

DIN EN 1995-2



ICS 91.010.30; 91.080.20

Einsprüche bis 2023-10-11
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 1995-2:2010-12

Entwurf

**Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten –
Teil 2: Brücken;
Deutsche und Englische Fassung prEN 1995-2:2023**

Eurocode 5: Design of timber structures –
Part 2: Bridges;
German and English version prEN 1995-2:2023

Eurocode 5: Calcul des structures en bois –
Partie 2: Ponts;
Version allemande et anglaise prEN 1995-2:2023

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2023-08-11 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an nabau@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau), 10772 Berlin oder Am DIN-Platz, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 178 Seiten

DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 1995-2:2023) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 250 „Eurocodes für den konstruktiven Ingenieurbau“ erarbeitet, dessen Sekretariat von BSI (Vereinigtes Königreich) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 005-04-01 AA „Holzbau (SpA zu CEN/TC 124, CEN/TC 250/SC 5, ISO/TC 165)“ im DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung beigefügt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 1995-2:2010-12 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) vollständige technische Überarbeitung des Inhalts;
- b) redaktionelle Überarbeitung.

Titel de: Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten — Teil 2:
Brücken

Titel en: Eurocode 5: Design of timber structures — Part 2: Bridges

Titel fr: Eurocode 5: Calcul des structures en bois — Partie 2: Ponts

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	5
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich	9
1.1 Anwendungsbereich der EN 1995-2	9
1.2 Voraussetzungen	9
2 Normative Verweisungen	9
3 Begriffe, Symbole und Abkürzungen	10
3.1 Begriffe	10
3.2 Symbole und Abkürzungen	15
3.2.1 Lateinische Großbuchstaben	15
3.2.2 Lateinische Kleinbuchstaben	16
3.2.3 Griechische Großbuchstaben	18
3.2.4 Griechische Kleinbuchstaben	19
3.2.5 Abkürzungen	19
4 Grundlagen für die Bemessung und Konstruktion	20
4.1 Allgemeine Regeln	20
4.1.1 Grundlegende Anforderungen	20
4.1.2 Geplante Nutzungsdauer	21
4.1.3 Robustheit	23
4.2 Grundsätze der Bemessung nach Grenzzuständen	24
4.3 Basisvariablen	24
4.3.1 Einwirkungen und Umgebungseinflüsse	24
4.3.2 Bemessung für erdbebengefährdete Gebiete – Duktiles Verhalten	26
4.4 Nachweis durch das Verfahren der Teilsicherheitsbeiwerte	26
5 Werkstoffe	26
5.1 Holz	26
5.2 Beton	27
5.3 Stahl	27
5.4 Befestigungselemente	27
5.5 Faser-Polymer-Verbundwerkstoff	27
6 Dauerhaftigkeit	28
6.1 Konstruktive Maßnahmen	28
6.1.1 Allgemeines	28
6.1.2 Geschützte Bauteile	29
6.1.3 Feuchteschutz von Holz und Holzwerkstoffen	30
6.2 Wassermanagement	30
6.2.1 Allgemeines	30
6.2.2 Feuchteschutz von Holzdeckplatten durch Versiegelung	31
6.2.3 Abdichtungssysteme	32
6.3 Schutz von Stahlelementen vor Korrosion	33
6.4 Prüfung und Erhaltung von Holzbrücken	36
7 Statische Berechnung	36
7.1 Holzplatten aus Lamellen	36
7.1.1 Systemsteifigkeit, numerische Analyse	36

7.1.2	Wirksame Belastungsfläche für vertikale Einzellasten	36
7.2	Holz-Beton-Verbundbauteile (HBV).....	37
7.3	Andere Verbundbauteile	38
7.4	Bohlen.....	38
7.5	Integrale Brücken.....	39
7.6	Aussteifungen	39
7.7	Lager.....	39
8	Grenzzustände der Tragfähigkeit.....	39
8.1	Holzdeckplatten.....	39
8.1.1	Systemfestigkeit.....	39
8.1.2	Holzplatten aus zusammengespannten Lamellen bei Brücken	40
8.2	HBV-Brückenbauwerke	41
8.2.1	Balken und Platten – Überprüfung von Verbundquerschnitten	41
8.2.2	Geklebte HBV-Brücken.....	42
8.2.3	Detailgestaltung der Oberfläche und des Querschnitts der Brücke	43
8.2.4	Detailgestaltung der Schubverbindung	43
9	Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit	44
9.1	Irreversible Verformung von Holzplatten aus zusammengespannten Lamellen.....	44
9.2	Durchbiegungen.....	45
9.3	Schwingungen, Dämpfung.....	46
9.3.1	Durch Fußgänger verursachte Schwingungen	46
9.3.2	Schwingungen von Straßenbrücken	52
9.3.3	Durch Wind verursachte Schwingungen	52
10	Ermüdung.....	53
10.1	Allgemeines	53
10.2	Ermüdungswirksame Einwirkungen	53
10.3	Ermüdungsnachweis.....	54
10.4	Vereinfachter Ermüdungsnachweis.....	54
11	Anschlüsse und Fugen	55
11.1	Allgemeines	55
11.2	Querbelastete stiftförmige Verbindungsmittel.....	55
11.3	Kervenverbindungen in Holz-Beton-Verbundkonstruktionen	56
Anhang A (normativ) Bewertung der wirksamen Kriechkoeffizienten von Verbundwerkstoffen.....		57
A.1	Verwendung dieses Anhangs	57
A.2	Anwendungsbereich.....	57
A.3	Allgemeines	57
Anhang B (informativ) Prüfung und Erhaltung von Holzbrücken.....		60
B.1	Verwendung dieses Anhangs	60
B.2	Anwendungsbereich.....	60
B.3	Messungen des Feuchtegehalts	60
B.4	Erhaltungsstrategie	60
Anhang C (informativ) Zusätzliche Informationen zu Lagern und Holzbrücken bei geringer		
Erdbebeneinwirkung.....		63
C.1	Verwendung dieses Anhangs	63
C.2	Anwendungsbereich.....	63
C.3	Grundlagen für die Bemessung und Konstruktion	64
C.4	Modellierung.....	64
C.5	Kraftbasierter Ansatz.....	64
C.6	Lager.....	65
Anhang D (informativ) Beispiele für konstruktive Details.....		69
D.1	Verwendung dieses Anhangs	69

D.2	Anwendungsbereich.....	69
D.3	Allgemeines	69
D.4	Schutzkonzepte	69
D.5	Bauliche Detailgestaltung.....	72
D.6	Installation von Monitoringsystemen.....	83
Anhang E (informativ) Maßänderungen aufgrund von Umwelteinflüssen.....		85
E.1	Verwendung dieses Anhangs.....	85
E.2	Anwendungsbereich.....	85
E.3	Schwankungen der Temperatur und des Feuchtegehalts	85
E.3.1	Temperatur.....	85
E.3.2	Feuchte	86
E.4	Maßänderungen an Holzbrückenteilen	87
E.4.1	Allgemeines	87
E.4.2	Längsseitig befestigte Holzdeckplatte	87
E.4.3	Spannstangen und Stäbe aus Stahl.....	87
E.4.4	Aufwölben von Holzdeckplatten aus zusammengespannten Lamellen	88
Literaturhinweise.....		89

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 1995-2:2023) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 250 „Eurocodes für den konstruktiven Ingenieurbau“ erarbeitet, dessen Sekretariat von BSI gehalten wird. CEN/TC 250 ist für alle Eurocodes des konstruktiven Ingenieurbaus zuständig. Die Verantwortung für alle Angelegenheiten der Tragwerks- und geotechnischen Planung wurde dem CEN/TC 250 von CEN übertragen.

Dieses Dokument wird EN 1995-2:2004 ersetzen.

Die erste Generation der EN Eurocodes wurde zwischen den Jahren 2002 und 2007 veröffentlicht. Dieses Dokument wurde als Teil der zweiten Generation der Eurocodes im Rahmen des Mandats M/515 erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelsassoziation CEN erteilt haben.

Die Eurocodes wurden erarbeitet, um in Verbindung mit einschlägigen Ausführungs-, Werkstoff-, Produkt- und Prüfnormen angewendet zu werden und um Anforderungen an Ausführung, Werkstoffe, Produkte und Prüfung zu identifizieren, auf denen die Eurocodes beruhen.

Die Eurocodes erkennen die Verantwortlichkeit aller Mitgliedstaaten an und wahren deren Recht, sicherheitsbezogene Werte auf nationaler Ebene in Nationalen Anhängen festzulegen.

Die wesentlichen Änderungen im Vergleich zur Vorgängerausgabe sind folgende:

- Kategorisierung von Brücken in Abhängigkeit von der bestimmungsgemäßen Nutzungsdauer (4.1.2);
- wesentliche Änderungen am Abschnitt zur Dauerhaftigkeit (Abschnitt 6);
- Beispiele für die Detailgestaltung von Holzbrücken (Anhang D);
- Anforderungen an die Inspektion (6.4);
- Bemessungsregeln für Holz-Beton-Verbundbrücken (8.2);
- Änderungen am Abschnitt über Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit (Abschnitt 9);
- Änderungen am Abschnitt über Ermüdung (Abschnitt 10).

