

BAUWESEN

DIN

KOMMENTAR

Karin Lißner, Wolfgang Rug

Der Eurocode 5 für Deutschland

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

Kommentierte Fassung



 **Ernst & Sohn**
A Wiley Brand

Beuth

Vorwort

Die DIN EN 1995-1-1:2010-12 enthält europäisch vereinheitlichte Regeln für die Bemessung und Konstruktion im Holzbau.

Wie alle Eurocodes enthält auch DIN EN 1995-1-1:2010-12 Regeln für die Ermittlung der Tragsicherheit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit von Tragwerken. Bei den Regeln unterscheidet man nach **Prinzipien**, die hinsichtlich ihrer Begrifflichkeit, Festlegung, der Anforderungen und Rechenmodelle grundsätzlich gelten, und **Anwendungsregeln**, die als allgemein anerkannte Regeln den Prinzipien folgend deren Anforderungen erfüllen. Abweichungen von den Anwendungsregeln sind zulässig, wenn vom Tragwerksplaner nachgewiesen wird, dass sie mit den Prinzipien übereinstimmen und im Hinblick auf die Bemessungsergebnisse bei der Tragsicherheit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit gleichwertig sind.

Die Prinzipien sind deutlich mit dem Buchstaben P gekennzeichnet. Von ihnen darf nicht abgewichen werden.

Jeder Eurocode enthält datierte und undatierte Verweise auf andere Normen. Bei datierten Verweisen ist zu beachten, dass spätere Änderungen nur diese Ausgabe der Norm betreffen. Bei undatierten Verweisungen hat der Tragwerksplaner immer die letzte Ausgabe der im Verweis genannten Norm seinen Planungen zugrunde zu legen.

An bestimmten Stellen regelt der EC5 die Zulässigkeit für Nationale Festlegungen. Diese sind im Nationalen Anhang für Deutschland als sogenannte NDP-Regeln (Nationally Determined Parameter) enthalten.

Die DIN 1052:2008-12 enthielt sehr viel mehr Regelungen zum Holzbau, als in der jetzigen Fassung der DIN EN 1995-1-1:2010-12 enthalten sind. Um das Niveau der DIN 1052:2008-12 für die deutsche Holzbaupraxis zu erhalten, wurden die nicht in der DIN EN 1995-1-1:2010-12 enthaltenen Regelungen in den Nationalen Anhang als NCI-Regeln (Non-conflicting information) integriert.

Gegenwärtig sind wichtige Begleitnormen noch nicht bauaufsichtlich eingeführt. Hier sind die Kommentare der jeweils aktuellen Musterliste der Technischen Baubestimmungen und eventuell weitere Informationen der Bauaufsicht zu beachten. An passender Stelle wird durch kurze Kommentare der aktuelle Stand vermerkt.

Die vorliegende Fassung der DIN EN 1995-1-1:2010-12 und der DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08 (Nationaler Anhang) soll die Einarbeitung in die Grundlagen der Bemessung und Konstruktion von Holzbauteilen erleichtern, wozu auch kurze Kommentierungen beitragen sollen.

Hinweise, Anregungen und Vorschläge zur Verbesserung des Inhalts nehmen die Autoren dankbar entgegen.

Die Autoren

Dresden, Berlin im Dezember 2015

Inhalt

		Seite
1	Allgemeines	9
1.1	Anwendungsbereich	9
1.1.1	Anwendungsbereich der DIN EN 1995	9
1.1.2	Anwendungsbereich der DIN EN 1995-1-1	10
1.2	Normative Verweisungen	11
NCI Zu 1.2	„Normative Verweisungen“	13
1.3	Annahmen	15
1.4	Unterscheidung zwischen Prinzipien und Anwendungsregeln	15
1.5	Begriffe	15
1.5.1	Allgemeines	15
1.5.2	Zusätzliche Begriffe in dieser Europäischen Norm	16
NCI Zu 1.5.2	„Zusätzliche Begriffe in dieser Europäischen Norm“	18
1.6	Formelzeichen in DIN EN 1995-1-1	22
2	Grundlagen für Bemessung und Konstruktion	31
2.1	Anforderungen	31
2.1.1	Grundlegende Anforderungen	31
2.1.2	Zuverlässigkeitsniveau	31
2.1.3	Geplante Nutzungsdauer und Dauerhaftigkeit	31
2.2	Grundsätze der Bemessung nach Grenzzuständen	32
2.2.1	Allgemeines	32
2.2.2	Grenzzustände der Tragfähigkeit	32
2.2.3	Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit	33
NCI Zu 2.2.3	„Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit“	35
2.3	Basisvariable	36
2.3.1	Einwirkungen und Umgebungseinflüsse	36
2.3.1.1	Allgemeines	36
2.3.1.2	Klassen der Lasteinwirkungsdauer	37
NDP Zu 2.3.1.2(2)P	Zuordnung von Einwirkungen zu „Klassen der Lasteinwirkungsdauer“	38
NCI Zu 2.3.1.2	„Klassen der Lasteinwirkungsdauer“	40
2.3.1.3	Nutzungsklassen	40
NDP Zu 2.3.1.3(1)P	Zuordnung von Tragwerken zu „Nutzungsklassen“	41
2.3.2	Baustoffe und Produkteigenschaften	42
2.3.2.1	Einflüsse der Lasteinwirkungsdauer und der Feuchte auf die Festigkeit	42
2.3.2.2	Einflüsse der Lasteinwirkungsdauer und der Feuchte auf die Verformungen	42
2.4	Nachweis durch die Methode der Teilsicherheitsbeiwerte	45
2.4.1	Bemessungswert der Baustoffeigenschaft	45
NDP Zu 2.4.1(1)P	„Teilsicherheitsbeiwerte für Baustoffeigenschaften“	46
NCI Zu 2.4.1(1)P	„Teilsicherheitsbeiwerte für Baustoffeigenschaften“	47
2.4.2	Bemessungswert der geometrischen Abmessungen	47
2.4.3	Bemessungswerte der Beanspruchbarkeit	48
2.4.4	Nachweis des Gleichgewichts (EQU)	48
3	Baustoffeigenschaften	49
3.1	Allgemeines	49
3.1.1	Festigkeits- und Steifigkeitskennwerte	49
3.1.2	Spannungs-Dehnungs-Beziehungen	50

