.5.2 Biegestäbe mit Ausklinkungen am Auflager

(1) Für Biegestäbe mit Rechteckquerschnitt und einer im Wesentlichen parallel zur Längsachse verlaufenden Faserrichtung sind in der Regel die Schubspannungen am ausgeklinkten Auflager mit einer wirksamen (reduzierten) Höhe  $h_{ef}$  zu berechnen (siehe Bild 6.11).

(2) Es sollte nachgewiesen werden, dass

$$\tau_d = \frac{1,5 V}{b h_{ef}} \leq k_v f_{v,d} \quad (6.60)$$

Dabei ist

$k_v$  ein Abminderungsbeiwert, wie folgt definiert:

- für auf der Gegenseite des Auflagers ausgeklinkte Biegestäbe (siehe Bild 6.11b):

$$k_v = 1,0 \quad (6.61)$$

- für an der Auflagerseite ausgeklinkte Biegestäbe (siehe Bild 6.11a):

$$k_v = \min \left\{ \begin{array}{l} 1 \\ k_n \left( 1 + \frac{1,1 i^{1,5}}{\sqrt{h}} \right) \\ \frac{1}{\sqrt{h} \left( \sqrt{\alpha(1-\alpha)} + 0,8 \frac{x}{h} \sqrt{\frac{1}{\alpha} - \alpha^2} \right)} \end{array} \right. \quad (6.62)$$

Dabei ist

- $i$  die Neigung der Ausklinkung (siehe Bild 6.11a);
- $h$  die Höhe des Biegestabes in mm;
- $x$  der Abstand der Wirkungslinie der Auflagerkraft und Ausklinkungsecke, in mm  $\square$ AC

$$\alpha = \frac{h_{ef}}{h}$$

$$k_n = \begin{cases} 4,5 & \text{für Furnierschichtholz} \\ 5 & \text{für Vollholz} \\ 6,5 & \text{für Brettschichtholz} \end{cases} \quad (6.63)$$

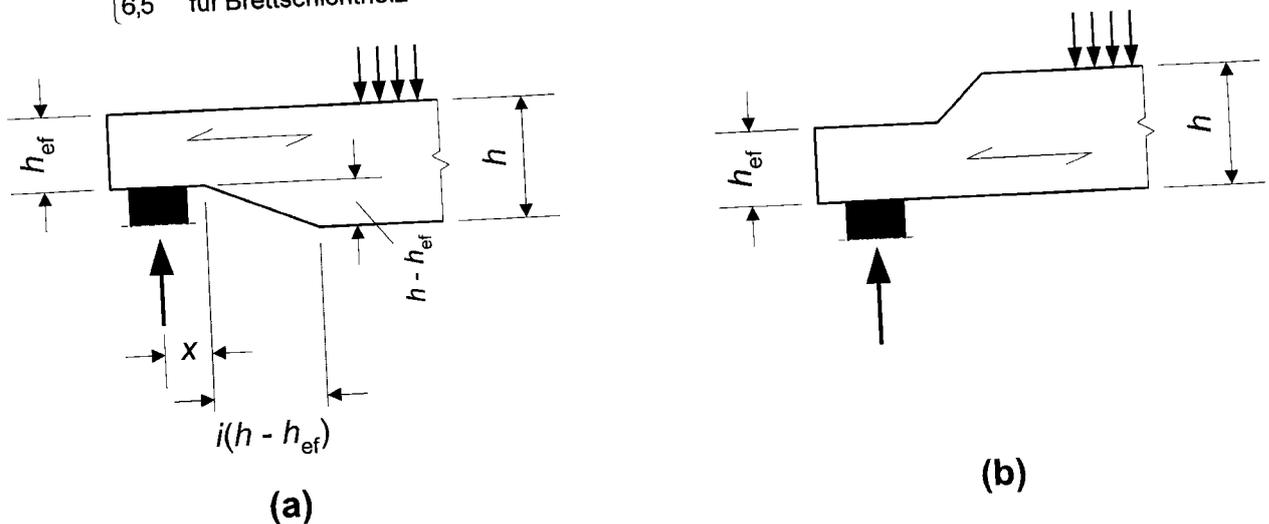


Bild 6.11 — Endausklinkungen von Biegestäben

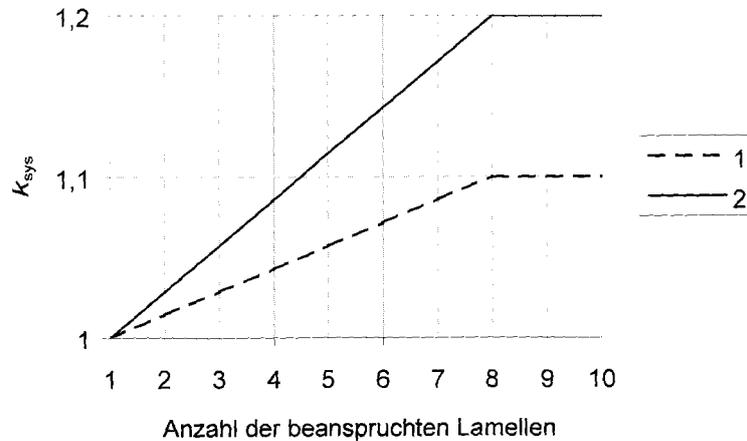
## 6.6 Systemfestigkeit

- (1) Werden mehrere ähnliche Bauteile bei gleichen gegenseitigen Abständen untereinander seitlich durch ein kontinuierliches Lastverteilungssystem miteinander verbunden, dann dürfen die Festigkeitskennwerte der Bauteile um einen Beiwert für die Systemfestigkeit  $k_{sys}$  erhöht in Rechnung gestellt werden.
- (2) Vorausgesetzt, dass das kontinuierliche Lastverteilungssystem in der Lage ist, die Kräfte von einem Bauteil auf das benachbarte Bauteil zu übertragen, dann sollte der Beiwert für die Systemfestigkeit  $k_{sys}$  zu 1,1 angenommen werden.
- (3) Der Nachweis für die Beanspruchbarkeit des Lastverteilungssystems sollte unter der Annahme einer kurzen Lasteinwirkungsdauer geführt werden.

**DIN EN 1995-1-1:2010-12**  
**EN 1995-1-1:2004 + AC:2006 + A1:2008 (D)**

ANMERKUNG Für Dachbinder mit einem größten Binderabstand von 1,2 m darf angenommen werden, dass Dachlatten, Pfetten und Platten die Lasten zu den benachbarten Bindern übertragen können, vorausgesetzt, dass diese lastverteilenden Bauteile über mindestens zwei Felder durchgehen und etwaige Stöße versetzt angeordnet sind.

(4) Für lamellierte Decken sollten die Werte für  $k_{\text{sys}}$  nach Bild 6.12 verwendet werden.



#### Legende

- 1 vernagelte oder verschraubte Lamellen
- 2 quervorgespannte oder verklebte Lamellen

**Bild 6.12 — Beiwert für die Systemfestigkeit  $k_{\text{sys}}$  für lamellierte Decken aus Vollholz oder Brettschichtholz**

## 7 Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit

### 7.1 Nachgiebigkeit der Verbindungen

(1) Für Verbindungen mittels stiftförmiger Verbindungsmittel und Dübel besonderer Bauart sollte der Verschiebungsmodul  $K_{\text{ser}}$  je Scherfuge und Verbindungsmittel unter Gebrauchslast der Tabelle 7.1 entnommen werden.  $\rho_m$  ist dabei in  $\text{kg/m}^3$  und  $d$  oder  $d_c$  in mm einzusetzen.  $d_c$  ist in EN 13271 definiert.

ANMERKUNG In EN 26891 wird das Symbol  $k_s$  anstelle von  $K_{\text{ser}}$  verwendet.

Tabelle 7.1 — Werte für  $K_{ser}$  für stiftförmige Verbindungsmittel und Dübel besonderer Bauart in N/mm für Holz-Holz- und Holzwerkstoff-Holz-Verbindungen

Verbindungsmittel	$K_{ser}$
Stabdübel Bolzen mit oder ohne Lochspiel <sup>a</sup> Schrauben Nägel (vorgebohrt)	$\rho_m^{1,5} d / 23$
Nägel (nicht vorgebohrt)	$\rho_m^{1,5} d^{0,8} / 30$
Klammern	$\rho_m^{1,5} d^{0,8} / 80$
Ringdübel Typ A nach EN 912 Scheibendübel Typ B nach EN 912	$\rho_m d_c / 2$
Scheibendübel mit Zähnen: – Dübeltyp C1 bis C9 nach EN 912 – Dübeltyp C10 und C11 nach EN 912	$1,5 \rho_m d_c / 4$ $\rho_m d_c / 2$
<sup>a</sup> Das Lochspiel ist zusätzlich zu der Verschiebung hinzuzurechnen.	

(2) Bei unterschiedlichen mittleren Rohdichten  $\rho_{m,1}$  und  $\rho_{m,2}$  von zwei miteinander verbundenen Holzwerkstoffteilen ist i. d. R.  $\rho_m$  in den o. g. Ausdrücken mit

$$\rho_m = \sqrt{\rho_{m,1} \rho_{m,2}} \quad (7.1)$$

anzunehmen.

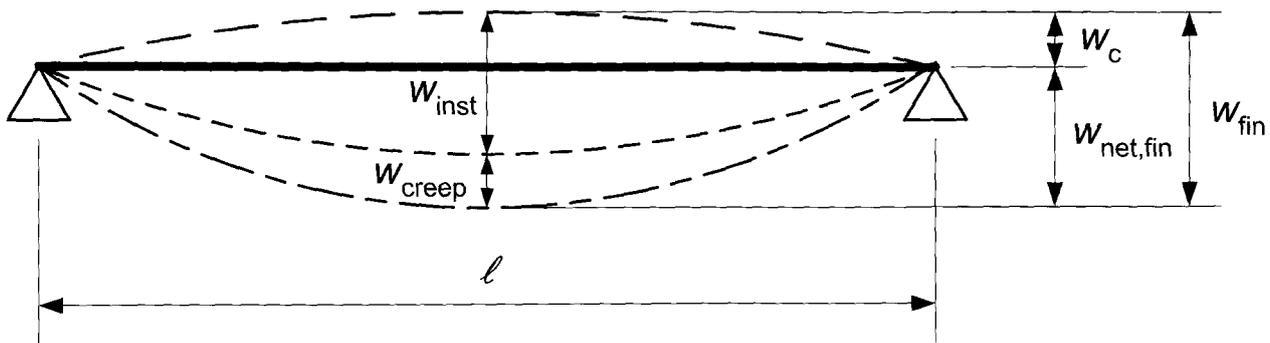
(3) Bei Stahlblech-Holz- oder Beton-Holz-Verbindungen sollte  $K_{ser}$  mit dem Faktor 2,0 multipliziert werden.

## 7.2 Grenzwerte für die Durchbiegungen von Biegestäben

(1) Die Durchbiegungsanteile aus einer Einwirkungskombination (siehe 2.2.3(5)) sind in Bild 7.1 dargestellt; die Symbole bedeuten wie folgt (siehe 2.2.3):

- $w_c$  Überhöhung (falls vorhanden);
- $w_{inst}$  Anfangsdurchbiegung;
- $w_{creep}$  Durchbiegung infolge Kriechens;
- $w_{fin}$  Enddurchbiegung;
- $w_{net,fin}$  gesamte Enddurchbiegung (Enddurchbiegung abzüglich Überhöhung).

**DIN EN 1995-1-1:2010-12**  
**EN 1995-1-1:2004 + AC:2006 + A1:2008 (D)**



**Bild 7.1 — Anteile der Durchbiegung**

(2) Die gesamte Enddurchbiegung bezogen auf eine die Auflager verbindende Gerade,  $w_{\text{net,fin}}$ , sollte wie folgt angenommen werden:

$$w_{\text{net,fin}} = w_{\text{inst}} + w_{\text{creep}} - w_{\text{c}} = w_{\text{fin}} - w_{\text{c}} \quad (7.2)$$

ANMERKUNG Tabelle 7.2 gibt die empfohlenen Spannen für die Grenzwerte der Durchbiegungen von Biegestäben an, die davon abhängen, welches Verformungsniveau als akzeptabel angesehen wird. Informationen zu nationalen Anforderungen können im Nationalen Anhang enthalten sein.

**Tabelle 7.2 — Beispiele für Grenzwerte der Durchbiegungen von Biegestäben**

	$w_{\text{inst}}$	$w_{\text{net,fin}}$	$w_{\text{fin}}$
Beidseitig aufgelagerte Biegestäbe	$l/300$ bis $l/500$	$l/250$ bis $l/350$	$l/150$ bis $l/300$
Auskragende Biegestäbe	$l/150$ bis $l/250$	$l/125$ bis $l/175$	$l/75$ bis $l/150$

## 7.3 Schwingungen

### 7.3.1 Allgemeines

(1)P Es ist sicherzustellen, dass häufig zu erwartende Einwirkungen auf Bauteile oder Tragwerke keine Schwingungen verursachen, die die Funktion des Bauwerks beeinträchtigen oder den Nutzern unannehmbares Unbehagen verursachen.

(2) Das Schwingungsverhalten sollte durch Messungen oder Berechnungen unter Berücksichtigung der zu erwartenden Steifigkeit des Bauteils oder des Tragwerks und des Dämpfungsgrades abgeschätzt werden.

(3) Wenn für Decken keine genaueren Werte vorliegen, sollte für den modalen Dämpfungsgrad  $\zeta = 0,01$  (d. h. 1 %) angenommen werden.

### 7.3.2 Durch Maschinen verursachte Schwingungen

(1)P Durch rotierende Maschinen oder andere Betriebseinrichtungen ausgelöste Schwingungen sind für die ungünstigsten zu erwartenden Kombinationen von ständigen und veränderlichen Lasten zu begrenzen.

(2) Ein zulässiges Niveau für andauernde Deckenschwingungen ist i. d. R. aus Bild 5a in Anhang A der ISO 2631-2 mit einem Multiplikationsfaktor von 1,0 zu entnehmen.

### 7.3.3 Wohnungsdecken

(1) Für Wohnungsdecken mit einer Eigenfrequenz von höchstens 8 Hz ( $f_1 \leq 8$  Hz) sollte eine besondere Untersuchung durchgeführt werden.

(2) Für Wohnungsdecken mit einer Eigenfrequenz über 8 Hz ( $f_1 > 8$  Hz) sollten die folgenden Anforderungen erfüllt sein:

$$\frac{w}{F} \leq a \text{ mm/kN} \quad (7.3)$$

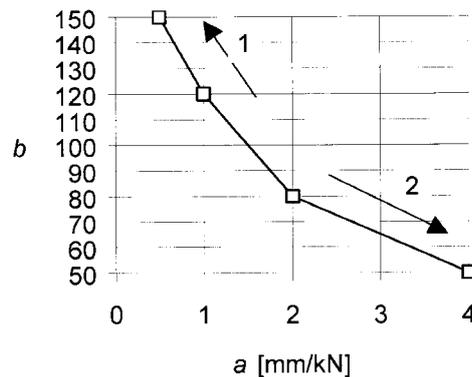
und

$$v \leq b^{(f_1 \zeta - 1)} \text{ m/(Ns}^2\text{)} \quad (7.4)$$

Dabei ist

- $w$  die größte vertikale Anfangsdurchbiegung infolge einer konzentrierten vertikalen Einzellast  $F$ , an beliebiger Stelle wirkend und unter Berücksichtigung der Lastverteilung ermittelt;
- $v$  die Einheitsimpuls geschwindigkeitsreaktion, d. h. der maximale Anfangswert der vertikalen Schwingungsgeschwindigkeitsamplitude der Decke (in m/s) infolge eines an derjenigen Stelle der Decke aufgetragenen idealen Einheitsimpulses (1 Ns), der die größte Eigenfrequenz erzeugt. Anteile über 40 Hz dürfen vernachlässigt werden;
- $\zeta$  der modale Dämpfungsgrad.

ANMERKUNG Den empfohlenen Bereich der Grenzwerte für  $a$  und  $b$  sowie den Zusammenhang zwischen  $a$  und  $b$  zeigt Bild 7.2. Informationen zu nationalen Anforderungen können im Nationalen Anhang enthalten sein.



#### Legende

- 1 besseres Verhalten
- 2 schlechteres Verhalten

**Bild 7.2 — Empfohlener Bereich und Beziehung zwischen  $a$  und  $b$**

(3) Die Berechnungen in 7.3.3(2) sind i. d. R. unter der Annahme durchzuführen, dass die Decke nur durch Eigengewicht und andere ständige Einwirkungen belastet ist.

**DIN EN 1995-1-1:2010-12**  
**EN 1995-1-1:2004 + AC:2006 + A1:2008 (D)**

(4) Für rechteckige, an allen Rändern gelenkig gelagerte Decken mit den Gesamtmaßen  $\ell \cdot b$  und Holzbalken der Spannweite  $\ell$  darf die Eigenfrequenz  $f_1$  näherungsweise berechnet werden zu

$$f_1 = \frac{\pi}{2 \ell^2} \sqrt{\frac{(EI)_\ell}{m}} \quad (7.5)$$

Dabei ist

- $m$  die Masse je Flächeneinheit in  $\text{kg/m}^2$ ;
- $\ell$  die Deckenspannweite in m;
- $(EI)_\ell$  die äquivalente Plattenbiegesteifigkeit der Decke um eine Achse rechtwinklig zur Balkenrichtung in  $\text{Nm}^2/\text{m}$ .

(5) Für rechteckige, an allen Rändern gelenkig gelagerte Decken mit den Gesamtmaßen  $\ell \cdot b$  und Holzbalken der Spannweite  $\ell$  darf der Wert  $v$  näherungsweise berechnet werden zu

$$v = \frac{4(0,4 + 0,6 n_{40})}{m b \ell + 200} \quad (7.6)$$

Dabei ist

- $v$  die Einheitsimpuls geschwindigkeitsreaktion in  $\text{m}/(\text{Ns}^2)$ ;
- $n_{40}$  die Anzahl der Schwingungen 1. Ordnung mit einer Resonanzfrequenz bis zu 40 Hz;
- $b$  die Deckenbreite in m;
- $m$  die Masse je Flächeneinheit in  $\text{kg/m}^2$ ;
- $\ell$  die Deckenspannweite in m.

Der Wert  $n_{40}$  darf berechnet werden aus:

$$\text{AC} \quad n_{40} = \left\{ \left[ \left( \frac{40}{f_1} \right)^2 - 1 \right] \cdot \left( \frac{b}{\ell} \right)^4 \cdot \frac{(EI)_\ell}{(EI)_b} \right\}^{0,25} \quad (7.7) \quad \text{AC}$$

Dabei ist

- $(EI)_b$  die äquivalente Plattenbiegesteifigkeit der Decke in  $\text{Nm}^2/\text{m}$  um eine Achse in Richtung der Balken, mit  $(EI)_b < (EI)_\ell$ .

## 8 Verbindungen mit metallischen Verbindungsmitteln

### 8.1 Allgemeines

#### 8.1.1 Anforderungen an Verbindungsmittel

(1)P Wenn nachfolgend nichts anderes bestimmt wird, sind die charakteristische Tragfähigkeit und die Steifigkeit von Verbindungen auf der Grundlage von Versuchen in Übereinstimmung mit EN 1075, EN 1380, EN 1381, EN 26891 und EN 28970 zu bestimmen. Falls in den entsprechenden Normen sowohl Zug- als auch Druckversuche beschrieben sind, dann müssen die Versuche zur Bestimmung der charakteristischen Tragfähigkeit als Zugversuche durchgeführt werden.

### 8.1.2 Verbindungen mit mehreren Verbindungsmitteln

(1)P Die Anordnung der Verbindungsmittel, ihre Größe und ihre Abstände untereinander sowie von den Rändern und Hirnholzenden sind so zu wählen, dass die erwartete Tragfähigkeit und Steifigkeit auch erzielt werden können.

(2)P Es ist zu berücksichtigen, dass die Tragfähigkeit einer Verbindung mit mehreren Verbindungsmitteln gleichen Typs und gleicher Abmessung geringer sein kann als die Summe der Einzeltragfähigkeiten jedes einzelnen Verbindungsmittels.

(3) Besteht eine Verbindung aus einer Kombination verschiedener Arten von Verbindungsmitteln oder ist die Steifigkeit der Scherfugen einer Verbindung mit vielen verschiedenen Scherfugen unterschiedlich, dann sollte das gemeinsame Tragverhalten unter Berücksichtigung der Nachgiebigkeit nachgewiesen werden.

(4) Die effektive charakteristische Tragfähigkeit  $F_{V,ef,Rk}$  einer Verbindungsmittelreihe, deren Verbindungsmittel in Faserrichtung hintereinander liegend angeordnet werden, sollte wie folgt bestimmt werden:

$$F_{V,ef,Rk} = n_{ef} F_{V,Rk} \quad (8.1)$$

Dabei ist

$F_{V,ef,Rk}$  die effektive charakteristische Tragfähigkeit parallel zu einer Verbindungsmittelreihe, deren Verbindungsmittel in Faserrichtung hintereinander liegend angeordnet sind;

$n_{ef}$  die wirksame Anzahl der Verbindungsmittel, die in Faserrichtung hintereinander liegen;

$F_{V,Rk}$  die charakteristische Tragfähigkeit je Verbindungsmittel in Faserrichtung.

ANMERKUNG Werte für  $n_{ef}$  werden in 8.3.1.1(8) und 8.5.1.1(4) angegeben.

(5) Für eine schräg zur Verbindungsmittelreihe wirkende Kraft sollte nachgewiesen werden, dass die Kraftkomponente in Richtung der Verbindungsmittelreihe kleiner gleich der rechnerischen Tragfähigkeit nach Gleichung (8.1) ist.

### 8.1.3 Mehrschnittige Verbindungen

(1) In mehrschnittigen Verbindungen sollte die Tragfähigkeit je Scherfuge unter der Annahme bestimmt werden, dass jede Scherfuge Teil einer Reihe von zweischnittigen Verbindungen ist.

(2) Um in einer mehrschnittigen Verbindung die Tragfähigkeiten  $\overline{AC}$  der  $\overline{AC}$  einzelnen Scherfugen kombinieren zu können, hat in der Regel der vorherrschende Versagensmechanismus der Verbindungsmittel in der entsprechenden Fuge mit jedem anderen verträglich zu sein und sollte nicht aus einer Kombination der Versagensmechanismen (a), (b), (g) und (h) aus Bild 8.2 oder der Versagensmechanismen (c), (f) und (j/l) aus Bild 8.3 mit anderen Versagensmechanismen bestehen.  $\overline{A1}$

### 8.1.4 Verbindungsmittelkräfte unter einem Winkel zur Faserrichtung

(1)P Wenn eine Kraft in einer Verbindung unter einem Winkel zur Faserrichtung wirkt (siehe Bild 8.1), dann ist die Gefahr eines Querzugversagens infolge der Querzugkraft  $F_{Ed} \sin \alpha$  zu berücksichtigen.

(2)P Um die Möglichkeit eines Querzugversagens infolge der Querzugkraft  $F_{Ed} \sin \alpha$  zu berücksichtigen, muss die folgende Bedingung erfüllt sein:

$$F_{V,Ed} \leq F_{90,Rd} \quad (8.2)$$

**DIN EN 1995-1-1:2010-12**  
**EN 1995-1-1:2004 + AC:2006 + A1:2008 (D)**

mit

$$F_{v,Ed} = \max \begin{cases} F_{v,Ed,1} \\ F_{v,Ed,2} \end{cases} \quad (8.3)$$

Dabei ist

$F_{90,Rd}$  der Bemessungswert der  $\boxed{\text{AC}}$  Querkugtragfähigkeit  $\boxed{\text{AC}}$ , ermittelt aus der charakteristischen  $\boxed{\text{AC}}$  Querkugtragfähigkeit  $\boxed{\text{AC}}$   $F_{90,Rk}$  nach 2.4.3;

$F_{v,Ed,1}$ ,  $F_{v,Ed,2}$  die Bemessungswerte der  $\boxed{\text{AC}}$  Querkraft  $\boxed{\text{AC}}$  auf beiden Seiten der Verbindung (siehe Bild 8.1).

(3) Bei Nadelhölzern ist i. d. R. die charakteristische Beanspruchbarkeit auf Querkug bei der in Bild 8.1 dargestellten Anordnung anzunehmen zu:

$$\boxed{\text{AC}} F_{90,Rk} = 14bw \cdot \sqrt{\frac{h_e}{\left(1 - \frac{h_e}{h}\right)}} \quad (8.4) \boxed{\text{AC}}$$

Dabei ist

$$w = \begin{cases} \max \left\{ \left( \frac{w_{pl}}{100} \right)^{0,35} \right. & \text{für Nagelplatten} \\ 1 & \text{für alle anderen Verbindungen} \end{cases} \quad (8.5)$$

$F_{90,Rk}$  der charakteristische Wert der Beanspruchbarkeit auf Querkug in N;

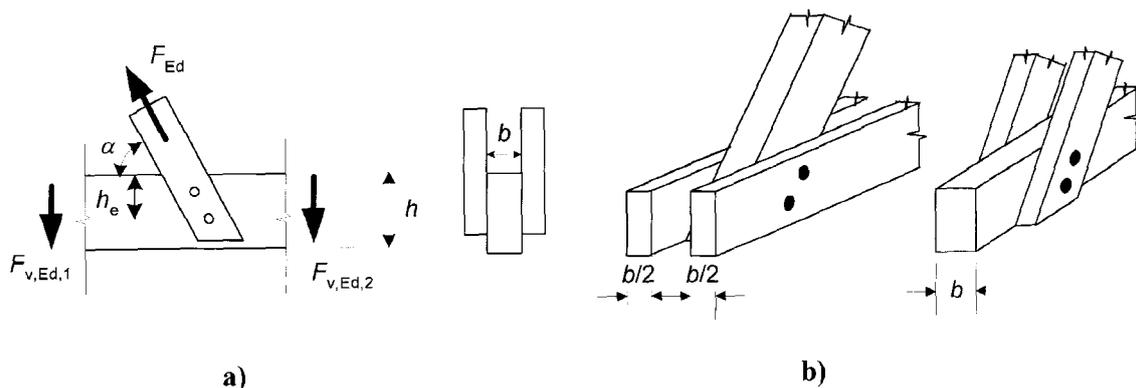
$w$  der Modifikationsbeiwert;

$h_e$  der Abstand des am entferntesten angeordneten Verbindungsmittels oder Nagelplattenrandes vom beanspruchten Holzrand in mm;

$h$  die Höhe des Holzbauteils in mm;

$b$  die Dicke des Holzbauteils in mm;

$w_{pl}$  die Breite der Nagelplatte parallel zur Faserrichtung in mm.



**Bild 8.1 — Durch eine Verbindung übertragene schräg angreifende Kraft (Schräganschluss)**

### 8.1.5 Wechselbeanspruchungen

(1)P Die charakteristische Tragfähigkeit einer Verbindung ist abzumindern, wenn die Verbindung durch innere Kräfte wechselnder Richtung langer oder mittlerer Einwirkungsdauer beansprucht wird.

(2) Einflüsse aus langen oder mittleren Einwirkungsdauern, die zu wechselnden Kräften zwischen Zug  $F_{t,Ed}$  und Druck  $F_{c,Ed}$  in der Verbindung führen, sind i. d. R. bei der Berechnung der Verbindung dadurch rechnerisch zu berücksichtigen, dass die Verbindung für  $(F_{t,Ed} + 0,5 F_{c,Ed})$  und  $(F_{c,Ed} + 0,5 F_{t,Ed})$  bemessen wird.

## 8.2 Tragfähigkeit metallischer, stiftförmiger Verbindungsmittel auf Abscheren

### 8.2.1 Allgemeines

(1)P Bei der Berechnung der charakteristischen Tragfähigkeit von Verbindungen mit stiftförmigen Verbindungsmitteln aus Metall sind die Einflüsse der Fließgrenze, der Lochleibungsfestigkeit und des Auszieh Widerstandes des Verbindungsmittels zu beachten.