Einleitung

0.1 Einleitung zu den Eurocodes

Die Eurocodes des konstruktiven Ingenieurbaus umfassen die folgenden Normen, die in der Regel aus mehreren Teilen bestehen:

- EN 1990, *Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung*
- EN 1991, *Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke*
- EN 1992, *Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken*
- EN 1993, *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten*
- EN 1994, *Eurocode 4: Bemessung und Konstruktion von Verbundtragwerken aus Stahl und Beton*
- EN 1995, *Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten*
- EN 1996, *Eurocode 6: Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten*
- EN 1997, *Eurocode 7: Bemessung und Konstruktion in der Geotechnik*
- EN 1998, *Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben*
- EN 1999, *Eurocode 9: Bemessung und Konstruktion von Aluminiumtragwerken*
- Neue Teile befinden sich in der Entwicklung, z. B. Eurocode für die Bemessung von tragenden Konstruktionen aus Glas

Eurocodes wenden sich an Konstrukteure, Auftraggeber, Hersteller, Bauausführende, zuständige Behörden (bei der Wahrnehmung ihrer Aufgaben in Übereinstimmung mit nationalen oder internationalen Bestimmungen), Ausbilder, Softwareentwickler und Kommissionen, in denen verwandte Produktnormen, Prüfnormen und Ausführungsnormen erarbeitet werden.

ANMERKUNG Einige Entwurfs- und Bemessungsaspekte werden am zutreffendsten von den zuständigen Behörden festgelegt oder können, sofern keine Festlegungen getroffen wurden, für ein bestimmtes Bauvorhaben zwischen den beteiligten Parteien wie Tragwerksplanern und Bauherren vereinbart werden. In den Eurocodes werden solche Aspekte durch ausdrückliche Bezugnahme auf die zuständigen Behörden und die beteiligten Parteien gekennzeichnet.

0.2 Einleitung zu EN 1995 (alle Teile)

EN 1995 (alle Teile) 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.

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 sichergestellt sind. Wenn EN 1995-2 von anderen CEN/TCs als Grundlagendokument herangezogen wird, müssen die gleichen Werte benutzt werden.

EN 1995 (alle Teile) gilt für den Entwurf, die Berechnung und die Bemessung von Hochbauten und Ingenieurbauwerken aus Holz (Vollholz, gesägt, gehobelt oder als Rundholz, keilgezinktes Vollholz, Balkenschichtholz, Brettschichtholz, Brettsperrholz und Furnierschichtholz), Holzwerkstoffe und poröse

Platten als Belag von mit Klebstoffen oder mechanischen Befestigungselementen zusammengefügt Holzrahmenbauteilen. Sie erfüllt die Grundsätze und Anforderungen an die Sicherheit und die Gebrauchstauglichkeit von Bauwerken und die Bemessungs- und Nachweisverfahren hierfür nach EN 1990.

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

EN 1995 ist in mehrere Teile gegliedert:

- EN 1995-1, *Bemessung und Konstruktion von Holzbauten — Teil 1: Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau*
- EN 1995-2, *Bemessung und Konstruktion von Holzbauten — Teil 2: Brücken*
- EN 1995-3, *Bemessung und Konstruktion von Holzbauten — Teil 3: Ausführung*

EN 1995-1 selbst existiert nicht als physisches Dokument, sondern besteht aus den folgenden 3 separaten Teilen:

- EN 1995-1-1, *Bemessung und Konstruktion von Holzbauten — Teil 1-1: Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau*
- EN 1995-1-2, *Bemessung und Konstruktion von Holzbauten — Teil 1-2: Tragwerksbemessung für den Brandfall*
- CEN/TS 19103, *Eurocode 5 — Bemessung und Konstruktion von Holzbauten — Berechnung von Holzbeton-Verbundbauteilen — Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau*

EN 1995-2 „Brücken“ bezieht sich auf die allgemeinen Regeln in EN 1995-1-1 und ergänzt, modifiziert oder ersetzt diese, wo dies relevant ist.

EN 1995-3 „Ausführung“ bezieht sich auf die allgemeinen Regeln in EN 1995-1-1 und ergänzt, modifiziert oder ersetzt diese, wo dies relevant ist.

0.3 Einleitung zu EN 1995-2

Dieses Dokument enthält allgemeine Grundlagen für die Bemessung und Konstruktion der tragenden Bauteile von Holzbrücken.

0.4 In den Eurocodes verwendete Verbformen

Das Verb „muss“ beschreibt eine Anforderung die zwingend zu befolgen ist und von der bei Anwendung der Eurocodes keine Abweichung zulässig ist.

Das Verb „sollte“ beschreibt eine streng empfohlene Auswahl oder Vorgehensweise. In Abhängigkeit von nationalen Regeln und/oder relevanten Vertragsbestimmungen könnten alternative Lösungen verwendet/angenommen werden, wenn sie technisch gerechtfertigt sind.

Das Verb „darf“ beschreibt eine erlaubte Vorgehensweise innerhalb der Anwendungsgrenzen der Eurocodes.

Das Verb „kann“ beschreibt Möglichkeiten und Fähigkeiten; es wird für Tatsachenfeststellungen und Erklärungen verwendet.

0.5 Nationaler Anhang zu EN 1995-2

Nationale Festlegungen sind in diesem Dokument erlaubt, insofern dies ausdrücklich in den Anmerkungen festgelegt ist. Zu den nationalen Festlegungen gehört auch die Auswahl von Werten für national festgelegte Parameter (NDP, en: nationally determined parameters).

Die jeweilige nationale Ausgabe von EN 1995-2 kann einen Nationalen Anhang mit allen national festgelegten Parametern enthalten, die für den Entwurf und die Bemessung von Hoch- und Ingenieurbauten im jeweiligen Land Verwendung finden.

Wird keine nationale Festlegung angeführt, ist der in diesem Dokument angegebene Standardwert anzuwenden.

Wenn keine nationale Festlegung angeführt wird und kein Standardwert in diesem Dokument angegeben ist, kann die Festlegung durch eine zuständige Behörde getroffen werden, oder sofern keine Festlegungen getroffen wurden, können die beteiligten Parteien im Einzelfall eine Vereinbarung treffen.

Nationale Festlegungen sind in EN 1995-2 durch Anmerkungen zu den folgenden Abschnitten gestattet:

4.1.2.1	4.3.1.3	9.2	10.4
---------	---------	-----	------

Nationale Festlegungen sind in EN 1995-2 bei der Anwendung der folgenden informativen Anhänge gestattet:

Anhang B	Anhang C	Anhang D	Anhang E
----------	----------	----------	----------

Der Nationale Anhang kann, direkt oder durch Verweisungen, ergänzende nicht widersprechende Angaben zur Erleichterung der Umsetzung enthalten, sofern dadurch keine Bestimmungen der Eurocodes geändert werden.

1 Anwendungsbereich

1.1 Anwendungsbereich der EN 1995-2

(1) Dieses Dokument enthält allgemeine Grundlagen für die Bemessung und Konstruktion der Haupttragwerksteile von Brücken, nämlich tragende Bauteile, die wichtig für die Zuverlässigkeit der ganzen Brücke sind. Dabei sind die Haupttragwerksteile aus Holz, Holzwerkstoffen, Holz im Verbund mit Beton, Stahl oder anderen Baustoffen hergestellt.

1.2 Voraussetzungen

(1) Es gelten die allgemeinen Voraussetzungen von EN 1990.

(2) EN 1995-2 ist zur Verwendung in Verbindung mit EN 1990, EN 1991 (alle Teile), EN 1995 (alle Teile), CEN/TS 19103, EN 1997 (alle Teile) und EN 1998-2 bestimmt.

(3) Regeln für zusammengespannte HBV-Bauteile werden in diesem Dokument nicht behandelt. Es werden Regeln für die Bemessung von Holzplatten aus zusammengespannten Lamellen als Teil eines HBV-Systems angegeben.

(4) Systeme, die sich auf die Reibung zwischen Holz und Beton stützen, werden mit Ausnahme von Holzplatten aus zusammengespannten Lamellen in diesem Dokument nicht behandelt.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

ANMERKUNG In den Literaturhinweisen findet sich eine Liste weiterer in Bezug genommener Dokumente, bei denen es sich nicht um normative Verweisungen handelt, einschließlich Empfehlungen (d. h. „sollte“-Klauseln), Zulässigkeiten („darf“-Klauseln), Möglichkeiten („kann“-Klauseln) und Anmerkungen.

EN 1990:2023, *Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung*

EN 1991 (alle Teile), *Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke*

EN 1992-1-1:—,¹ *Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken — Teil 1-1 Allgemeine Regeln — Regeln für Hochbauten, Brücken und Ingenieurbauwerke*

EN 1993-1-4:—,² *Eurocode 3 — Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 1-4: Allgemeine Bemessungsregeln — Ergänzende Regeln zur Anwendung von nichtrostenden Stählen*

EN 1993-1-11:—,³ *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 1-11: Bemessung und Konstruktion von Tragwerken mit Zuggliedern aus Stahl*

1 In Vorbereitung. Stufe zum Zeitpunkt der Veröffentlichung: prEN 1992-1-1:2021.

2 In Vorbereitung. Stufe zum Zeitpunkt der Veröffentlichung: prEN 1992-1-4:2023.

3 In Entwicklung.

EN 1993-2:—,⁴ Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 2: Stahlbrücken

EN 1995-1-1:—,⁵ Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten — Teil 1-1: Allgemeines — Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau

EN 1995-3:—,⁶ Eurocode 5 — Bemessung und Konstruktion von Holzbauten — Teil 3: Ausführung

CEN/TS 19103, Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten — Berechnung von Holz-Beton-Verbundbauteilen — Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau

EN 1998-1-1:—,⁷ Eurocode 8 — Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben — Teil 1-1: Grundlagen und Erdbebeneinwirkung

EN 1998-2:—,⁸ Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben — Teil 2: Brücken

EN 13183-2, Feuchtegehalt eines Stückes Schnittholz — Teil 2: Schätzung durch elektrisches Widerstands-Messverfahren

3 Begriffe, Symbole und Abkürzungen

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN 1995-1-1:—⁵, CEN/TS 19103, EN 1995-3:—⁶ und die folgenden Begriffe.