	Seite
3.1.3	Modifikationsbeiwerte der Festigkeiten zur Berücksichtigung der Nutzungsklassen und Klassen der Lasteinwirkungsdauer
	50
NCI Zu 3.1.3	„Modifikationsbeiwerte der Festigkeiten“
	52
3.1.4	Verformungsbeiwerte in Abhängigkeit der Nutzungsklassen
	52
NCI Zu 3.1.4	„Verformungsbeiwerte in Abhängigkeit der Nutzungsklassen“
	53
NCI NA.3.1.5	Gleichgewichtsfeuchten
	54
NCI NA.3.1.6	Schwind- und Quellmaße
	55
3.2	Vollholz
	56
NCI Zu 3.2(3)	
	58
NCI Zu 3.2(5)P	
	59
NCI Zu 3.2	„Vollholz“
	59
3.3	Brettschichtholz
	60
NCI Zu 3.3	„Brettschichtholz“
	62
3.4	Furnierschichtholz (LVL)
	63
NCI Zu 3.4	„Furnierschichtholz (LVL)“
	64
NCI NA.3.4.1	Mindestdicken
	65
NCI NA.3.4.2	Festigkeits-, Steifigkeits- und Rohdichtekennwerte
	65
3.5	Holzwerkstoffe
	66
NCI Zu 3.5	„Holzwerkstoffe“
	66
NCI NA.3.5.1	Sperrholz
	66
NCI NA.3.5.1.1	Anforderungen
	66
NCI NA.3.5.1.2	Mindestdicken
	67
NCI NA.3.5.2	OSB-Platten (Oriented Strand Board)
	67
NCI NA.3.5.2.1	Anforderungen
	67
NCI NA.3.5.2.2	Mindestdicken
	68
NCI NA.3.5.3	Kunstharzgebundene Spanplatten
	68
NCI NA.3.5.3.1	Anforderungen
	68
NCI NA.3.5.3.2	Mindestdicken
	69
NCI NA.3.5.4	Zementgebundene Spanplatten
	69
NCI NA.3.5.4.1	Anforderungen
	69
NCI NA.3.5.4.2	Mindestdicken
	70
NCI NA.3.5.4.3	Festigkeits-, Steifigkeits- und Rohdichtekennwerte
	70
NCI NA.3.5.5	Faserplatten
	71
NCI NA.3.5.5.1	Anforderungen
	71
NCI NA.3.5.5.2	Mindestdicken
	72
NCI NA.3.5.5.3	Festigkeits-, Steifigkeits- und Rohdichtekennwerte
	72
NCI NA.3.5.6	Gipsplatten
	73
NCI NA.3.5.6.1	Anforderungen
	73
NCI NA.3.5.6.2	Mindestdicken
	74
NCI NA.3.5.6.3	Festigkeits-, Steifigkeits- und Rohdichtekennwerte
	74
NCI NA.3.5.7	Faserverstärkte Gipsplatten
	75
NCI NA.3.5.7.1	Anforderungen
	75
NCI NA.3.5.7.2	Mindestdicken
	76
NCI NA.3.5.7.3	Festigkeits-, Steifigkeits- und Rohdichtekennwerte
	76
NCI NA.3.5.8	Brettsperrholz
	76
NCI NA.3.5.9	Massivholzplatten (SWP)
	77
NCI NA.3.5.9.1	Anforderungen
	77
NCI NA.3.5.9.2	Mindestdicken
	77

	Seite
3.6	Klebstoffe
NCI Zu 3.6	„Klebstoffe“
3.7	Metallische Verbindungsmittel
NCI NA.3.8	Balkenschichtholz
4	Dauerhaftigkeit
4.1	Dauerhaftigkeit gegenüber biologischen Organismen
NCI zu 4.1	„Dauerhaftigkeit gegenüber biologischen Organismen“
4.2	Korrosionsschutz
NCI Zu 4.2	„Korrosionsschutz“
5	Grundlagen der Berechnung
5.1	Allgemeines
5.2	Bauteile
5.3	Verbindungen
5.4	Zusammengesetzte Tragwerke
5.4.1	Allgemeines
5.4.2	Rahmentragwerke
NCI Zu 5.4.2	„Rahmentragwerke“
5.4.3	Vereinfachte Berechnung für Fachwerke in Nagelplattenbauweise
5.4.4	Ebene Rahmen und Bögen
NCI NA.5.5	Flächentragwerke
NCI NA.5.5.1	Allgemeines
NCI NA.5.5.2	Flächen aus miteinander verklebten Schichten
NCI NA.5.5.3	Flächen aus nachgiebig miteinander verbundenen Schichten
NCI NA.5.5.4	Flächen aus Nadelholzlamellen
NCI NA.5.6	Flächen aus Schichten — Steifigkeitswerte und Spannungsberechnung
NCI NA.5.6.1	Allgemeines
NCI NA.5.6.2	Flächen aus zusammengeklebten Schichten
NCI NA.5.6.2.1	Allgemeines
NCI NA.5.6.2.2	Plattenbeanspruchung
NCI NA.5.6.2.3	Scheibenbeanspruchung
NCI NA.5.6.3	Flächen aus nachgiebig miteinander verbundenen Schichten
NCI NA.5.6.3.1	Berechnungsmodell
NCI NA.5.6.3.2	Steifigkeiten und Beanspruchungen der Fläche A
NCI NA.5.6.3.3	Steifigkeiten und Beanspruchungen der Fläche B
NCI NA.5.6.3.4	Steifigkeiten der Fläche C, Scheibenbeanspruchung
NCI NA.5.7	Einfluss des geometrisch nichtlinearen Tragwerkverhaltens auf die Schnittgrößenverteilung
NCI NA.5.8	Einfluss der Baugrundverformungen auf die Schnittgrößenverteilung
NCI NA.5.9	Zeitabhängiges Verhalten von Druckstützen mit großen Lastanteilen der KLED „ständig“
6	Grenzzustände der Tragfähigkeit
6.1	Querschnittsnachweise
6.1.1	Allgemeines
6.1.2	Zug in Faserrichtung
6.1.3	Zug rechtwinklig zur Faserrichtung
6.1.4	Druck in Faserrichtung
6.1.5	Druck rechtwinklig zur Faserrichtung
NCI Zu 6.1.5	„Druck rechtwinklig zur Faserrichtung“

	Seite
6.1.6	Biegung
6.1.7	Schub
NDP Zu 6.1.7(2)	Schub
NCI Zu 6.1.7	„Schub“
6.1.8	Torsion
NCI Zu 6.1.8	„Torsion“
NCI NA.6.1.9	Schub aus Querkraft und Torsion
6.2	Nachweise für Querschnitte unter Spannungskombinationen
6.2.1	Allgemeines
6.2.2	Druck unter einem Winkel zur Faserrichtung
6.2.3	Biegung und Zug
6.2.4	Biegung und Druck
NCI NA.6.2.5	Zug unter einem Winkel α
6.3	Stabilität von Bauteilen
6.3.1	Allgemeines
NCI Zu 6.3.1	„Allgemeines“
6.3.2	Biegeknicken von Druckstäben
NCI Zu 6.3.2(1)	„Biegeknicken von Druckstäben“
6.3.3	Biegedrillknicken von Biegestäben
NCI Zu 6.3.3(2)	„Biegedrillknicken von Biegestäben“
NCI Zu 6.3.3	„Biegedrillknicken von Biegestäben“
6.4	Nachweise für Querschnitte in Bauteilen mit veränderlichem Querschnitt oder gekrümmter Form
6.4.1	Allgemeines
6.4.2	Pulldachträger
NCI Zu 6.4.2	„Pulldachträger“
6.4.3	Satteldachträger, gekrümmte Träger und Satteldachträger mit gekrümmtem Untergurt
NDP Zu 6.4.3(8)	Satteldachträger, gekrümmte Träger und Satteldachträger mit gekrümmtem Untergurt
NCI Zu 6.4.3	„Satteldachträger, gekrümmte Träger und Satteldachträger mit gekrümmtem Untergurt“
6.5	Ausgeklinte Bauteile
6.5.1	Allgemeines
NCI Zu 6.5.1	„Allgemeines“
6.5.2	Biegestäbe mit Ausklinkungen am Auflager
NCI Zu 6.5.2	„Biegestäbe mit Ausklinkungen am Auflager“
6.6	Systemfestigkeit
NCI Zu 6.6	„Systemfestigkeit“
NCI NA.6.7	Unverstärkte Durchbrüche
NCI NA.6.8	Verstärkungen
NCI NA.6.8.1	Allgemeines
NCI NA.6.8.2	Querzugverstärkungen für Queranschlüsse
NCI NA.6.8.3	Querzugverstärkungen für rechtwinklige Ausklinkungen an den Enden von Biegestäben mit Rechteckquerschnitt
NCI NA.6.8.4	Querzugverstärkungen für Durchbrüche bei Biegestäben mit Rechteckquerschnitt
NCI NA.6.8.5	Verstärkungen für die Aufnahme zusätzlicher klimabedingter Querzugspannungen für Satteldachträger mit geradem Untergurt, gekrümmte Träger und Satteldachträger mit gekrümmtem Untergurt