### 8.2.2 Holz-Holz- und Holzwerkstoff-Holz-Verbindungen

(1) Die charakteristische Tragfähigkeit für Nägel, Klammern, Bolzen, Stabdübeln und Schrauben je Scherfuge und Verbindungsmittel sollten als der Kleinstwert aus den folgenden Ausdrücken angenommen werden:

— für einschnittige Verbindungen:

$$F_{v,Rk} = \min \left\{ \begin{array}{ll} f_{h,1,k} t_1 d & \text{(a)} \\ f_{h,2,k} t_2 d & \text{(b)} \\ \frac{f_{h,1,k} t_1 d}{1+\beta} \left[ \sqrt{\beta + 2\beta^2 \left[ 1 + \frac{t_2}{t_1} + \left( \frac{t_2}{t_1} \right)^2 \right] + \beta^3 \left( \frac{t_2}{t_1} \right)^2} - \beta \left( 1 + \frac{t_2}{t_1} \right) \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4} & \text{(c)} \\ 1,05 \frac{f_{h,1,k} t_1 d}{2+\beta} \left[ \sqrt{2\beta(1+\beta) + \frac{4\beta(2+\beta)M_{y,Rk}}{f_{h,1,k} d t_1^2}} - \beta \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4} & \text{(d)} \\ 1,05 \frac{f_{h,1,k} t_2 d}{1+2\beta} \left[ \sqrt{2\beta^2(1+\beta) + \frac{4\beta(1+2\beta)M_{y,Rk}}{f_{h,1,k} d t_2^2}} - \beta \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4} & \text{(e)} \\ 1,15 \sqrt{\frac{2\beta}{1+\beta}} \sqrt{2M_{y,Rk} f_{h,1,k} d} + \frac{F_{ax,Rk}}{4} & \text{(f)} \end{array} \right. \quad (8.6)$$

— für zweischnittige Verbindungen:

$$F_{v,Rk} = \min \left\{ \begin{array}{ll} f_{h,1,k} t_1 d & \text{(g)} \\ 0,5 f_{h,2,k} t_2 d & \text{(h)} \\ 1,05 \frac{f_{h,1,k} t_1 d}{2+\beta} \left[ \sqrt{2\beta(1+\beta) + \frac{4\beta(2+\beta)M_{y,Rk}}{f_{h,1,k} d t_1^2}} - \beta \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4} & \text{(j)} \\ 1,15 \sqrt{\frac{2\beta}{1+\beta}} \sqrt{2M_{y,Rk} f_{h,1,k} d} + \frac{F_{ax,Rk}}{4} & \text{(k)} \end{array} \right. \quad (8.7)$$

**DIN EN 1995-1-1:2010-12**  
**EN 1995-1-1:2004 + AC:2006 + A1:2008 (D)**

mit

$$\beta = \frac{f_{h,2,k}}{f_{h,1,k}} \quad (8.8)$$

Dabei ist

- $F_{v,Rk}$  der charakteristische Wert der Tragfähigkeit pro Scherfuge und Verbindungsmittel;
- $t_i$  die Holz- oder Holzwerkstoffdicke oder Einbindetiefe, mit  $i$  entweder 1 oder 2, siehe auch 8.3 bis 8.7;
- $f_{h,i,k}$  der charakteristische Wert der Lochleibungsfestigkeit im Holzteil  $i$ ;
- $d$  der Durchmesser des Verbindungsmittels;
- $M_{y,Rk}$  das charakteristische Fließmoment des Verbindungsmittels;
- $\beta$  das Verhältnis der Lochleibungsfestigkeiten der Bauteile zueinander;
- $F_{ax,Rk}$  der charakteristische Auszieh Widerstand des Verbindungsmittels, siehe (2).

ANMERKUNG Plastisches Verhalten von Verbindungen kann durch Verwendung verhältnismäßig schlanker Verbindungsmittel erreicht werden. In solchem Fall sind die Versagensmechanismen (f) und (k) maßgebend.

(2) In den Gleichungen (8.6) und (8.7) bedeutet der erste Summand auf der rechten Seite die Tragfähigkeit nach Johansens Fließtheorie, während der zweite Summand  $F_{ax,Rk}/4$  den Anteil aus der Seilwirkung enthält. Der Anteil der Seilwirkung an der Tragfähigkeit ist auf die folgenden Prozente des Anteils nach der Johansen-Theorie zu begrenzen:

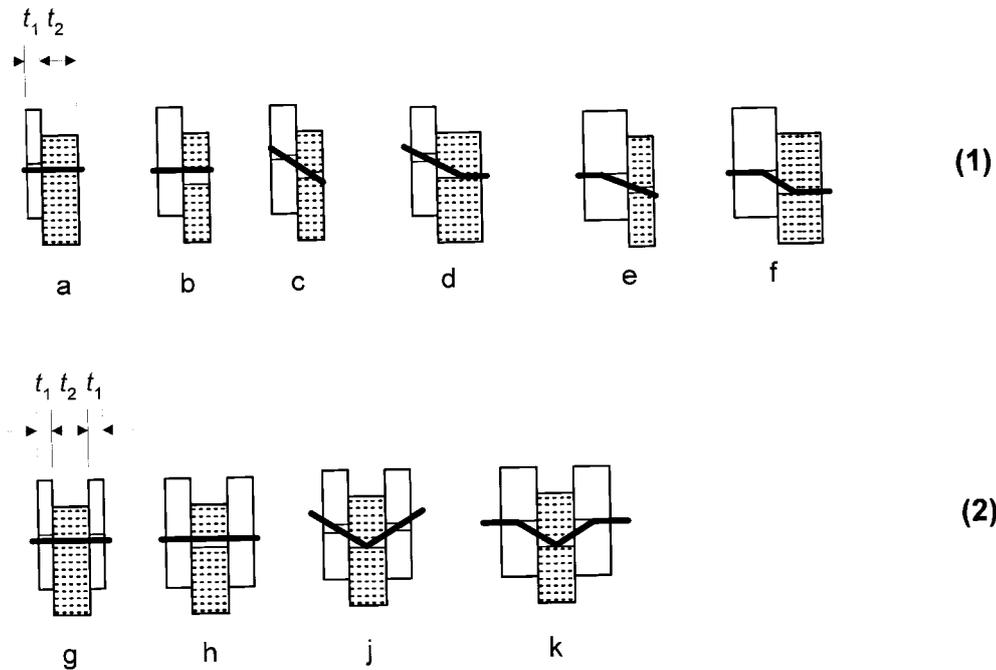
— runde Nägel	15 %
— <span style="border: 1px solid black; padding: 0 2px;">AC</span> Nägel mit annähernd quadratischem Querschnitt	25 % <span style="border: 1px solid black; padding: 0 2px;">AC</span>
— andere Nägel	50 %
— Schrauben	100 %
— Bolzen	25 %
— Stabdübel	0 %

Ist  $F_{ax,Rk}$  nicht bekannt, sollte der Anteil aus Seilwirkung zu null angenommen werden.

Für einschnittige Verbindungsmittel gilt als charakteristischer Wert des Auszieh Widerstand  $F_{ax,Rk}$  der kleinere Auszieh Widerstand aus den beiden Teilen. Die verschiedenen Versagensmechanismen sind in Bild 8.2 dargestellt. Als Auszieh Widerstand  $F_{ax,Rk}$  von Bolzen darf der Widerstand durch die Unterlegscheiben gesetzt werden, siehe 8.5.2(2).

(3) Falls nachstehend nicht anders angegeben, sollten die charakteristischen Werte der Lochleibungs festigkeiten  $f_{h,k}$  in Übereinstimmung mit EN 383 und EN 14358 bestimmt werden.

(4) Falls nachstehend nicht anders angegeben, sollten die charakteristischen Werte der Fließmomente  $M_{y,Rk}$  in Übereinstimmung mit EN 409 und EN 14358 bestimmt werden.

**Legende**

- (1) einschnittig  
(2) zweisechnittig

ANMERKUNG Die Buchstaben entsprechen den Verweisen in den Gleichungen (8.6) und (8.7)

**Bild 8.2 — Versagensmechanismen für Holz- und Holzwerkstoff-Verbindungen**

**8.2.3 Stahl-Holz-Verbindungen**

(1) Die charakteristische Tragfähigkeit einer Stahl-Holz-Verbindung hängt von der Dicke der Stahlbleche ab. Stahlbleche mit Dicken bis zu  $0,5d$  werden als dünne Bleche eingestuft, solche mit Dicken von mindestens  $d$ , bei denen die Toleranz der Lochdurchmesser weniger als  $0,1d$  beträgt, werden als dicke Bleche eingestuft. Der charakteristische Wert der Tragfähigkeit von Verbindungen mit Stahlblechdicken zwischen einem dünnen und einem dicken Blech ist durch geradlinige Interpolation zwischen den Grenzwerten für dünne und dicke Bleche zu bestimmen.

(2)P Es sind Spannungsnachweise für die Stahlbleche zu führen.

(3) Die charakteristische Tragfähigkeit je Scherfuge und Verbindungsmittel sollte für Nägel, Bolzen, Stabdübel und Schrauben als der kleinste Wert angenommen werden, der sich aus den nachfolgenden Gleichungen ergibt:

— für ein dünnes Stahlblech, einschnittig:

$$F_{V,Rk} = \min \begin{cases} 0,4 f_{h,k} t_1 d & \text{(a)} \\ 1,15 \sqrt{2M_{y,Rk} f_{h,k} d + \frac{F_{ax,Rk}}{4}} & \text{(b)} \end{cases} \quad (8.9)$$

**DIN EN 1995-1-1:2010-12**  
**EN 1995-1-1:2004 + AC:2006 + A1:2008 (D)**

— **A1** für ein dickes Stahlblech, einschnittig:

$$\begin{aligned}
 & f_{h,k} t_1 d && (c) \\
 \text{AC} \quad F_{V,Rk} = \min & \left\{ \begin{aligned} & f_{h,k} t_1 d \left[ \sqrt{2 + \frac{4M_{y,Rk}}{f_{h,k} d t_1^2}} - 1 \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4} && (d) \\ & 2,3 \sqrt{M_{y,Rk} f_{h,k} d} + \frac{F_{ax,Rk}}{4} && (e) \end{aligned} \right. && (8.10) \quad \text{AC}
 \end{aligned}$$

**A1**

— für Stahlbleche jeder Dicke als Mittelteil einer zweischnittigen Verbindung:

$$\begin{aligned}
 & f_{h,1,k} t_1 d && (f) \\
 F_{V,Rk} = \min & \left\{ \begin{aligned} & f_{h,1,k} t_1 d \left[ \sqrt{2 + \frac{4M_{y,Rk}}{f_{h,1,k} d t_1^2}} - 1 \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4} && (g) \\ & 2,3 \sqrt{M_{y,Rk} f_{h,1,k} d} + \frac{F_{ax,Rk}}{4} && (h) \end{aligned} \right. && (8.11)
 \end{aligned}$$

— für dünne Stahlbleche als Seitenteile einer zweischnittigen Verbindung:

$$\begin{aligned}
 & 0,5 f_{h,2,k} t_2 d && (j) \\
 F_{V,Rk} = \min & \left\{ \begin{aligned} & 1,15 \sqrt{2M_{y,Rk} f_{h,2,k} d} + \frac{F_{ax,Rk}}{4} && (k) \end{aligned} \right. && (8.12)
 \end{aligned}$$

— für dicke Stahlbleche als Seitenteile einer zweischnittigen Verbindung:

$$\begin{aligned}
 & 0,5 f_{h,2,k} t_2 d && (l) \\
 F_{V,Rk} = \min & \left\{ \begin{aligned} & 2,3 \sqrt{M_{y,Rk} f_{h,2,k} d} + \frac{F_{ax,Rk}}{4} && (m) \end{aligned} \right. && (8.13)
 \end{aligned}$$

Dabei ist

- $F_{V,Rk}$  der charakteristische Wert der Tragfähigkeit pro Scherfuge und Verbindungsmittel;
- $f_{h,k}$  der charakteristische Wert der Lochleibungsfestigkeit im Holzteil;
- $t_1$  der kleinere Wert der Seitenholzdicke oder der Eindringtiefe;
- $t_2$  die Dicke des Mittelholzes;
- $d$  der Durchmesser des Verbindungsmittels;
- $M_{y,Rk}$  der charakteristische Wert des Fließmomentes des Verbindungsmittels;
- $F_{ax,Rk}$  der charakteristische Wert des Auszieh Widerstand des Verbindungsmittels.

ANMERKUNG Die verschiedenen Versagensmechanismen sind in Bild 8.3 dargestellt.

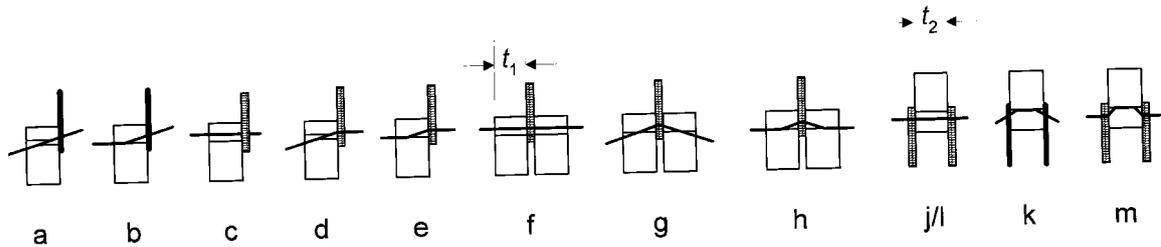


Bild 8.3 — Versagensmechanismen für Stahl-Holz-Verbindungen

(4) Für die Begrenzung des Seileffekts  $F_{ax,Rk}$  gilt 8.2.2 (2).

(5)P Es ist zu berücksichtigen, dass die Tragfähigkeit von Stahl-Holz-Verbindungen mit belasteten Hirnholzenden durch ein Versagen entlang des Umfangs der Verbindungsmittelgruppe begrenzt sein kann.

ANMERKUNG Ein Verfahren zur Bestimmung der Tragfähigkeit einer Verbindungsmittelgruppe enthält Anhang A (informativ).

### 8.3 Verbindungen mit Nägeln

#### 8.3.1 Beanspruchung rechtwinklig zur Nagelachse (Abscheren)

##### 8.3.1.1 Allgemeines

(1) Die Formelzeichen für die Dicken in ein- und zweischnittigen Verbindungen (siehe Bild 8.4) sind wie folgt definiert:

$t_1$  Holzdicke auf der Seite des Nagelkopfes in einer einschnittigen Verbindung;

die kleinere der Holzdicken auf der Seite des Nagelkopfes und die Einbindetiefe auf der Seite der Nagelspitze in einer zweischnittigen Verbindung;

$t_2$  Einbindetiefe auf der Seite der Nagelspitze in einer einschnittigen Verbindung;

die Mittelteildicke in einer zweischnittigen Verbindung.

**AC1** (2) Holz sollte vorgebohrt werden, wenn:

— die charakteristische Rohdichte des Holzes größer oder gleich  $500 \text{ kg/m}^3$  ist;

— der Nageldurchmesser größer als 6 mm ist. **AC1**

**AC** (3) Bei Nägeln mit annähernd quadratischem Querschnitt ist für den Nageldurchmesser  $d$  das Seitenmaß anzunehmen. **AC**

(4) Für glattschaftige Nägel aus Draht mit einer Mindestzugfestigkeit von  $600 \text{ N/mm}^2$  sollten für die Fließmomente die folgenden charakteristischen Werte angenommen werden:

$$\text{AC} \quad M_{y,Rk} = \begin{cases} 0,3 f_u d^{2,6} & \text{für Nägel mit rundem Querschnitt} \\ 0,45 f_u d^{2,6} & \text{für Nägel mit annähernd quadratischem Querschnitt} \end{cases} \quad (8.14) \quad \text{AC}$$

Dabei ist

$M_{y,Rk}$  der charakteristische Wert des Fließmoments in Nmm;

$d$  der Nageldurchmesser oder Seitenmaß in mm;

$f_u$  die Drahtzugfestigkeit in  $\text{N/mm}^2$ .

**DIN EN 1995-1-1:2010-12**  
**EN 1995-1-1:2004 + AC:2006 + A1:2008 (D)**

(5) Für Nageldurchmesser bis zu 8 mm gelten die folgenden charakteristischen Werte der Lochleibungsfestigkeiten in Holz und Furnierschichtholz (LVL):

— ohne vorgebohrte Löcher

$$f_{h,k} = 0,082 \rho_k d^{-0,3} \quad \text{N/mm}^2 \quad (8.15)$$

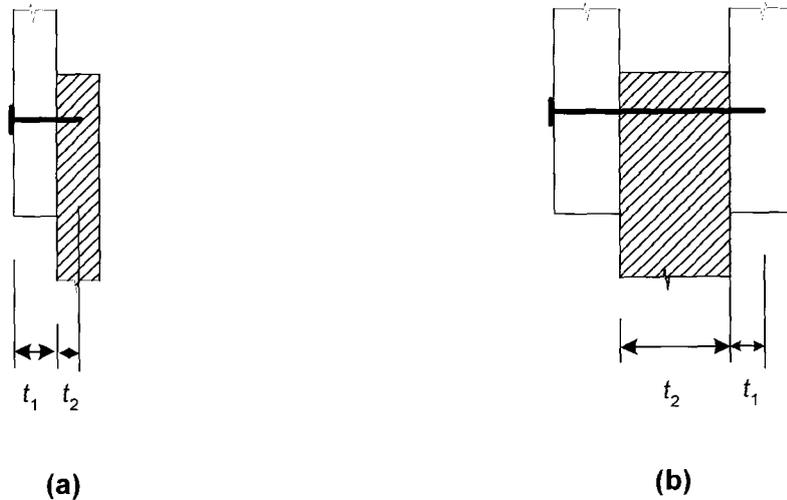
— mit vorgebohrten Löchern

$$f_{h,k} = 0,082(1 - 0,01 d) \rho_k \quad \text{N/mm}^2 \quad (8.16)$$

Dabei ist

$\rho_k$  der charakteristische Wert der Rohdichte des Holzes in  $\text{kg/m}^3$ ;

$d$  der Nageldurchmesser in mm.



**Legende**

- (a) einschnittige Verbindung  
 (b) zweischneittige Verbindung

**Bild 8.4 — Definitionen von  $t_1$  und  $t_2$**

(6) Für Nageldurchmesser größer 8 mm gelten die charakteristischen Werte der Lochleibungsfestigkeit für Bolzen nach 8.5.1.

(7) In einer Verbindung aus drei Holzteilen dürfen sich die Nägel im Mittelholz übergreifen, falls  $(t - t_2)$  größer ist als  $4d$  (siehe Bild 8.5).

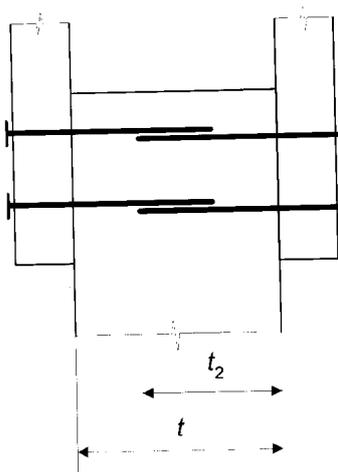


Bild 8.5 — Übergreifende Nägel

(8) Bei einer Reihe mit  $n$  Nägeln in Faserrichtung des Holzes sollte die Tragfähigkeit in Faserrichtung mit einer wirksamen Nagelanzahl  $n_{ef}$  berechnet werden, wenn die Nägel in dieser Reihe rechtwinklig zur Faserrichtung nicht um mindestens  $1d$  gegeneinander versetzt angeordnet sind (siehe Bild 8.6). Dabei ist:

$$n_{ef} = n^{k_{ef}} \quad (8.17)$$

Dabei ist

$n_{ef}$  die wirksame Nagelanzahl in der Reihe;

$n$  die Nagelanzahl in der Reihe;

$k_{ef}$  nach Tabelle 8.1.

Tabelle 8.1 — Werte für  $k_{ef}$ 

Nagelabstand <sup>a</sup>	$k_{ef}$	
	nicht vorgebohrt	vorgebohrt
$a_1 \geq 14d$	1,0	1,0
$a_1 = 10d$	0,85	0,85
$a_1 = 7d$	0,7	0,7
$a_1 = 4d$	—	0,5

<sup>a</sup> Für Zwischenwerte der Nagelabstände ist eine lineare Interpolation für  $k_{ef}$  zulässig.



#### Legende

- 1 Verbindungsmittel
- 2 Faserrichtung

Bild 8.6 — Nägel in einer Reihe in Faserrichtung, rechtwinklig zur Faserrichtung um  $d$  versetzt angeordnet

**DIN EN 1995-1-1:2010-12**  
**EN 1995-1-1:2004 + AC:2006 + A1:2008 (D)**

- (9) Ein Anschluss sollte mindestens zwei Nägel enthalten.
- (10) Anforderungen an konstruktive Einzelheiten und die Kontrolle von Nagelverbindungen enthält 10.4.2.

**8.3.1.2 Holz-Holz-Nagelverbindungen**

- (1) Bei glattschaftigen Nägeln sollte die Eindringtiefe auf der Seite der Nagelspitze mindestens  $8d$  betragen.
- (2) Bei Nägeln mit anderem als glatten Schaft, wie in EN 14592 definiert, sollte die Eindringtiefe auf der Seite der Nagelspitze mindestens  $6d$  betragen.

**AC** (3) Nägel in Hirnholz sollten nicht als tragend angesehen werden. **AC**

(4) Als Alternative zu 8.3.1.2(3) gelten für Nägel in Hirnholz folgende Regeln:

- In Sekundärbauteilen dürfen glattschaftige Nägel verwendet werden. Die Bemessungswerte der Tragfähigkeit sollten zu  $1/3$  der Werte bei rechtwinklig zur Faserrichtung eingetriebenen Nägeln angenommen werden.
- Nägel mit anderem als glatten Schaft, wie in EN 14592 definiert, dürfen in anderen als Sekundärtragwerken eingesetzt werden. Die Bemessungswerte der Tragfähigkeit sollten zu  $1/3$  der Werte für glattschaftige Nägel eines äquivalenten Durchmessers bei Einbau rechtwinklig zur Faserrichtung angenommen werden, unter der Voraussetzung, dass
  - die Nägel nur auf Abscheren beansprucht werden;
  - die Verbindung mindestens drei Nägel enthält;
  - die Eindringtiefe auf der Seite der Nagelspitze mindestens  $10d$  beträgt;
  - die Verbindung nicht den Bedingungen der Nutzungsklasse 3 ausgesetzt ist;
  - die Abstände untereinander und von den Rändern nach Tabelle 8.2 eingehalten werden.

ANMERKUNG 1 Ein Beispiel für Sekundärtragwerke sind an Sparren befestigte Gesimmsbretter.

ANMERKUNG 2 8.3.1.2(3) ist die empfohlene Anwendungsregel. Informationen zu nationalen Anforderungen können im Nationalen Anhang enthalten sein.

(5) Die Mindestabstände untereinander sowie von den Hirnholzenden und den Rändern sind in Tabelle 8.2 angegeben mit (siehe Bild 8.7):

- $a_1$  Abstand der Verbindungsmittel innerhalb einer Reihe in Faserrichtung;
- $a_2$  Abstand der Verbindungsmittelreihen rechtwinklig zur Faserrichtung;
- $a_{3,c}$  Abstand zwischen Verbindungsmittel und unbeanspruchtem Hirnholzende;
- $a_{3,t}$  Abstand zwischen Verbindungsmittel und beanspruchtem Hirnholzende;
- $a_{4,c}$  Abstand zwischen Verbindungsmittel und unbeanspruchtem Rand;
- $a_{4,t}$  Abstand zwischen Verbindungsmittel und beanspruchtem Rand;
- $\alpha$  Winkel zwischen Kraft- und Faserrichtung.

Tabelle 8.2 — Mindestabstände von Nägeln

Abstände (siehe Bild 8.7)	Winkel $\alpha$	Mindestabstände		
		ohne Vorbohrung		mit Vorbohrung
		$\rho_k \leq 420 \text{ kg/m}^3$	$420 \text{ kg/m}^3 < \rho_k \leq 500 \text{ kg/m}^3$	
Abstand $a_1$ (in Faserrichtung)	$0^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$d < 5 \text{ mm}$ : $(5 + 5 \lvert \cos \alpha \rvert) d$ $d \geq 5 \text{ mm}$ : $(5 + 7 \lvert \cos \alpha \rvert) d$	$(7 + 8 \lvert \cos \alpha \rvert) d$	$(4 + \lvert \cos \alpha \rvert) d$
Abstand $a_2$ (rechtwinklig zur Faserrichtung)	$0^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$5 d$	$7 d$	$(3 + \lvert \sin \alpha \rvert) d$
Abstand $a_{3,t}$ (beanspruchtes Hirnholzende)	$-90^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$	$(10 + 5 \cos \alpha) d$	$(15 + 5 \cos \alpha) d$	$(7 + 5 \cos \alpha) d$
Abstand $a_{3,c}$ (unbeanspruchtes Hirnholzende)	$90^\circ \leq \alpha \leq 270^\circ$	$10 d$	$15 d$	$7 d$
Abstand $a_{4,t}$ (beanspruchter Rand)	$0^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ$	$d < 5 \text{ mm}$ : $(5 + 2 \sin \alpha) d$ $d \geq 5 \text{ mm}$ : $(5 + 5 \sin \alpha) d$	$d < 5 \text{ mm}$ : $(7 + 2 \sin \alpha) d$ $d \geq 5 \text{ mm}$ : $(7 + 5 \sin \alpha) d$	$d < 5 \text{ mm}$ : $(3 + 2 \sin \alpha) d$ $d \geq 5 \text{ mm}$ : $(3 + 4 \sin \alpha) d$
Abstand $a_{4,c}$ (unbeanspruchter Rand)	$180^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$5 d$	$7 d$	$3 d$

(6) Das Holz ist in der Regel vorzubohren, wenn die Dicke des Holzteiles kleiner ist als

$$t = \max \left\{ \begin{array}{l} 7d \\ (13d - 30) \frac{\rho_k}{400} \end{array} \right. \quad (8.18)$$

Dabei ist

$t$  die Mindestholzdicke in mm;

$\rho_k$  der charakteristische Wert der Rohdichte des Holzes in  $\text{kg/m}^3$ ;

$d$  der Nageldurchmesser in mm.

(7) Besonders spaltgefährdete Hölzer sollten vorgebohrt werden, wenn die Holzdicke kleiner ist als

$$t = \max \left\{ \begin{array}{l} 14d \\ (13d - 30) \frac{\rho_k}{200} \end{array} \right. \quad (8.19)$$

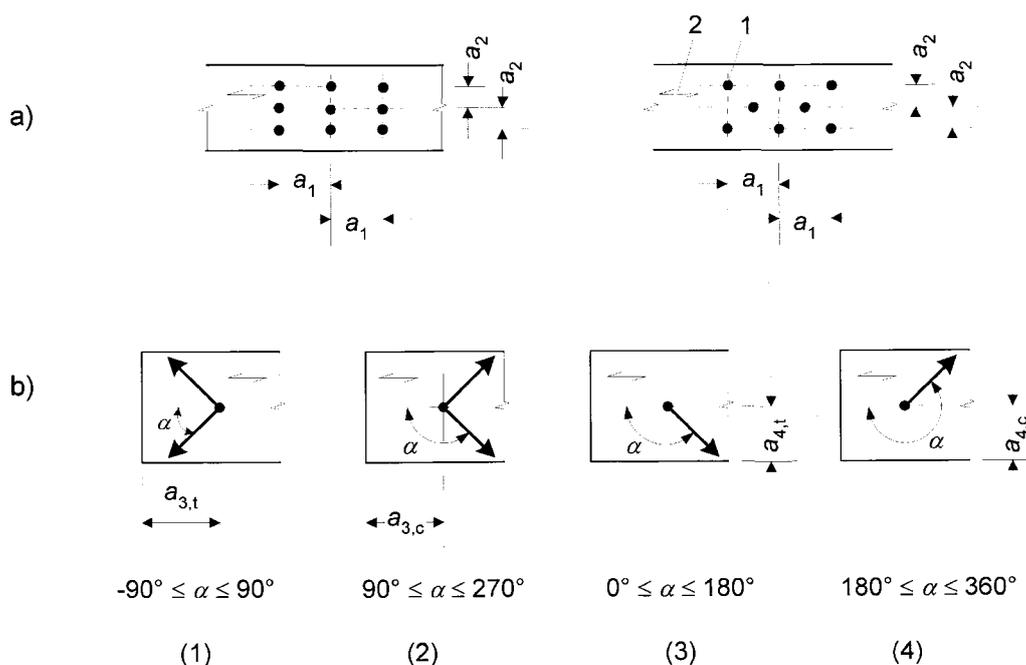
Gleichung (8.19) darf durch Gleichung (8.18) ersetzt werden, wenn folgende Randabstände eingehalten werden:

$$a_4 \geq 10 d \quad \text{für } \rho_k \leq 420 \text{ kg/m}^3$$

$$a_4 \geq 14 d \quad \text{für } 420 \text{ kg/m}^3 \leq \rho_k \leq 500 \text{ kg/m}^3$$

ANMERKUNG Spaltgefährdete Hölzer sind beispielsweise Weißtanne (*abies alba*), Douglasie (*pseudotsuga menziesii*) und Fichte (*pinus abies*). Es wird empfohlen, 8.3.1.2(7) für Weißtanne (*abies alba*) und Douglasie (*pseudotsuga menziesii*) anzuwenden. Informationen bezüglich der nationalen Auswahl können im Nationalen Anhang enthalten sein.

**DIN EN 1995-1-1:2010-12**  
**EN 1995-1-1:2004 + AC:2006 + A1:2008 (D)**



**Legende**

- |                                  |  |
|----------------------------------|--|
| (1) beanspruchtes Hirnholzende   | (a) Abstände in Faserrichtung innerhalb einer Reihe und rechtwinklig zur Faserrichtung zwischen den Reihen |
| (2) unbeanspruchtes Hirnholzende | (b) Abstände vom Hirnholzende und vom Rand   |
| (3) beanspruchter Rand           |  |
| (4) unbeanspruchter Rand         |  |
| 1 Verbindungsmittel              |  |
| 2 Faserrichtung des Holzes       |  |

**Bild 8.7 — Verbindungsmittelabstände**

**8.3.1.3 Holzwerkstoff-Holz-Nagelverbindungen**

(1) Als Mindestnagelabstände für alle genagelten Holzwerkstoff-Holz-Verbindungen gelten die mit einem Faktor 0,85 multiplizierten Werte nach Tabelle 8.2. Die Abstände zum Rand und zum Hirnholz bleiben unverändert, sofern nachfolgend nichts anderes festgelegt wird.