3.1.1

geschützte Brücke

Brücke, bei der alle wesentlichen tragenden Bauteile als *geschützte Bauteile* (3.1.2) ausgebildet sind

3.1.2

geschütztes Bauteil

tragendes Bauteil, das keinen Witterungseinflüssen wie Regen, Schnee oder andere Quellen von Feuchteintritt direkt ausgesetzt ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Geschützte Bauteile verfügen über einen Witterungsschutz, z. B. in Form von Bekleidungen oder Seitenfläche, einer abgedichteten Deckplattenoberfläche oder eines ausreichenden Dachüberstands in Längs- und Querrichtung (siehe Bild 3.1), sodass eine Feuchteansammlung unwahrscheinlich ist. Dazu gehören auch Fachwerkknoten und Hirnholzbereiche. Weitere Einzelheiten sind in den Detailzeichnungen in Anhang D angegeben.

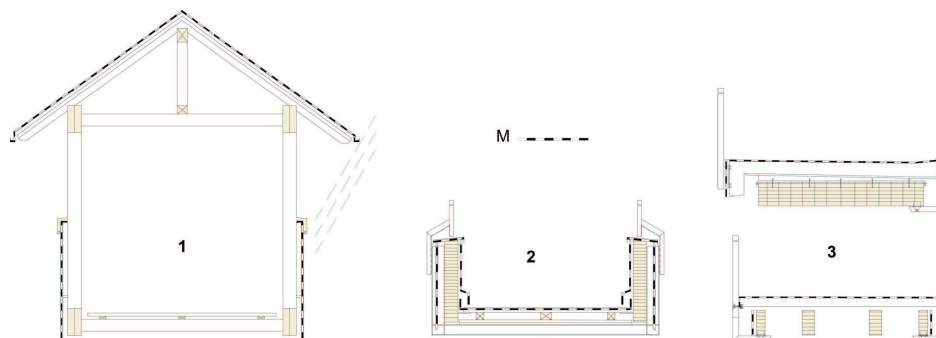
4 In Entwicklung.

5 In Vorbereitung. Stufe zum Zeitpunkt der Veröffentlichung: prEN 1995-1-1:2023.

6 In Vorbereitung. Stufe zum Zeitpunkt der Veröffentlichung: prEN 1995-3:2023.

7 In Vorbereitung. Stufe zum Zeitpunkt der Veröffentlichung: prEN 1998-1-1:2022.

8 In Vorbereitung. Stufe zum Zeitpunkt der Veröffentlichung: prEN 1998-2:2023.



Legende

- M Membran oder witterungsbeständige Schicht
- 1 überdachte Fußgängerbrücke (Brücke mit Dach)
- 2 Trogbrücke
- 3 Deckbrücken

Bild 3.1 — Beispiele für geschützte Brücken

3.1.3

ungeschütztes Bauteil

tragendes Bauteil, das nicht oder nur teilweise gegen Witterungseinflüsse geschützt ist, aber die Grenzwerte von Nutzungsklasse (NKL, en: SC) 3 einhält

3.1.4

ungeschützte Brücke

Brücke, bei der einige der wesentlichen tragenden Bauteile nicht vollständig geschützt sind und die die Anforderungen an die *Dauerhaftigkeit* (3.1.9) nicht voll erfüllt

3.1.5

Holzbrücke, die für eine 50-jährige geplante Nutzungsdauer geschützt ist

Brücke, bei der alle wesentlichen tragenden Bauteile geschützt sind, um eine geplante Nutzungsdauer T_{life} von 50 Jahren sicherzustellen (siehe Tabelle 4.1, Zeile 2)

3.1.6

überdachte Brücke

Brücke mit Dachkonstruktion

3.1.7

Abdichtungssystem

System aus Schichten, die das Eindringen von Wasser und Feuchte verhindert

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Abdichtungssystem besteht aus den aufeinander abgestimmten Schichten Grundierung, Dichtungsbahn und Schutzschicht (Basisschicht).

3.1.8

schwimmendes Abdichtungssystem

Abdichtungssystem (3.1.7), bei dem es keine Schubverbindung zwischen Belag und Überbau gibt

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe z. B. einen hinterlüfteten Straßenbelag, wie er in Anhang D dargestellt ist.

3.1.9

Dauerhaftigkeit

Fähigkeit eines Tragwerks oder eines tragenden Bauteils, bei Umsetzung der geplanten Erhaltungsmaßnahmen die Bemessungsanforderungen über die geplante Nutzungsdauer zu erfüllen

[QUELLE: EN 1990:2023, 3.1.2.31]

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei Holz gehört dazu auch die Bewertung der eigenen Widerstandsfähigkeit gegen holzerstörende Organismen.

3.1.10

zusätzliches tragendes Bauteil

austauschbares tragendes Bauteil, das nicht Teil des Haupttragwerks der Brücke ist, sondern aus anderen Gründen vorgesehen ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Beispiele für zusätzliche tragende Bauteile sind Handläufe, Bohlen, Bekleidungen, Geländer, Leitern, Fahrbahnübergang und Beläge.

Anmerkung 2 zum Begriff: Borde, Lager oder Teile von Lagern und auskragende Brüstungen sind keine zusätzlichen tragende Bauteile.

3.1.11

sekundäres seismisches Bauteil

tragendes Bauteil, das nicht als Teil des Primärsystems betrachtet wird und dessen Festigkeit und Steifigkeit gegenüber Erdbebeneinwirkungen vernachlässigt werden

[QUELLE: EN 1998-1-1:—⁷, 3.1.31]

3.1.12

Schubverbindung

Verbindung zwischen zwei oder mehr Bauteilen, die eine ausreichende Festigkeit und Steifigkeit aufweist, damit die beiden Bauteile als Teile eines einzigen tragenden Bauteils ausgelegt werden können

Anmerkung 1 zum Begriff: Beispiele sind Bewehrungsstahl aus beliebigem Werkstoff, Kerven, Platten und durchgehende Befestigungselemente, die jeweils entweder mechanisch befestigt oder geklebt sein können.

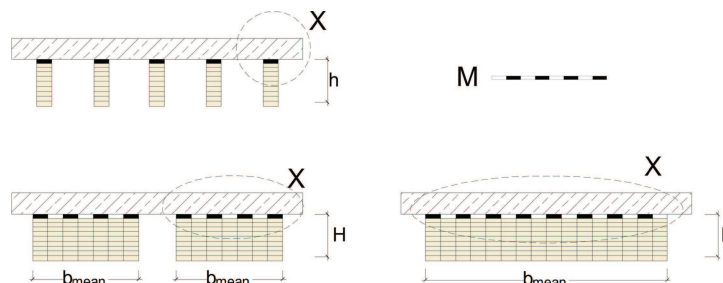
3.1.13

Holz-Beton-Verbund

HBV

Überbau aus Holz und Beton, verbunden durch *Schubverbindungen* (3.1.12)

Anmerkung 1 zum Begriff: Zu Beispielen siehe Bild 3.2.



Legende

X Verbindung zwischen Holz und Beton
M Membran oder witterungsbeständige Schicht

ANMERKUNG Zu etablierten HBV-Verbindungen siehe Bild D.4.2.

Bild 3.2 — Beispiele für Querschnitte von HBV-Brückentypen

3.1.14

Kervenverbindung

Schubverbindung (3.1.12), bestehend aus einem in das Holzbauteil eingebetteten Betonnocken und einem Bewehrungsstahl oder einem ähnlichen Hilfsmittel, das ein Abheben des Betonbauteils verhindert

Anmerkung 1 zum Begriff: Zu Beispielen siehe Bild D.4.2 und CEN/TS 19103.

Anmerkung 2 zum Begriff: Bild 8.2 zeigt beispielhaft eine Kervenverbindung bei einem Träger, der keine konstante Höhe hat.

3.1.15

geklebte Holz-Beton-Verbundbrücke

geklebte HBV-Brücke

HBV-Brücke, bei der die *Schubverbindung* (3.1.12) zwischen der Betonfahrbahnplatte und den hölzernen Längsträgern des Überbaus über eine direkte Verklebung hergestellt wird

3.1.16

Holzplatte aus Lamellen

Deckplatte, die aus nebeneinander oder übereinander angeordneten Lamellen besteht, die durch mechanische Befestigung, Verklebung oder Zusammenspannung hochkant oder flach miteinander verbunden sind

Anmerkung 1 zum Begriff: Geklebte Deckplatten, die aus mehreren Schichten bestehen, werden in der Regel aus Brettschichtholz nach EN 14080 (hochkant), blockverklebtem Brettschichtholz nach EN 14080 oder GLVL nach einer Europäischen Technischen Bewertung (ETA) hergestellt.