		Seite
NCI NA.6.8.6	Verstärkungen für die vollständige Aufnahme von Querkzugspannungen für Satteldachträger mit geradem Untergurt, gekrümmte Träger und Satteldachträger mit gekrümmtem Untergurt	155
7	Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit	157
7.1	Nachgiebigkeit der Verbindungen	157
NCI Zu 7.1	„Nachgiebigkeit der Verbindungen“	157
7.2	Grenzwerte für die Durchbiegungen von Biegestäben	158
NDP Zu 7.2(2)	Grenzwerte für Durchbiegungen	158
7.3	Schwingungen	159
7.3.1	Allgemeines	159
NCI Zu 7.3.1	„Allgemeines“	159
7.3.2	Durch Maschinen verursachte Schwingungen	159
7.3.3	Wohnungsdecken	160
NDP Zu 7.3.3(2)	Grenzwerte für Schwingungen	161
NCI Zu 7.3.3	„Wohnungsdecken“	162
8	Verbindungen mit metallischen Verbindungselementen	163
8.1	Allgemeines	163
8.1.1	Anforderungen an Verbindungsmittel	163
NCI Zu 8.1.1	„Anforderungen an Verbindungsmittel“	163
8.1.2	Verbindungen mit mehreren Verbindungsmitteln	163
NCI Zu 8.1.2	„Verbindungen mit mehreren Verbindungsmitteln“	164
8.1.3	Mehrschnittige Verbindungen	166
8.1.4	Verbindungsmittelkräfte unter einem Winkel zur Faserrichtung	166
NCI Zu 8.1.4	„Verbindungsmittelkräfte unter einem Winkel zur Faserrichtung“	168
8.1.5	Wechselbeanspruchungen	172
NCI NA.8.1.6	Zugverbindungen	172
8.2	Tragfähigkeit metallischer, stiftförmiger Verbindungsmittel auf Abscheren	174
8.2.1	Allgemeines	174
NCI Zu 8.2.1	„Allgemeines“	174
8.2.2	Holz-Holz- und Holzwerkstoff-Holz-Verbindungen	175
8.2.3	Stahl-Holz-Verbindungen	178
NCI NA.8.2.4	Verbindungen von Bauteilen aus Holz und Holzwerkstoffen	181
NCI NA.8.2.5	Stahlblech-Holz-Verbindungen	183
8.3	Verbindungen mit Nägeln	185
8.3.1	Beanspruchung rechtwinklig zur Nagelachse (Abscheren)	185
8.3.1.1	Allgemeines	185
NCI Zu 8.3.1.1	„Allgemeines“	188
8.3.1.2	Holz-Holz-Nagelverbindungen	190
NDP Zu 8.3.1.2(4)	Holz-Holz-Nagelverbindungen: Regeln für Nägel in Hirnholz	191
NDP Zu 8.3.1.2(7)	Holz-Holz-Nagelverbindungen: Holzarten, die empfindlich gegen Aufspalten sind	194
NCI Zu 8.3.1.2	„Holz-Holz-Nagelverbindungen“	194
8.3.1.3	Holzwerkstoff-Holz-Nagelverbindungen	195
NCI Zu 8.3.1.3	Holzwerkstoff-Holz-Nagelverbindungen	196
8.3.1.4	Stahlblech-Holz-Nagelverbindungen	200
NCI Zu 8.3.1.4	„Stahlblech-Holz-Nagelverbindungen“	200
8.3.2	Beanspruchung in Richtung der Nagelachse (Herausziehen)	201
NCI Zu 8.3.2	„Beanspruchung in Richtung der Nagelachse (Herausziehen)“	205
8.3.3	Kombinierte Beanspruchung von Nägeln	207

	Seite
NCI Zu 8.3.3	207
8.4	208
NCI Zu 8.4	210
8.5	212
8.5.1	212
8.5.1.1	212
8.5.1.2	214
8.5.1.3	215
8.5.2	215
NCI NA.8.5.3	216
8.6	218
NCI Zu 8.6	219
8.7	221
8.7.1	221
NCI Zu 8.7.1	222
8.7.2	223
8.7.3	227
8.8	227
8.8.1	227
8.8.2	229
8.8.3	230
8.8.4	231
8.8.5	232
8.8.5.1	232
8.8.5.2	234
8.9	235
NCI Zu 8.9	240
8.10	242
NCI Zu 8.10	246
NCI NA.8.11	246
9	251
9.1	251
9.1.1	251
9.1.2	254
NCI Zu 9.1.2	255
9.1.3	257
NCI Zu 9.1.3	257
9.1.4	258
9.2	258
9.2.1	258
NCI Zu 9.2.1	260
9.2.2	260
9.2.3	261
9.2.3.1	261
9.2.3.2	261
NCI Zu 9.2.3.2	263
9.2.4	268
9.2.4.1	268