(2) Die Mindestabstände zum Hirnholz und zu den Rändern sollten bei Bauteilen aus Sperrholz mit  $3d$  bei unbeanspruchtem Holzrand (oder Hirnholzende) und mit  $(3 + 4 \sin \alpha) d$  bei beanspruchtem Holzrand (oder Hirnholzende) eingehalten werden, wobei  $\alpha$  der Winkel zwischen der Krafrichtung und des belastenden Randes (oder Hirnholzendes) ist.

(3) Bei Nägeln mit einem Kopfdurchmesser von mindestens  $2d$  betragen die charakteristischen Lochleibungsfestigkeiten:

— für Sperrholz:

$$f_{h,k} = 0,11 \rho_k d^{-0,3} \quad (8.20)$$

Dabei ist

$f_{h,k}$  der charakteristische Wert der Lochleibungsfestigkeit in  $\text{N/mm}^2$ ;

$\rho_k$  der charakteristische Wert der Rohdichte des Sperrholzes in  $\text{kg/m}^3$ ;

$d$  der Nageldurchmesser in mm.

— für harte Holzfaserverplatten nach EN 622-2:

$$f_{h,k} = 30 d^{-0,3} t^{0,6} \quad (8.21)$$

Dabei ist

$f_{h,k}$  der charakteristische Wert der Lochleibungsfestigkeit in  $\text{N/mm}^2$ ;

$d$  der Nageldurchmesser in mm;

$t$  die Plattendicke in mm.

— für Spanplatten und OSB:

$$f_{h,k} = 65 d^{-0,7} t^{0,1} \quad (8.22)$$

Dabei ist

$f_{h,k}$  der charakteristische Wert der Lochleibungsfestigkeit in  $\text{N/mm}^2$ ;

$d$  der Nageldurchmesser in mm;

$t$  die Plattendicke in mm.

#### 8.3.1.4 Stahlblech-Holz-Nagelverbindungen

(1) Als Mindestabstände der Nägel vom Hirnholzende und vom Rand gelten die Werte nach Tabelle 8.2. Als Mindestnagelabstände untereinander gelten die mit einem Faktor 0,70 multiplizierten Werte nach Tabelle 8.2.

#### 8.3.2 Beanspruchung in Richtung der Nagelachse (Herausziehen)

**A1** (1)P Nägel, die für ständige oder langandauernde Beanspruchungen in Richtung der Nagelachse verwendet werden, müssen ein Gewinde aufweisen.

ANMERKUNG In EN 14592 ist die folgende Definition für Nägel mit Gewinde festgelegt: Nagel, dessen Schaft über einen Teil seiner Länge profiliert oder verformt ist, mit mindestens  $4,5 d$  (dem 4,5fachen des Nenndurchmessers), und der einen charakteristischen Ausziehparameter  $f_{ax,k}$  von mindestens oder mehr als  $6 \text{ N/mm}^2$  aufweist, bei Messung an Holz mit einer charakteristischen Dichte von  $350 \text{ kg/m}^3$  wenn bei  $20 \text{ °C}$  und  $65 \%$  relativer Luftfeuchte auf Massekonstanz konditioniert. **A1**

(2) Bei profilierten Nägeln sollte nur die Länge des profilierten Schaftteiles für die Übertragung von Kräften in Schaftrichtung in Rechnung gestellt werden.

(3) Nägel in Hirnholz sind in der Regel für die Übertragung von Kräften in Schaftrichtung als ungeeignet anzusehen.

**DIN EN 1995-1-1:2010-12**  
**EN 1995-1-1:2004 + AC:2006 + A1:2008 (D)**

(4) Der charakteristische Wert des Ausziehwerstandes von Nägeln  $F_{ax,Rk}$ , bei Nagelung rechtwinklig zur Faserrichtung (Bild 8.8 (a)) und bei Schrägnagelung (Bild 8.8 (b)), ist in der Regel als der kleinere der Werte aus den nachfolgenden Gleichungen anzunehmen:

— für Nägel mit anderem als glatten Schaft, wie in EN 14592 definiert:

$$F_{ax,Rk} = \begin{cases} f_{ax,k} d t_{pen} & \text{(a)} \\ f_{head,k} d_h^2 & \text{(b)} \end{cases} \quad (8.23)$$

— für glattschaftige Nägel:

$$F_{ax,Rk} = \begin{cases} f_{ax,k} d t_{pen} & \text{(a)} \\ f_{ax,k} d t + f_{head,k} d_h^2 & \text{(b)} \end{cases} \quad (8.24)$$

Dabei ist

$f_{ax,k}$  der charakteristische Wert der Ausziehfestigkeit auf der Seite der Nagelspitze;

$f_{head,k}$  der charakteristische Wert der Kopfdurchziehfestigkeit;

$d$  der Nageldurchmesser nach 8.3.1.1;

$t_{pen}$  die Eindringtiefe auf der Seite der Nagelspitze oder Länge des profilierten Schaftteils im Bauteil mit der Nagelspitze;

$t$  die Dicke des Bauteils auf der Seite des Nagelkopfes;

$d_h$  der Kopfdurchmesser des Verbindungsmittels.

(5) Die charakteristischen Werte der Festigkeiten  $f_{ax,k}$  und  $f_{head,k}$  sollten durch Versuche in Übereinstimmung mit EN 1382, EN 1383 und EN 14358 bestimmt werden, wenn nachfolgend nichts anderes festgelegt ist.

(6) Für glattschaftige Nägel mit einer Eindringtiefe auf der Seite der Nagelspitze von mindestens  $12d$  sollten die charakteristischen Werte der Auszieh- und Kopfdurchziehfestigkeiten den folgenden Gleichungen entnommen werden:

$$f_{ax,k} = 20 \times 10^{-6} \rho_k^2 \quad (8.25)$$

$$f_{head,k} = 70 \times 10^{-6} \rho_k^2 \quad (8.26)$$

Dabei ist

$\rho_k$  der charakteristische Wert der Rohdichte des Holzes in  $\text{kg/m}^3$ .

(7) Für glattschaftige Nägel sollte die Eindringtiefe  $t_{pen}$  mindestens  $8d$  betragen. Für Nägel mit einer Eindringtiefe auf der Seite der Nagelspitze unter  $12d$  sollte die Ausziehfestigkeit mit  $(t_{pen}/4d - 2)$  multipliziert werden. Für Nägel mit profiliertem Schaft sollte die Eindringtiefe mindestens  $6d$  betragen. Für Nägel mit einer Eindringtiefe auf der Seite der Nagelspitze unter  $8d$  sollte die Ausziehfestigkeit mit  $(t_{pen}/2d - 3)$  multipliziert werden.

(8) Für Bauholz, das mit einer der Fasersättigung entsprechenden oder diese übersteigenden Holzfeuchte eingebaut wird und voraussichtlich unter Lasteinwirkung austrocknet, sind die Werte von  $f_{ax,k}$  und  $f_{head,k}$  mit  $2/3$  zu multiplizieren.

(9) Die Abstände rechtwinklig zur Nagelachse beanspruchter Nägel gelten auch für in Schaffrichtung beanspruchte Nägel.

**A1** (10) Bei Schrägnagelung sollte der Abstand zum belasteten Hirnholzende mindestens  $10d$  betragen (siehe Bild 8.8 (b)). Es sollten mindestens zwei schräg eingeschlagene Nägel in einer Verbindung vorhanden sein. **A1**

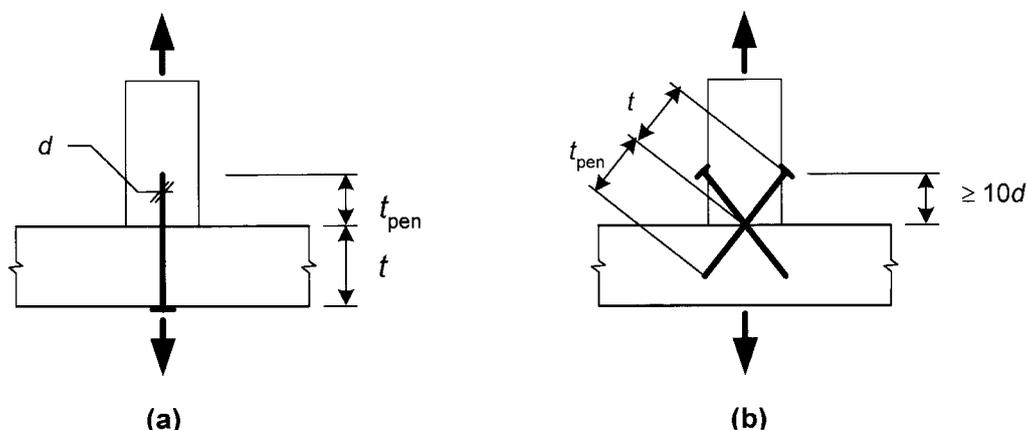


Bild 8.8 — (a) Nagelung rechtwinklig zur Faserrichtung und (b) Schrägnagelung

### 8.3.3 Kombinierte Beanspruchung von Nägeln

(1) Bei Verbindungen, die durch eine Kombination aus Lasten in Richtung der Nagelachse ( $F_{ax,Ed}$ ) und rechtwinklig zur Nagelachse ( $F_{v,Ed}$ ) beansprucht werden, sollten die folgenden Bedingungen erfüllt sein:

— für glattschaftige Nägel:

$$\frac{F_{ax,Ed}}{F_{ax,Rd}} + \frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} \leq 1 \quad (8.27)$$

— für Nägel mit anderem als glatten Schaft, wie in EN 14592 definiert:

$$\left( \frac{F_{ax,Ed}}{F_{ax,Rd}} \right)^2 + \left( \frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} \right)^2 \leq 1 \quad (8.28)$$

Dabei ist

$F_{ax,Rd}$  und  $F_{v,Rd}$  Bemessungswerte der Tragfähigkeiten der Verbindungen unter Lasten in Richtung der Nagelachse bzw. rechtwinklig zur Nagelachse.

### 8.4 Verbindungen mit Klammern

**A1** (1) Die Bestimmungen aus 8.3, außer 8.3.1.1(4) und 8.3.1.1(6) sowie 8.3.1.2(7) gelten für runde oder nahezu runde oder rechteckige Klammern mit abgeschrägten oder symmetrischen Schenkelspitzen. **A1**

(2) Bei Klammern mit Rechteckquerschnitt sollte als Durchmesser  $d$  die Quadratwurzel aus dem Produkt beider Abmessungen gewählt werden.

(3) Die Breite  $b$  des Klammerrückens sollte mindestens  $6d$  und die Einbindetiefe  $t_2$  mindestens  $14d$  betragen, siehe Bild 8.9.

**DIN EN 1995-1-1:2010-12**  
**EN 1995-1-1:2004 + AC:2006 + A1:2008 (D)**

- (4) Ein Anschluss sollte mindestens zwei Klammern enthalten.
- (5) Der Bemessungswert der Tragfähigkeit rechtwinklig zum Klammerschaft pro Klammer und Scherfuge sollte wie derjenige zweier Nägel mit gleichem Durchmesser angenommen werden, vorausgesetzt, dass der Winkel zwischen dem Klammerrücken und der Faserrichtung des Holzes unter dem Klammerrücken mindestens  $30^\circ$  beträgt, siehe Bild 8.10. Beträgt der Winkel zwischen Klammerrücken und der Faserrichtung des Holzes unter dem Klammerrücken weniger als  $30^\circ$ , dann sollte der Bemessungswert der Tragfähigkeit rechtwinklig zum Klammerschaft mit dem Faktor 0,7 multipliziert werden.
- (6) Für Klammern aus einem Draht mit einer Mindestzugfestigkeit von  $800 \text{ N/mm}^2$  sollte das folgende charakteristische Fließmoment je Klammerschaft angenommen werden:

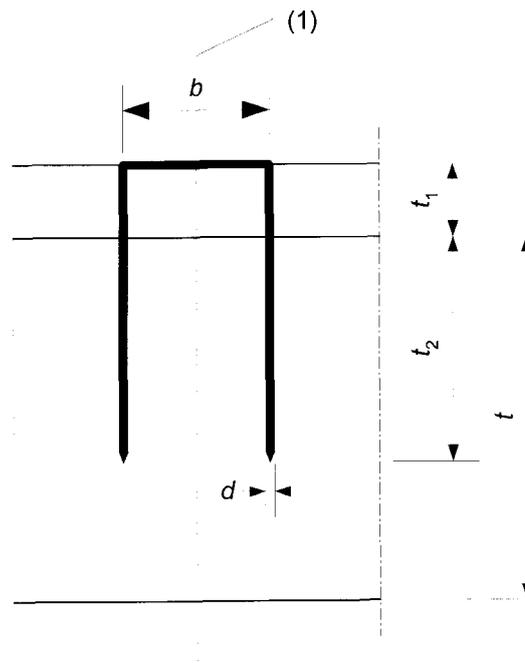
$$M_{y,Rk} = 240 d^{2,6} \quad (8.29)$$

Dabei ist

$M_{y,Rk}$  das charakteristische Fließmoment in Nmm;

$d$  der Durchmesser des Klammerschafts in mm.

- (7) Bei einer Reihe von  $n$  Klammern in Faserrichtung sollte die Tragfähigkeit in dieser Richtung unter Verwendung der wirksamen Anzahl von Verbindungsmitteln  $n_{ef}$  nach 8.3.1.1(8) bestimmt werden.
- (8) Die Mindestabstände von Klammern sind in Tabelle 8.3 angegeben und in Bild 8.10 dargestellt, wobei  $\vartheta$  der Winkel zwischen Klammerrücken und Faserrichtung ist.



**Legende**

(1) Klammermittelpunkt

**Bild 8.9 — Klammerabmessungen**

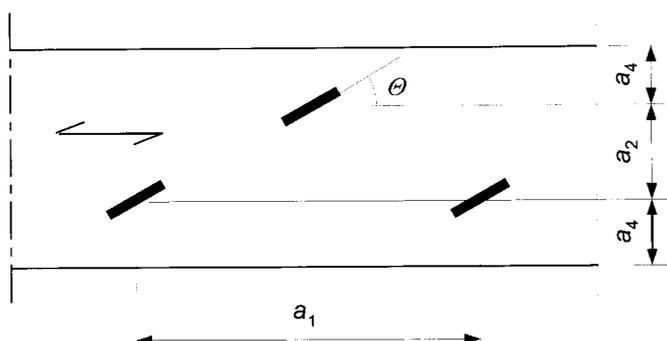


Bild 8.10 — Definitionen der Abstände bei Klammerverbindungen

Tabelle 8.3 — Mindestabstände von Klammern

Abstände (siehe Bild 8.7)	Winkel	Mindestabstände
$a_1$ (in Faserrichtung) für $\theta \geq 30^\circ$ für $\theta < 30^\circ$	$0^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$(10 + 5  \cos \alpha ) d$ $(15 + 5  \cos \alpha ) d$
$a_2$ (rechtwinklig zur Faserrichtung)	$0^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$15 d$
$a_{3,t}$ (beanspruchtes Hirnholzende)	$-90^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$	$(15 + 5  \cos \alpha ) d$
$a_{3,c}$ (unbeanspruchtes Hirnholzende)	$90^\circ \leq \alpha \leq 270^\circ$	$15 d$
$a_{4,t}$ (beanspruchter Rand)	$0^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ$	$(15 + 5  \sin \alpha ) d$
$a_{4,c}$ (unbeanspruchter Rand)	$180^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$10 d$

## 8.5 Verbindungen mit Bolzen

### 8.5.1 Beanspruchung rechtwinklig zur Bolzenachse (Abscheren)

#### 8.5.1.1 Allgemeines und Holz-Holz-Bolzenverbindungen

(1) Bei Bolzen sollte für das Fließmoment der folgende charakteristische Wert angenommen werden:

$$M_{y,Rk} = 0,3 f_{u,k} d^{2,6} \quad (8.30)$$

Dabei ist

$M_{y,Rk}$  der charakteristische Wert des Fließmomentes in  $\boxed{AC}$  Nmm  $\boxed{AC}$ ;

$f_{u,k}$  der charakteristische Wert der Zugfestigkeit in  $N/mm^2$ ;

$d$  der Durchmesser des  $\boxed{AC}$  Bolzens  $\boxed{AC}$  in mm.

**DIN EN 1995-1-1:2010-12**  
**EN 1995-1-1:2004 + AC:2006 + A1:2008 (D)**

(2) Für Bolzen bis zu einem Durchmesser von 30 mm gelten die folgenden charakteristischen Werte der Lochleibungsfestigkeiten in Holz und  $\text{AC}$  Furnierschichtholz  $\text{AC}$  LVL, bei einem Winkel  $\alpha$  zur Faserrichtung:

$$f_{h,\alpha,k} = \frac{f_{h,0,k}}{k_{90} \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha} \quad (8.31)$$

$$f_{h,0,k} = 0,082 (1 - 0,01 d) \rho_k \quad (8.32)$$

Dabei ist

$$k_{90} = \begin{cases} 1,35 + 0,015 d & \text{für Nadelhölzer} \\ 1,30 + 0,015 d & \text{für Furnierschichtholz LVL} \\ 0,90 + 0,015 d & \text{für Laubhölzer} \end{cases} \quad (8.33)$$

$f_{h,0,k}$  der charakteristische Wert der Lochleibungsfestigkeit in Faserrichtung des Holzes in  $\text{N/mm}^2$ ;

$\rho_k$  der charakteristische Wert der Rohdichte des Holzes in  $\text{kg/m}^3$ ;

$\alpha$  der Winkel zwischen Kraft- und Faserrichtung;

$d$  der Bolzendurchmesser in mm.

(3) Die Mindestabstände untereinander sowie von den Hirnholzenden und Rändern sollten Tabelle 8.4 mit den Symbolen nach Bild 8.7 entnommen werden.

**Tabelle 8.4 — Mindestabstände von Bolzen**

Abstände (siehe Bild 8.7)	Winkel	Mindestabstände
$a_1$ (in Faserrichtung)	$0^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$(4 +  \cos \alpha ) d$
$a_2$ (rechtwinklig zur Faserrichtung)	$0^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$4 d$
$a_{3,t}$ (beanspruchtes Hirnholzende)	$-90^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$	$\max(7 d; 80 \text{ mm})$
$a_{3,c}$ (unbeanspruchtes Hirnholzende)	$90^\circ \leq \alpha < 150^\circ$	$\text{AC} (1 + 6 \sin \alpha) d$
	$150^\circ \leq \alpha < 210^\circ$	$4 d$
	$210^\circ \leq \alpha \leq 270^\circ$	$(1 + 6  \sin \alpha ) d \text{ AC}$
$a_{4,t}$ (beanspruchter Rand)	$0^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ$	$\max[(2 + 2 \sin \alpha) d; 3d]$
$a_{4,c}$ (unbeanspruchter Rand)	$180^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$3 d$

(4) Bei einer Reihe mit  $n$  Bolzen in Faserrichtung des Holzes sollte die Tragfähigkeit, für Kräfte in Faserrichtung des Holzes, in dieser Richtung mit einer wirksamen Bolzenanzahl  $n_{\text{ef}}$  berechnet werden. Dabei ist:

$$n_{\text{ef}} = \min \left\{ \begin{array}{l} n \\ n^{0,9} \sqrt[4]{\frac{a_1}{13d}} \end{array} \right. \quad (8.34)$$

Dabei ist

- $a_1$  der Abstand in Faserrichtung;
- $d$  der Verbindungsmitteldurchmesser;
- $n$  die Anzahl der Bolzen in der Reihe.

Bei Kräften rechtwinklig zur Faserrichtung ist die wirksame Anzahl der Verbindungsmittel anzunehmen zu

$$n_{\text{ef}} = n \quad (8.35)$$

Bei Kraft-Faser-Winkeln zwischen  $0^\circ$  und  $90^\circ$  sind Zwischenwerte zwischen den Werten nach (8.34) und (8.35) linear einzuschalten.

(5) Anforderungen an die Mindestmaße und Dicken von Unterlegscheiben sind für jeden Bolzendurchmesser in 10.4.3 festgelegt.

#### 8.5.1.2 Holzwerkstoff-Holz-Bolzenverbindungen

(1) Für Sperrholz sollte bei allen Winkeln zur Faserrichtung der Deckfurniere der folgende Wert für die Lochleibungsfestigkeit in  $\text{N/mm}^2$  angenommen werden:

$$f_{h,k} = 0,11 (1 - 0,01 d) \rho_k \quad (8.36)$$

Dabei ist

- $\rho_k$  der charakteristische Wert der Rohdichte des Sperrholzes in  $\text{kg/m}^3$ ;
- $d$  der Bolzendurchmesser in mm.

(2) Für Spanplatten und OSB-Platten sollte bei allen Winkeln zur Faserrichtung der Decklagen der folgende Wert für die Lochleibungsfestigkeit in  $\text{N/mm}^2$  angenommen werden:

$$f_{h,k} = 50 d^{-0,6} \rho_{0,2} \quad (8.37)$$

Dabei ist

- $d$  der Bolzendurchmesser in mm;
- $t$  die Plattendicke in mm.

#### 8.5.1.3 Stahl-Holz-Bolzenverbindungen

(1) Es gelten die Festlegungen nach 8.2.3.

#### 8.5.2 Beanspruchung in Richtung der Bolzenachse (Herausziehen)

(1) Die Tragfähigkeit in Richtung der Bolzenachse und der Auszieh Widerstand eines Bolzens sollten als der kleinere der beiden folgenden Werte angenommen werden:

- Zugfestigkeit des Bolzens;
- Tragfähigkeit der Unterlegscheibe oder (bei Stahlblech-Holz-Verbindungen) des Stahlbleches.

(2) Die Tragfähigkeit einer Unterlegscheibe sollte unter Annahme eines charakteristischen Wertes der  $\langle AC \rangle$  Druckfestigkeit  $\langle AC \rangle$  in der Berührungsfläche von  $3,0 f_{c,90,k}$  berechnet werden.

**DIN EN 1995-1-1:2010-12**  
**EN 1995-1-1:2004 + AC:2006 + A1:2008 (D)**

(3) Die Tragfähigkeit eines Stahlbleches sollte auf diejenige einer kreisrunden Unterlegscheibe mit dem kleineren Wert als

- $12t$ , mit  $t$  als Stahlblechdicke;
- $4d$ , mit  $d$  als Bolzendurchmesser

als Durchmesser begrenzt werden.

## 8.6 Verbindungen mit Stabdübeln oder Passbolzen

- (1) Es gelten die Festlegungen nach 8.5.1, mit Ausnahme von 8.5.1.1(3).
- (2) Der Stabdübeldurchmesser sollte kleiner als 30 mm und größer als 6 mm sein.
- (3) Die Mindestabstände untereinander sowie von den Hirnholzenden und Rändern sind in Tabelle 8.5 mit den Symbolen nach Bild 8.7 angegeben.

**Tabelle 8.5 — Mindestabstände von Stabdübeln**

Abstände (siehe Bild 8.7)	Winkel	Mindestabstände
$a_1$ (in Faserrichtung)	$0^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$(3 + 2  \cos \alpha ) d$
$a_2$ (rechtwinklig zur Faserrichtung)	$0^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$3 d$
$a_{3,t}$ (beanspruchtes Hirnholzende)	$-90^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$	$\max(7 d; 80 \text{ mm})$
$a_{3,c}$ (unbeanspruchtes Hirnholzende)	$90^\circ \leq \alpha < 150^\circ$	$\max(a_{3,t}  \sin \alpha  d; 3 d)$
	$150^\circ \leq \alpha < 210^\circ$	$3 d$
	$210^\circ \leq \alpha \leq 270^\circ$	$\max(a_{3,t}  \sin \alpha  d; 3 d)$
$a_{4,t}$ (beanspruchter Rand)	$0^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ$	$\max[(2 + 2 \sin \alpha) d; 3 d]$
$a_{4,c}$ (unbeanspruchter Rand)	$180^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$3 d$

(4) Anforderungen an Toleranzen für Stabdübellöcher enthält 10.4.4.

## 8.7 Verbindungen mit Holzschrauben

### 8.7.1 Beanspruchung rechtwinklig zur Schraubenachse (Abscheren)

(1)P Der Einfluss des Schraubengewindes ist bei der Bestimmung der Tragfähigkeit durch Verwendung eines wirksamen Durchmessers  $d_{ef}$  zu berücksichtigen.

(2) Für Schrauben mit teilweise glattem Schaft, bei denen der Außendurchmesser des Gewindeteils gleich dem Schaftdurchmesser ist, gelten die Festlegungen in 8.2, vorausgesetzt, dass

- der Durchmesser des glatten Schafts als wirksamer Durchmesser  $d_{ef}$  angenommen wird;
- die Einbindetiefe des glatten Schaftes in das Holz mit der Schraubenspitze nicht weniger als  $4d$  beträgt.

(3) Sind die Bedingungen nach (2) nicht erfüllt, dann ist in der Regel die Tragfähigkeit der Schraube unter Verwendung eines wirksamen Durchmessers  $d_{ef}$  zu berechnen, der das 1,1fache des Gewindekern-durchmessers beträgt.

- (4) Für Schrauben mit teilweise glattem Schaft und einem Durchmesser  $d > 6$  mm gelten die Festlegungen aus 8.5.1.
- (5) Für Schrauben mit teilweise glattem Schaft und einem Durchmesser  $d$  von höchstens 6 mm gelten die Festlegungen aus 8.3.1.
- (6) Anforderungen an die Ausführung und die Kontrolle von Schraubenverbindungen enthält 10.4.5.

### 8.7.2 Beanspruchung in Richtung der Schraubenachse

**A1** (1)P Beim Nachweis der Beanspruchbarkeit von in Richtung der Schraubenachse beanspruchten Schrauben müssen die folgenden Versagensmechanismen berücksichtigt werden:

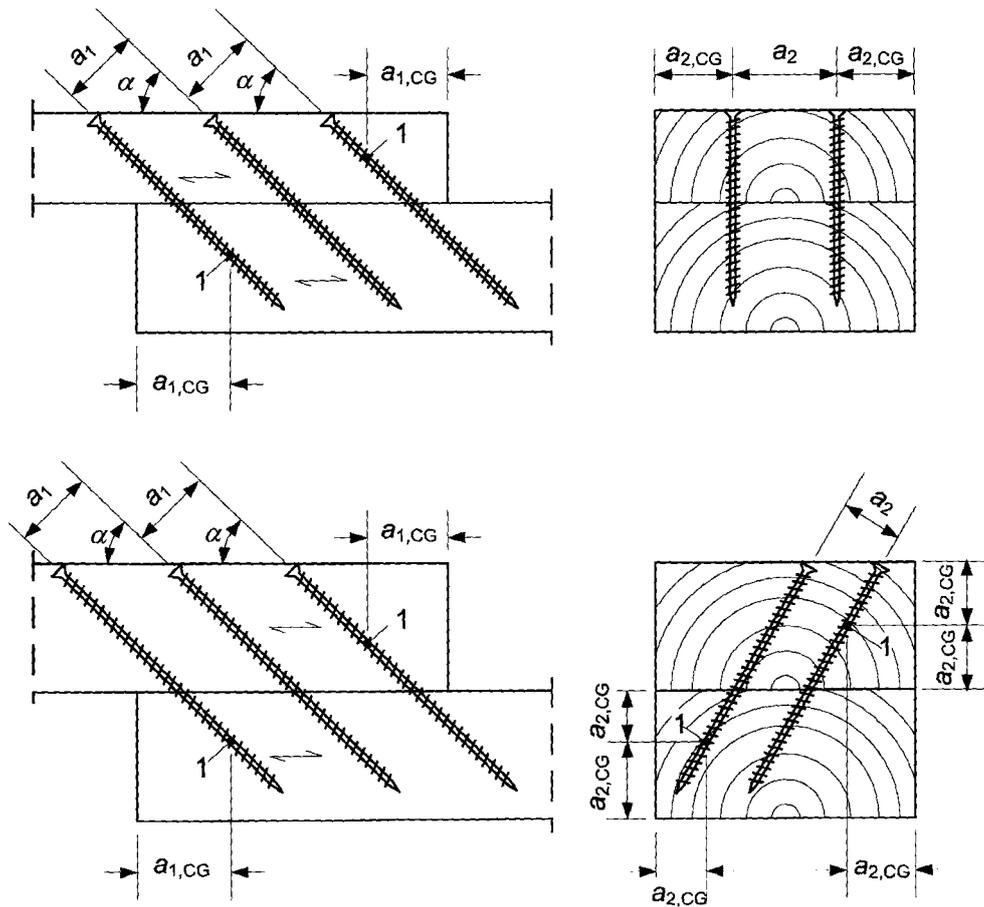
- das Ausziehversagen des eingeschraubten **AC** Gewindeteils **AC** der Schraube;
- das Abreißversagen des Kopfes von Schrauben, die in Verbindung mit Stahlblechen verwendet werden; der Abreißwiderstand des Schraubenkopfes sollte größer sein als die Zugfestigkeit der Schraube;
- das Durchziehversagen des Schraubenkopfes;
- das Abreißen der Schraube auf Zug;
- das Knickversagen der Schraube bei Druckbelastung;
- das Scherversagen entlang des Umfanges einer Gruppe von Schrauben, die in Verbindung mit Stahlblechen verwendet wurde (Blockscherversagen).