Anmerkung 2 zum Begriff: Zu verschiedenen Arten von Holzplatten aus Lamellen siehe Bild 8.1 und EN 1995-1-1:—⁵, Bild U.1.

3.1.17

Holzplatte aus zusammengespannten Lamellen

Deckplatte aus nebeneinander angeordneten Lamellen mit sägerauen oder gehobelten Oberflächen, die durch Vorspannung zusammengehalten werden

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 8.1 a) und c).

3.1.18

Brettschichtholzplatte

Deckplatte aus Brettschichtholz mit stehenden Lamellen, aus blockverklebtem Brettschichtholz oder aus GLVL, siehe Bild 8.1 b)

3.1.19

Brettsperrholzplatte

Deckplatte aus Brettsperrholz mit sich kreuzenden Lamellen

3.1.20

Vorspannung

dauerhaft auf ein Tragwerk einwirkende Spannung als Ergebnis kontrolliert aufgebrachtter Kräfte und/oder Verformungen

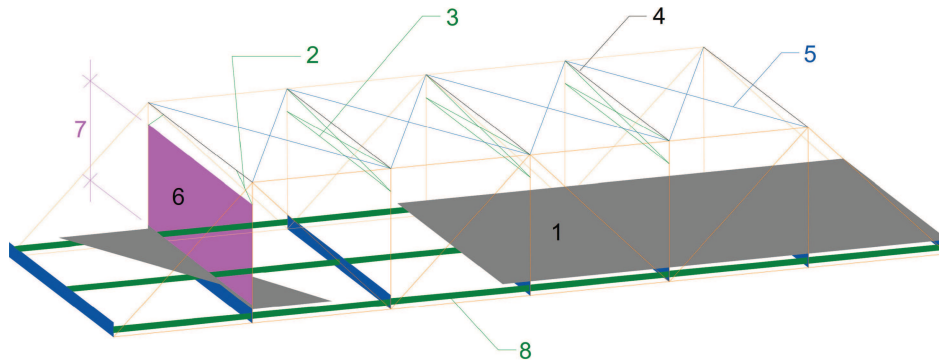
Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Beispiel ist die Quer-Vorspannung von Holzdeckplatten mit Stäben oder Spanngliedern, siehe Bild 8.1 a) und c).

3.1.21

Aussteifung

Struktur zur Stabilisierung von Bauteilen

Anmerkung 1 zum Begriff: Mögliche Bauteile von Aussteifungssystemen sind Druck- und Zugstreben, Portalverband, Querverband, Kreuz- oder Windverband, siehe Bild 3.3.



Legende

- 1 (Fahrbahn-)Decke
- 2 Portalrahmen/Portalverband
- 3 Querverband
- 4 Strebe
- 5 Queraussteifender Windverband
- 6 Lichtraumprofil (lichte Fläche)
- 7 Durchfahrtshöhe (Höhe des Lichtraumprofils)
- 8 Längsträger

Bild 3.3 — Typische Bauteile von Aussteifungssystemen

3.1.22

Europäische Technische Produktspezifikation

- Europäische Produktnorm (EN),
- oder Europäische Technische Spezifikation (TS),
- oder Europäische Technische Bewertung (ETA) auf der Grundlage eines Europäischen Bewertungsdokuments (EAD),
- oder Produktdokumentation, die auf einer transparenten und reproduzierbaren Bewertung beruht, die alle Anforderungen des einschlägigen Europäischen Bewertungsdokuments erfüllt

3.2 Symbole und Abkürzungen

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Symbole.

3.2.1 Lateinische Großbuchstaben

A	Fläche der Deckplatte der Brücke
$A_{\text{conc,eff}}$	wirksame Fläche des Betonquerschnitts
A_{tim}	Fläche des Holzquerschnitts
E_{conc}	Elastizitätsmodul des Betonquerschnitts
E_{tim}	Elastizitätsmodul des Holzquerschnitts
F	Kraft
F_{cupping}	Abhebekraft (siehe Anhang E)
$F_{\text{t,Ed}}$	Bemessungswert der Zugkraft zwischen Querschnittsteilen
$F_{\text{v,Ed}}$	Bemessungswert der Schubkraft zwischen Querschnittsteilen
$F_{\text{p,min}}$	kleinste langfristige Restdruckkraft aufgrund der Vorspannung
$F_{\text{p,min,d}}$	Bemessungswert der kleinsten langfristigen Restdruckkraft je Längeneinheit aufgrund der Vorspannung
$F_{\text{v,x,d}}$	Bemessungswert der Schubkraft je Längeneinheit, verursacht durch horizontale Einwirkungen
$F_{\text{v,z,d}}$	Bemessungswert der Schubkraft je Längeneinheit, verursacht durch vertikale Einwirkungen
F_{Wk}	Grenzwert der Windkraft
H	Dicke eines Querschnitts
H_1	Dicke der Platte eines Holz-Beton-Verbundelements
H_2	Dicke des Holzelements eines Holz-Beton-Verbundelements
I_{conc}	Trägheitsmoment des Betonquerschnitts
I_{tim}	Trägheitsmoment des Holzquerschnitts
L	Stützweite des Balkens; Abstand zwischen den Wendepunkten des Balkens
L_{sea}	Entfernung zum Meer
L_{street}	Entfernung zu stark befahrenen mit Streusalz beaufschlagten Straßen
L_{v}	Vorholzlänge des Holzes vor der Kerbe
M^*	modale Masse einer Brücke in kg

M_{vert}^*	modale Masse einer Brücke in kg für vertikale Schwingungen
M_{hor}^*	modale Masse einer Brücke in kg für horizontale Schwingungen
N_{obs}	Anzahl der erwarteten schweren Fahrzeuge je Jahr und je Langsamfahrspur
Q_{fWk}	charakteristischer Wert der konzentrierten Last (Radlast) auf einer Fußgängerbrücke
R_{T}	Spannungsverhältnis (rechnerische Mindestspannung zu Höchstspannung eines bestimmten Spannungszyklus) bei der Bemessung von Holzbauten
T_{lf}	geplante Nutzungsdauer des Tragwerks in Jahren
C_{E}	Kategorie der Korrosionsbeständigkeit an der Atmosphäre
CL	Komfortkategorie nach
C_{R}	Widerstandsklasse für metallisches Befestigungs- oder Verbindungselement aus Kohlenstoffstahl gegen Korrosion
R_{T}	Spannungsverhältnis (rechnerische Mindestspannung zu Höchstspannung eines bestimmten Spannungszyklus) bei der Bemessung von Holzbauten
S_{δ}	Index der Erdbebeneinwirkung
T_{E}	Kategorie der Korrosionsbeständigkeit in Holz nach
$T_{\text{R}3}$	Holzwidestandsklasse nach
TC	Verkehrsklasse nach
$T_{\text{N,max}}$	größter über den Brückenquerschnitt konstanter Temperaturanteil
T_{max}	höchste Lufttemperatur im Schatten mit einer jährlichen Überschreitungswahrscheinlichkeit von 0,02
$T_{\text{N,min}}$	kleinster über den Brückenquerschnitt konstanter Temperaturanteil
T_{min}	niedrigste Lufttemperatur im Schatten mit einer jährlichen Unterschreitungswahrscheinlichkeit von 0,02

3.2.2 Lateinische Kleinbuchstaben

$a_{\text{hor},1}$	Beschleunigung in horizontaler Richtung durch eine die Brücke überquerende Person
$a_{\text{hor},n}$	Beschleunigung in horizontaler Richtung durch n die Brücke überquerende Personen
$a_{\text{lim,horizontal}}$	Grenzwert für die Beschleunigung in horizontaler Richtung
$a_{\text{lim,vertical}}$	Grenzwert für die Beschleunigung in vertikaler Richtung
$a_{\text{vert},1}$	Beschleunigung in vertikaler Richtung durch eine die Brücke überquerende Person
$a_{\text{vert},n}$	Beschleunigung in vertikaler Richtung durch n die Brücke überquerende Personen