	Seite
NDP Zu 9.2.4.1(7)	Nachweisverfahren für Wandscheiben
9.2.4.2	Vereinfachter Nachweis von Wandscheiben – Verfahren A
NCI Zu 9.2.4.2	„Vereinfachter Nachweis von Wandscheiben – Verfahren A“
9.2.4.3	Vereinfachter Nachweis von Wandscheiben – Verfahren B
NCI NA.9.2.4	Verbretterte Wandscheiben
9.2.5	Verbände
9.2.5.1	Allgemeines
9.2.5.2	Druckbeanspruchte Einzelbauteile
9.2.5.3	Aussteifung von Trägern und Fachwerken
NDP Zu 9.2.5.3(1)	Modifikationsbeiwerte für die Aussteifung von Biegestäben und Fachwerkssystemen
NCI Zu 9.2.5.3	„Aussteifung von Trägern und Fachwerken“
NCI NA.9.3	Flächentragwerke aus zusammengeklebten oder nachgiebig miteinander verbundenen Schichten
NCI NA.9.3.1	Flächen aus Schichten
NCI NA.9.3.2	Flächen aus Vollholzlamellen
NCI NA.9.3.3	Theorie II. Ordnung, Stabilitätsnachweise
10	Ausführung und Überwachung
10.1	Allgemeines
10.2	Baustoffe
10.3	Geklebte Verbindungen
NCI Zu 10.3	„Geklebte Verbindungen“
10.4	Verbindungen mit mechanischen Verbindungsmitteln
10.4.1	Allgemeines
10.4.2	Nägels
NCI Zu 10.4.2	„Nägels“
10.4.3	Bolzen und Unterlegscheiben
10.4.4	Stabdübel und Passbolzen
10.4.5	Schrauben
10.5	Zusammenbau von Bauteilen
10.6	Transport und Montage
NCI Zu 10.6	„Transport und Montage“
10.7	Überwachung
10.8	Besondere Regeln für Scheiben
10.8.1	Decken- und Dachscheiben
10.8.2	Wandscheiben
10.9	Besondere Regeln für Nagelplattenbinder
10.9.1	Herstellung
10.9.2	Montage
NDP Zu 10.9.2(3)	Montage von Nagelplattenbindern: Größtwert für die spannungslose seitliche Auslenkung
NDP Zu 10.9.2(4)	Montage von Nagelplattenbindern: Größtwert für die Schiefstellung
NCI NA.11	„Geklebte Verbindungen“
NCI NA.11.1	Allgemeines
NCI NA.11.2	Verbindungen mit eingeklebten Stahlstäben
NCI NA.11.2.1	Allgemeines
NCI NA.11.2.2	Beanspruchung rechtwinklig zur Stabachse
NCI NA.11.2.3	Beanspruchung in Richtung der Stabachse
NCI NA.11.2.4	Kombinierte Beanspruchung

	Seite
NCI NA.11.3	Universal-Keilzinkenverbindungen von Brettschichtholz und Balkenschichtholz 308
NCI NA.11.4	Schäftungsverbindungen 310
NCI NA.11.5	Verbundteile 311
NCI NA.12	„Zimmermannsmäßige Verbindungen“ 313
NCI NA.12.1	Versätze 313
NCI NA.12.2	Zapfenverbindungen 315
NCI NA.12.3	Holznagelverbindungen 316
NCI NA.13	Knicklängenbeiwerte und Kippbeiwerte für Nachweise nach dem Ersatzstabverfahren 317
NCI NA.13.1	Allgemeines 317
NCI NA.13.2	Knicklängenbeiwerte (Biegeknicken) 317
NCI NA.13.3	Kippbeiwerte (Biegedrillknicken, Kippen) 321
Anhang A	(informativ) Blockscherversagen von Verbindungen 325
Anhang B	(informativ) Nachgiebig verbundene Biegestäbe 328
B.1	Vereinfachter Nachweis 328
B.1.1	Querschnitte 328
B.1.2	Annahmen 328
B.1.3	Abstände der Verbindungsmittel 328
B.1.4	Durchbiegungen infolge von Biegemomenten 328
B.2	Wirksame Biegesteifigkeit 330
B.3	Normalspannungen 330
B.4	Größte Schubspannung 330
B.5	Beanspruchung der Verbindungsmittel 331
Anhang C	(informativ) Zusammengesetzte Druckstäbe 332
C.1	Allgemeines 332
C.1.1	Annahmen 332
C.1.2	Tragfähigkeit 332
C.2	Druckstäbe mit kontinuierlicher mechanischer Verbindung 333
C.2.1	Wirksamer Schlankheitsgrad 333
C.2.2	Beanspruchung der Verbindungsmittel 333
C.2.3	Kombinierte Beanspruchungen 333
C.3	Mehrteilige gespreizte Stäbe mit Zwischen- oder Bindehölzern 333
C.3.1	Annahmen 333
C.3.2	Tragfähigkeit bei Beanspruchung in Stabrichtung 335
C.3.3	Beanspruchung der Verbindungsmittel sowie der Zwischen- oder Bindehölzer 336
C.4	Gitterstäbe mit geklebten oder genagelten Verbindungen 337
C.4.1	Annahmen 337
C.4.2	Tragfähigkeit 337
C.4.3	Schubkräfte 339
Anhang D	(informativ) Literaturhinweise 340
NCI Literaturhinweise Nationaler Anhang	340
Literatur	341

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

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).

NCI Zu 6.3.3 „Biegedrillknicken von Biegestäben“

(NA.7) Bei zweiachsiger Biegung und Querschnittsverhältnissen $h/b \leq 4$ darf der Nachweis wie folgt geführt werden:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{crit} \cdot f_{m,y,d}} + \left(\frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \right)^2 \leq 1 \quad (NA.60)$$

und

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + \left(\frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{crit} \cdot f_{m,y,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad (NA.61)$$

Dabei ist

- $k_{c,y}$ Knickbeiwert nach Gleichung (6.25) für Knicken um die y -Achse;
- $k_{c,z}$ Knickbeiwert nach Gleichung (6.26) für Knicken um die z -Achse;
- k_{crit} Kippbeiwert nach Gleichung (6.34).

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.

Bei Stäben mit linear veränderlicher Querschnittshöhe dürfen beim Nachweis des Biegedrillknickens (Kippen) die Querschnittswerte im Abstand des 0,65-Fachen der Stablänge vom Stabende mit dem kleineren Stabquerschnitt und dem Größtwert des Biegemomentes im Stab zugrunde gelegt werden [DIN 1052:2008, Abschnitt 8.4.3(4)].

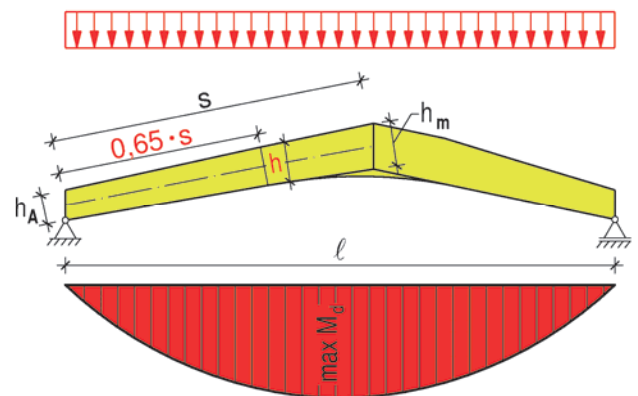


Bild K.96 — Maßgebende Binderhöhe für die Bestimmung des Kippbeiwertes k_{crit} an einem unsymmetrischen Satteldachträger (aus [31])

- (3) Die Spannung in einem Querschnitt infolge einer Normalkraft darf berechnet werden zu:

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

Dabei ist

- σ_N die Normalspannung;
 N die Normalkraft;
 A die Querschnittsfläche.