(2) Die Mindestabstände untereinander sowie von Hirnholzenden und Rändern bei in Richtung der Schraubenachse beanspruchten Schrauben, siehe Bild 8.11a, sollten aus Tabelle 8.6 entnommen werden, vorausgesetzt, die Holzdicke  $t \geq 12d$ .

**Tabelle 8.6 — Mindestabstände untereinander sowie von Hirnholzenden und Rändern bei in Richtung der Schraubenachse beanspruchten Schrauben**

Mindest-Schraubenabstand in einer parallel zur Faserrichtung und Schraubenachse liegenden Ebene	Mindest-Schraubenabstand rechtwinklig zu einer parallel zur Faserrichtung und Schraubenachse liegenden Ebene	Mindestabstand der Hirnholzenden zum Schwerpunkt des Schraubengewindes im Bauteil	Mindestrandabstand des Schwerpunkts des Schraubengewindes im Bauteil
$a_1$	$a_2$	$a_{1,CG}$	$a_{2,CG}$
$7d$	$5d$	$10d$	$4d$

**DIN EN 1995-1-1:2010-12**  
**EN 1995-1-1:2004 + AC:2006 + A1:2008 (D)**



**Legende**

1 Schwerpunkt des Schraubengewindes im Bauteil

**Bild 8.11.a — Abstände untereinander sowie von Hirnholzenden und Rändern**

(3) Die geringste Einbindetiefe des Gewindeteils auf der Seite der Schraubenspitze sollte  $6d$  betragen.

(4) Für Verbindungen mit Schrauben nach EN 14592 mit:

—  $6 \text{ mm} \leq d \leq 12 \text{ mm}$

—  $0,6 \leq d_1/d \leq 0,75$

wobei

$d$  der Außendurchmesser des Gewindes ist;

$d_1$  der Innendurchmesser des Gewindes ist

sollte der charakteristische Auszieh Widerstand angenommen werden zu:

$$F_{ax,\alpha,Rk} = \frac{n_{ef} f_{ax,k} d l_{ef} k_d}{1,2 \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha} \quad (8.38)$$

Dabei ist

$$f_{ax,k} = 0,52 d^{0,5} \ell_{ef}^{-0,1} \rho_k^{0,8} \quad (8.39)$$

$$k_d = \min \left\{ \begin{array}{l} d \\ 8 \\ 1 \end{array} \right. \quad (8.40)$$

- $F_{ax,\alpha,Rk}$  der charakteristische Wert des Ausziehwidestands der Verbindung unter einem Winkel  $\alpha$  zur Faserrichtung, in N;
- $f_{ax,k}$  der charakteristische Wert der Ausziehfestigkeit rechtwinklig zur Faserrichtung, in N/mm<sup>2</sup>;
- $n_{ef}$  die wirksame Anzahl von Schrauben, siehe 8.7.2(8);
- $\ell_{ef}$  die Eindringtiefe des Gewindeteils, in mm;
- $\rho_k$  der charakteristische Wert der Rohdichte, in kg/m<sup>3</sup>;
- $\alpha$  der Winkel zwischen der Schraubenachse und der Faserrichtung, mit  $\alpha \geq 30^\circ$ .

ANMERKUNG Versagensmechanismen im  $\overline{AC}$  Stahl  $\overline{AC}$  oder im Holz um die Schraube sind spröde, d. h. mit kleiner Bruchverformung, und deshalb ist die Möglichkeit einer Spannungsumlagerung begrenzt.

(5) Sind die Anforderungen in Bezug auf den in (4) gegebenen Außen- und Innendurchmesser des Gewindes nicht erfüllt, sollte der charakteristische Ausziehwidestand,  $F_{ax,\alpha,Rk}$  angenommen werden zu:

$$F_{ax,\alpha,Rk} = \frac{n_{ef} f_{ax,k} d \ell_{ef}}{1,2 \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha} \left( \frac{\rho_k}{\rho_a} \right)^{0,8} \quad (8.40a)$$

Dabei ist

- $f_{ax,k}$  der nach EN 14592 bestimmte charakteristische Ausziehparameter rechtwinklig zur Faserrichtung für die zugehörige Rohdichte  $\rho_a$ ;
- $\rho_a$  die zugehörige Rohdichte für  $f_{ax,k}$  in kg/m<sup>3</sup>;

die weiteren Symbole sind in (4) erklärt.

(6) Der charakteristische Durchziehwidestand von Verbindungen mit in Richtung der Schraubenachse beanspruchten Schrauben sollte angenommen werden zu:

$$F_{ax,\alpha,Rk} = n_{ef} f_{head,k} d_h^2 \left( \frac{\rho_k}{\rho_a} \right)^{0,8} \quad (8.40b)$$

Dabei ist

- $F_{ax,\alpha,Rk}$  der charakteristische Durchziehwidestand der Verbindung unter einem Winkel  $\alpha$  zur Faserrichtung in N, mit  $\alpha \geq 30^\circ$ ;
- $f_{head,k}$  der charakteristische Durchziehparameter der Schraube, bestimmt nach EN 14592 für die zugehörige Rohdichte  $\rho_a$ ;
- $d_h$  der Durchmesser des Schraubenkopfes in mm;

die weiteren Symbole sind in (4) erklärt.

**DIN EN 1995-1-1:2010-12**  
**EN 1995-1-1:2004 + AC:2006 + A1:2008 (D)**

(7) Die charakteristische Zugfestigkeit der Verbindung (Abreißwiderstand des Schraubenkopfes oder Zugwiderstand des Schaftes)  $F_{t,Rk}$  sollte angenommen werden zu:

$$F_{t,Rk} = n_{ef} f_{tens,k} \quad (8.40c)$$

Dabei ist

$f_{tens,k}$  der charakteristische Zugwiderstand der Schraube, bestimmt nach EN 14592;

$n_{ef}$  die wirksame Anzahl der Schrauben, siehe 8.7.2(8).

(8) Bei einer Verbindung mit einer Schraubengruppe, die durch eine Kraftkomponente in Schafrichtung beansprucht wird, beträgt die wirksame Anzahl der Schrauben:

$$n_{ef} = n^{0,9} \quad (8.41)$$

Dabei ist

$n_{ef}$  die wirksame Anzahl der Schrauben;

$n$  die Anzahl der Schrauben, die in einer Verbindung zusammenwirken.  $\text{A1}$

### 8.7.3 Kombinierte Beanspruchung von Schrauben

(1) Bei geschraubten Verbindungen, die durch eine Kombination von Kräften in Schafrichtung und rechtwinklig dazu beansprucht werden, sollte die Bedingung (8.28) erfüllt sein.

## 8.8 Verbindungen mit Nagelplatten

### 8.8.1 Allgemeines

(1)P Nagelplattenverbindungen dürfen nur Nagelplatten gleichen Typs, Größe und Orientierung enthalten, die auf beiden Seiten der Holzbauteile in gleicher Weise angeordnet sind.

(2) Die nachfolgenden Festlegungen gelten nur für Nagelplatten mit zwei orthogonalen Hauptrichtungen.

### 8.8.2 Nagelplattengeometrie

(1) Die Formelzeichen zur Beschreibung einer Verbindung mit Nagelplatten sind in Bild 8.11 dargestellt und wie folgt definiert:

$x$ -Richtung Hauptrichtung der Nagelplatte;

$y$ -Richtung Richtung rechtwinklig zur Hauptrichtung der Nagelplatte;

$\alpha$  Winkel zwischen  $x$ -Richtung und der Krafrichtung (Zug:  $0^\circ \leq \gamma < 90^\circ$ , Druck:  $90^\circ \leq \gamma < 180^\circ$ );

$\beta$  Winkel zwischen Faserrichtung des Holzes und der Krafrichtung;

$\gamma$  Winkel zwischen  $x$ -Richtung und der Fugenrichtung;

$A_{ef}$  gesamte Kontaktfläche zwischen Nagelplatte und Holz, reduziert um einen 5 mm breiten Streifen zu den Holzrändern und einen Streifen zu den Hirnholzenden von einer Breite, die der sechsfachen Nenndicke des Verbindungsmittels entspricht;

$l$  Länge der Platte längs der Fuge.

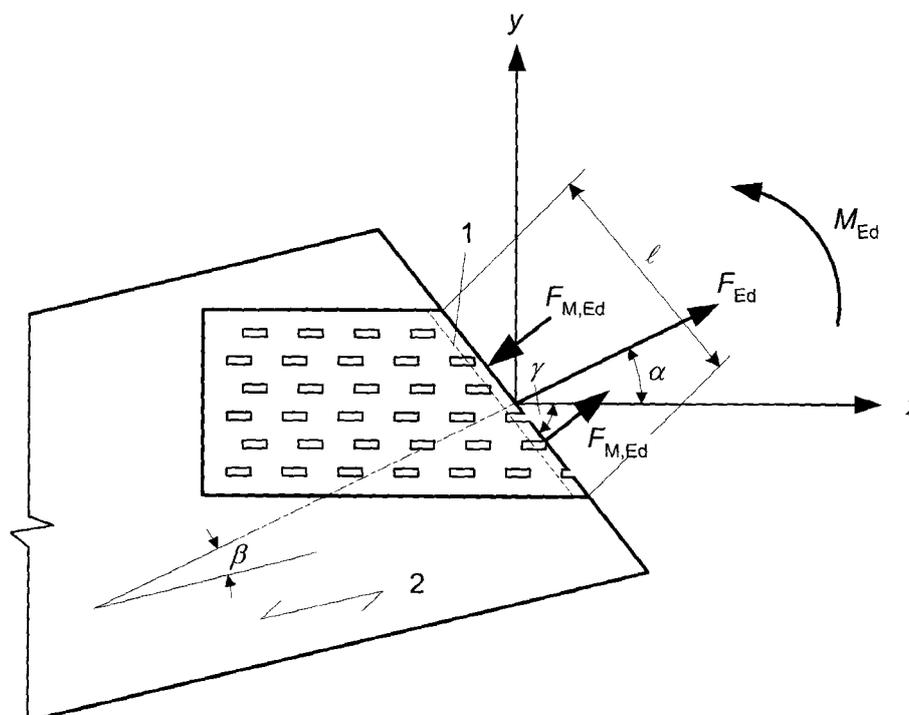
### 8.8.3 Plattentragfähigkeiten

(1)P Die Nagelplatte muss charakteristische Werte für die folgenden Eigenschaften besitzen, die aus Versuchen in Übereinstimmung mit EN 1075 ermittelt wurden:

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

$k_1, k_2, \alpha_0$  Konstante.

(2)P Um die Bemessungswerte der Zug-, Druck- und Scherfestigkeiten der Nagelplatte zu berechnen, ist der Wert für  $k_{\text{mod}}$  zu 1,0 anzunehmen.



#### Legende

(1) Begrenzung der wirksamen Anschlussfläche

(2) Faserrichtung des Holzes

**Bild 8.11 — Geometrie einer Nagelplattenverbindung, beansprucht durch eine Kraft  $F_{Ed}$  und ein Moment  $M_{Ed}$**

**DIN EN 1995-1-1:2010-12**  
**EN 1995-1-1:2004 + AC:2006 + A1:2008 (D)**

**8.8.4 Nageltragfähigkeiten**

(1) Der charakteristische Wert der Nageltragfähigkeit je Platte  $f_{a,\alpha,\beta,k}$  sollte entweder aus Versuchen abgeleitet oder berechnet werden zu:

$$f_{a,\alpha,\beta,k} = \max \begin{cases} f_{a,\alpha,0,k} - (f_{a,\alpha,0,k} - f_{a,90,90,k}) \frac{\beta}{45^\circ} & \text{für } \beta \leq 45^\circ, \text{ oder} \\ f_{a,0,0,k} - (f_{a,0,0,k} - f_{a,90,90,k}) \sin[\max(\alpha, \beta)] & \end{cases} \quad (8.42)$$

$$f_{a,\alpha,\beta,k} = f_{a,0,0,k} - (f_{a,0,0,k} - f_{a,90,90,k}) \sin[\max(\alpha, \beta)] \quad \text{für } 45^\circ < \beta \leq 90^\circ \quad (8.43)$$

(2) Der charakteristische Wert der Nageltragfähigkeit je Platte in Faserrichtung des Holzes sollte angenommen werden zu:

$$f_{a,\alpha,0,k} = \begin{cases} f_{a,0,0,k} + k_1 \alpha & \text{für } \alpha \leq \alpha_0 \\ f_{a,0,0,k} + k_1 \alpha_0 + k_2 (\alpha - \alpha_0) & \text{für } \alpha_0 < \alpha \leq 90^\circ \end{cases} \quad (8.44)$$

Die Konstanten  $k_1$ ,  $k_2$  und  $\alpha_0$  sollten auf der Basis von Versuchen nach EN 1075, ausgewertet in Übereinstimmung mit dem Verfahren aus EN 14545, für den jeweiligen Plattentyp bestimmt werden.

**8.8.5 Tragfähigkeitsnachweise**

**8.8.5.1 Nageltragfähigkeit**

(1) Der Bemessungswert der Nagelbelastung  $\tau_{F,d}$  infolge einer Kraft  $F_{Ed}$  und der Bemessungswert der Nagelbelastung  $\tau_{M,d}$  infolge eines Momentes  $M_{Ed}$  für eine einzelne Nagelplatte sollten angenommen werden zu:

$$\tau_{F,d} = \frac{F_{A,Ed}}{A_{ef}} \quad (8.45)$$

$$\tau_{M,d} = \frac{M_{A,Ed}}{W_p} \quad (8.46)$$

mit

$$W_p = \int_{A_{ef}} r \, dA \quad (8.47)$$

Dabei ist

$F_{A,Ed}$  der Bemessungswert der Kraft, die auf eine einzelne Nagelplatte im Schwerpunkt der wirksamen Anschlussfläche einwirkt (d. h. die Hälfte der Gesamtkraft im Holzbauteil);

$M_{A,Ed}$  der Bemessungswert des Moments, das auf eine einzelne Nagelplatte im Schwerpunkt der wirksamen Anschlussfläche einwirkt;

$dA$  die zu integrierende Nagelplattenfläche;

$r$  der Abstand vom Nagelplattenschwerpunkt zur segmentären Nagelplattenfläche  $dA$ ;

$A_{ef}$  die wirksame Anschlussfläche.

- (2) Vereinfachend darf als Alternative zu Gleichung (8.47)  $W_p$  konservativ angenähert werden zu:

$$W_p = \frac{A_{ef} d}{4} \quad (8.48)$$

mit

$$d = \sqrt{\left(\frac{A_{ef}}{h_{ef}}\right)^2 + h_{ef}^2} \quad (8.49)$$

Dabei ist

$h_{ef}$  die größte Höhe der wirksamen Anschlussfläche rechtwinklig zur längsten Seite.

- (3) Druckkontakt zwischen Holzstäben darf in Rechnung gestellt werden, um den Wert von  $F_{Ed}$  bei Druckbeanspruchung abzumindern, vorausgesetzt, dass die Fuge zwischen den Holzteilen im Mittel nicht größer als 1,5 mm und als Größtwert nicht größer als 3 mm ist. In solchen Fällen ist die Verbindung für einen Bemessungswert der Druckkraft von mindestens  $F_{A,Ed}/2$  zu bemessen.

- (4) Druckkontakt zwischen den Holzstäben von gedrückten Gurtstößen darf dadurch berücksichtigt werden, dass die einzelne Nagelplatte für den Bemessungswert einer Kraft  $F_{A,Ed}$  und den Bemessungswert eines Momentes  $M_{A,Ed}$  nach folgender Gleichung bemessen wird:

$$F_{A,Ed} = \sqrt{\left(\frac{F_{Ed} \cos \beta}{2} - \frac{3|M_{Ed}|}{2h}\right)^2 + (F_{Ed} \sin \beta)^2} \quad (8.50)$$

$$M_{A,Ed} = \frac{M_{Ed}}{2} \quad (8.51)$$

Dabei ist

$F_{Ed}$  der Bemessungswert der Gurtnormalkraft, die auf eine einzelne Nagelplatte wirkt (Druck oder null);

$M_{Ed}$  der Bemessungswert des Momentes im Gurt, das auf eine einzelne Nagelplatte wirkt;

$h$  die Gurthöhe.

- (5) Die folgende Bedingung sollte erfüllt sein:

$$\left(\frac{\tau_{F,d}}{f_{a,\alpha,\beta,d}}\right)^2 + \left(\frac{\tau_{M,d}}{f_{a,0,0,d}}\right)^2 \leq 1 \quad (8.52)$$

### 8.8.5.2 Plattentragfähigkeit

- (1) In jeder Verbindungsfuge sollten die Kräfte in den beiden Hauptrichtungen angenommen werden zu:

$$F_{x,Ed} = F_{Ed} \cos \alpha \pm 2 F_{M,Ed} \sin \gamma \quad (8.53)$$

$$F_{y,Ed} = F_{Ed} \sin \alpha \pm 2 F_{M,Ed} \cos \gamma \quad (8.54)$$

Dabei ist

$F_{Ed}$  der Bemessungswert der Kraft in einer Einzelplatte (d. h. die Hälfte der Gesamtkraft im Holzteil);

$F_{M,Ed}$  der Bemessungswert der Kraft aus dem Moment auf eine Einzelplatte ( $F_{M,Ed} = 2 M_{Ed} / l$ ).

**DIN EN 1995-1-1:2010-12**  
**EN 1995-1-1:2004 + AC:2006 + A1:2008 (D)**

(2) Die folgende Bedingung sollte erfüllt sein:

$$\left(\frac{F_{x,Ed}}{F_{x,Rd}}\right)^2 + \left(\frac{F_{y,Ed}}{F_{y,Rd}}\right)^2 \leq 1 \quad (8.55)$$

Dabei sind

$F_{x,Ed}$  und  $F_{y,Ed}$  die Bemessungswerte der Kräfte in  $x$ - und  $y$ -Richtung;

$F_{x,Rd}$  und  $F_{y,Rd}$  die zugehörigen Bemessungswerte der Plattentragfähigkeit. Sie werden in Schnitten in oder rechtwinklig zu den Hauptachsen ermittelt aus der größten der charakteristischen Tragfähigkeiten auf der Grundlage der nachfolgenden Beziehungen für die charakteristische Plattentragfähigkeit in diesen Richtungen:

$$\text{AC)} F_{x,Rk} = \max \left\{ \begin{array}{l} f_{n,0,k} \ell \sin(\gamma - \gamma_0 \sin(2\gamma)) \\ f_{v,0,k} \ell \cos \gamma \end{array} \right\} \quad (8.56) \text{ AC)}$$

$$F_{y,Rk} = \max \left\{ \begin{array}{l} f_{n,90,k} \ell \cos \gamma \\ k f_{v,90,k} \ell \sin \gamma \end{array} \right\} \quad (8.57)$$

mit

$$\text{A1)} f_{n,0,k} = \begin{cases} f_{t,0,k} & \text{für } F_{x,Ed} > 0 \\ f_{c,0,k} & \text{für } F_{x,Ed} \leq 0 \end{cases} \quad (8.58) \text{ A1)}$$

$$f_{n,90,k} = \begin{cases} f_{t,90,k} & \text{für } F_{y,Ed} > 0 \\ f_{c,90,k} & \text{für } F_{y,Ed} \leq 0 \end{cases} \quad (8.59)$$

$$k = \begin{cases} 1 + k_v \sin(2\gamma) & \text{für } F_{x,Ed} > 0 \\ 1 & \text{für } F_{x,Ed} \leq 0 \end{cases} \quad (8.60)$$

Dabei sind  $\gamma_0$  und  $k_v$  Konstanten, die aus Scherversuchen in Übereinstimmung mit EN 1075, ausgewertet in Übereinstimmung mit den Verfahren aus EN 14545, für den jeweiligen Plattentyp bestimmt werden.

(3) Wenn die Nagelplatte mehr als zwei Verbindungsfugen überdeckt, dann sollten die Kräfte in jedem geraden Teil der Verbindungsfuge derart bestimmt werden, dass der Gleichgewichtszustand erfüllt ist und dass die Bedingung nach Gleichung (8.55) in jedem geraden Teil der Verbindungsfuge erfüllt ist. Alle kritischen Schnitte sollten berücksichtigt werden.

## 8.9 Verbindungen mit Ring- und Scheibendübeln

(1) Bei Verbindungen mit Ringdübeln des Typs A oder Scheibendübeln des Typs B nach EN 912 und EN 14545 mit Durchmessern bis zu 200 mm sollte die charakteristische Tragfähigkeit in Faserrichtung  $F_{v,0,Rk}$  je Dübel und Scherfuge angenommen werden zu:

$$F_{v,0,Rk} = \min \left\{ \begin{array}{l} k_1 k_2 k_3 k_4 (35 d_c^{1,5}) \\ k_1 k_3 h_e (31,5 d_c) \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} \text{(a)} \\ \text{(b)} \end{array} \quad (8.61)$$

Dabei ist

- $F_{V,0,Rk}$  der charakteristische Wert der Tragfähigkeit in Faserrichtung des Holzes in N;  
 $d_c$  der Dübeldurchmesser in mm;  
 $h_e$  die Einbindetiefe in mm;  
 $k_i$  die Modifikationsbeiwerte mit  $i = 1$  bis 4, wie nachstehend definiert.

(2) Die Mindestdicke der Seitenhölzer sollte  $2,25 h_e$  und die des Mittelholzes  $3,75 h_e$  betragen. Dabei ist  $h_e$  die Einbindetiefe, siehe Bild 8.12.

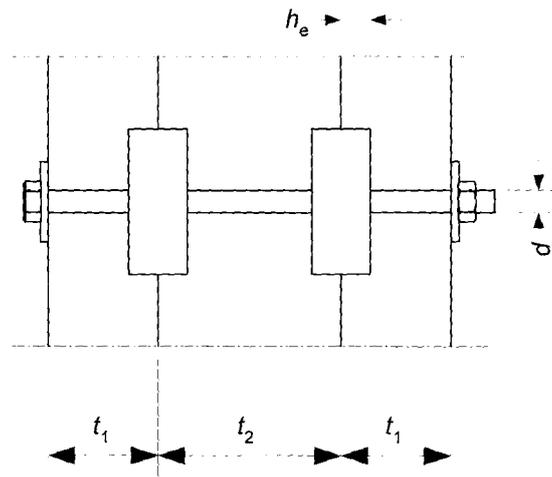


Bild 8.12 — Abmessungen von Verbindungen mit Ring- und Scheibendübeln besonderer Bauart

(3) Der Beiwert  $k_1$  sollte angenommen werden zu:

$$k_1 = \min \left\{ \begin{array}{l} 1 \\ \frac{t_1}{3h_e} \\ \frac{t_2}{5h_e} \end{array} \right. \quad (8.62)$$

(4) Der Beiwert  $k_2$  für beanspruchte Hirnholzenden ( $-30^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$ ) sollte angenommen werden zu:

$$k_2 = \min \left\{ \begin{array}{l} k_a \\ \frac{a_{3,t}}{2d_c} \end{array} \right. \quad (8.63)$$

Dabei ist

$$k_a = \begin{cases} 1,25 & \text{bei Verbindungen mit einem Dübel pro Scherfuge} \\ 1,0 & \text{bei Verbindungen mit mehr als einem Dübel pro Scherfuge} \end{cases} \quad (8.64)$$

$a_{3,t}$  in Tabelle 8.7 angegeben.

Für andere Werte von  $\alpha$  ist  $k_2 = 1,0$ .

**DIN EN 1995-1-1:2010-12**  
**EN 1995-1-1:2004 + AC:2006 + A1:2008 (D)**

(5) Der Beiwert  $k_3$  sollte angenommen werden zu:

$$k_3 = \min \left\{ \begin{array}{l} 1,75 \\ \frac{\rho_k}{350} \end{array} \right. \quad (8.65)$$

Dabei ist

$\rho_k$  der charakteristische Wert der Rohdichte des Holzes in  $\text{kg/m}^3$ .

(6) Der Beiwert  $k_4$  hängt von den verbundenen Baustoffen ab und sollte angenommen werden zu:

$$k_4 = \begin{cases} 1,0 & \text{für Holz - Holz - Verbindungen} \\ 1,1 & \text{für Stahlblech - Holz - Verbindungen} \end{cases} \quad (8.66)$$

(7) Bei Verbindungen mit einem Dübel je Scherfuge darf bei unbeanspruchtem Hirnholzende ( $150^\circ \leq \alpha \leq 210^\circ$ ) die Bedingung (a) in Gleichung (8.61) unbeachtet bleiben.

(8) Bei einer Krafrichtung unter einem Winkel  $\alpha$  zur Faserrichtung des Holzes sollte die charakteristische Tragfähigkeit  $F_{\alpha, \text{Rk}}$  je Dübel und je Scherfuge nach der folgenden Beziehung ermittelt werden:

$$F_{\alpha, \text{Rk}} = \frac{F_{\text{V},0, \text{Rk}}}{k_{90} \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha} \quad (8.67)$$

mit

$$k_{90} = 1,3 + 0,001 d_c \quad (8.68)$$

Dabei ist

$F_{\text{V},0, \text{Rk}}$  der charakteristische Wert der Tragfähigkeit je Dübel und Scherfuge für Krafrichtung in Faserrichtung nach (8.61)

$d_c$  der Dübeldurchmesser in mm.

(9) Die Mindestabstände untereinander sowie zu den Hirnholzenden und Rändern sind in Tabelle 8.7 mit den Symbolen nach Bild 8.7 angegeben.

Tabelle 8.7 — Mindestabstände von Ring- und Scheibendübeln besonderer Bauart

Abstände (siehe Bild 8.7)	Winkel	Mindestabstände
$a_1$ (in Faserrichtung)	$0^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$(1,2 + 0,8  \cos \alpha ) d_c$
$a_2$ (rechtwinklig zur Faserrichtung)	$0^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$1,2 d_c$
$a_{3,t}$ (beanspruchtes Hirnholzende)	$-90^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$	$1,5 d_c$
$a_{3,c}$ (unbeanspruchtes Hirnholzende)	$90^\circ \leq \alpha < 150^\circ$	$(0,4 + 1,6  \sin \alpha ) d_c$
	$150^\circ \leq \alpha < 210^\circ$	$1,2 d_c$
	$210^\circ \leq \alpha \leq 270^\circ$	$(0,4 + 1,6  \sin \alpha ) d_c$
$a_{4,t}$ (beanspruchter Rand)	$0^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ$	$(0,6 + 0,2  \sin \alpha ) d_c$
$a_{4,c}$ (unbeanspruchter Rand)	$180^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$0,6 d_c$

(10) Wenn die Dübel versetzt angeordnet werden, siehe Bild 8.13, dann sollten die Mindestabstände in und rechtwinklig zur Faserrichtung die folgende Bedingung erfüllen:

$$(k_{a1})^2 + (k_{a2})^2 \geq 1 \quad \text{mit} \quad \begin{cases} 0 \leq k_{a1} \leq 1 \\ 0 \leq k_{a2} \leq 1 \end{cases} \quad (8.69)$$

Dabei ist

$k_{a1}$  der Abminderungsbeiwert für den Mindestabstand  $a_1$  in Faserrichtung;

$k_{a2}$  der Abminderungsbeiwert für den Mindestabstand  $a_2$  rechtwinklig zur Faserrichtung.

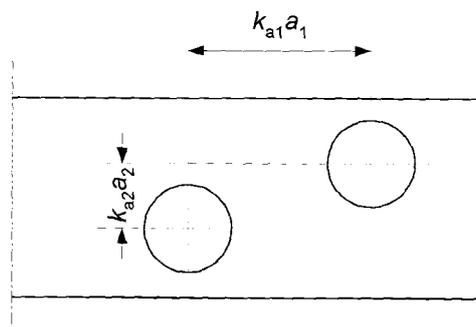


Bild 8.13 — Verringerte Abstände für Dübel besonderer Bauart

(11) Der Abstand in Faserrichtung  $k_{a1} a_1$  darf zusätzlich um einen Faktor  $k_{s,red}$  mit  $0,5 \leq k_{s,red} \leq 1$  verringert werden, vorausgesetzt, dass die Tragfähigkeit mit dem Faktor

$$k_{R,red} = 0,2 + 0,8 k_{s,red} \quad (8.70)$$

abgemindert wird.

**DIN EN 1995-1-1:2010-12**  
**EN 1995-1-1:2004 + AC:2006 + A1:2008 (D)**

(12) Für eine Reihe von Dübeln in Faserrichtung des Holzes sollte die Tragfähigkeit in dieser Richtung unter Berücksichtigung der wirksamen Anzahl  $n_{ef}$  von Dübeln berechnet werden, wobei:

$$n_{ef} = 2 + \left(1 - \frac{n}{20}\right)(n - 2) \quad (8.71)$$

Dabei ist

$n_{ef}$  die wirksame Anzahl von Dübeln besonderer Bauart;

$n$  die Anzahl von Dübeln besonderer Bauart in einer Linie in Faserrichtung des Holzes.