b	Mindestquerschnittsbreite zwischen freiliegenden Flächen
b_{ef}	wirksame Breite
b_{mean}	Mittelwert der Breite des Querschnitts
b_w	Aufstandsbreite der Last auf der Kontaktfläche des Belags;
$b_{w,system}$	Breite basierend auf einem Holzdeckplattensystem
r	Radius
$c_{min,dur}$	Mindestbetondeckung für die Dauerhaftigkeit der Stahlbewehrung
c_{nom}	Nenn-Betondeckung der Bewehrung
d	Durchmesser eines Befestigungselements, des Bewehrungsstahls oder Bewehrungsstabs; Fußgängerichte (P/m^2)
d_{eg}	wirksame Verschiebung durch räumliche Variation
d_{es}	wirksame erdbebenbedingte Verschiebung eines Lagers aufgrund der Tragwerkverformung
d_{Ed}	Bemessungswert der Verschiebung im erdbebenbedingten Bemessungsfall
d_E	Bemessungserdbebenverschiebung
d_G	langfristige Verschiebung durch permanente und quasi-permanente Einwirkungen
d_T	Verschiebung aufgrund von thermischen Bewegungen
e	wirksamer innerer Hebelarm des Holzquerschnitts
f_{hor}	Eigenfrequenz der Brücke in horizontaler bzw. Querrichtung
f_k	charakteristische Festigkeit
f_{vert}	Eigenfrequenz der Brücke in vertikaler bzw. Längsrichtung
$k_{def,comp}$	Verformungsfaktor im Holz-Beton-Verbund (HBV)
$k_{def,M}$	endgültiger Verformungsfaktor von Holz
k_{fat}	Beiwert für die Verringerung der Ermüdungsfestigkeit mit der Anzahl der Lastwechsel
k_n	Beiwert für Fußgänger auf der belasteten Fläche, abhängig von der Verkehrsklasse
k_{mat}	Beiwert für das Werkstoffverhalten und den Grad der Verformung bei Druckbeanspruchung senkrecht zur Faser
k_{sys}	Systemfestigkeitsbeiwert
$l_{c,90}$	<i>gestauchte Länge parallel zur Faser</i>
l_{ov}	Mindestüberlappungslänge

l_m	Mindestlänge eines Lagers für eine sichere Kraftübertragung
m	Masse je Längeneinheit
mc	Feuchtegehalt (%)
$mc_{\max}$	höchster Feuchtegehalt je Jahr in %
$mc_{\min}$	geringster Feuchtegehalt je Jahr in %
mc_{use}	erwarteter Feuchtegehalt während der Nutzung
n	Anzahl der Fußgänger auf der belasteten Fläche, abhängig von der Verkehrsklasse TC
q	Verhaltensbeiwert in horizontaler Richtung in Erdbebengebieten
q_R	Verhaltensbeiwertkomponente für die Überbeanspruchung aufgrund der Umverteilung von Erdbebeneinwirkungen in redundanten Tragwerken
q_D	Verhaltensbeiwertkomponente für die Verformungsfähigkeit und das Energiedissipationsvermögen eines unverschieblichen Tragwerks
q_s	Verhaltensbeiwertkomponente für die durch alle anderen Quellen bedingte Überbeanspruchung
t	Dicke
t_v	Dicke der Nuttschicht des Holzwerkstoffs
z	Abstand zwischen den Schwerpunkten der Querschnitte

3.2.3 Griechische Großbuchstaben

Δmc	Veränderung des jährlichen Feuchtegehalts in %, gemittelt über den Querschnitt
$\Delta \varphi_{\text{comp},i}$	wirksamer Kriechkoeffizient im Betonquerschnitt im Intervall i
$\Delta k_{\text{def,comp},i}$	wirksamer Kriechkoeffizient im Holzquerschnitt im Intervall i
Δmc	erwartete jährliche Schwankung des Feuchtegehalts in %
$\Delta \varphi_{M,i}$	Anstieg des werkstoffspezifischen Kriechkoeffizienten von Beton innerhalb des Intervalls i
$\Delta \psi_i$	Kriechkoeffizient des Verbundquerschnitts
$\Delta k_{\text{def},M,i}$	Anstieg des werkstoffspezifischen Koeffizienten von Holz im Intervall i
$\Delta T_{M,\text{heat}}$	linearer veränderlicher Temperaturanteil (Erwärmung)
$\Delta T_{M,\text{cool}}$	linearer veränderlicher Temperaturanteil (Abkühlung)
$\theta_{\text{load},2}$	Verteilungswinkel gegenüber der Horizontalen für die Holzplatte aus Lamellen, in Grad

3.2.4 Griechische Kleinbuchstaben

β	Beiwert für Schadensfolge
γ_1	Verbundwerkstoff-Faktor
$\gamma_{M,fat}$	werkstoffspezifischer Teilsicherheitsbeiwert für Ermüdungsbelastung
$\delta_{conc,1,1}$	Flexibilität des Betonquerschnitts
$\delta_{tim,1,1}$	Flexibilität des Holzquerschnitts
ζ	Verhältnis der kritischen Dämpfung zur jeweiligen Eigenfrequenz
η_{cc}	Beiwert für die Differenz zwischen der unverteilter Druckfestigkeit eines Zylinders und der wirksamen Druckfestigkeit, die im tragenden Bauteil entwickelt werden kann
θ_{load}	Verteilungswinkel für konzentrierte Lasten
μ	Reibungszahl
μ_0	statischer Wert der Reibungszahl in Faserrichtung
μ_{90}	statischer Wert der Reibungszahl rechtwinklig zur Faserrichtung
$\sigma_{d,max}$	vorzeichenbehafteter Bemessungswert der größten Ermüdungsspannung
$\sigma_{d,min}$	vorzeichenbehafteter Bemessungswert der kleinsten Ermüdungsspannung
φ_{comp}	wirksamer Verbundkriechkoeffizient im Betonquerschnitt
φ_M	Endwert des werkstoffspezifischen Kriechkoeffizienten von Beton
ψ	Beiwert
ψ_0	Kombinationsbeiwert
ψ_2	Kombinationsbeiwert
ψ_{vert}	Reduktionsbeiwert für den kritischen Bereich der vertikalen Eigenfrequenzen
ψ_{hor}	Reduktionsbeiwert für den kritischen Bereich der ersten horizontalen Eigenfrequenz

3.2.5 Abkürzungen

BGLT	blockverklebtes Brettschichtholz (en: block glued glulam)
CLT	Brettsperrholz (en: cross laminated timber)
DK	Dauerhaftigkeitsklasse (DC, en: durability class) nach
FLM	Ermüdungslastmodell (en: fatigue load model)
FST	keilgezinktes Vollholz (en: structural finger jointed timber)
GLT	Brettschichtholz (en: glued laminated timber)

GLVL-C	geklebtes Furnierschichtholz mit Querstreifenfurnieren (en: glued laminated veneer lumber with crossband veneers)
GLVL-P	geklebtes Furnierschichtholz mit Parallelfurnieren (en: glued laminated veneer lumber with parallel veneers)
gr1, gr2	Lastgruppen für Fußgängerbrücken
GST	Balkenschichtholz (en: glued solid timber)
LVL-P	Furnierschichtholz (en: laminated veneer lumber)
PLY	Sperrholz (en: plywood)
NKL	Nutzungsklassen (SC, en: service class)
ST	Vollholz (en: structural solid wood)
SWP	Massivholzplatte (en: solid wood panel)
HBV	Holz-Beton-Verbund (TCC, en: timber-concrete composite)
GK	Gebrauchsklasse (UC, en: use class)

4 Grundlagen für die Bemessung und Konstruktion

4.1 Allgemeine Regeln

4.1.1 Grundlegende Anforderungen

(1) Sofern nicht anders angegeben, müssen für die Bemessung von Holzbrücken die allgemeinen Regeln in EN 1990, EN 1991 (alle Teile), EN 1995-1-1:—⁵ und CEN/TS 19103 sowie die besonderen Bemessungsvorschriften für Holzbrücken in diesem Dokument beachtet werden.

(2) Die Dauerhaftigkeit muss während der geplanten Nutzungsdauer sichergestellt sein.

ANMERKUNG Dieses Dokument enthält Dauerhaftigkeitsanforderungen für geschützte Bauteile, die strenger sind als die Dauerhaftigkeitsanforderungen in EN 1995-1-1:—⁵, die eine niedrigere geplante Nutzungsdauer vorsehen, siehe 4.1.2 für die geplante Nutzungsdauer.

(3) Hinsichtlich der Dauerhaftigkeit muss insbesondere bei Holzbrücken der Schwerpunkt auf den Feuchtegehalt und die Schwankungen des Feuchtegehalts gelegt werden.

(4) Holzbrücken müssen für ihre geplante Nutzungsdauer auf Ermüdung bemessen werden; siehe Abschnitt 10.

(5) Brücken müssen so ausgelegt werden, dass Schäden durch übermäßige Verformung und Alterung während der vorgesehenen Nutzungsdauer vermieden werden.

(6) Holzbrücken müssen nach EN 1995-3:—⁶ ausgeführt werden.

4.1.2 Geplante Nutzungsdauer

4.1.2.1 Allgemeines

(1) Die geplante Lebensdauer T_{lf} von Holzbrücken sollte in Übereinstimmung mit EN 1990:2023, 4.5 festgelegt werden.

ANMERKUNG Der Wert von T_{lf} ist in Tabelle 4.1 (NDP) für verschiedene Kategorien von Holzbauwerken angegeben, es sei denn, der Nationale Anhang enthält andere Werte. Diese Werte stimmen mit denen in EN 1990:2023, Tabelle A.2.2 (NDP) überein.

(2) Holzbrücken sollten als geschützte Holzbrücken entworfen werden.

ANMERKUNG Ein niedrigerer Wert für die geplante Nutzungsdauer kann z. B. für Brücken in einer niedrigen Versagensfolgeklasse relevant sein, wenn die wirtschaftlichen Folgen eines Ersatzes nach einer kürzeren geplanten Nutzungsdauer von der zuständigen Behörde oder den beteiligten Parteien als akzeptabel angesehen werden.