6.4.2 Pultdachträger

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

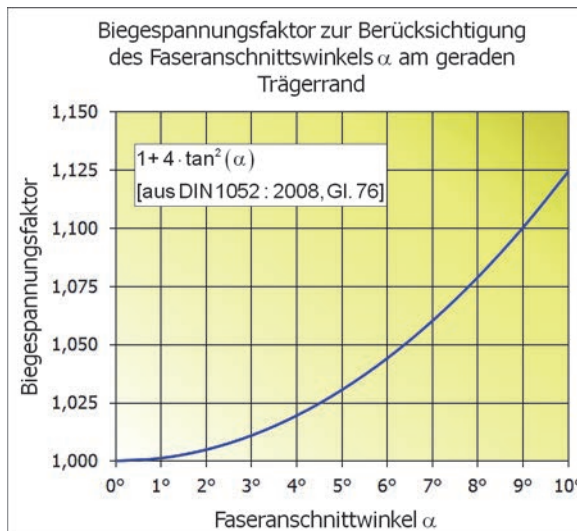
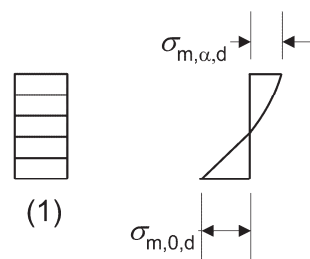
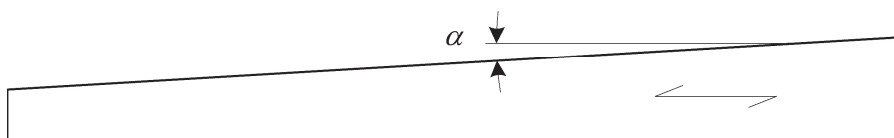


Bild K.97 — Eine Erhöhung der Spannungen am Zugrand, wie in DIN 1052:2008 noch gefordert, entfällt



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:

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

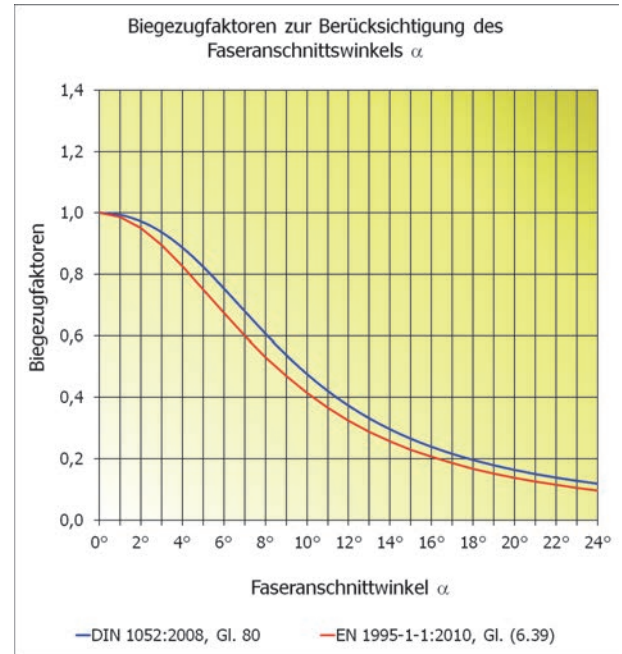


Bild K.98 — $k_{m,\alpha}$ für Zugbeanspruchung entlang des angeschnittenen Randes für Pult- und Satteldachträger aus Brettschichtholz GL24 h nach DIN EN 14080:2013, Tab. 5

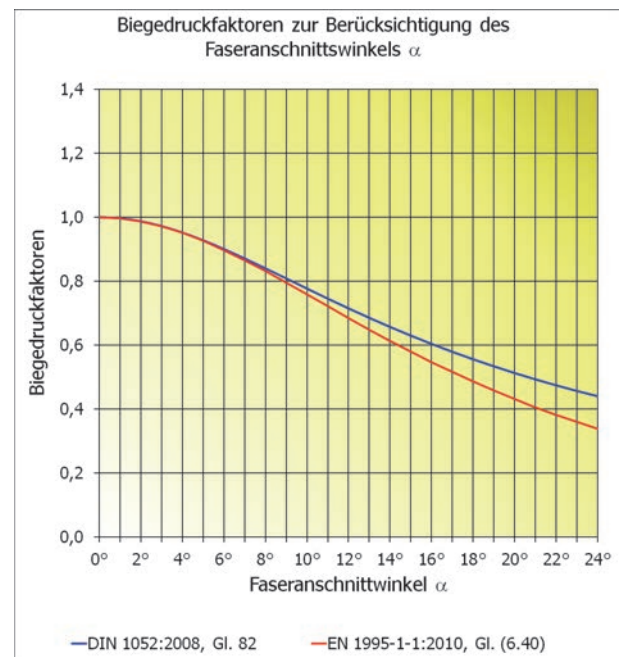


Bild K.99 — $k_{m,\alpha}$ für Druckbeanspruchung entlang des angeschnittenen Randes für Pult- und Satteldachträger aus Brettschichtholz GL24 h nach DIN EN 14080:2013, Tab. 5

NCI Zu 6.4.2 „Pultdachträger“

(NA.3) Der Faseranschnittswinkel ist auf 24° zu begrenzen.

Faseranschnittswinkel $\alpha \leq 24^\circ$

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.

(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.

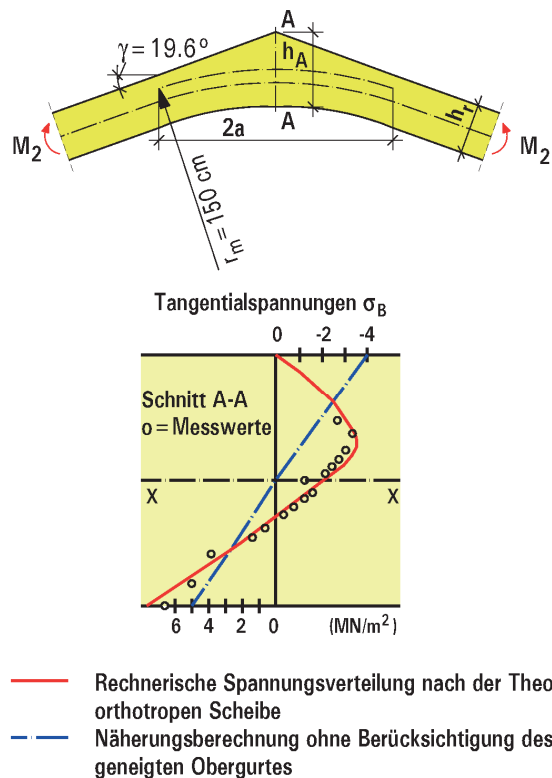


Bild K.100 — Längsspannungen im Firstbereich nach Versuchen (aus [20])

(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;

α_{ap} der Anschnittswinkel 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.