(13) Dübel besonderer Bauart sind dann als in einer Linie angeordnet zu betrachten, wenn  $k_{a2}a_2 < 0,5 k_{a1}a_1$ .

### 8.10 Verbindungen mit Scheibendübeln mit Zähnen

(1) Der charakteristische Wert der Tragfähigkeit von Verbindungen mit Scheibendübeln mit Zähnen sollte als die Summe der charakteristischen Tragfähigkeit der Scheibendübel mit Zähnen und der charakteristischen Tragfähigkeit der zugehörigen  $\text{[AC]}$  Bolzen  $\text{[AC]}$  nach 8.5 angenommen werden.

(2) Der charakteristische Wert der Tragfähigkeit  $F_{v,Rk}$  von  $\text{[AC]}$  Scheibendübeln  $\text{[AC]}$  mit Zähnen Typ C nach EN 912 (einseitig: Typ C2, C4, C7, C9, C11; doppelseitig: Typ C1, C3, C5, C6, C8, C10) und EN 14545 sollte angenommen werden zu:

$$\text{[A1]} F_{v,Rk} = \begin{cases} 18 k_1 k_2 k_3 d_c^{1,5} & \text{für Typen C1 bis C9} \\ 25 k_1 k_2 k_3 d_c^{1,5} & \text{für Typen C10 bis C11} \end{cases} \quad (8.72) \text{ [A1]}$$

Dabei ist

$F_{v,Rk}$  charakteristischer Wert der Tragfähigkeit pro Scheibendübel mit Zähnen in N;

$k_i$  Modifikationsbeiwerte mit  $i = 1$  bis 3, wie nachstehend definiert;

$d_c$  — Durchmesser der Scheibendübel mit Zähnen der Typen C1, C2, C6, C7, C10 und C11 in mm;  
 — Seitenlänge der Scheibendübel mit Zähnen der Typen C5, C8 und C9 in mm;  
 — Wurzel aus dem Produkt der Seitenlängen der Scheibendübel mit Zähnen der Typen C3 und C4 in mm.

(3) Es gilt Absatz 8.9(2).

(4) Der Beiwert  $k_1$  sollte angenommen werden zu:

$$k_1 = \min \begin{cases} 1 \\ \frac{t_1}{3h_e} \\ \frac{t_2}{5h_e} \end{cases} \quad (8.73)$$

Dabei ist

$t_1$  die Seitenholzdicke;

$t_2$  die Mittelholzdicke;

$\text{[A1]} h_e$  die Einbindetiefe der Zähne des Dübels  $\text{[A1]}$

(5) Der Beiwert  $k_2$  sollte angenommen werden zu:

— für Typ C1 bis C9:

$$k_2 = \min \begin{cases} 1 \\ \frac{a_{3,t}}{1,5 d_c} \end{cases} \quad (8.74)$$

Dabei ist

$$a_{3,t} = \max \begin{cases} 1,1 d_c \\ 7 d \\ 80 \text{ mm} \end{cases} \quad (8.75)$$

Dabei ist

$d$  der Bolzendurchmesser in mm;  
 $d_c$  wie in (2) erläutert.

— für Typ C10 und C11:

$$\boxed{\text{AC}} k_2 = \min \begin{cases} 1 \\ \frac{a_{3,t}}{2,0 d_c} \end{cases} \quad (8.76) \boxed{\text{AC}}$$

mit

$$a_{3,t} = \max \begin{cases} 1,5 d_c \\ 7 d \\ 80 \text{ mm} \end{cases} \quad (8.77)$$

Dabei ist

$d$  der Bolzendurchmesser in mm;  
 $d_c$  wie in (2) erläutert.

(6) Der Beiwert  $k_3$  sollte angenommen werden zu:

$$k_3 = \min \begin{cases} 1,5 \\ \frac{\rho_k}{350} \end{cases} \quad (8.78)$$

Dabei ist

$\rho_k$  der charakteristische Wert der Rohdichte des Holzes in  $\text{kg/m}^3$ .

(7) Für Scheibendübel mit Zähnen des Typs C1 bis C9 sind die Mindestabstände untereinander sowie von den Hirnholzenden und Rändern in Tabelle 8.8 mit den Symbolen nach Bild 8.7 angegeben.

(8) Für Scheibendübel mit Zähnen des Typs C10 und C11 sind die Mindestabstände untereinander sowie von den Hirnholzenden und Rändern in Tabelle 8.9 mit den Symbolen nach Bild 8.7 angegeben.

(9) Wenn Scheibendübel mit Zähnen des Typs C1, C2, C6 und C7 mit kreisrunder Form versetzt angeordnet werden, gilt 8.9(10).

(10) Für Bolzen in Verbindungen mit Scheibendübeln mit Zähnen gilt 10.4.3.

**DIN EN 1995-1-1:2010-12**  
**EN 1995-1-1:2004 + AC:2006 + A1:2008 (D)**

**Tabelle 8.8 — Mindestabstände von Scheibendübeln mit Zähnen Typ C1 bis C9**

Abstände (siehe Bild 8.7)	Winkel	Mindestabstand
$a_1$ (in Faserrichtung)	$0^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$(1,2 + 0,3   \cos \alpha  ) d_c$
$a_2$ (rechtwinklig zur Faserrichtung)	$0^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$1,2 d_c$
$a_{3,t}$ (beanspruchtes Hirnholzende)	$-90^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$	$2,0 d_c$
$a_{3,c}$ (unbeanspruchtes Hirnholzende)	$90^\circ \leq \alpha < 150^\circ$	$(0,9 + 0,6   \sin \alpha  ) d_c$
	$150^\circ \leq \alpha < 210^\circ$	$1,2 d_c$
	$210^\circ \leq \alpha \leq 270^\circ$	$(0,9 + 0,6   \sin \alpha  ) d_c$
$a_{4,t}$ (beanspruchter Rand)	$0^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ$	$(0,6 + 0,2   \sin \alpha  ) d_c$
$a_{4,c}$ (unbeanspruchter Rand)	$180^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$0,6 d_c$

**Tabelle 8.9 — Mindestabstände von Scheibendübeln mit Zähnen Typ C10 und C11**

Abstände (siehe Bild 8.7)	Winkel	Mindestabstand
$a_1$ (in Faserrichtung)	$0^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$(1,2 + 0,8   \cos \alpha  ) d_c$
$a_2$ (rechtwinklig zur Faserrichtung)	$0^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$1,2 d_c$
$a_{3,t}$ (beanspruchtes Hirnholzende)	$-90^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$	$2,0 d_c$
$a_{3,c}$ (unbeanspruchtes Hirnholzende)	$90^\circ \leq \alpha < 150^\circ$	$(0,4 + 1,6   \sin \alpha  ) d_c$
	$150^\circ \leq \alpha < 210^\circ$	$1,2 d_c$
	$210^\circ \leq \alpha \leq 270^\circ$	$(0,4 + 1,6   \sin \alpha  ) d_c$
$a_{4,t}$ (beanspruchter Rand)	$0^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ$	$(0,6 + 0,2   \sin \alpha  ) d_c$
$a_{4,c}$ (unbeanspruchter Rand)	$180^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$0,6 d_c$

## 9 Zusammengesetzte Bauteile und Tragwerke

### 9.1 Zusammengesetzte Bauteile

#### 9.1.1 Geklebte Biegestäbe mit schmalen Stegen

(1) Wenn eine geradlinige Dehnungsverteilung über die  $\boxed{AC}$  Querschnittshöhe  $\boxed{AC}$  des Stabes angenommen wird, sollten die Normalspannungen in den Holzgurten die nachfolgenden Bedingungen erfüllen:

$$\sigma_{f,c,max,d} \leq f_{m,d} \quad (9.1)$$

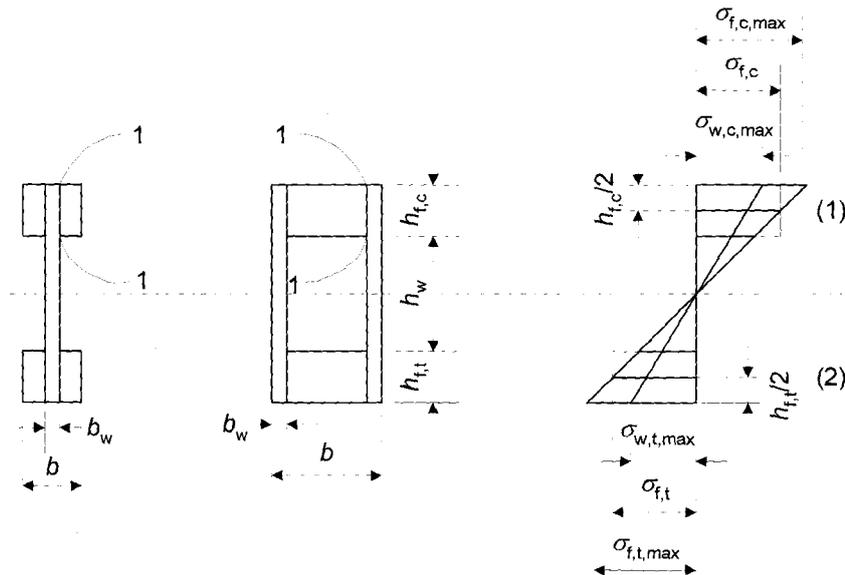
$$\sigma_{f,t,max,d} \leq f_{m,d} \quad (9.2)$$

$$\sigma_{f,c,d} \leq k_c f_{c,0,d} \quad (9.3)$$

$$\sigma_{f,t,d} \leq f_{t,0,d} \quad (9.4)$$

Dabei ist

- $\sigma_{f,c,max,d}$  der Bemessungswert der Randspannung im Druckgurt;
- $\sigma_{f,t,max,d}$  der Bemessungswert der Randspannung im Zuggurt;
- $\sigma_{f,c,d}$  der Bemessungswert der Schwerpunktspannung im Druckgurt;
- $\sigma_{f,t,d}$  der Bemessungswert der Schwerpunktspannung im Zuggurt;
- $k_c$  der Knickbeiwert.



### Legende

- (1) Druck
- (2) Zug

**Bild 9.1 — Dünnstegige Biegestäbe (Stegträger)**

- (3) Der Knickbeiwert  $k_c$  darf (konservativ besonders für Kastenträger) nach 6.3.2 ermittelt werden mit:

$$\lambda_z = \sqrt{12} \left( \frac{\ell_c}{b} \right) \quad (9.5)$$

Dabei ist

- $\ell_c$  der Abstand zwischen den Stellen, an denen ein seitliches Ausweichen des Druckgurtes verhindert wird;
- $b$  siehe Bild 9.1.

Wird hinsichtlich des seitlichen Ausknickens ein besonderer Nachweis für den Biegestab als Ganzes geführt, dann darf  $k_c = 1,0$  angenommen werden.

**DIN EN 1995-1-1:2010-12**  
**EN 1995-1-1:2004 + AC:2006 + A1:2008 (D)**

(4) Die Normalspannungen in den Stegen sollten die folgenden Bedingungen erfüllen:

$$\sigma_{w,c,d} \leq f_{c,w,d} \quad (9.6)$$

$$\sigma_{w,t,d} \leq f_{t,w,d} \quad (9.7)$$

Dabei sind

$\sigma_{w,c,d}$  und  $\sigma_{w,t,d}$  die Bemessungswerte der Druck- und Zugspannungen in den Stegen;

$f_{c,w,d}$  und  $f_{t,w,d}$  die Bemessungswerte der Biegedruck- und Biegezugfestigkeiten der Stege.

(5) Wenn andere Werte nicht bekannt sind, sind für die Bemessungswerte der Biegedruck- und Biegezugfestigkeiten der Stege die Bemessungswerte der Zug- oder Druckfestigkeiten anzunehmen.

(6)P Es ist nachzuweisen, dass geklebte Stöße eine ausreichende Festigkeit besitzen.

(7) Falls kein genauere Beulnachweis geführt wird, ist nachzuweisen, dass:

$$h_w \leq 70 b_w \quad (9.8)$$

und

$$F_{V,w,Ed} \leq \begin{cases} b_w h_w \left( 1 + \frac{0,5 (h_{f,t} + h_{f,c})}{h_w} \right) f_{v,0,d} & \text{für } h_w \leq 35 b_w \\ 35 b_w^2 \left( 1 + \frac{0,5 (h_{f,t} + h_{f,c})}{h_w} \right) f_{v,0,d} & \text{für } 35 b_w \leq h_w \leq 70 b_w \end{cases} \quad (9.9)$$

Dabei ist

$F_{V,w,Ed}$  der Bemessungswert der Schubbeanspruchung in jedem Steg;

$h_w$  die lichte Steghöhe;

$h_{f,c}$  die Druckgurthöhe;

$h_{f,t}$  die Zuggurthöhe;

$b_w$  die Stegdicke jedes Steges;

$f_{v,0,d}$  der Bemessungswert der Schubfestigkeit bei Scheibenbeanspruchung.

(8) Für Stege aus Holzwerkstoffen ist in der Regel in den Schnitten 1-1 in Bild 9.1 nachzuweisen, dass:

$$\tau_{\text{mean},d} \leq \begin{cases} f_{v,90,d} & \text{für } h_f \leq 4 b_{\text{ef}} \\ f_{v,90,d} \left( \frac{4 b_{\text{ef}}}{h_f} \right)^{0,8} & \text{für } h_f > 4 b_{\text{ef}} \end{cases} \quad (9.10)$$

Dabei ist

$\tau_{\text{mean},d}$  der Bemessungswert der als gleichmäßig über die Breite des Schnittes 1-1 verteilt angenommenen Schubspannung;

$f_{v,90,d}$  der Bemessungswert der Rollschubfestigkeit des Steges;

$h_f$  entweder  $h_{f,c}$  oder  $h_{f,t}$ .

$$b_{\text{ef}} = \begin{cases} b_w & \text{für Kastenträger} \\ b_w / 2 & \text{für I - Träger} \end{cases} \quad (9.11)$$

## 9.1.2 Geklebte Tafелеlemente

- (1) Nachfolgend wird eine geradlinige Dehnungsverteilung über die Höhe der Elemente angenommen.
- (2)P Beim Festigkeitsnachweis geklebter Tafелеlemente ist die ungleichmäßige Spannungsverteilung über die Beplankungsbreite infolge Schubverformungen und Ausbeulens der Beplankung zu berücksichtigen.
- (3) Wenn kein genauere Nachweis geführt wird, sollte das Element als eine Anzahl von I-Trägern oder U-Trägern (siehe Bild 9.2) mit den folgenden wirksamen Beplankungsbreiten  $b_{ef}$  betrachtet werden:

— für I-Querschnitte

$$b_{ef} = b_{c,ef} + b_w \quad (\text{oder } b_{t,ef} + b_w) \quad (9.12)$$

— für U-Querschnitte

$$b_{ef} = 0,5 b_{c,ef} + b_w \quad (\text{oder } 0,5 b_{t,ef} + b_w) \quad (9.13)$$

Die Werte für  $b_{c,ef}$  und  $b_{t,ef}$  sollten nicht größer als der unter Berücksichtigung der Schubverformung ermittelte Größtwert nach Tabelle 9.1 angenommen werden. Außerdem ist in der Regel der Wert für  $b_{c,ef}$  nicht größer als der unter Berücksichtigung des Ausbeulens der Beplankung ermittelte Größtwert nach Tabelle 9.1 anzunehmen.

- (4) Größtwerte der wirksamen Breiten unter Berücksichtigung der Einflüsse der Schubverformung und des Ausbeulens der Beplankung sollten Tabelle 9.1 entnommen werden; dabei ist  $\ell$  die Feldlänge des Elementes.

**Tabelle 9.1 — Größtwerte der wirksamen Beplankungsbreiten unter Berücksichtigung des Einflusses der Schubverformung und des Ausbeulens**

Beplankung	Schubverformung	Ausbeulen
Sperrholz mit der Faserrichtung der Deckfurniere:		
– parallel zu den Stegen	0,1 $\ell$	20 $h_f$
– rechtwinklig zu den Stegen	0,1 $\ell$	25 $h_f$
OSB-Platten	0,15 $\ell$	25 $h_f$
Holzspanplatten oder Holzfaserplatten mit beliebiger Faserorientierung	0,2 $\ell$	30 $h_f$

- (5) Wenn kein genauere Beulnachweis geführt wird, sollte die tatsächliche Beplankungsbreite nicht größer als die doppelte wirksame Beplankungsbreite infolge des Ausbeulens nach Tabelle 9.1 sein.
- (6) Für die Rippen von Tafелеlementen ist in der Regel für die Schnitte 1-1 eines  $\square$  I-förmigen Querschnitts  $\square$  in Bild 9.2 nachzuweisen, dass:

$$\tau_{\text{mean,d}} \leq \begin{cases} f_{v,90,d} & \text{für } b_w \leq 8 h_f \\ f_{v,90,d} \left( \frac{8 h_f}{b_w} \right)^{0,8} & \text{für } b_w > 8 h_f \end{cases} \quad (9.14)$$

Dabei ist

$\tau_{\text{mean,d}}$  der Bemessungswert der Schubspannung im Schnitt 1-1 bei gleichmäßig verteilt angenommener Spannungsverteilung;

$f_{v,90,d}$  der Bemessungswert der Rollschubfestigkeit der Beplankung.

Im Schnitt 1-1 eines U-förmigen Querschnitts sollte der gleiche Nachweis erfüllt sein, wobei jedoch  $8 h_f$  durch  $4 h_f$  zu ersetzen ist.

**DIN EN 1995-1-1:2010-12**  
**EN 1995-1-1:2004 + AC:2006 + A1:2008 (D)**

(7) Die Normalspannungen in den Beplankungen sollten unter Berücksichtigung der jeweiligen wirksamen Beplankungsbreite die folgenden Bedingungen erfüllen:

$$\sigma_{f,c,d} \leq f_{f,c,d} \quad (9.15)$$

$$\sigma_{f,t,d} \leq f_{f,t,d} \quad (9.16)$$

Dabei ist

$\sigma_{f,c,d}$  der Bemessungswert der mittleren Druckspannung in der Beplankung;

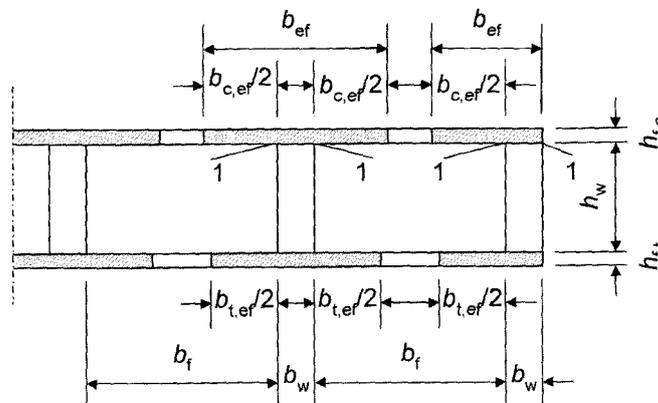
$\sigma_{f,t,d}$  der Bemessungswert der mittleren Zugspannung in der Beplankung;

$f_{f,c,d}$  der Bemessungswert der Druckfestigkeit der Beplankung;

$f_{f,t,d}$  der Bemessungswert der Zugfestigkeit der Beplankung.

(8)P Es ist nachzuweisen, dass geklebte Stöße eine ausreichende Festigkeit besitzen.

(9) Die Normalspannungen in den Holzrippen sollten die Bedingungen (9.6) bis (9.7) nach 9.1.1 erfüllen.



**Bild 9.2 — Tafелеlement**

### 9.1.3 Nachgiebig verbundene Biegestäbe

(1)P Wenn der Querschnitt eines tragenden Bauteiles aus mehreren Teilen mit Hilfe von mechanischen Verbindungsmitteln zusammengesetzt ist, ist der Einfluss der Nachgiebigkeit in den Verbindungen zu berücksichtigen.

(2) Für Berechnungen ist in der Regel eine geradlinige Beziehung zwischen Kräften und Verformungen anzunehmen.

(3) Wenn der Verbindungsmittelabstand in Längsrichtung gemäß dem Schubkraftverlauf zwischen  $s_{\min}$  und  $s_{\max}$  ( $\leq 4 s_{\min}$ ) abgestuft wird, darf ein effektiver Verbindungsmittelabstand  $s_{\text{ef}}$  wie folgt angesetzt werden:

$$s_{\text{ef}} = 0,75 s_{\min} + 0,25 s_{\max} \quad (9.17)$$

**ANMERKUNG** Ein Verfahren zur Berechnung der Tragfähigkeit nachgiebig zusammengesetzter Biegestäbe enthält der Anhang B (informativ).

### 9.1.4 Druckstäbe mit nachgiebigen und geklebten Verbindungen

(1)P Beim Festigkeitsnachweis sind Verformungen infolge von Nachgiebigkeiten der Verbindungen durch Schub und Biegung in Zwischenhölzern, Bindehölzern, Einzelstäben und Gurten sowie infolge von Normalspannungen in Gitterstäben zu berücksichtigen.

ANMERKUNG Ein Verfahren zur Berechnung der Tragfähigkeit von I- und kastenförmigen Druckstäben, gespreizten Druckstäben und vergitterten Druckstäben enthält der Anhang C (informativ).

## 9.2 Zusammengesetzte Tragwerke

### 9.2.1 Fachwerke

(1) Für Fachwerke, die vorwiegend in den Knotenpunkten belastet werden, ist in der Regel die Summe der Verhältnisse der kombinierten Biege- und Normaldruckspannungen nach den Gleichungen (6.19) und (6.20) auf 0,9 zu begrenzen.

(2) Für Druckstäbe sollte beim Knicknachweis in Fachwerkebene im Allgemeinen die wirksame Knicklänge als der Abstand zwischen zwei benachbarten Wendepunkten der Knickbiegeline zugrunde gelegt werden.

(3) Bei ausschließlich aus Dreiecken aufgebauten Fachwerkbindern sollte die wirksame Knicklänge von Druckstäben die Länge der Systemlinie angenommen werden (siehe Bild 5.1), wenn es sich um

- Einfeldstäbe ohne Endeinspannung,
- über zwei oder mehr Felder durchlaufende Stäbe ohne Querlasten

handelt.

(4) Wenn bei einem vollständig aus Dreiecken aufgebauten Fachwerkbinder in Nagelplattenbauweise nach Abschnitt 5.4.3 ein vereinfachtes Nachweisverfahren gewählt wird, dürfen die folgenden wirksamen Knicklängen angenommen werden (siehe Bild 9.3):

- bei durchlaufenden Stäben mit nur unwesentlichen Endmomenten und Biegespannungen aus Querlasten, die mindestens 40 % der Druckspannungen ausmachen:
  - in einem Endfeld: das 0,8fache der Länge der Systemlinie;
  - in einem Innenfeld: das 0,6fache der Länge der Systemlinie;
  - im Knoten: das 0,6fache der größeren Länge der Längen der anschließenden Systemlinien;
- bei durchlaufenden Stäben mit wesentlichen Endmomenten und Biegespannungen aus Querlasten, die mindestens 40 % der Druckspannungen ausmachen:
  - in Endfeld mit Endmoment: 0,0 (d. h. kein Ausknicken);
  - im vorletzten Feld: das 1,0fache der Länge der Systemlinie;
  - übrige Felder und Knoten: wie oben für Stäbe mit nur unwesentlichen Endmomenten beschrieben;
  - in allen anderen Fällen das 1,0fache der Länge der Systemlinie.

Bei der Bemessung von Bauteilen mit Druckbeanspruchung und Verbindungen sollten die berechneten Druckkräfte um 10 % erhöht werden.

(5) Wenn für Fachwerke, die nur in den Knotenpunkten belastet werden, ein vereinfachtes Bemessungsverfahren angewendet wird, sind in der Regel die Ausnutzungsgrade der Zug- und Druckfestigkeiten und der Tragfähigkeiten der Verbindungen auf 70 % zu begrenzen.

(6)P Das Ausknicken der Fachwerkstäbe aus der Binderebene ist zu überprüfen.

**DIN EN 1995-1-1:2010-12**  
**EN 1995-1-1:2004 + AC:2006 + A1:2008 (D)**

(7)P Die Verbindungen müssen in der Lage sein, Kräfte zu übertragen, die während Transport und Montage auftreten.

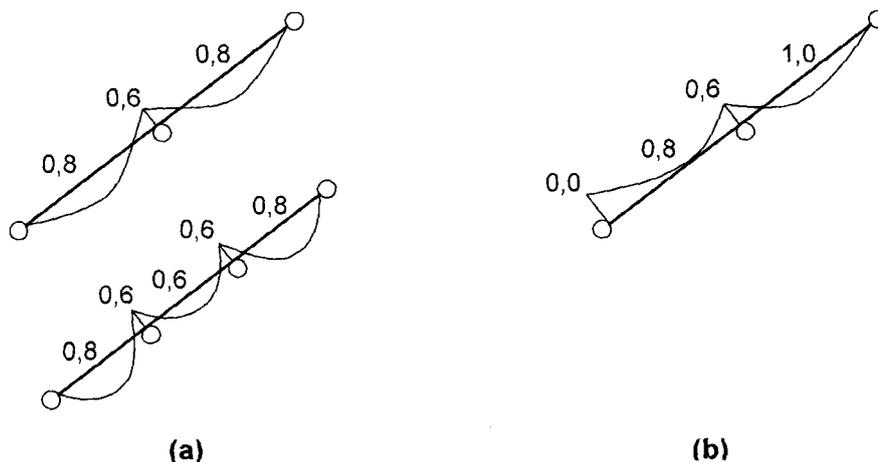
(8) Alle Verbindungen sollten in der Lage sein, eine Kraft  $F_{r,d}$  zu übertragen, die in jeder Richtung in der Binderebene einwirken kann.  $F_{r,d}$  ist in der Regel anzunehmen als Last mit kurzer Einwirkungsdauer in der Nutzungsklasse 2 mit dem Wert:

$$F_{r,d} = 1,0 + 0,1 L \quad (9.18)$$

Dabei ist

$F_{r,d}$  in kN;

$L$  Gesamtlänge des Fachwerkbinders in m.



**Legende**

(a) unwesentliche Endmomente

(b) wesentliche Endmomente

**Bild 9.3 — Momentenlinien und wirksame Knicklängen**

**9.2.2 Fachwerke mit Nagelplattenverbindungen**

(1)P Fachwerke mit Nagelplattenverbindungen müssen die Anforderungen entsprechend EN 14250 erfüllen.

(2) Es gelten die Anforderungen von 5.4.1 und 9.2.1.

(3) Bei vollständig aus Dreiecken aufgebauten Fachwerkbindern, bei denen eine kleine Einzellast (z. B. eine Mannlast) eine Komponente rechtwinklig zum Stab von weniger als 1,5 kN hat und  $\sigma_{c,d} < 0,4 f_{c,d}$  und  $\sigma_{t,d} < 0,4 f_{t,d}$ , dürfen die Anforderungen nach 6.2.3 und 6.2.4 ersetzt werden durch:

$$\sigma_{m,d} \leq 0,75 f_{m,d} \quad (9.19)$$

(4) Die kleinste Einbindetiefe der Nagelplatte in jedem Holzstab sollte mindesten 40 mm oder ein Drittel der Stabhöhe betragen; der größere Wert ist maßgebend.

(5) Nagelplatten in Gurtstößen sollten mindestens 2/3 der erforderlichen Stabhöhe überdecken.

## 9.2.3 Dach- und Deckenscheiben

### 9.2.3.1 Allgemeines

(1) Dieser Abschnitt gilt für einfach unterstützte Scheiben, wie z. B. Decken oder Dächer, die aus Platten aus Holzwerkstoffen bestehen, die über mechanische Verbindungsmittel mit einem Holzrippenwerk verbunden sind.

(2) Die Tragfähigkeit von Verbindungsmitteln an den Plattenrändern darf mit dem Faktor 1,2 gegenüber den Werten nach Abschnitt 8 erhöht angenommen werden.

### 9.2.3.2 Vereinfachter Nachweis von Dach- und Deckenscheiben

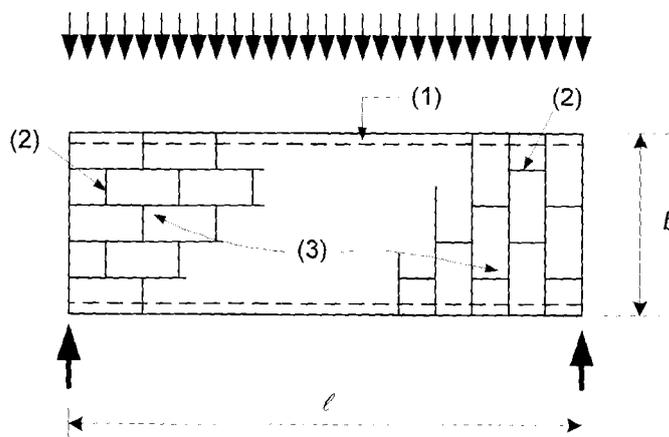
(1) Scheiben, die durch eine Gleichstreckenlast belastet sind (siehe Bild 9.4), sollten unter den folgenden Voraussetzungen nach dem in diesem Abschnitt angegebenen vereinfachten Verfahren berechnet werden:

- die Spannweite  $\ell$  liegt zwischen  $2b$  und  $6b$ , mit  $b$  als Scheibenhöhe;
- für die Bemessung im Grenzzustand der Tragfähigkeit ist das Versagen der Verbindungsmittel (nicht der Beplankungen) maßgebend;
- die Beplankungen werden in Übereinstimmung mit den Detailregelungen in 10.8.1 befestigt.