Tabelle 4.1 (NDP) — Geplante Nutzungsdauer für Kategorien von Holzbrücken

	Kategorie von Holzbrücken	Geplante Nutzungsdauer T_{lf} Jahre
1	geschützte Holzbrücken (einschließlich ihrer Fundamente und Stahlzugglieder nach EN 1993-1-11:— ³), andere Ingenieurbauwerke für den Straßen- oder Eisenbahnverkehr ^a	100 ^b
2	Holzbrücken, deren wesentliche tragende Bauteile für eine Nutzungsdauer von 50 Jahren geschützt sind ^b	50 ^b
3	austauschbare tragende Bauteile der Brücken nach Zeile 1 und 2 ^c	25
4	vorübergehende (temporäre) Bauwerke ^d	≤ 10
^a Siehe EN 1990:2023, Tabelle A.2.2 (NDP) Fußnote a. ^b Siehe EN 1990:2023, Tabelle A.2.2 (NDP) Fußnote b. Zeile 2 kann z. B. für Brücken in einer niedrigen Versagensfolgeklasse maßgeblich sein, bei denen die wirtschaftlichen Folgen eines Ersatzes nach einer kürzeren geplanten Nutzungsdauer von der zuständigen Behörde als akzeptabel angesehen werden, oder, falls nicht angegeben, für ein bestimmtes Projekt von den beteiligten Parteien vereinbart werden, für Brücken in einem anderen Gebäude und Lärmschutzwände auf Brücken mit Wänden aus Holzelementen. ^c Ein Wert von 25 Jahren darf auch für austauschbare Bauwerke oder Teile von Bauwerken angesetzt werden. Der Korrosionsschutz von Stahlbauteilen sollte die geplante Nutzungsdauer erfüllen. Stahlzugglieder nach EN 1993-1-11:—³ müssen mit einer geplanten Nutzungsdauer von 100 Jahren ausgelegt werden (siehe 4.1.2.2), auch wenn sie austauschbar sein sollten. Zusätzliche tragende Bauteile sollten als austauschbare Teile der Hauptkonstruktion eingestuft werden. ^d Siehe EN 1990:2023, Tabelle A.2.2 (NDP) Fußnote c. Ungeschützte Holzbauteile sollten als vorübergehende (temporäre) Bauwerke eingestuft werden. Zu Holz mit einer hohen Dauerhaftigkeitsklasse siehe 6.1.2 (6).		

4.1.2.2 Geschützte Holzbrücken

(1) Die Hauptbauteile müssen nach den in Abschnitt 6 angegebenen Regeln für geschützte Holzbrücken ausgelegt werden.

ANMERKUNG Geplante Nutzungsdauer von 100 Jahren; siehe Zeile 1 in Tabelle 4.1.

(2) Bauteile, die nicht oder nur mit erheblichem Aufwand ersetzt werden können, wie z. B. Hauptträger, und Bauteile, die für Inspektion und Reinigung nicht zugänglich sind, müssen für eine geplante Nutzungsdauer von 100 Jahren bemessen werden.

(3) Geschützte Bauteile dürfen üblicherweise der Nutzungsklasse (NKL) 2 und der Gebrauchsklasse (GK) 2 zugeordnet werden.

4.1.2.3 Holzbrücken, die für eine 50-jährige geplante Nutzungsdauer geschützt sind

(1) Für Holzbrücken mit 50-jähriger geplanter Nutzungsdauer müssen die beteiligten Parteien vereinbaren, von den Empfehlungen für geschützte Brücken abzuweichen.

ANMERKUNG Siehe Zeile 2 in Tabelle 4.1.

(2) Für eine 50-jährige geplante Nutzungsdauer sollten die Dauerhaftigkeitsanforderungen der EN 1995-1-1:—⁵ angewendet werden; dies schließt ein, dass von den Anforderungen in 4.1.2.2 abgewichen wird hinsichtlich:

- Dicke von Bahnen;
- Schutz/Durchdringung der wesentlichen tragenden Bauteile mit Holzschutzmitteln;
- Schutz von Befestigungselementen, Verbindungselementen und anderen Stahlelementen vor Korrosion (die 50-Jahres-Werte [in eckigen Klammern] in Tabelle 6.2 dürfen verwendet werden).

(3) Unter bestimmten regionalen und lokalen Bedingungen können einfachere Schutzmaßnahmen möglich sein, wenn sie sich als ausreichend erweisen, oder anderfalls, falls erforderlich, nachweislich zu höheren Anforderungen führen.

(4) Austauschbare Konstruktionen und zusätzliche tragende Bauteile oder Teile von Konstruktionen, die so konstruiert sind, dass sie leicht ersetzt werden können, müssen als austauschbare Teile mit einer Mindestnutzungsdauer von 25 Jahren eingestuft werden (Zeile 3 der Tabelle 4.1).

4.1.2.4 Austauschbare Tragwerke oder Teile von Tragwerken

(1) Nach EN 1990 sollten tragende und nichttragende Teile, die nicht für die geplante Nutzungsdauer einer Brücke ausgelegt sind, austauschbar sein, siehe EN 1990.

ANMERKUNG 1 Beispiele für austauschbare Tragwerksteile und -elemente sind in EN 1990:2023, 4.5 aufgeführt.

ANMERKUNG 2 Zu Anforderungen an austauschbare Teile siehe EN 1990:2023, A.2.3 (2).

(2) Zusätzliche tragende Bauteile von Holzbrücken (z. B. Geländer, Bohlen), die für den Austausch ausgelegt sind, müssen als austauschbare Teile eingestuft werden.

ANMERKUNG 1 Mindestnutzungsdauer von 25 Jahren; siehe Zeile 3 in Tabelle 4.1.

ANMERKUNG 2 Dies schließt Bauteile einer geschützten Brücke ein.

(3) Austauschbare Tragwerke oder Teile von Tragwerken dürfen ohne Witterungsschutz errichtet werden, wenn Werkstoffe mit höherer Dauerhaftigkeit verwendet werden.

4.1.2.5 Vorübergehende (temporäre) Bauwerke und ungeschützte Holzbauteile

(1) Eine niedrigere Nutzungsdauer darf verwendet werden für

- vorübergehende (temporäre) Bauwerke und
- ungeschützte Holzbrücken.

ANMERKUNG Mindestnutzungsdauer von 10 Jahren; siehe Zeile 4 in Tabelle 4.1.

4.1.3 Robustheit

(1) Die in EN 1990 festgelegten Anforderungen an die Robustheit sollten gelten.

ANMERKUNG Siehe EN 1990:2023, 4.4.

(2) Für die Mindestabmessungen von tragenden Holzbauteilen sollten die Angaben in Tabelle 4.2 berücksichtigt werden.

ANMERKUNG Die in Tabelle 4.2 angegebenen Mindestabmessungen dienen dazu, die Standsicherheit über die geplante Nutzungsdauer, die Dauerhaftigkeit und die praktische Robustheit der Bauteile während des Baus zu erreichen.

Tabelle 4.2 — Mindestabmessungen von tragenden Holzbauteilen für Holzbrücken

	Tragende Bauteile	Kleinstes Querschnitts- maß mm	Kleinste Querschnitts- fläche mm²
1	Hauptträger aus Vollholz (Festigkeitsklasse < D50), Brettschichtholz, blockverklebtes Brettschichtholz, Brettsperrholz (CLT), geklebtem Furnierschichtholz (GLVL) oder Balkenschichtholz (mit Ausnahme von Fachwerkträgern und Balken in Holzdeckplatten)	115	23 000
2	Bauteile aus Sperrholz oder Furnierschichtholz (LVL)	90	20 000
3	einteilige Stäbe	40	4 800
4	einzelne Elemente von zusammengesetzten Bauteilen	30	3 600
5	Knotenbleche und Laschen sowie Stege aus Sperrholz (mit mindestens fünf Lagen)	12	a
6	lasttragender Belag aus einer einzigen Schicht Vollholz	30 ^b	—
7	lasttragender Belag aus Holzwerkstoffplatten (Sperrholz, LVL und GLVL)	20	—
a Mindestdicke der Knotenbleche und Laschen: 120 mm.			
b Zu diesem Wert sollte gegebenenfalls eine Verschleißschichtdicke nach Tabelle 6.1 hinzugerechnet werden.			

(3) Widerlager und Pfeiler sollten mit Erdungselektroden mit ausreichender Kapazität für die Installation eines Blitzschutzes oder anderer Erdungsanforderungen versehen werden.

ANMERKUNG Blitzschlag kann erhebliche Schäden an Holz verursachen; siehe EN 1995-1-1:—⁵, 4.1.1.

4.2 Grundsätze der Bemessung nach Grenzzuständen

(1) Alle maßgeblichen Bemessungssituationen müssen berücksichtigt werden, einschließlich der maßgeblichen Abschnitte der Errichtungsphase.

4.3 Basisvariablen

4.3.1 Einwirkungen und Umgebungseinflüsse

4.3.1.1 Allgemeines

(1) Bei der Bemessung von Brücken zu berücksichtigende Einwirkungen sollten aus den entsprechenden Teilen von EN 1991 entnommen werden.

(2) Bei Fußgängerbrücken darf ein Verkehrsband für Windeinwirkungen vernachlässigt werden – es sei denn, EN 1991-1-4:—⁹, Tabelle E.8 muss für die Bauhöhe und die Brüstung berücksichtigt werden.