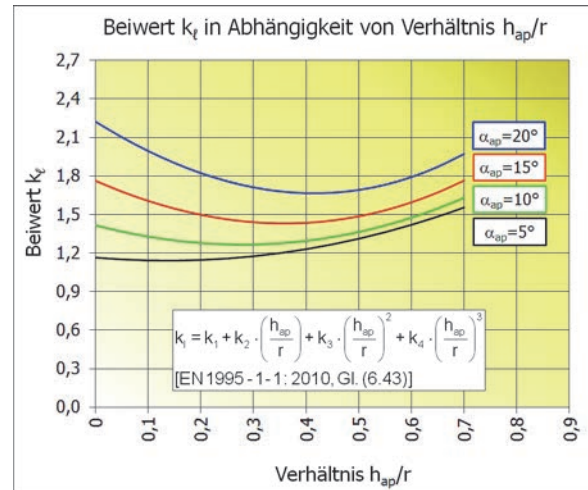


Bild K.101 — Beiwert k_{ℓ} in Abhängigkeit vom Verhältnis h_{ap}/r am Beispiel eines Satteldachträgers mit gekrümmtem Untergurt

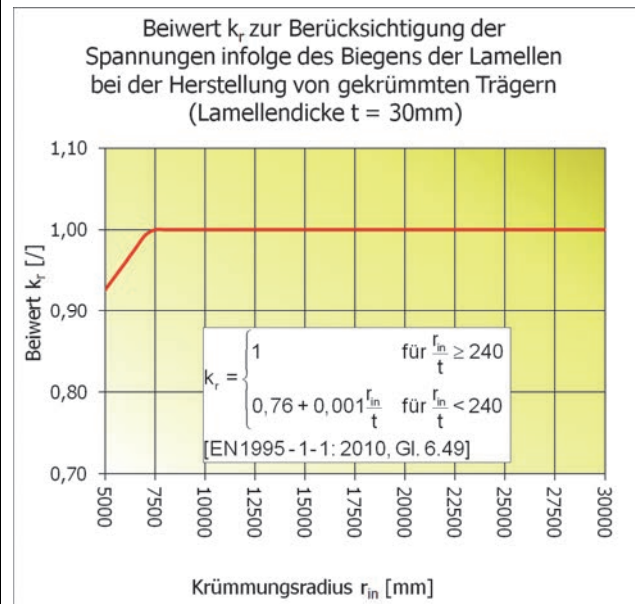


Bild K.102 — Beiwert k_r zur Berücksichtigung der Spannungen infolge des Biegens der Lamellen von gekrümmten Brettschichtholzträgern nach DIN EN 1995-1-1:2010, Gl. (6.49)

(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

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

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

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 m³;
- V das querzugbeanspruchte Volumen im Firstbereich in m³ (siehe Bild 6.9) sollte nicht größer als $2V_b/3$, mit V_b als Gesamtvolumen des Biegestabes, angenommen werden.

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

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

Dabei ist

- τ_d der Bemessungswert der Schubbeanspruchung;
- $f_{v,d}$ der Bemessungswert der Schubfestigkeit;
- $\sigma_{t,90,d}$ der Bemessungswert der Zugbeanspruchung rechtwinklig zur Faser;
- k_{dis} und k_{vol} entsprechend (6).

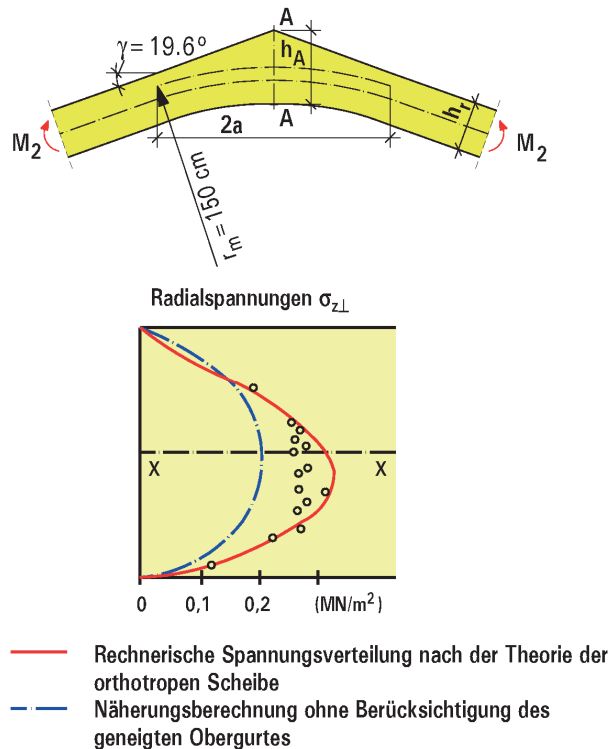


Bild K.103 — Querzugspannungen im Firstbereich nach Versuchen (aus [20])

(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 Querspannungen führt;

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

In Deutschland gilt Gl. (6.54) – s. NDP Zu 6.4.3(8).

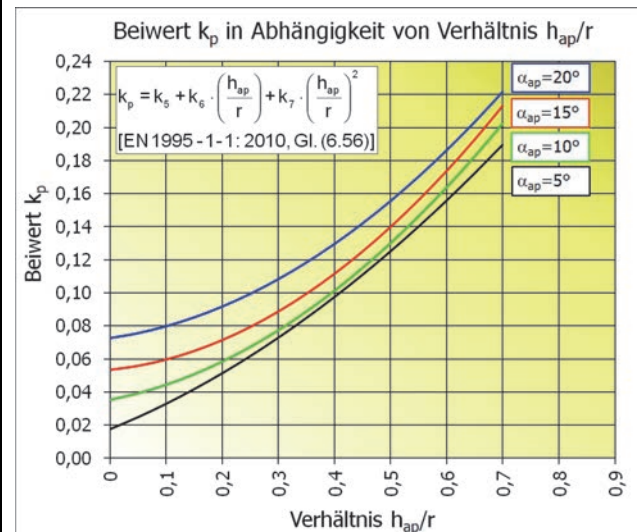


Bild K.104 — Beiwert k_p in Abhängigkeit zum Verhältnis h_{ap}/r am Beispiel eines Satteldachträgers mit gekrümmtem Untergurt

mit

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

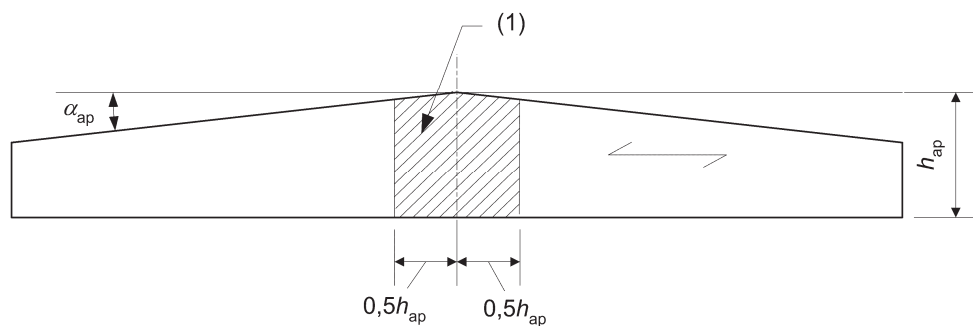
$$k_6 = 0,25 - 1,5 \tan \alpha_{ap} + 2,6 \tan^2 \alpha_{ap} \quad (6.58)$$