(2) Falls kein genauere Nachweis geführt wird, sollten die Randrippen für die Aufnahme des größten Biegemomentes in der Scheibe bemessen werden.

(3) Die Schubkräfte in der Scheibe sollten als gleichmäßig über die Scheibenhöhe verteilt angenommen werden.

(4) Wenn die Holzwerkstoffplatten versetzt angeordnet sind (siehe Bild 9.4), darf der Nagelabstand entlang den nicht durchlaufenden Plattenstößen mit dem Faktor 1,5 (bis zu einem Größtwert von 150 mm) ohne Reduzierung der Tragfähigkeit erhöht werden.



#### Legende

- (1) Randbalken
- (2) nicht durchgehende Stöße
- (3) Plattenanordnungen

Bild 9.4 — Scheibenbeanspruchung und versetzte Plattenanordnungen

**DIN EN 1995-1-1:2010-12**  
**EN 1995-1-1:2004 + AC:2006 + A1:2008 (D)**

**9.2.4 Wandscheiben**

**9.2.4.1 Allgemeines**

- (1)P Wandscheiben sind sowohl für horizontale als auch für vertikale Lasteinwirkungen zu bemessen.
- (2)P Die Wand muss angemessen gehalten werden, um ein Kippen oder Gleiten zu verhindern.
- (3)P Wandscheiben, für die eine bestimmte Wandscheibentragfähigkeit vorgesehen ist, müssen in ihrer Ebene durch Plattenwerkstoffe, Diagonalaussteifungen oder biegesteife Verbindungen ausgesteift werden.
- (4)P Die Wandscheibentragfähigkeit ist entweder durch Versuche nach EN 594 oder durch Berechnungen unter Verwendung geeigneter analytischer Methoden oder Berechnungsmodelle zu bestimmen.
- (5)P Die Bemessung von Wandscheiben muss sowohl den Aufbau der Baustoffe als auch den geometrischen Wandaufbau der betrachteten Wand berücksichtigen.
- (6)P Die Reaktion von Wandscheiben  $\boxed{AC}$  zufolge  $\boxed{AC}$  Einwirkungen ist so zu begrenzen, dass die Konstruktion eine angemessene Gebrauchstauglichkeit behält.
- (7) Für Wandscheiben werden zwei alternative vereinfachte Nachweisverfahren in 9.2.4.2 und 9.2.4.3 angegeben.

ANMERKUNG Verfahren A in 9.2.4.2 wird empfohlen. Informationen zu nationalen Anforderungen können im Nationalen Anhang enthalten sein.

**9.2.4.2 Vereinfachter Nachweis von Wandscheiben – Verfahren A**

- (1) Das vereinfachte Verfahren in diesem Unterabschnitt ist in der Regel nur anwendbar für Wandscheiben mit einer Endverankerung, d. h., ein vertikales Bauteil am Scheibenende ist unmittelbar mit der Unterkonstruktion verbunden.
- (2) Der Bemessungswert der Tragfähigkeit  $F_{V,Rd}$  (der Bemessungswert der Scheiben-Beanspruchbarkeit) unter einer Kraft  $F_{V,Ed}$ , die am Kopf einer auskragenden, gegen Abheben (durch vertikale Einwirkungen oder durch Verankerungskräfte) gesicherten Tafel einwirkt, sollte mit der nachfolgend angegebenen, vereinfachten Bemessung für Wände ermittelt werden. Die Regel gilt für Wände aus einer oder mehreren Tafeln, wobei jede Wandtafel aus einer einseitigen Plattenbeplankung auf einem Holzrahmen besteht. Dabei wird vorausgesetzt, dass:
- der Abstand der Verbindungsmittel entlang des Umfanges jeder Platte konstant ist;
  - die Breite einer jeden Platte mindestens  $h/4$  beträgt.
- (3) Für eine aus mehreren Wandtafeln zusammengesetzte Wand sollte der Bemessungswert der Wandscheibentragfähigkeit einer Wand aus

$$F_{V,Rd} = \sum F_{i,V,Rd} \quad (9.20)$$

berechnet werden, mit

$\boxed{A_1}$   $F_{i,V,Rd}$  Bemessungswert der Wandscheibentragfähigkeit der Wandtafel nach 9.2.4.2(4) und 9.2.4.2(5).  $\boxed{A_1}$

(4) Der Bemessungswert der Wandscheibentragfähigkeit jeder Wandtafel  $F_{i,v,Rd}$  gegenüber der Kraft  $F_{i,v,Ed}$  nach Bild 9.5 sollte berechnet werden aus

$$F_{i,v,Rd} = \frac{F_{f,Rd} b_i c_1}{s} \quad (9.21)$$

Dabei ist

$F_{f,Rd}$  der Bemessungswert der Beanspruchbarkeit auf Abscheren eines einzelnen Verbindungsmittels;

$b_i$  die Wandscheibenbreite;

$s$  der Verbindungsmittelabstand;

$$c_1 = \begin{cases} 1 & \text{für } b_i \geq b_0 \\ \frac{b_i}{b_0} & \text{für } b_i < b_0 \end{cases} \quad (9.22) \quad \text{AC}$$

Dabei ist

$$b_0 = h/2;$$

$h$  die Wandhöhe.

(5) Für die Verbindungsmittel entlang den Rändern einer einzelnen Platte sollte der Bemessungswert nach Abschnitt 8 mit dem Faktor 1,2 erhöht werden. Bei der Ermittlung des Verbindungsmittelabstandes nach den Anforderungen in Abschnitt 8 sind die Ränder als unbeanspruchte anzunehmen.

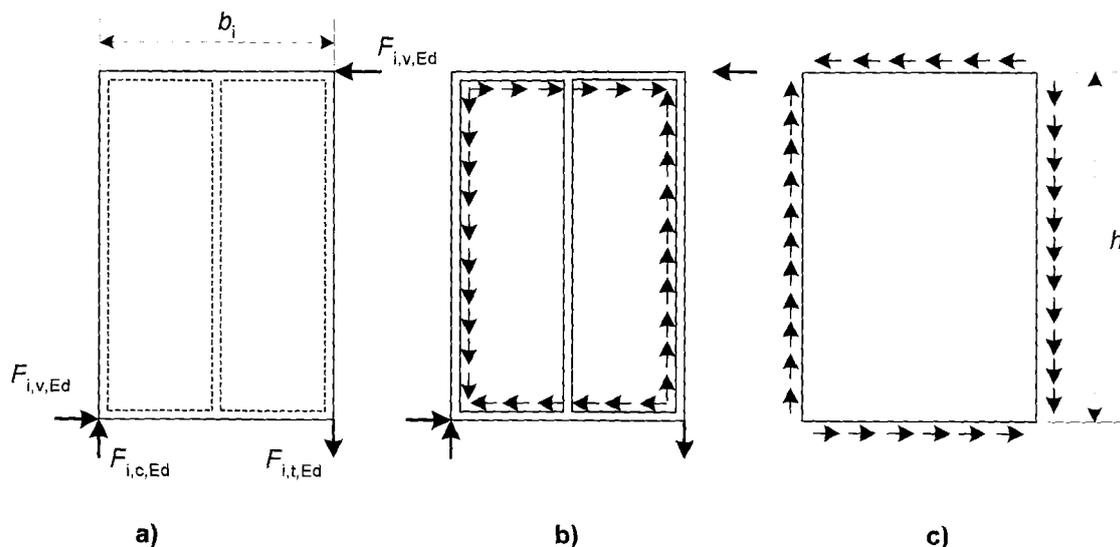


Bild 9.5 — Einwirkende Kräfte auf: a) Wandscheibe; b) Stabwerk; c) Beplankung

(6) Wandscheiben mit Tür- oder Fensteröffnungen sollten für die Beanspruchbarkeit als Wandscheibe nicht in Rechnung gestellt werden.

**DIN EN 1995-1-1:2010-12**  
**EN 1995-1-1:2004 + AC:2006 + A1:2008 (D)**

(7) Für Wandscheiben mit beidseitiger Beplankung gelten die folgenden Festlegungen:

- wenn die Beplankungen und die Verbindungsmittel gleicher Art und gleicher Abmessung sind, dann ist die gesamte Wandscheibentragfähigkeit der Wand als Summe der Wandscheibentragfähigkeiten der einzelnen Seiten anzunehmen;
- werden unterschiedliche Beplankungen verwendet, dann dürfen, wenn kein anderer Nachweis geführt wird, 75 % der Wandscheibentragfähigkeit der schwächeren Seite in Rechnung gestellt werden, wenn Verbindungsmittel mit ähnlichen Verschiebungsmoduln verwendet werden. Andernfalls sollten nicht mehr als 50 % in Rechnung gestellt werden.

(8) Die äußeren Kräfte  $F_{i,c,Ed}$  und  $F_{i,t,Ed}$  nach Bild 9.5 sollten berechnet werden aus

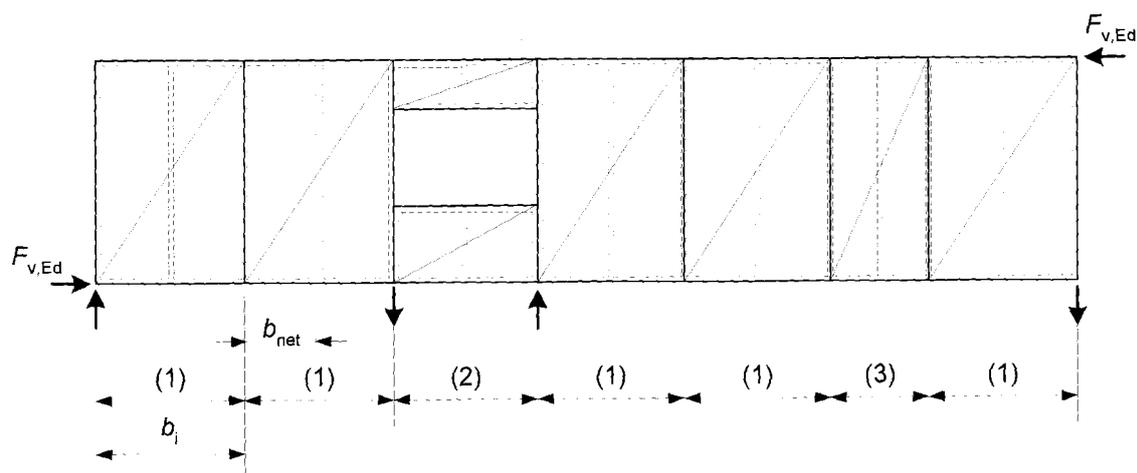
$$F_{i,c,Ed} = F_{i,t,Ed} = \frac{F_{i,v,Ed} h}{b_i} \quad (9.23)$$

Dabei ist

$h$  die Wandhöhe.

(9) Die Kräfte  $F_{i,c,Ed}$  und  $F_{i,t,Ed}$  können entweder auf die Beplankungen der benachbarten Wandscheibe oder in die darüber oder darunter liegende Konstruktion weitergeleitet werden. Werden Zugkräfte in die darunter liegende Konstruktion eingeleitet, dann sollte die Scheibe durch steife Verbindungsmittel verankert sein. Stabilitätsversagen der Rahmenstützen ist in der Regel nach 6.3.2 zu überprüfen. Wo die Enden vertikaler Bauteile auf horizontale Bauteile Druckkräfte übertragen, sollten die Druckspannungen rechtwinklig zur Faserrichtung der horizontalen Bauteile nach 6.1.5 nachgewiesen werden.

(10) Äußere Lasten, die in Wandscheiben mit Tür- und Fensteröffnungen und in Wandscheiben geringerer Breite auftreten, siehe Bild 9.6, sollten auf ähnliche Weise in die obere oder untere Konstruktion weitergeleitet werden.



**Legende**

- (1) Wandscheibe (normale Breite)
- (2) Wandscheibe mit Fenster
- (3) Wandscheibe (kleinere Breite)

**Bild 9.6 — Beispiel für die Zusammensetzung von Wandscheiben mit einer Wandtafel mit Fensteröffnung und einer Wandscheibe geringerer Breite**

(11) Beulen infolge Schubbeanspruchung der Beplankung darf vernachlässigt werden, wenn

$$\frac{b_{\text{net}}}{t} \leq 100$$

Dabei ist

$b_{\text{net}}$  der lichte Abstand zwischen den Pfosten;

$t$  die Beplankungsdicke.

(12) Damit der Mittelpfosten für die Beplankung als Unterstützung herangezogen werden kann, sollte der Abstand der Verbindungsmittel auf dem Mittelpfosten nicht mehr als doppelt so groß sein wie der Abstand der Verbindungsmittel entlang der Beplankungsränder.

(13) Wenn eine Wand aus vorgefertigten Wandtafeln besteht, sollte die Übertragung der Schubkräfte zwischen den einzelnen Wandtafeln nachgewiesen werden.

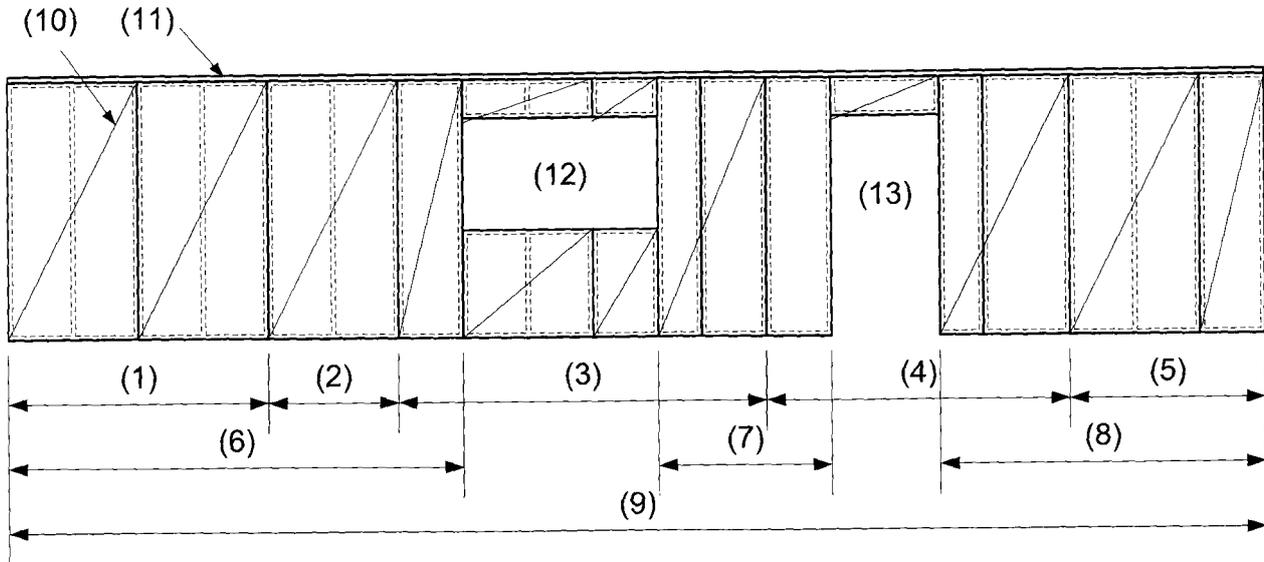
(14) In den Kontaktflächen zwischen vertikalen Pfosten und horizontalen Holzbauteilen sollten die Druckspannungen rechtwinklig zur Faserrichtung in den Holzbauteilen nachgewiesen werden.

### **9.2.4.3 Vereinfachter Nachweis von Wandscheiben – Verfahren B**

#### **9.2.4.3.1 Aufbau von Wand und Beplankung (Voraussetzung für den vereinfachten Nachweis)**

(1) Eine Gesamtwand (siehe Bild 9.7) besteht aus einer oder mehreren Wänden, jede Wand bestehend aus einer oder mehreren Wandtafeln mit Beplankungen aus Holzwerkstoffen entsprechend 3.5, die auf einem Holzrahmen befestigt sind.

**DIN EN 1995-1-1:2010-12**  
**EN 1995-1-1:2004 + AC:2006 + A1:2008 (D)**



**Legende**

- |                 |                 |
|-----------------|-----------------|
| (1) Wandtafel 1 | (8) Wand 3      |
| (2) Wandtafel 2 | (9) Wandscheibe |
| (3) Wandtafel 3 | (10) Beplankung |
| (4) Wandtafel 4 | (11) Kopfrippe  |
| (5) Wandtafel 5 | (12) Fenster    |
| (6) Wand 1      | (13) Tür        |
| (7) Wand 2      |                 |

**Bild 9.7 — Beispiel für eine Wandscheibe bestehend aus mehreren Wandtafeln**

(2) Bei einer Wandtafel, die an der Wandscheibentragsfähigkeit beteiligt werden soll, sollte die Scheibenbreite mindestens  $\frac{1}{4}$  der Scheibenhöhe betragen. Die Befestigung der Beplankung an die Holzrippen sollte entweder über Nägel oder über Schrauben erfolgen, und die Verbindungsmittel sollten gleichmäßig entlang des Umfanges der Beplankung angeordnet sein. Verbindungsmittel im inneren Bereich einer Beplankung sollten höchstens mit dem doppelten Verbindungsmittelabstand wie der Verbindungsmittel an den Rändern angeordnet werden.

(3) Wenn in einer Wandtafel eine Öffnung eingebaut ist, dann sind in der Regel die Wandtafelbereiche mit den Breiten neben den Öffnungen als gesonderte Wandscheiben zu betrachten.

(4) Wenn Wandtafeln zu einer Wand zusammengefügt werden,

- sollten die Kopfrippen jeder einzelnen Wandtafel durch ein Bauteil oder eine Konstruktion über die Tafelstöße hinweg durchgehend verbunden werden;
- sollte die erforderliche vertikale Beanspruchbarkeit der Verbindung zwischen zwei Wandscheiben ermittelt werden, sie sollte aber mindestens einen Bemessungswert der Beanspruchbarkeit von 2,5 kN/m haben;
- die Wandtafeln sollten, wenn sie zu einer Gesamtwand zusammengefügt werden, entweder durch Verankerung mit der Unterkonstruktion oder durch die ständigen Einwirkungen oder durch eine Kombination von beiden gegen Kippen und Gleiten gesichert sein.

**9.2.4.3.2 Bemessungsverfahren**

(1) Der Bemessungswert der Wandscheibentragfähigkeit  $F_{v,Rd}$  entsprechend einer Kraft  $F_{v,Ed}$  am Kopfe einer auskragenden Wand, die gegen Abheben und Gleiten durch vertikale Einwirkungen und/oder Verankerung gesichert ist, sollte nach dem folgenden vereinfachten Verfahren für die Wandkonstruktion, wie sie in 9.2.4.3.1 definiert ist, ermittelt werden.

(2) Für eine Gesamtwand aus mehreren Wänden ist in der Regel der Bemessungswert der Wandscheibentragfähigkeit  $F_{v,Rd}$  zu berechnen aus

$$F_{v,Rd} = \sum F_{i,v,Rd} \quad (9.24)$$

Dabei ist

$F_{i,v,Rd}$  der Bemessungswert der Wandscheibentragfähigkeit nach folgendem Absatz (3).

(3) Der Bemessungswert der Wandscheibentragfähigkeit einer Wand  $i$ ,  $F_{i,v,Rd}$  sollte berechnet werden aus

$$F_{i,v,Rd} = \frac{F_{f,Rd} b_1}{s_0} k_d k_{i,q} k_s k_n \quad (9.25)$$

Dabei ist

$F_{f,Rd}$  der Bemessungswert der Beanspruchbarkeit eines einzelnen Verbindungsmittels auf Abscheren;

$b_1$  die Wandlänge in m;

$\text{A1}$   $s_0$  der Grundwert des Abstandes der Verbindungsmittel, in m, siehe (4) unten;

$k_d$  der Dimensionsbeiwert für die Wand, siehe (4) unten;  $\text{A1}$

$k_{i,q}$  der Beiwert für die gleichmäßig verteilte Last für die Wand  $i$ , siehe (4) unten;

$k_s$  der Beiwert für den Abstand der Verbindungsmittel, siehe (4) unten;

$k_n$  der Beiwert für das Beplankungsmaterial, siehe (4) unten.

(4) Die Werte für  $s_0$ ,  $k_d$ ,  $k_{i,q}$ ,  $k_s$  und  $k_n$  sind in der Regel zu berechnen zu:

$$\text{A1} \quad s_0 = \frac{9,7 d}{\rho_k} \quad (9.26)$$

Dabei ist:

$s_0$  der Grundwert des Abstandes der Verbindungsmittel, in m;

$d$  der Durchmesser des Verbindungsmittels in mm;

$\rho_k$  die charakteristische Rohdichte des Holzrahmens; in  $\text{kg/m}^3$ ;  $\text{A1}$

$$k_d = \begin{cases} \frac{b_1}{h} & \text{für } \frac{b_1}{h} \leq 1,0 & \text{(a)} \\ \left(\frac{b_1}{h}\right)^{0,4} & \text{für } \frac{b_1}{h} > 1,0 \text{ und } b_1 \leq 4,8 \text{ m} & \text{(b)} \\ \left(\frac{4,8}{h}\right)^{0,4} & \text{für } \frac{b_1}{h} > 1,0 \text{ und } b_1 > 4,8 \text{ m} & \text{(c)} \end{cases} \quad (9.27)$$

**DIN EN 1995-1-1:2010-12**  
**EN 1995-1-1:2004 + AC:2006 + A1:2008 (D)**

mit  $h$  als Wandhöhe in m;

$$k_{i,q} = 1 + \left( 0,083 q_i - 0,0008 q_i^2 \right) \left( \frac{2,4}{b_1} \right)^{0,4} \quad (9.28)$$

Dabei ist

$q_i$  die äquivalente, gleichmäßig verteilte Vertikallast auf der Wand in kN/m, mit  $q_i \geq 0$ , siehe (5) unten;

$$k_s = \frac{1}{0,86 \frac{s}{s_0} + 0,57} \quad (9.29)$$

Dabei ist

$s$  der Abstand der Verbindungsmittel entlang des Umfanges der Beplankung;

$$k_n = \begin{cases} 1,0 & \text{für einseitige Beplankung} & \text{(a)} \\ \frac{F_{i,v,Rd,max} + 0,5 F_{i,v,Rd,min}}{F_{i,v,Rd,max}} & \text{für beidseitige Beplankung} & \text{(b)} \end{cases} \quad (9.30)$$

Dabei ist

$F_{i,v,Rd,max}$  die Wandscheibentragfähigkeit der stärkeren Beplankung;

$F_{i,v,Rd,min}$  die Wandscheibentragfähigkeit der schwächeren Beplankung.

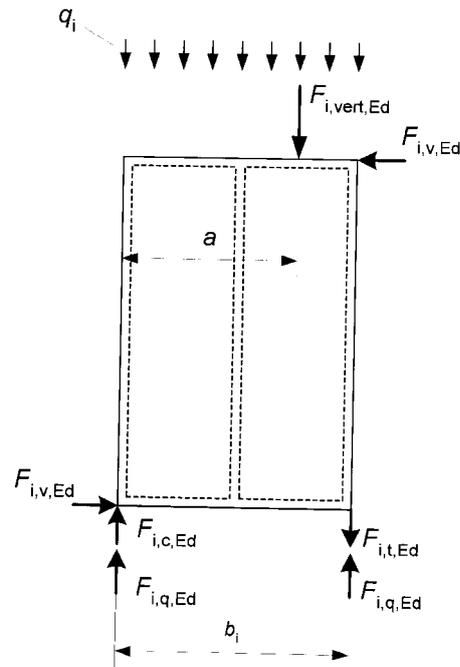
(5) Die gleichwertige Vertikallast  $q_i$  für die Berechnung von  $k_{i,q}$  ist in der Regel nur aus den ständigen Einwirkungen und möglichen Auswirkungen des Windes zusammen mit den äquivalenten Einwirkungen aus Einzellasten, einschließlich Verankerungslasten, die auf die Scheibe einwirken, zu bestimmen. Um den Beiwert  $k_{i,q}$  zu berechnen, sollten konzentrierte vertikale Lasten unter der Annahme, dass die Wand ein starrer Körper ist, in eine gleichwertige gleichmäßig verteilte Last umgerechnet werden, z. B. für die Last  $F_{i,vert,Ed}$ , die auf die Wand wie in Bild 9.8 einwirkt:

$$q_i = \frac{2 a F_{i,vert,Ed}}{b_1^2} \quad (9.31)$$

Dabei ist

$a$  der horizontale Abstand der Kraft  $F$  von der windabgewandten Ecke der Wand;

$b$  die Breite der Wand.



**Bild 9.8 — Bestimmung der gleichwertigen vertikalen Einwirkung  $q_i$  und der Reaktionskräfte aus den vertikalen und horizontalen Einwirkungen**

(6) Die äußeren Kräfte  $F_{i,c,Ed}$  und  $F_{i,t,Ed}$  (siehe Bild 9.8) aus der horizontalen Einwirkung  $F_{i,v,Ed}$  auf die Wand  $i$  sollten berechnet werden aus

$$F_{i,c,Ed} = F_{i,t,Ed} = \frac{F_{i,v,Ed} h}{b_i} \quad (9.32)$$

Dabei ist

$h$  die Höhe der Wand.

Diese äußeren Kräfte können entweder auf die benachbarte Scheibe über die vertikale Scheibenverbindung oder auf die Konstruktion oberhalb oder unterhalb der Wand weitergeleitet werden. Wenn Zugkräfte auf die Unterkonstruktion weitergeleitet werden sollen, sollte die Scheibe mit steifen Verbindungsmitteln verankert werden. Druckbeanspruchte Bauteile sind auf Stabilitätsversagen nach 6.3.2 zu überprüfen. Wenn horizontale Bauteile durch vertikale Bauteile auf Druck beansprucht werden, sollten die Druckspannungen rechtwinklig zur Faserrichtung der horizontalen Bauteile nach 6.1.5 nachgewiesen werden.

(7) Schubbeulen der Beplankung darf vernachlässigt werden, wenn

$$\frac{b_{net}}{t} \leq 100 \quad (9.33)$$

Dabei ist

$b_{net}$  der lichte Abstand zwischen den Pfosten;

$t$  die Beplankungsdicke.

**DIN EN 1995-1-1:2010-12**  
**EN 1995-1-1:2004 + AC:2006 + A1:2008 (D)**

**9.2.5 Verbände**

**9.2.5.1 Allgemeines**

(1)P Tragwerke, die sonst nicht ausreichend steif sind, sind so auszusteifen, dass ein Versagen oder übermäßige Verformungen verhindert werden.

(2)P Zusätzliche Beanspruchungen aus geometrischen und strukturellen Imperfektionen sowie aus Verformungen nach Theorie II. Ordnung (einschließlich der Anteile aus Verschiebungen in Verbindungen) sind zu berücksichtigen.

(3)P Die Aussteifungskräfte sind aufgrund der ungünstigsten Kombination der strukturellen Imperfektionen und Verformungen aus Theorie II. Ordnung zu bestimmen.

**9.2.5.2 Druckbeanspruchte Einzelbauteile**

(1) Bei druckbeanspruchten Einzelbauteilen, die eine seitliche Abstützung in Abständen  $a$  (siehe Bild 9.9) erfordern, sollte die anfängliche Imperfektion zwischen den Auflagern (Vorkrümmung)  $a/500$  für Bauteile aus Brettschichtholz und Furnierschichtholz und  $a/300$  für andere Bauteile nicht überschreiten.

(2) Jede Zwischenabstützung sollte eine Mindestfedersteifigkeit von

$$C = k_s \frac{N_d}{a} \quad (9.34)$$

aufweisen.

Dabei ist

$k_s$  der Modifikationsbeiwert;

$N_d$  der Bemessungswert der mittleren  $\langle AC \rangle$  Druckkraft  $\langle AC \rangle$  im Bauteil;

$a$  die Stablänge (siehe Bild 9.9).

ANMERKUNG Für  $k_s$  siehe Anmerkung in 9.2.5.3(1).

(3) Der Bemessungswert der Stabilisierungskraft  $F_d$  an jeder Abstützung ist in der Regel anzunehmen zu:

$$\langle AC \rangle F_d = \begin{cases} \frac{N_d}{k_{f,1}} & \text{für Vollholz} \\ \frac{N_d}{k_{f,2}} & \text{für Brettschichtholz und Furnierschichtholz LVL} \end{cases} \quad (9.35) \langle AC \rangle$$

Dabei sind

$k_{f,1}$  und  $k_{f,2}$  Modifikationsbeiwerte.

ANMERKUNG Für  $k_{f,1}$  und  $k_{f,2}$  siehe Anmerkung in 9.2.5.3(1).