ANMERKUNG Siehe EN 1991-1-4:—⁹, E.6.2.1 (5)

(3) Bei Fußgängerbrücken sollten Windeinwirkungen nicht mit Verkehrslasten (gr_1 , gr_2 und F_{wk}) kombiniert werden.

ANMERKUNG Bei einer Kombination von Windeinwirkung und Verkehrslasten wird daher der Kombinationsbeiwert für Windlasten nach EN 1990:2023, A.2.6.5, $\psi_0 = 0,1$ gesetzt, außer für CC3, es sei denn, der Nationale Anhang gibt keine anderen Zuordnungen für die Verwendung in einem Land vor.

(4) Bei Fußgängerbrücken sollten die Kräfte auf dem Handlauf der Fußgängerbrüstung nach EN 1991-2:—¹⁰, 6.8 (3) nur lokal und nicht im Gesamtmodell berücksichtigt werden.

(5) Bei Fußgängerbrücken darf Q_{fwk} , wie in EN 1991-2:—¹⁰ angegeben, auch für die Last eines Huftrittes von Pferden berücksichtigt werden, wo dies maßgeblich ist.

(6) Sofern keine genaueren Werte verfügbar sind, darf die Schwankung des Feuchtegehalts für Brücken aus HBV-Bauteilen nach CEN/TS 19103 bestimmt werden.

ANMERKUNG Zu allgemeinen Ansätzen siehe E.3.2 (2), gültig für „alle“ Situationen.

4.3.1.2 Feuchtegehalt

(1) Es muss sichergestellt sein, dass der nach EN 13183-2 gemessene Gleichgewichtsfeuchtegehalt mc 24 % nicht überschreitet.

ANMERKUNG 1 Ein biologischer Angriff kann von einem lokal höheren Bereich ausgehen, z. B. von einem höheren Oberflächenfeuchtegehalt oder von Feuchtekonzentrationen an Fugen oder Rissen. Daher kann der angegebene Grenzwert mit einer NKL 3 verknüpft werden und deckt die Unsicherheit, dass nicht an der Stelle mit dem höchsten Feuchtegehalt gemessen wurde, ab.

ANMERKUNG 2 Ein Befall mit holzerstörenden Pilzen (Pilzbefall) tritt erst oberhalb der Fasersättigung (Holzfeuchte von 23 % bis 25 % [Eiche] oder 28 % bis 32 % [andere]) auf. Der empfohlene Grenzwert von 20 % Gleichgewichtsfeuchte enthält daher einen Sicherheitsabstand.

⁹ In Entwicklung.

¹⁰ In Vorbereitung. Stufe zum Zeitpunkt der Veröffentlichung: FprEN 1991-2:2023.

4.3.1.3 Klassen der Lasteinwirkungsdauer

(1) Für veränderliche Einwirkungen durch Fahrzeug- und Fußgängerverkehr sowie durch Temperaturänderungen müssen die Klassen der Lasteinwirkungsdauer angegeben werden.

ANMERKUNG Tabelle 4.3 (NDP) enthält Beispiele für die Zuordnung veränderlicher Lasten der Lasteinwirkungsdauer, sofern im Nationalen Anhang keine anderen Werte angegeben sind.

Tabelle 4.3 (NDP) — Klasse der Lasteinwirkungsdauer und Beispiele für die Zuweisung der Lasteinwirkungsdauer

Beispiel für Lasten	Klasse der Lasteinwirkungsdauer	Größenordnung der akkumulierten Dauer der charakteristischen Lasteinwirkung
unterschiedliche bleibende Verformung	ständig	länger als 10 Jahre
Schwankungen des Feuchtegehalts Temperatur (gleichmäßig)	mittel	1 Woche bis 6 Monate
Verkehrslasten Temperatur (Gradient) anfängliche Vorspannkräfte senkrecht zur Faser	kurz	kürzer als 1 Woche

(2) Quellung und Schwindung senkrecht zur Faser müssen berücksichtigt werden.

(3) Längenänderungen infolge von Änderungen des Feuchtegehalts und der Temperatur dürfen vernachlässigt werden, außer bei HBV-Brücken.

ANMERKUNG Zu Maßänderungen aufgrund von Änderungen des Feuchtegehalts und der Temperatur siehe Anhang E.

(4) Bei HBV-Brücken darf von quasi-konstanten Umwelteinflüssen ausgegangen werden, wenn die Feuchtebewegung verzögert wird und die Bauteile als geschützte Bauteile entworfen werden.

ANMERKUNG 1 Die Vereinfachung von 7.2 (2) wird für zusätzliche Randbedingungen eingeführt.

ANMERKUNG 2 Zu quasi-konstanten Umwelteinflüssen siehe CEN/TS 19103:2021, 5.1.

4.3.1.4 Nutzungsklassen (NKL)

(1) Geschützte Bauteile sollten der Nutzungsklasse NKL 2 nach EN 1995-1-1:—⁵ zugeordnet werden.

ANMERKUNG 1 Die Nutzungsklasse NKL 2 ist durch eine gemessene Gleichgewichtsfeuchte von $mc \leq 20 \%$ gekennzeichnet. Bei einer kumulierten Zeit von bis zu drei Monaten je Jahr kann der mc-Wert höher sein, siehe 6.1.2.

ANMERKUNG 2 Die Anforderungen in 6.2 und 6.1.3 stellen NKL 2 sicher.

(2) Ungeschützte tragende Bauteile müssen innerhalb der Grenzen der Nutzungsklasse NKL 3 liegen. Unter Berücksichtigung der Fasersättigung sollte der Feuchtegehalt $mc \leq 24 \%$ sein.

ANMERKUNG Eine Gleichgewichtsfeuchte von $mc \leq 24 \%$ kann dadurch erreicht werden, dass Wasser abläuft und eine Wasseransammlung vermieden wird.

4.3.2 Bemessung für erdbebengefährdete Gebiete – Duktiles Verhalten

(1) EN 1998-2:—⁸ muss für Holzbrücken in erdbebengefährdeten Gebieten angewendet werden.

ANMERKUNG Der informative Anhang C in diesem Dokument enthält ergänzende Informationen zu EN 1998-2:—⁸, Anhang C, bezüglich Lagern in erdbebengefährdeten Gebieten und Holzbrücken mit geringer Erdbebeneinwirkung.

4.4 Nachweis durch das Verfahren der Teilsicherheitsbeiwerte

(1) Die Regeln für die Bemessungswerte der Einwirkungen und die Bemessungswerte der Werkstoffeigenschaften müssen EN 1995-1-1:—⁵ entsprechen.

5 Werkstoffe

5.1 Holz

(1) Je nach Verwendbarkeit in der jeweiligen Nutzungs- und Gebrauchsklasse dürfen für tragende Bauteile die folgenden Werkstoffe verwendet werden:

- Vollholz (ST-c, ST-d);
- keilgezinktes Vollholz (KVH, en: FST);
- Balkenschichtholz (GST);
- Brettschichtholz (GLT-c, GLT-d);
- blockverklebtes Brettschichtholz (BGLT);
- Massivholzplatten (SWP);
- Brettsperrholz (CLT);
- Furnierschichtholz (LVL-P-c, LVL-P-d);
- geklebtes Furnierschichtholz mit Parallelfurnieren (GLVL-P-c, GLVL-P-d);
- geklebtes Furnierschichtholz mit Querstreifenfurnieren (GLVL-C-c, GLVL-C-d);
- Sperrholz (PLY-c, PLY-d) mit mindestens fünf Lagen.

ANMERKUNG Die Gebrauchsklassen GK berücksichtigen die örtlichen Gegebenheiten eines Bauteils und sind in EN 335 definiert (wie z. B. in Anhang D dargestellt).

(2) Bei Brücken sollten die Lamellen von CLT schmalseitenverklebt sein.

ANMERKUNG Nach EN 1995-1-1:—⁵ ist CLT auf die Nutzungsklassen NKL 1 und NKL 2 beschränkt.

(3) In den Konstruktionsunterlagen muss angegeben werden, dass die Lamellen in CLT schmalseitenverklebt sein sollten.

(4) In der Nutzungsklasse NKL 3 dürfen für die wesentlichen tragenden Bauteilen keine Werkstoffe verwendet werden, die gegenüber Umwelteinflüssen empfindlich sind.

5.2 Beton

- (1) Soweit nicht gesondert angegeben, gilt EN 1992-1-1:—¹ für Betonbauteile und Bewehrung in Beton.
- (2) Die im Vergleich zu Gebäuden erhöhten Anforderungen an den Beton von Brücken müssen nach EN 1992-1-1:—¹ berücksichtigt werden.
- (3) Für die Bemessung von HBV-Bauteilen sollten Betonfestigkeitsklassen nach EN 206 verwendet werden, die nicht niedriger als C 12/15 und LC 12/13 und nicht höher als C 60/75 und LC 60/66 sind.

5.3 Stahl

- (1) Für Stahlteile gilt EN 1993-2:—⁴.

5.4 Befestigungselemente

- (1) Stäbe und Stangen als Vorspannsysteme müssen EN 1992-1-1:—¹ und EN 1993-1-11:—³ entsprechen.

ANMERKUNG Siehe EN 1992-1-1:—¹, 5.3.1.

- (2) Axial belastete Nägel, Klammern und Nagelplatten aus Metall dürfen für lasttragende Bauteile in Holzbrücken nicht verwendet werden.