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

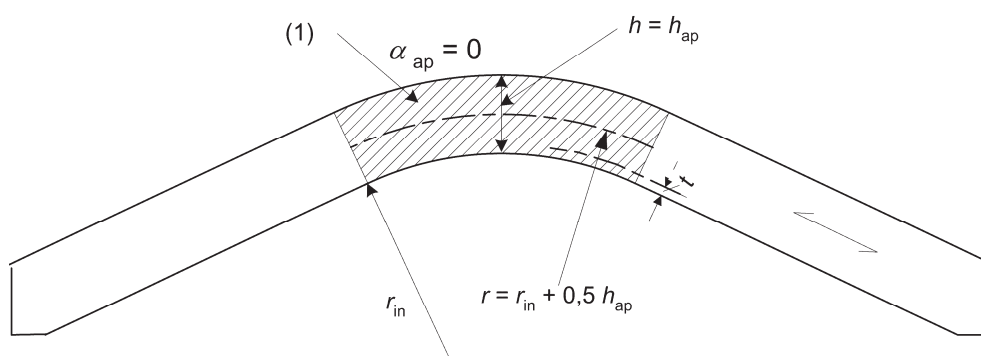
ANMERKUNG Die empfohlene Gleichung ist (6.54). Informationen zu nationalen Anforderungen bezüglich der Gleichungen (6.54) und (6.55) können im Nationalen Anhang enthalten sein.

NDP Zu 6.4.3(8) Satteldachträger, gekrümmte Träger und Satteldachträger mit gekrümmtem Untergurt

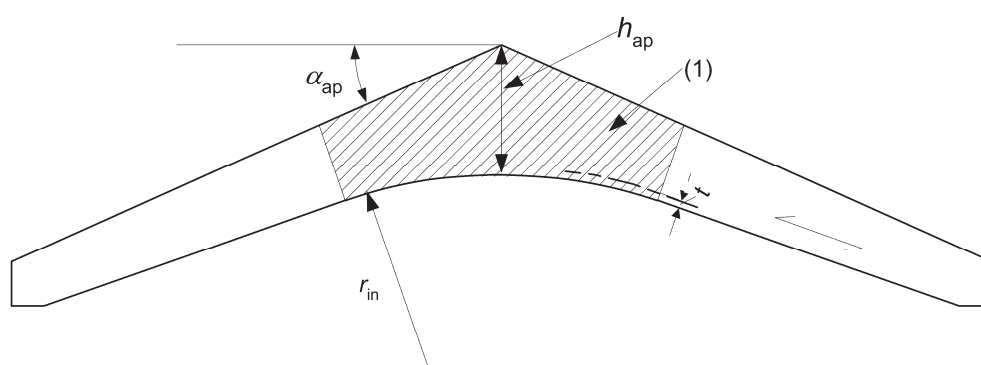
Es gilt Gleichung (6.54).



(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

NCI Zu 6.4.3 „Satteldachträger, gekrümmte Träger und Satteldachträger mit gekrümmtem Untergurt“

ANMERKUNG 1 DIN EN 1995-1-1 regelt nur Satteldachträger, gekrümmte Träger und Satteldachträger mit gekrümmtem Untergurt, die keine Querkzugverstärkung enthalten. Bauteile, die Verstärkungen zur Aufnahme zusätzlicher klimatisch bedingter Querkzugspannungen enthalten, sind in NCI NA.6.8.5 geregelt. Bauteile, die Verstärkungen zur vollständigen Aufnahme der Querkzugspannungen enthalten, sind in NCI NA.6.8.6 geregelt.

ANMERKUNG 2 Im Hinblick auf zusätzliche klimabedingte Querkzugspannungen werden für gekrümmte Biegeträger und Satteldachträger mit gekrümmtem Untergurt immer Verstärkungen nach NCI NA.6.8.5 empfohlen. Für Satteldachträger mit geradem Untergurt werden ab einem Ausnutzungsgrad $\eta \geq 0,8$ im Nachweis der Querkzugspannungen nach Gleichungen (6.50) und (6.53) Verstärkungen nach NCI NA.6.8.5 empfohlen.

ANMERKUNG 3 Hinweise zu Trägern mit sogenannter „hochgesetzter Trockenfuge“ bzw. bei Trägern mit unterschiedlicher Neigung des Ober- und Untergurtes können [NA.2] entnommen werden.

Siehe Technische Mitteilung 06-011 der Bundesvereinigung der Prüfsingenieure für Bautechnik e. V., Berlin (www.bvpi.de).

6.5 Ausgeklinte Bauteile

6.5.1 Allgemeines

(1)P Der Einfluss der Spannungskonzentration in der Ausklindung 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 Ausklindung, 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 Ausklindung, siehe Bild 6.10b.

In der Ausklindungsecke treten hohe Querkzug- und Schubspannungen auf, die zur Rissbildung führen und die Tragfähigkeit an dieser Stelle sehr stark herabsetzen. Der Bruch ist spröde. Er tritt plötzlich und ohne Vorankündigung ein.

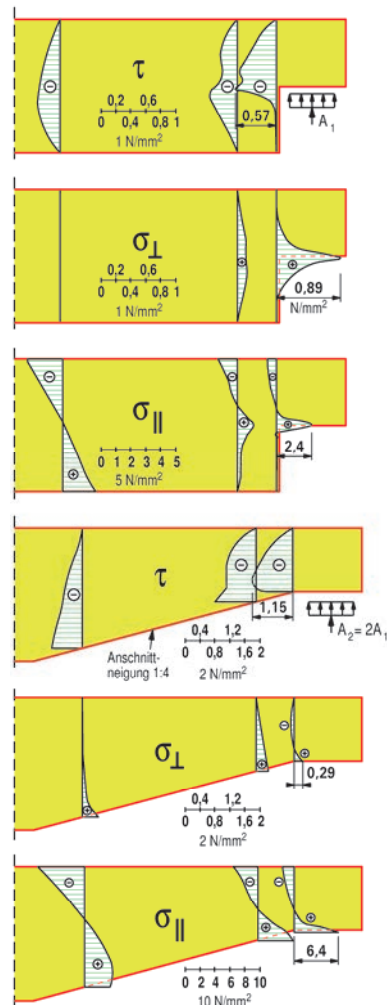
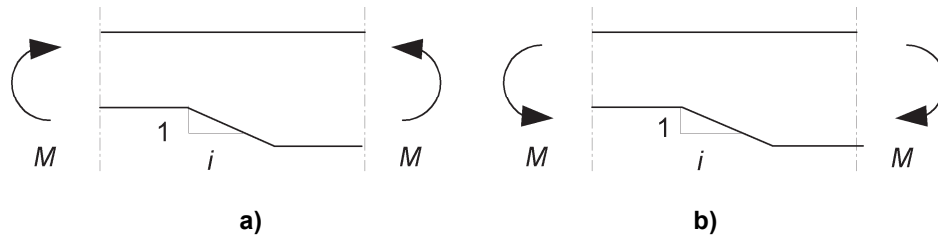


Bild K.105 — Untersuchungen zur Spannungsverteilung (Schub-, Querkzug- und Längsspannungen) an ausgeklinten Brettschichtholzträgern unter der Annahme eines vollelastischen, anisotropen Werkstoffverhaltens (s. [20])

**Legende**

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

Bild 6.10 — Biegung in einer Ausklinkung**NCI Zu 6.5.1 „Allgemeines“**

(NA.3) Unverstärkte Ausklinkungen dürfen nur in den Nutzungsklassen 1 und 2 verwendet werden. Ausklinkungen in Nutzungsklasse 3 sind nach NCI NA.6.8.3 zu verstärken.