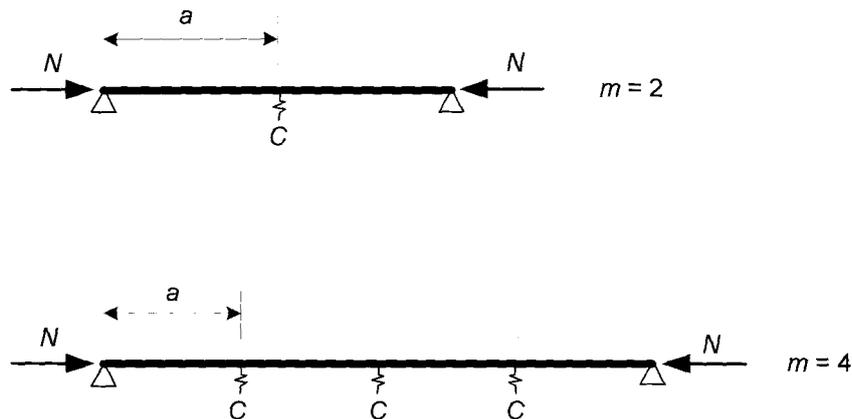


Bild 9.9 — Beispiele für druckbeanspruchte Einzelbauteile mit seitlichen Abstützungen

(4) Der Bemessungswert der Stabilisierungskraft  $F_d$  für den Druckgurt eines rechteckigen Biegestabes ist in der Regel zu bestimmen nach 9.2.5.2(3) mit:

$$N_d = (1 - k_{\text{crit}}) \frac{M_d}{h} \quad (9.36)$$

Der Wert für  $k_{\text{crit}}$  sollte nach 6.3.3(4) für den nicht gestützten Biegestab bestimmt werden, und  $M_d$  ist der Bemessungswert des Größtmoments im Biegestab der Höhe  $h$ .

### 9.2.5.3 Aussteifung von Trägern und Fachwerken

(1) Für eine Reihe von  $n$  parallelen Bauteilen, die in den Knotenpunkten A, B (siehe Bild 9.10) seitliche Abstützungen benötigen, sollte ein Aussteifungsverband vorgesehen werden, der zusätzlich zu den äußeren horizontalen Lastenwirkungen (z. B. Wind) in der Lage sein sollte, die nachfolgend angegebene, innere Aussteifungskraft je Längeneinheit  $q$  aufzunehmen:

$$q_d = k_\ell \frac{n N_d}{k_{f,3} \ell} \quad (9.37)$$

Dabei ist

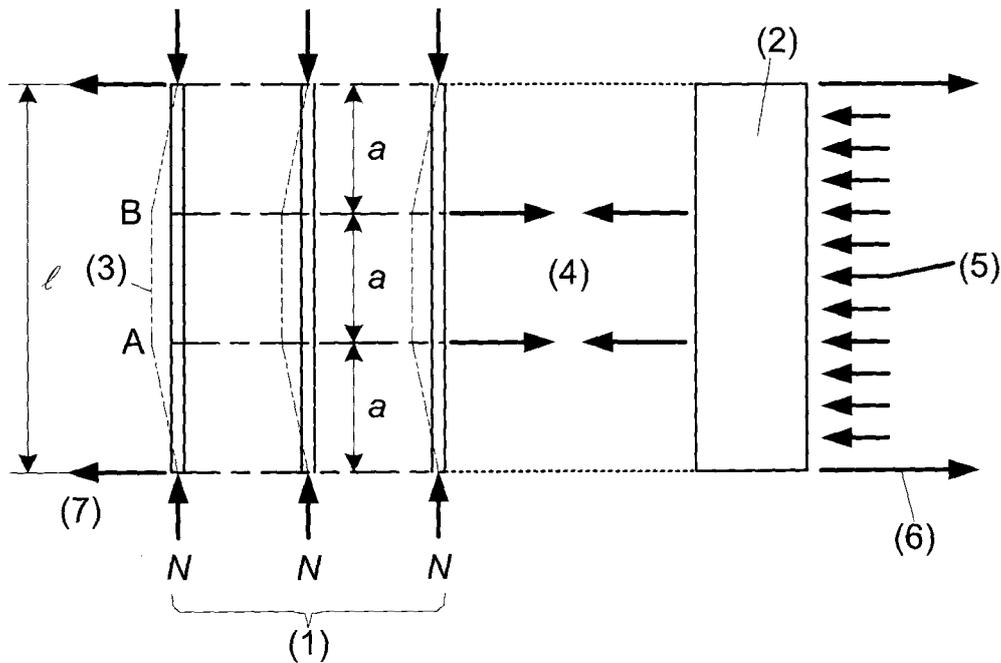
$$k_\ell = \min \begin{cases} 1 \\ \sqrt{\frac{15}{\ell}} \end{cases} \quad (9.38)$$

$N_d$  der Bemessungswert der mittleren Druckkraft im Druckglied;

$\ell$  die Gesamtlänge des Aussteifungsverbands in m;

$k_{f,3}$  der Modifikationsbeiwert.

**DIN EN 1995-1-1:2010-12**  
**EN 1995-1-1:2004 + AC:2006 + A1:2008 (D)**



**Legende**

- (1)  $n$  Trägersysteme
- (2) Aussteifungsverband
- (3) Durchbiegung des Trägersystems infolge von Imperfektionen und Verformungen aus Theorie II. Ordnung
- (4) Aussteifungskräfte
- (5) Äußere Einwirkung auf den Aussteifungsverband
- (6) Reaktionskräfte des Aussteifungsverbands aus äußerer Einwirkung
- (7) Reaktionskräfte des Trägersystems aus Aussteifungskräften

**Bild 9.10 — Träger- oder Fachwerksystem mit seitlichem Aussteifungsverband**

ANMERKUNG Die Werte für die Modifikationsbeiwerte  $k_s$ ,  $k_{f,1}$ ,  $k_{f,2}$  und  $k_{f,3}$  hängen von Einflüssen wie der baulichen Ausführung, Spannweite usw. ab. Ein Wertebereich ist in Tabelle 9.2 angegeben, wobei die empfohlenen Werte unterstrichen sind. Informationen zu nationalen Anforderungen können im Nationalen Anhang enthalten sein.

**Tabelle 9.2 — Empfohlene Werte für die Modifikationsbeiwerte**

Modifikationsbeiwert	Bereich
$k_s$	<u>4</u> bis 1
$k_{f,1}$	<u>50</u> bis 80
$k_{f,2}$	<u>80</u> bis 100
$k_{f,3}$	<u>30</u> bis 80

(2) Die horizontale Ausbiegung des Aussteifungsverbands aus  $q_d$  und anderen äußeren Einwirkungen (z. B. Wind) sollte  $l/500$  nicht übersteigen.

## 10 Ausführung und Überwachung

### 10.1 Allgemeines

(1)P Die Bestimmungen des Abschnitts 10 enthalten Voraussetzungen für die Anwendbarkeit der Bemessungsregeln dieser Norm.

### 10.2 Baustoffe

(1) Die Ausmittigkeit, die in der Mitte zwischen den Unterstützungen gemessen wird, sollte bei Druckstäben und kippgefährdeten Biegestäben sowie in Rahmenteilen auf 1/500 der Länge bei Bauteilen aus Brettschichtholz oder Furnierschichtholz und auf 1/300 der Länge bei Bauteilen aus tragendem Vollholz begrenzt werden. Die Krümmungsbeschränkungen in den meisten Sortierverfahren sind für die Auswahl des Baustoffs für diese Bauteile nicht ausreichend, so dass daher ihrer Geradheit besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden sollte.

(2) Bauholz und Holzwerkstoffe sowie tragende Bauteile sollten nicht unnötigerweise ungünstigeren klimatischen Bedingungen ausgesetzt werden als denjenigen im späteren Gebrauchszustand.

(3) Bauholz sollte vor dem Einbau möglichst auf die Holzfeuchte getrocknet werden, die der Gleichgewichtsfeuchte im fertig gestellten Bauwerk entspricht. Wenn infolge Schwindens nur geringfügige Auswirkungen zu erwarten sind, oder wenn unvertretbar geschädigte Teile ausgewechselt werden, können höhere Feuchten bei der Errichtung der Konstruktion zugelassen werden, jedoch nur, wenn sichergestellt ist, dass das Bauholz auf die gewünschte Feuchte nachtrocknen kann.

### 10.3 Geklebte Verbindungen

(1) Wenn die Festigkeit der Klebfugen eine Voraussetzung für die Bemessung im Grenzzustand der Tragfähigkeit ist, dann sollte  $\overline{AC}$  die Herstellung  $\overline{AC}$  der geklebten Verbindungen einer Qualitätskontrolle unterliegen, um sicherzustellen, dass die Zuverlässigkeit und die Qualität der Verbindung der technischen Spezifikation entsprechen.

(2) Die Empfehlungen des Klebstoffherstellers hinsichtlich des Klebstoffansatzes, der Umgebungsbedingungen für den Klebstoffauftrag und des Aushärtens, des Feuchtegehalts der Bauteile und aller relevanter Faktoren für die ordnungsgemäße Verwendung des Klebstoffes sollten befolgt werden.

(3) Bei Klebstoffen, die vor Erreichen der vollen Festigkeit eine Konditionierungsphase nach dem anfänglichen Aushärten benötigen, sollte eine Beanspruchung der Verbindung während der notwendigen Zeitdauer unterbleiben.

### 10.4 Verbindungen mit mechanischen Verbindungsmitteln

#### 10.4.1 Allgemeines

(1)P Baumkanten, Risse, Äste oder andere Wuchsunregelmäßigkeiten sind im Bereich einer Verbindung derart zu begrenzen, dass die Tragfähigkeit der Verbindung nicht verringert wird.

#### 10.4.2 Nägel

(1) Wenn nicht anders geregelt, sollten Nägel rechtwinklig zur Faserrichtung des Holzes eingetrieben werden. Dabei sollten die Nagelköpfe bündig mit der Holzoberfläche abschließen.

(2) Wenn nicht anders vereinbart, sollte eine Schrägnagelung in Übereinstimmung mit Bild 8.8 (b) ausgeführt werden.

(3) Der Durchmesser vorgebohrter Löcher sollte  $0,8d$  nicht übersteigen, wobei  $d$  der Nageldurchmesser ist.

**DIN EN 1995-1-1:2010-12**  
**EN 1995-1-1:2004 + AC:2006 + A1:2008 (D)**

**10.4.3 Bolzen und Unterlegscheiben**

- (1) Bolzenlöcher in Holz sollten nicht mehr als 1 mm größer als der Bolzendurchmesser sein. Bolzenlöcher in Stahlblechen sollten einen Durchmesser haben, der nicht mehr als 2 mm oder  $0,1d$  (der größere Wert ist maßgebend) größer als der Bolzendurchmesser  $d$  ist.
- (2) Unter dem Kopf und unter der Mutter sollten Unterlegscheiben mit einer Seitenlänge oder einem Durchmesser von mindestens  $3d$  und einer Dicke von mindestens  $0,3d$  angeordnet werden. Die Unterlegscheiben sollten vollflächig anliegen.
- (3) Bolzen und Schlüsselschrauben sollten derart angezogen werden, dass die Bauteile eng aneinander liegen. Damit die Tragfähigkeit und die Steifigkeit der Konstruktion gewährleistet sind, sollten sie bei Bedarf nachgezogen werden, wenn das Holz die Ausgleichsfeuchte erreicht hat.
- (4) Die Anforderungen an die kleinsten Durchmesser in Tabelle 10.1 gelten für Bolzen mit Dübeln besonderer Bauart, mit:

$d_c$  Durchmesser des Dübels besonderer Bauart in mm;

$d$  Durchmesser des Bolzens in mm;

$d_1$  Durchmesser des Bolzenloches im Dübel besonderer Bauart.

**Tabelle 10.1 — Anforderungen an Bolzendurchmesser bei Verwendung mit Dübeln besonderer Bauart**

Dübeltyp nach EN 912	$d_c$ mm	$d$ mindestens mm	$d$ höchstens mm
A1 – A6	$\leq 130$	12	24
A1, A4, A6	$> 130$	$0,1 d_c$	24
B		$d_1 - 1$	$d_1$

**10.4.4 Stabdübel und Passbolzen**

- (1) Der kleinste Durchmesser der Stabdübel beträgt 6 mm. Die Toleranzen für den Durchmesser von Stabdübeln betragen  $-0/+0,1$  mm. Vorgebohrte Löcher in den Holzbauteilen sollten keinen größeren Durchmesser haben als den des Stabdübels.

**10.4.5 Schrauben**

**A1** (1) Bei selbstbohrenden Schrauben in Nadelholz mit einem Durchmesser des glatten Schaftteils von  $d \leq 6$  mm ist ein Vorbohren nicht erforderlich. Bei sämtlichen Schrauben in Laubholz und bei Schrauben in Nadelholz mit einem Durchmesser von  $d > 6$  mm ist das Vorbohren mit folgenden Anforderungen erforderlich:

- das Führungsloch für den Schaft sollte den gleichen Durchmesser wie der Schaft und die gleiche Tiefe wie die Länge des gewindereien Schaftteils aufweisen;
- das Führungsloch für den Gewindeteil sollte einen Durchmesser von etwa 70 % des Schaftdurchmessers aufweisen.

(2) Bei Rohdichten des Holzes über  $500 \text{ kg/m}^3$  sollte der erforderliche Durchmesser für das Vorbohren durch Prüfungen ermittelt werden.

(3)P Wenn das Vorbohren auf selbstbohrende Schrauben angewendet wird, darf der Durchmesser des Führungslochs nicht größer als der Innendurchmesser des Gewindes  $d_1$  sein. **A1**

## 10.5 Zusammenbau von Bauteilen

(1) Die Konstruktion sollte derart zusammengefügt werden, dass Überbeanspruchungen der Bauteile und Verbindungen ausgeschlossen werden. Verdrehte, gerissene oder an den Anschlüssen schlecht passende Bauteile sollten ausgewechselt werden.

## 10.6 Transport und Montage

(1) Eine Überbeanspruchung der Bauteile während der Lagerung, des Transportes und der Montage sollte vermieden werden. Wird die Konstruktion anders als im fertigen Bauwerk belastet oder unterstützt, dann sollten diese vorübergehenden Bedingungen als ein wesentlicher Lastfall einschließlich möglicher dynamischer Beanspruchungen behandelt werden. Bei Rahmentragwerken oder Portalrahmen beispielsweise sollte besonders darauf geachtet werden, beim Aufrichten aus der horizontalen in die vertikale Lage Verwindungen zu vermeiden.

## 10.7 Überwachung

(1) Es wird vorausgesetzt, dass ein Überwachungsplan folgende Punkte enthält:

- Herstellungs- und Ausführungsüberwachung  $\boxed{AC}$  im Werk  $\boxed{AC}$  und auf der Baustelle;
- Überwachung nach Fertigstellung der Tragkonstruktion.

ANMERKUNG 1 Es wird vorausgesetzt, dass die Kontrolle der Konstruktion Folgendes einschließt:

- Vorprüfungen, z. B. Prüfung der Eignung der Baustoffe und der Herstellungsverfahren;
- Identifizierung und Überprüfung der Baustoffe, z. B.:
  - bei Holz und Holzwerkstoffen: Holzart, Sortierklasse, Kennzeichnung, Vorbehandlungen und Feuchte;
  - bei geklebten Konstruktionen: Klebstofftyp, Herstellungsverfahren, Klebfugenqualität;
  - bei Verbindungsmitteln: Art, Korrosionsschutz.
- Transport, Baustellenlagerung, Umgang mit den Baustoffen;
- Überprüfung der korrekten Abmessungen und der Geometrie;
- Überprüfung des Zusammenbaus und der Montage;
- Überprüfung konstruktiver Einzelheiten, z. B.:
  - Anzahl der Nägel, Bolzen usw.;
  - Bohrlochgrößen, einwandfreies Vorbohren der Löcher;
  - Abstände untereinander, von den Hirnholzenden und von den Rändern;
  - Rissbildungen;
- Schlussüberprüfung des Ergebnisses des Herstellungsprozesses, z. B. durch visuelle Inspektion oder durch Probelastung.

ANMERKUNG 2 Es wird vorausgesetzt, dass ein Überwachungsprogramm die Überwachungsmaßnahmen enthält (Inspektion, Wartung), die während der Nutzung auszuführen sind, wenn eine dauerhafte Übereinstimmung mit den ursprünglichen Annahmen für das Projekt nicht angemessen sichergestellt ist.

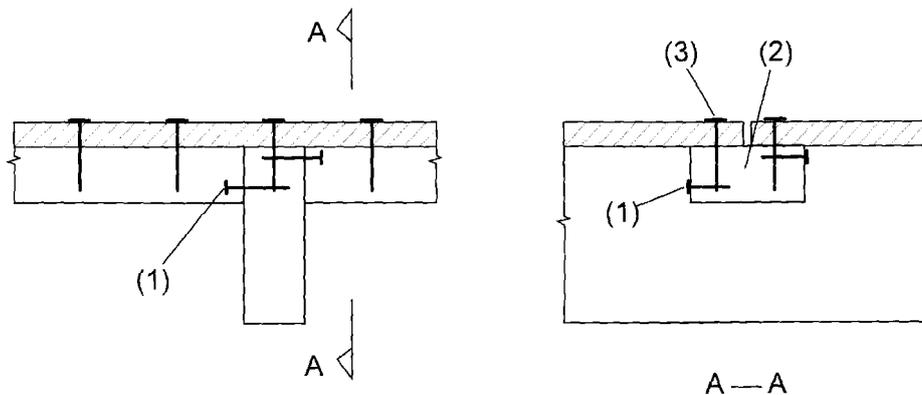
ANMERKUNG 3 Es wird vorausgesetzt, dass alle Informationen für Nutzung und Wartung einer Konstruktion der Person oder Behörde zur Verfügung gestellt werden, die für das fertig gestellte Bauwerk verantwortlich ist.

**DIN EN 1995-1-1:2010-12**  
**EN 1995-1-1:2004 + AC:2006 + A1:2008 (D)**

## 10.8 Besondere Regeln für Scheiben

### 10.8.1 Decken- und Dachscheiben

(1) Das in 9.2.3.2 angegebene vereinfachte Rechenverfahren geht davon aus, dass Beplankungen, die nicht auf Rippen oder Querhölzern gestoßen sind, miteinander z. B. durch Rahmenhölzer verbunden sind, wie in Bild 10.1 dargestellt. Es sollten andere als glattschaftige Nägel nach EN 14592 oder aber Schrauben verwendet werden. Der Größtabstand entlang der Ränder der Beplankung sollte 150 mm betragen. In anderen Bereichen sollte der Größtabstand 300 mm betragen.



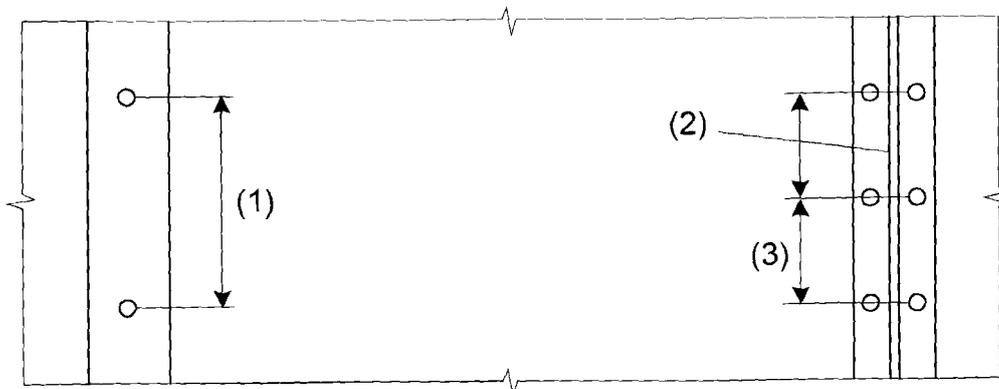
#### Legende

- (1) Rahmenholz, durch Schrägnagelung an Rippen oder Querhölzer angeschlossen
- (2) Rahmenholz
- (3) Beplankung auf Rahmenholz genagelt

**Bild 10.1 — Beispiele für die Verbindung einer Beplankung, die nicht auf einer Rippe oder einem Querholz gestoßen ist**

### 10.8.2 Wandscheiben

(1) Das in 9.2.4.2 und 9.2.4.3 angegebene vereinfachte Rechenverfahren geht davon aus, dass die Befestigungen der Beplankung mit einem größten Verbindungsmittelabstand entlang der Ränder von 150 mm für Nägel und von 200 mm für Schrauben erfolgen. An den Zwischenpfosten sollte der maximale Abstand nicht größer als der doppelte Abstand in den Randpfosten bzw. 300 mm (der kleinere Wert ist maßgebend) sein. Siehe Bild 10.2.



#### Legende

- (1) Nagelabstand auf Zwischenpfosten höchstens 300 mm
- (2) Plattenrand
- (3) Nagelabstand höchstens 150 mm

**Bild 10.2 — Befestigung der Beplankung**

## 10.9 Besondere Regeln für Nagelplattenbinder

### 10.9.1 Herstellung

ANMERKUNG Anforderungen an die Herstellung von Nagelplattenbindern enthält EN 14250.

### 10.9.2 Montage

(1) Die Binder sollten vor Befestigung der endgültigen Aussteifungen auf Geradheit und lotrechte Ausrichtung überprüft werden.

(2) Bei der Binderherstellung sollten die Stäbe keine Verdrehungen und Krümmungen aufweisen, die die Grenzwerte nach EN 14250 übersteigen. Wenn jedoch Stäbe, die sich zwischen der Herstellung und der Montage der Binder verformt haben, ohne Beschädigung des Holzes oder der Verbindungen wieder dauerhaft gerade gerichtet werden können, darf der Binder als gebrauchstauglich angesehen werden.

(3) Die größte Krümmungsamplitude  $a_{\text{bow}}$ , die nach der Montage eines jeden Binders auftreten kann, sollte begrenzt werden. Damit im fertigen Dachtragwerk hinreichend gesichert ist, dass die Krümmung nicht zunehmen kann, sollte der zulässige Größtwert des Krümmungsmaßes zu  $a_{\text{bow,perm}}$  angenommen werden.

ANMERKUNG Der empfohlene Bereich von  $a_{\text{bow,perm}}$  beträgt 10 mm bis 50 mm. Die Nationalen Anhänge können Hinweise zu den zulässigen Größtwerten enthalten.

(4) Die größte Lotabweichung  $a_{\text{dev}}$  nach der Montage eines Binders von der echten lotrechten Ausrichtung sollte begrenzt werden. Der zulässige Wert der größten Lotabweichung sollte zu  $a_{\text{dev,perm}}$  angenommen werden.

ANMERKUNG Der empfohlene Bereich von  $a_{\text{dev,perm}}$  beträgt 10 mm bis 50 mm. Die Nationalen Anhänge können Hinweise zu den zulässigen Größtwerten enthalten.

**DIN EN 1995-1-1:2010-12**  
**EN 1995-1-1:2004 + AC:2006 + A1:2008 (D)**

**Anhang A**  
**(informativ)**

**Blockscherversagen von Verbindungen**

(1) Bei Stahlblech-Holz-Verbindungen mit mehreren stiftförmigen Verbindungsmitteln, die durch eine Kraftkomponente in Faserrichtung nahe am Hirnholzende beansprucht werden, sollte die charakteristische Tragfähigkeit infolge Scherversagens entlang der äußeren Verbindungsmittelreihen oder infolge Zugversagens des Holzes, wie in Bildern A.1 und A.2 dargestellt, wie folgt angenommen werden:

$$F_{bs,Rk} = \max \begin{cases} 1,5 A_{net,t} f_{t,0,k} \\ 0,7 A_{net,v} f_{v,k} \end{cases} \quad (\text{A.1})$$

Dabei ist

$$\boxed{\text{AC}} \quad A_{net,t} = L_{net,t} t_1 \quad (\text{A.2}) \quad \boxed{\text{AC}}$$

$$\boxed{\text{A1}} \quad A_{net,v} = \begin{cases} L_{net,v} t_1 & \text{Versagensmechanismen (c, f, j/l, k, m)} \\ \frac{L_{net,v}}{2} (L_{net,t} + 2t_{ef}) & \text{andere Versagensmechanismen} \end{cases} \quad (\text{A.3}) \quad \boxed{\text{A1}}$$

$$L_{net,v} = \sum_i \ell_{v,i} \quad (\text{A.4})$$

$$L_{net,t} = \sum_i \ell_{t,i} \quad (\text{A.5})$$

— für dünne Stahlbleche (für die in Klammern angegebenen Versagensmechanismen)

$$\boxed{\text{AC}} \quad t_{ef} = \begin{cases} 0,4 t_1 & (\text{a}) \\ 1,4 \cdot \sqrt{\frac{M_{y,Rk}}{f_{h,k} d}} & (\text{b}) \end{cases} \quad (\text{A.6}) \quad \boxed{\text{AC}}$$

— für dicke Stahlbleche (für die in Klammern angegebenen Versagensmechanismen)

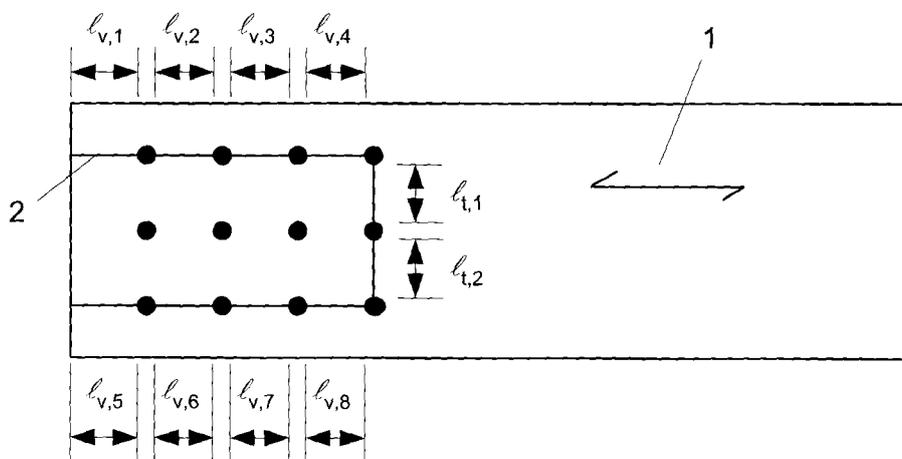
$$\boxed{\text{A1}} \quad t_{ef} = \begin{cases} 2 \cdot \sqrt{\frac{M_{y,Rk}}{f_{h,k} d}} & (\text{e})(\text{h}) \\ t_1 \left[ \sqrt{2 + \frac{M_{y,Rk}}{f_{h,k} d t_1^2}} - 1 \right] & (\text{d})(\text{g}) \end{cases} \quad (\text{A.7}) \quad \boxed{\text{A1}}$$

Dabei ist

- $F_{bs,Rk}$  der charakteristische Wert der Blockschertragfähigkeit;
- $A_{net,t}$  die Nettoquerschnittsfläche rechtwinklig zur Faserrichtung des Holzes;
- $A_{net,v}$  die Nettoscherfläche in Faserrichtung des Holzes;

- $L_{net,t}$  die Nettobreite des Querschnitts rechtwinklig zur Faserrichtung des Holzes;
- $L_{net,v}$  die gesamte Nettolänge der Scherbruchfläche;
- $l_{v,i}, l_{t,i}$  in Bild A.1 definiert;
- $t_{ef}$  die wirksame Höhe, je nach Versagensmechanismus des Verbindungsmittels, siehe Bild 8.3;
- $t_1$  die Dicke des Holzbauteils oder Eindringtiefe des Verbindungsmittels;
- $M_{y,Rk}$  der charakteristische Wert des Fließmomentes des Verbindungsmittels;
- $d$  der Verbindungsmitteldurchmesser;
- $f_{t,0,k}$  der charakteristische Wert der Zugfestigkeit des Holzbauteils;
- $f_{v,k}$  der charakteristische Wert der Schubfestigkeit des Holzbauteils;
- $f_{h,k}$  der charakteristische Wert der Lochleibungsfestigkeit des Holzbauteils.

ANMERKUNG Die Versagensmechanismen, die nach den obigen Gleichungen (A.3), (A.6) und (A.7) angegeben sind, beziehen sich auf das Bild 8.3.



- Legende**
- 1 Faserrichtung
  - 2 Bruchlinie

Bild A.1 — Blockscherversagen (Fall 1)

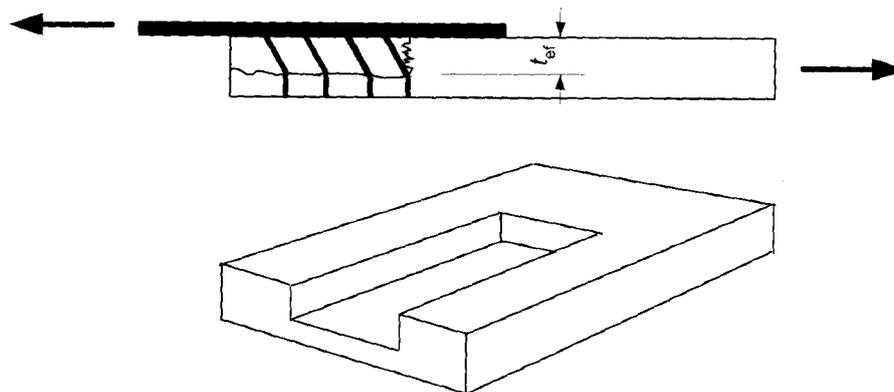


Bild A.2 — Blockscherversagen (Fall 2)

## **Anhang B** (informativ)

### **Nachgiebig verbundene Biegestäbe**

#### **B.1 Vereinfachter Nachweis**

##### **B.1.1 Querschnitte**

(1) Es werden in diesem Anhang die in Bild B.1 gezeigten Querschnittsformen behandelt.