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

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

b_{ef} ist in Gleichung (6.13a) definiert.

Dabei ist

k_v ein Abminderungsbeiwert, wie folgt definiert:

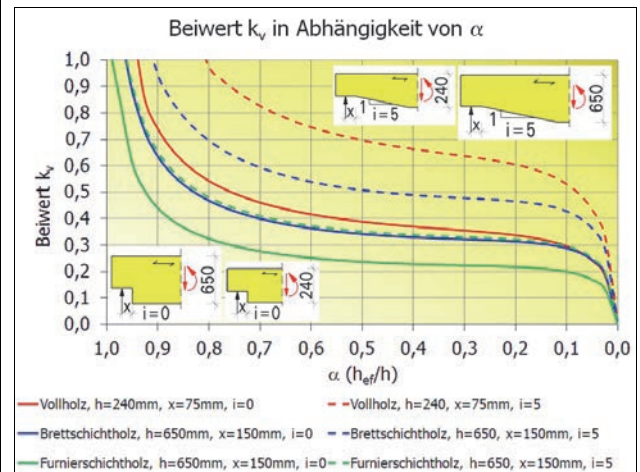
— für auf der Gegenseite des Auflagers ausgeklinkte Biegestäbe (siehe Bild 6.11b):

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

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

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

„... Die geringe Querkzugfestigkeit auch des Brettschichtholzes, die durch Schwindspannungen oder Trockenrisse meist gerade an angeschnittenen Hirnenden herabgesetzt wird, lässt es aber ratsam erscheinen, diese Konstruktionsform zu vermeiden oder von vornherein wirksame Verstärkungsmaßnahmen vorzusehen ...“, Empfehlung von Möhler in [20].

**Bild K.106 — Beiwert k_v nach Gl. (6.62) für verschiedene Holzbaustoffe in Abhängigkeit von α**

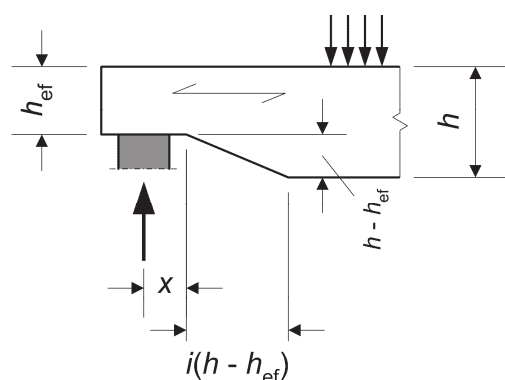
k_v -Wert für rechtwinklig oder schräg ausgeklinkte Auflager. Schon bei geringem Ausklinkungsverhältnis, z. B. $\alpha = 0,8$, sinkt k_v auf niedrige Werte: $k_v = 0,45$ (für Brettschichtholz – rechtwinklige Ausklinkung), $k_v = 0,7$ (Brettschichtholz – schräge Ausklinkung).

Dabei ist

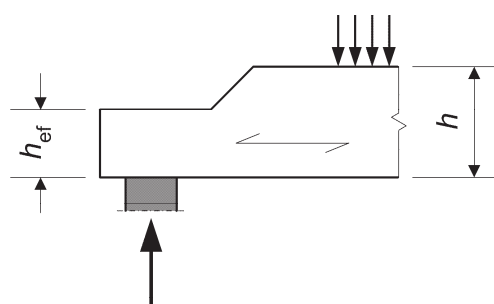
- i die Neigung der Ausklinkung (siehe Bild 6.11a);
- h die Höhe des Biegestabes in mm;
- x der Abstand der Wirkungslinie der Auflagerkraft und Ausklinkungsecke in mm;

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

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



a)



b)

Bild 6.11 — Endausklinkungen von Biegestäben

NCI Zu 6.5.2 „Biegestäbe mit Ausklinkungen am Auflager“

(NA.3) Für Träger mit Ausklinkungen auf der Gegenseite des Auflagers (siehe Bild 6.11) ist $k_v = 1$. Falls $x < h_{ef}$ ist, darf k_v wie folgt bestimmt werden:

$$k_v = \left(\frac{h}{h_{ef}} \right) \cdot \left[1 - \frac{(h - h_{ef}) \cdot x}{h \cdot h_{ef}} \right] \quad (\text{NA.62})$$

Dabei ist

- x der Abstand zwischen Kraftwirkungslinie der Auflagerkraft und Ausklinkungsecke in mm.

Im Fall nach Bild 6.11 b) erhöht sich die Schubfestigkeit vom Holz bei gleichzeitiger Wirkung einer Querkraft. Für $x < h_{ef}$ wird $k_v > 1,0$.

BESTELLSCHEIN

FAX: +49 (0)30 47031 240

E-Mail: marketing@ernst-und-sohn.de

Stück	Bestell-Nr.:	Titel	Preis* €
	978-3-433-03102-5	Der Eurocode 5 für Deutschland	108,00,-
	909538	Gesamtverzeichnis Ernst & Sohn 2016/2017	kostenlos
	bitte ankreuzen	Monatlicher E-Mail-Newsletter	kostenlos

Liefer- und Rechnungsanschrift: ☐ privat ☐ geschäftlich

Firma			
Ansprechpartner		Telefon	
UST-ID Nr. / VAT-ID No.		Fax	
Straße/Nr.		E-Mail	
Land	-	PLZ	Ort

Vertrauensgarantie: Dieser Auftrag kann innerhalb von zwei Wochen beim Verlag Ernst & Sohn, Wiley-VCH, Boschstr. 12, D-69469 Weinheim, schriftlich widerrufen werden.

Wilhelm Ernst & Sohn
 Verlag für Architektur und
 technische Wissenschaften
 GmbH & Co. KG
 Rotherstraße 21, 10245 Berlin
 Deutschland
 www.ernst-und-sohn.de



Datum / Unterschrift

*€-Preise gelten ausschließlich in Deutschland. Alle Preise enthalten die gesetzliche Mehrwertsteuer. Die Lieferung erfolgt zuzüglich Versandkosten. Es gelten die Lieferungs- und Zahlungsbedingungen des Verlages. Irrtum und Änderungen vorbehalten.
 Stand: Nov 2016 (homepage_Probekapitel)