##### **B.1.2 Annahmen**

(1) Das Rechenverfahren beruht auf der linearen Elastizitätstheorie und auf folgenden Annahmen:

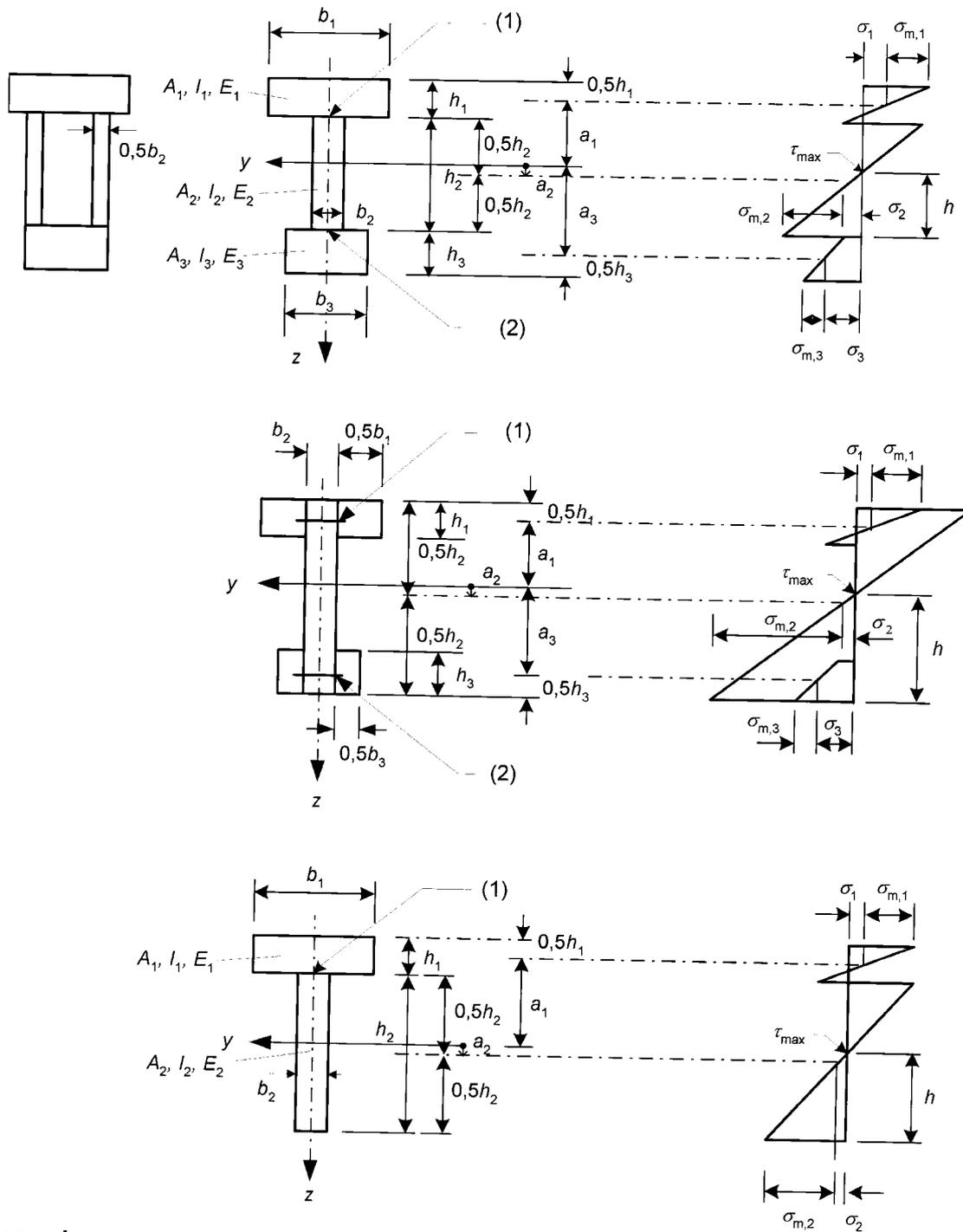
- die Biegestäbe sind Einfeldträger mit einer Stützweite  $\ell$ . Für durchlaufende Biegestäbe dürfen die nachfolgenden Gleichungen mit  $\ell$  gleich  $4/5$  der Stützweite des betreffenden Feldes und für Kragstäbe mit  $\ell$  als doppelter Kraglänge verwendet werden;
- die einzelnen Querschnittsteile (aus Holz oder Holzwerkstoffen) sind ungestoßen oder sind mit geklebten Stößen ausgeführt;
- die einzelnen Querschnittsteile sind miteinander durch mechanische Verbindungsmittel mit einem Verschiebungsmodul  $K$  verbunden;
- der Abstand  $s$  der Verbindungsmittel ist entweder konstant oder entsprechend der Querkraftlinie zwischen  $s_{\min}$  und  $s_{\max}$ , mit  $s_{\max} \leq 4 s_{\min}$  abgestuft;
- die Belastung wirkt in  $z$ -Richtung und erzeugt ein sinusförmig oder parabolisch veränderliches Biegemoment  $M = M(x)$  und eine Querkraft  $V = V(x)$ .

##### **B.1.3 Abstände der Verbindungsmittel**

(1) Wenn ein Gurt aus zwei Teilen besteht, die an einen Steg angeschlossen sind, oder wenn ein Steg aus zwei Teilen besteht (wie z. B. in einem Kastenträger), dann wird der Abstand der Verbindungsmittel  $s_1$  aus der Summe der Verbindungsmittel je Längeneinheit in den beiden Anschlussflächen bestimmt.

##### **B.1.4 Durchbiegungen infolge von Biegemomenten**

(1) Durchbiegungen werden mit Hilfe einer wirksamen Biegesteifigkeit  $(EI)_{\text{ef}}$  ermittelt, die nach B.2 bestimmt wird.



**Legende**

- (1) Abstand:  $s_1$  Verschiebungsmodul:  $K_1$  Kraft:  $F_1$
- (2) Abstand:  $s_3$  Verschiebungsmodul:  $K_3$  Kraft:  $F_3$

**Bild B.1 — Querschnitt (links) und Verteilung der Biegespannungen (rechts). Alle Maße sind positiv, ausgenommen  $a_2$ , das in der dargestellten Richtung positiv ist**

**DIN EN 1995-1-1:2010-12**  
**EN 1995-1-1:2004 + AC:2006 + A1:2008 (D)**

## B.2 Wirksame Biegesteifigkeit

(1) Die wirksame Biegesteifigkeit sollte wie folgt angenommen werden:

$$(EI)_{ef} = \sum_{i=1}^3 (E_i I_i + \gamma_i E_i A_i a_i^2) \quad (\text{B.1})$$

mit dem Mittelwert des Elastizitätsmoduls  $E$  und mit:

$$A_i = b_i h_i \quad (\text{B.2})$$

$$I_i = \frac{b_i h_i^3}{12} \quad (\text{B.3})$$

$$\gamma_2 = 1 \quad (\text{B.4})$$

$$\boxed{\text{AC}} \quad \gamma_i = \frac{1}{1 + \pi^2 \frac{E_i \cdot A_i \cdot s_i}{K_i \cdot \ell^2}} \quad \text{für } i=1 \text{ und } i=3 \quad (\text{B.5}) \quad \boxed{\text{AC}}$$

$$a_2 = \frac{\gamma_1 E_1 A_1 (h_1 + h_2) - \gamma_3 E_3 A_3 (h_2 + h_3)}{2 \sum_{i=1}^3 \gamma_i E_i A_i} \quad (\text{B.6})$$

mit den Formelzeichen wie in Bild B.1 definiert.

$K_i = K_{ser,i}$  für Rechnungen im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit;

$K_i = K_{u,i}$  für Rechnungen im Grenzzustand der Tragfähigkeit.

Bei T-Querschnitten gilt  $h_3 = 0$ .

## B.3 Normalspannungen

(1) Die Normalspannungen sind in der Regel anzunehmen zu:

$$\sigma_i = \frac{\gamma_i E_i a_i M}{(EI)_{ef}} \quad (\text{B.7})$$

$$\sigma_{m,i} = \frac{0,5 E_i h_i M}{(EI)_{ef}} \quad (\text{B.8})$$

## B.4 Größte Schubspannung

(1) Die größten Schubspannungen treten auf, wo die Normalspannungen zu null werden. Die größten Schubspannungen im Steg (Teil 2 in Bild B.1) sind in der Regel anzunehmen zu:

$$\tau_{2,max} = \frac{\gamma_3 E_3 A_3 a_3 + 0,5 E_2 b_2 h_2^2}{b_2 (EI)_{ef}} \nu \quad (\text{B.9})$$

## B.5 Beanspruchung der Verbindungsmittel

- (1) Die Beanspruchung eines Verbindungsmittels ist in der Regel anzunehmen zu:

$$F_i = \frac{\gamma_i E_i A_i a_i s_i}{(EI)_{ef}} V \quad (\text{B.10})$$

Dabei ist

$i = 1$  beziehungsweise 3;

$s_i = s_i(x)$  als Abstände der Verbindungsmittel, wie in B.1.3(1).

## Anhang C (informativ)

### Zusammengesetzte Druckstäbe

#### C.1 Allgemeines

##### C.1.1 Annahmen

- (1) Es gelten die folgenden Annahmen:
- die Druckstäbe der Länge  $\ell$  sind beidseits unverschieblich gelenkig gelagert;
  - die Einzelteile sind ungestoßen;
  - die Belastung ist eine Normalkraft  $F_c$ , die im geometrischen Schwerpunkt des Querschnitts angreift, (siehe jedoch C.2.3).

##### C.1.2 Tragfähigkeit

- (1) Für das Ausknicken in  $y$ -Richtung (siehe Bild C.1 und Bild C.3) ist die Tragfähigkeit in der Regel als die Summe der Tragfähigkeiten der Einzelstäbe anzunehmen.
- (2) Für das Ausknicken in  $z$ -Richtung (siehe Bild C.1 und Bild C.3) sollte nachgewiesen werden, dass:

$$\sigma_{c,0,d} \leq k_c f_{c,0,d} \quad (\text{C.1})$$

mit

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{F_{c,d}}{A_{\text{tot}}} \quad (\text{C.2})$$

Dabei ist

$A_{\text{tot}}$  die Gesamtquerschnittsfläche;

$k_c$  wird nach 6.3.2 mit einer bezogenen Schlankheit  $\lambda_{\text{ef}}$  nach C.2 – C.4 bestimmt.

#### C.2 Druckstäbe mit kontinuierlicher mechanischer Verbindung

##### C.2.1 Wirksamer Schlankheitsgrad

- (1) Der wirksame Schlankheitsgrad ist in der Regel anzunehmen zu:

$$\lambda_{\text{ef}} = \ell \sqrt{\frac{A_{\text{tot}}}{I_{\text{ef}}}} \quad (\text{C.3})$$

Dabei ist

$$I_{\text{ef}} = \frac{(EI)_{\text{ef}}}{E_{\text{mean}}} \quad (\text{C.4})$$

wobei  $(EI)_{\text{ef}}$  berechnet wird nach Anhang B (informativ).

### C.2.2 Beanspruchung der Verbindungsmittel

- (1) Die Beanspruchung eines Verbindungsmittels berechnet sich nach Anhang B (informativ) mit

$$V_d = \begin{cases} \frac{F_{c,d}}{120 k_C} & \text{für } \lambda_{ef} < 30 \\ \frac{F_{c,d} \lambda_{ef}}{3\,600 k_C} & \text{für } 30 \leq \lambda_{ef} < 60 \\ \frac{F_{c,d}}{60 k_C} & \text{für } 60 \leq \lambda_{ef} \end{cases} \quad (C.5)$$

### C.2.3 Kombinierte Beanspruchungen

- (1) Wirken neben den Normalkräften kleine Zusatzmomente, z. B. aus Eigengewicht, dann gilt 6.3.2(3).

## C.3 Mehrteilige gespreizte Stäbe mit Zwischen- oder Bindehölzern

### C.3.1 Annahmen

- (1) Es werden die in Bild C.1 dargestellten Druckstäbe betrachtet, d. h. Rahmenstäbe mit Zwischen- oder Bindehölzern. Die Verbindungen können entweder genagelt oder geklebt oder mit geeigneten Dübeln besonderer Bauart (mit Verbolzung) ausgeführt sein.
- (2) Es gelten die folgenden Annahmen:
- der Querschnitt ist aus zwei, drei oder vier gleichen Einzelstäben aufgebaut;
  - die Querschnitte sind doppelsymmetrisch;
  - die Anzahl der Felder der Rahmenstäbe beträgt mindestens drei, d. h. die Einzelstäbe sind mindestens an den Enden und in den Drittelpunkten miteinander verbunden;
  - der lichte Abstand  $a$  zwischen den Einzelstäben beträgt höchstens das Dreifache der Einzelstabdicke  $h$  bei Druckstäben mit Zwischenhölzern und nicht mehr als das Sechsfache der Einzelstabdicke  $h$  bei Druckstäben mit Bindehölzern;
  - $\boxed{A_1}$  die Verbindungen, die Zwischenhölzer und die Bindehölzer werden nach C.3.3 bemessen;  $\boxed{A_1}$
  - die Länge  $\ell_2$  des Zwischenholzes erfüllt die Bedingung  $\ell_2/a \geq 1,5$ ;
  - es sind in jeder Scherfuge mindestens vier Nägel oder zwei Bolzen mit Dübeln besonderer Bauart vorhanden. Bei genagelten Rahmenstäben enthalten die Querverbindungen in Richtung des Druckstabes an den Stabenden mindestens vier Nägel in einer Reihe hintereinander;
  - die Bindehölzer erfüllen die Bedingung  $\ell_2/a \geq 2$ ;
  - die Druckstäbe werden durch Normalkräfte beansprucht.
- (3) Bei Druckstäben mit zwei Einzelstäben werden  $A_{tot}$  und  $I_{tot}$  berechnet zu:

$$A_{tot} = 2 A \quad (C.6)$$

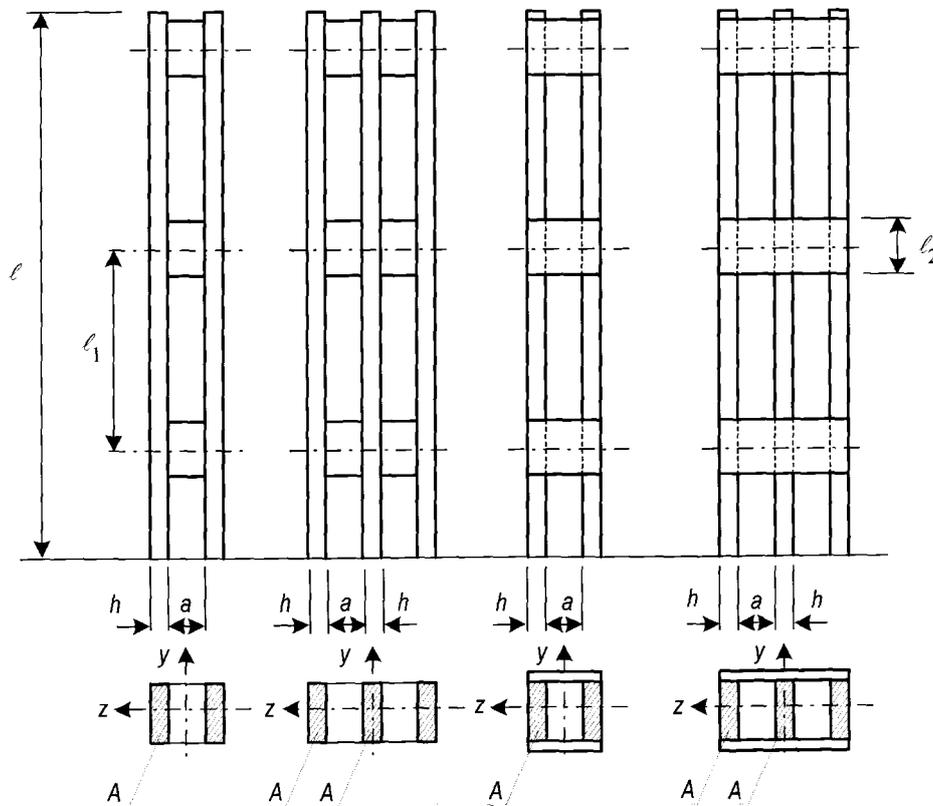
$$I_{tot} = \frac{b[(2h+a)^3 - a^3]}{12} \quad (C.7)$$

**DIN EN 1995-1-1:2010-12**  
**EN 1995-1-1:2004 + AC:2006 + A1:2008 (D)**

(4) Bei Druckstäben mit drei Einzelstäben werden  $A_{tot}$  und  $I_{tot}$  berechnet zu:

$$A_{tot} = 3 A \tag{C.8}$$

$$I_{tot} = \frac{b \left[ (3h + 2a)^3 - (h + 2a)^3 + h^3 \right]}{12} \tag{C.9}$$



**Bild C.1 — Mehrteilige gespreizte Druckstäbe**

**C.3.2 Tragfähigkeit bei Beanspruchung in Stabrichtung**

**A1** (1) Für das Ausknicken in  $y$ -Richtung (siehe Bild C.1) entspricht die Tragfähigkeit der Summe der Tragfähigkeiten der Einzelstäbe. **A1**

(2) Für das Ausknicken in  $z$ -Richtung gilt C.1.2 mit:

$$\lambda_{ef} = \sqrt{\lambda^2 + \eta \frac{n}{2} \lambda_1^2} \tag{C.10}$$

Dabei ist

$\lambda$  der Schlankheitsgrad eines einteiligen Druckstabes derselben Länge und Querschnittsfläche ( $A_{tot}$ ) und demselben Wert des Flächenträgheitsmoments 2. Grades ( $I_{tot}$ ), d. h.:

$$\lambda = \ell \sqrt{A_{tot} / I_{tot}} \tag{C.11}$$

$\lambda_1$  der Schlankheitsgrad eines Einzelstabes, der mit einem Wert von mindestens 30 in die Gleichung (C.10) einzusetzen ist; d. h.

$$\lambda_1 = \sqrt{12} \frac{\ell_1}{h} \tag{C.12}$$

$n$  die Anzahl der Einzelstäbe;

$\eta$  der Beiwert nach Tabelle C.1.

Tabelle C.1 — Beiwert  $\eta$

Klasse der Lasteinwirkungsdauer	Zwischenhölzer			Bindehölzer	
	geklebt	genagelt	verbolzt <sup>a</sup>	geklebt	genagelt
ständig/lang	1	4	3,5	3	6
mittel/kurz	1	3	2,5	2	4,5

<sup>a</sup> Mit Dübeln besonderer Bauart.

### C.3.3 Beanspruchung der Verbindungsmittel sowie der Zwischen- oder Bindehölzer

(1) Die Beanspruchungen der Verbindungsmittel sowie Binde- oder Zwischenhölzer sind in Bild C.2 dargestellt, mit  $V_d$  nach Abschnitt C.2.2.

(2) Die Querkräfte in den Binde- oder Zwischenhölzern, siehe Bild C.2, sollten wie folgt berechnet werden:

$$T_d = \frac{V_d \ell_1}{a_1} \tag{C.13}$$

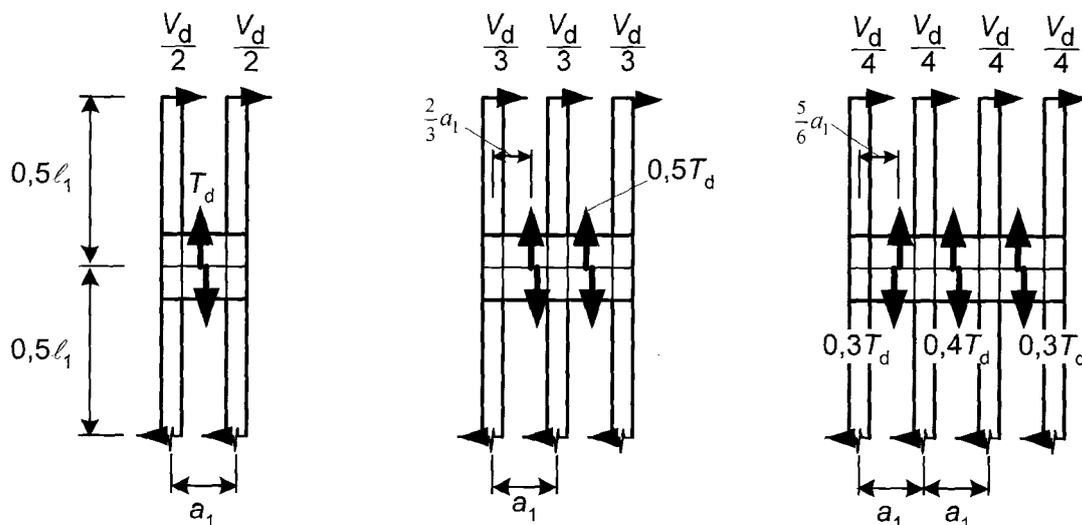


Bild C.2 — Querkraftverteilung und Belastung der Binde- oder Zwischenhölzer

**DIN EN 1995-1-1:2010-12**  
**EN 1995-1-1:2004 + AC:2006 + A1:2008 (D)**

## C.4 Gitterstäbe mit geklebten oder genagelten Verbindungen

### C.4.1 Annahmen

(1) In diesem Abschnitt werden Gitterstäbe mit N- oder V-förmiger Vergitterung und mit geklebten oder genagelten Verbindungen nach Bild C.3 behandelt.

(2) Es gelten die folgenden Annahmen:

- Der Gitterstab ist bezüglich der  $y$ - und  $z$ -Achse des Querschnitts symmetrisch. Die Vergitterung auf den beiden Seiten darf um ein Maß  $\ell_1/2$  versetzt sein, wobei  $\ell_1$  der Knotenabstand ist;
- es sind mindestens drei Felder vorhanden;
- bei genagelten Stäben enthält jeder Strebenanschluss mindestens vier Nägel je Scherfuge;
- die Stabenden sind ausgesteift;
- der Schlankheitsgrad jedes einzelnen Gurtes mit der Netzlänge  $\ell_1$  beträgt höchstens 60;
- ein lokales Ausknicken der Gurte mit den Knicklängen  $\ell_1$  ist ausgeschlossen;
- die Nagelanzahl in den Pfosten (bei N-Vergitterung) beträgt mindestens  $n \sin \theta$ , wobei  $n$  die Anzahl der Nägel in den Diagonalen und  $\theta$  der Neigungswinkel der Diagonalen ist.

### C.4.2 Tragfähigkeit

(1) Für das Ausknicken in  $y$ -Richtung (siehe Bild C.3) entspricht die Tragfähigkeit der Summe den Tragfähigkeiten der Gurtstäbe.

(2) Für das Ausknicken in  $z$ -Richtung gilt C.1.2 mit:

$$\lambda_{\text{ef}} = \max \left\{ \lambda_{\text{tot}} \sqrt{1 + \mu}, 1,05 \lambda_{\text{tot}} \right. \quad (\text{C.14})$$

Dabei ist

$\lambda_{\text{tot}}$  der Schlankheitsgrad eines einteiligen Druckstabes derselben Länge und Querschnittsfläche und demselben Wert des Flächenmoments 2. Grades, d. h.:

$$\lambda_{\text{tot}} \approx \frac{2 \ell}{h} \quad (\text{C.15})$$

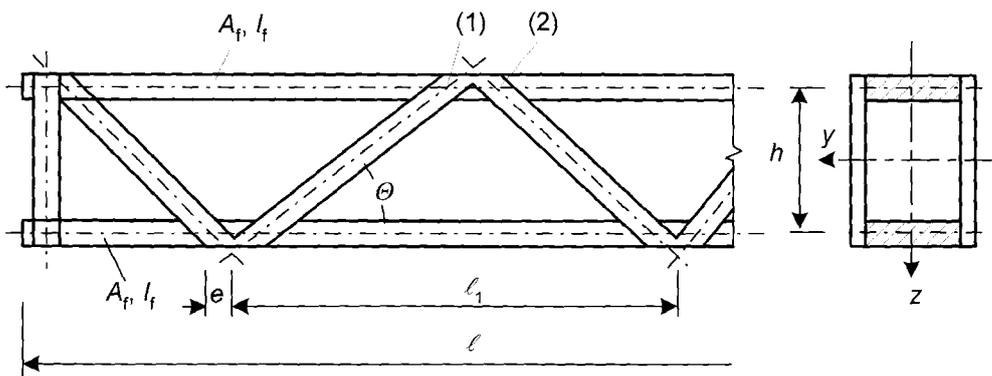
$\mu$  der Beiwert, wie in (3) bis (6) nachstehend angegeben.

(3) Bei geklebter V-Vergitterung:

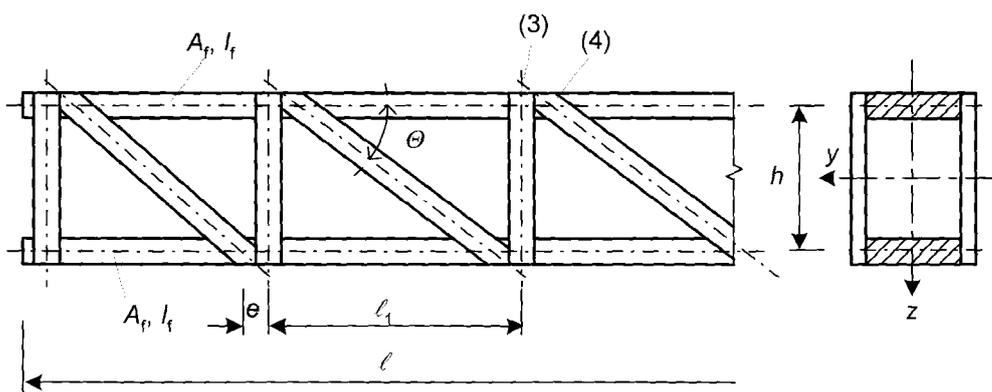
$$\mu = 4 \frac{e^2 A_f}{I_f} \left( \frac{h}{\ell} \right)^2 \quad (\text{C.16})$$

Dabei ist (siehe Bild C.3):

- $e$  die Ausmitte der Verbindungen;
- $A_f$  die Querschnittsfläche Einzelstab;
- $I_f$  das Flächenträgheitsmoment 2. Grades des Einzelstabes;
- $\ell$  die Stablänge;
- $h$  der Abstand der Gurte.



a)



b)

#### Legende

- |                      |                                       |
|----------------------|---------------------------------------|
| (1) Nagelanzahl: $n$ | (3) Nagelanzahl: $\geq n \sin \theta$ |
| (2) Nagelanzahl: $n$ | (4) Nagelanzahl: $n$                  |

**Bild C.3 — Gitterstäbe**  
**(a) V-förmige Vergitterung, (b) N-förmige Vergitterung**

**DIN EN 1995-1-1:2010-12**  
**EN 1995-1-1:2004 + AC:2006 + A1:2008 (D)**

(4) Bei geklebter N-Vergitterung:

$$\mu = \frac{e^2 A_f}{I_f} \left( \frac{h}{\ell} \right)^2 \quad (\text{C.17})$$

(5) Bei genagelter V-Vergitterung:

$$\mu = 25 \frac{h E_{\text{mean}} A_f}{\ell^2 n K_u \sin 2\theta} \quad (\text{C.18})$$

Dabei ist

$n$  die Nagelanzahl in einer Diagonalen. Besteht eine Diagonale aus zwei oder mehr Einzelteilen, dann ist  $n$  die Summe der Nägel (nicht die Nagelanzahl je Scherfuge);

$E_{\text{mean}}$  der Mittelwert des Elastizitätsmoduls;

$K_u$  der Verschiebungsmodul eines Nagels für den Grenzzustand der Tragfähigkeit.

(6) Bei genagelter N-Vergitterung:

$$\mu = 50 \frac{h E_{\text{mean}} A_f}{\ell^2 n K_u \sin 2\theta} \quad (\text{C.19})$$

Dabei ist

$n$  Nagelanzahl in einer Diagonalen. Besteht eine Diagonale aus zwei oder mehr Einzelteilen, dann ist  $n$  die Summe der Nägel (nicht die Nagelanzahl pro Scherfuge);

$E_{\text{mean}}$  Mittelwert des Elastizitätsmoduls;

$K_u$  Verschiebungsmodul eines Nagels für den Grenzzustand der Tragfähigkeit.

### C.4.3 Schubkräfte

(1) Es gilt C.2.2.

**Anhang D**  
**(informativ)**

**Literaturhinweise**

EN 338, *Bauholz für tragende Zwecke — Festigkeitsklassen*

EN 1194, *Brettschichtholz — Festigkeitsklassen und Bestimmung charakteristischer Werte*