ANMERKUNG Die Erfahrungen mit dieser Art von Verbindungen sind nicht sehr gut, möglicherweise aufgrund von Schwankungen des Feuchtegehalts, die der Reibungswiderstand mit der Zeit verändern.

- (3) Für lasttragende Teile müssen Teile und Verbindungselemente aus Kohlenstoffstahl die folgenden Mindestabmessungen erfüllen:

- Durchmesser von Nägeln und Schrauben: $d \geq 4 \text{ mm}$;
- lasttragende Bleche aus nichtrostendem Stahl auf Fußgängerbrücken: $t \geq 2 \text{ mm}$;
- alle anderen Stahlplatten: $t \geq 3 \text{ mm}$.

ANMERKUNG 1 Diese Anforderung unterstützt die Standsicherheit über die geplante Nutzungsdauer, die Dauerhaftigkeit und die Robustheit der Bauteile während des Baus.

ANMERKUNG 2 EN 1993-1-1:2022, 4.4.3 (4) und (5), enthält Regeln für die Nenndicke von lasttragenden Stahlteilen von 3 mm und geringeren Dicken bis zu 1,5 mm, die für Holzbrücken nicht gelten.

- (4) Blockscherversagen als baulicher Versagensmechanismus sollte vermieden werden.

- (5) Verbindungen dürfen verstärkt werden, um ein duktiles Verhalten sicherzustellen.

5.5 Faser-Polymer-Verbundwerkstoff

- (1) Die Bemessung von tragenden Bauteilen und Komponenten, einschließlich Faser-Polymer-Verbundtragwerken, muss den Regeln von EN 1990 entsprechen.

ANMERKUNG CEN/TS 19101 enthält spezielle Bemessungsregeln für Faser-Polymer-Verbundtragwerken, die mit EN 1990 übereinstimmen.

- (2) Die Konstruktion von Profilen und Sandwichelementen aus Faser-Polymer-Verbund-Deckschichten und Balsa als Kernmaterial muss den Regeln in EN 1990 entsprechen.

ANMERKUNG CEN/TS 19101 enthält spezielle Bemessungsregeln für Faser-Polymer-Verbundtragwerken, die mit EN 1990 übereinstimmen.

(3) Der Nachweis der Bemessung von tragenden Bauteilen und Komponenten von Faser-Polymer-Verbundtragwerken muss folgendes umfassen:

- Interaktion der axialen Druckkräfte und Biegemomente in einem Faser-Polymer-Verbundbauteil oder einer -komponente;
- Schubversagen des Faser-Polymer-Verbundbauteils oder der -komponente;
- Interaktion des Faserrissversagens.

ANMERKUNG Zugspannungen senkrecht zur Klebefuge können z. B. infolge innerer Zwangskräfte auftreten (aufgrund des unterschiedlichen hygrothermischen Verhaltens von Holz und Faser-Polymer-Verbundwerkstoffen und des unterschiedlichen Kriechverhaltens von Faser-Polymer-Verbundwerkstoffen).

(4) Es darf ein Nachweis gegen ein oberflächennahes Versagen im Holz oder im Faser-Polymer-Verbund durchgeführt werden.

ANMERKUNG Wenn keine Werte aus anderen Normen verfügbar sind, dürfen die Zugfestigkeit und die Schubfestigkeit des Faser-Polymer-Verbundbauteils oder der -komponente durch Versuche bestimmt werden. Diese Bemessung durch Prüfung ist in vielen Ländern Gegenstand nationaler Regelungen.

(5) Die folgenden Nachweise sollten für Verbindungen zwischen Carbon-Faser-Streifen oder glasfaserfreien Faser-Polymer-Verbundstreifen und Holz durchgeführt werden:

- Schubversagen des Klebstoffs zwischen Holz und Faser-Polymer-Verbundbauteil oder -komponente;
- Haftversagen des Klebstoffs;
- Interaktion von Schub und Zug senkrecht zur Klebefuge bei Holz;
- Schubversagen des Holzes;
- Interaktion von Zug- und Biegeversagen des Holzes.

ANMERKUNG Maßgebliche Europäische Bewertungsdokumente (EAD) enthalten Bemessungsregeln für Verbindungen zwischen Carbon-Faser-Streifen oder glasfaserverstärkten Polymerstreifen und Holz.

6 Dauerhaftigkeit

6.1 Konstruktive Maßnahmen

6.1.1 Allgemeines

(1) Die allgemeinen konstruktiven Maßnahmen für Bauteile, die nicht mit Grund-, Süß- oder Meerwasser in Berührung kommen, müssen EN 1995-1-1:—⁵ entsprechen, sofern nicht anders festgelegt.

ANMERKUNG Siehe EN 1995-1-1:—⁵, 6.2.

(2) Die Auswirkungen von Materialschädigung, Korrosion oder Ermüdung auf tragende Bauteile sollten durch geeignete Detailplanung, Werkstoffauswahl und Korrosionsschutzsysteme verhindert werden.

ANMERKUNG Entsprechende Details sind in Anhang D aufgeführt.

(3) Rissbildung infolge behinderter Quell- und Schwindverformung senkrecht zur Faser muss berücksichtigt werden.

ANMERKUNG Risse, die durch feuchtebedingte Spannungen verursacht werden, können die Haltbarkeit von Bauteilen erheblich verringern.

(4) Brücken sollten wartungsarm beziehungsweise wartungsfreundlich gestaltet sein.

ANMERKUNG 1 Hinsichtlich der Zugänglichkeit für Erhaltung und Inspektion siehe 6.4 und Anhang B.

ANMERKUNG 2 Beispiele für wartungsarme Konstruktionen sind integrale Konstruktionen, wasserdichte Fahrbahnübergänge und die Verwendung einer wasserdichten Abdichtung.

(5) Für die Instandsetzung sowie für Inspektion und Erhaltung muss die technische Dokumentation für die Brücke im Ist-Zustand erstellt werden, die mindestens folgende Angaben enthält:

- geplante Nutzungsdauer;
- Kontaktangaben (während der Bauzeit) aller Beteiligten;
- technische Informationen über die Brücke, einschließlich Brückenklasse, Lasten, Bemessungsnormen.

(6) Besondere klimatische Einflüsse (wie z. B. relative Luftfeuchte einschließlich Diffusions- und Konvektionsvorgänge, Witterung) und bestehende Kontakte (während der Bauzeit) aller Beteiligten dürfen genannt werden.

6.1.2 Geschützte Bauteile

(1) Witterungseinflüsse sollten bei der Konstruktion von geschützten Bauteilen berücksichtigt werden

ANMERKUNG 1 Beispiele für geschützte Holzbrücken sind in Bild 3.1 dargestellt.

ANMERKUNG 2 Anhang D enthält weitere Anleitungen und Beispiele für die Gestaltung von Details.

(2) Für die Nutzungsklasse NKL 2 darf der gemessene Feuchtegehalt in geschützten Bauteilen den entsprechenden repräsentativen Gleichgewichtsfeuchtegehalt an keinem Punkt überschreiten.

ANMERKUNG Für die Nutzungsklasse NKL 2 sind Feuchtegehalte bis zu $mc = 24 \%$ für eine kumulierte Zeit von bis zu drei Monaten je Jahr zulässig. Siehe 4.3.1.4 für allgemeine Regeln zu mc für die Nutzungsklasse NKL 2.

(3) Bei der Planung der Fuge und Verbindung zwischen Holz- und Betonbauteilen in einem HBV-Bauteil sollte die relative Luftfeuchte innerhalb der Grenzen der Nutzungsklasse NKL 2 liegen.

(4) Holzbauteile müssen vor unzulässiger Feuchtezunahme geschützt werden.

ANMERKUNG Die Rücktrocknung kann durch ausreichende Belüftung sichergestellt werden.

(5) Holzbauteile oder -bauwerke sollten mit einem Feuchtegehalt eingebaut werden, der in etwa dem erwarteten Feuchtegehalt mc_{use} während der Nutzung entspricht.

ANMERKUNG Eine Abweichung von $\pm 3 \%$ mc_{use} innerhalb eines Bauteils über die geplante Nutzungsdauer kann erwartet werden.

(6) Werkstoffe mit hoher Dauerhaftigkeit, wie einige Nadel- oder Laubholzarten, modifiziertes Holz, Hölzer mit ausreichender Holzschutzbehandlung oder Holzmodifikation, dürfen in der Gebrauchsklasse GK 2 ungeschützt verwendet werden, wenn sie die erforderliche Dauerhaftigkeitsklasse DK erreichen.

ANMERKUNG 1 Holz und Holzwerkstoffe mit einer hohen Dauerhaftigkeit gehören zur Dauerhaftigkeitsklasse DK 1 „sehr dauerhaft“ oder DK 2 „dauerhaft“ nach EN 350 und können ungeschützt verwendet werden.

ANMERKUNG 2 Laubhölzer wie Buche, Birke und Pappel sind nicht dauerhaft (Dauerhaftigkeitsklasse DK 5).

(7) Die Oberflächen der geschützten Bauteile müssen vor Feuchte geschützt werden.

ANMERKUNG 1 Bauteile, die sich unter einem Dachüberstand mit einer mindestens 30° gegen die Vertikale geneigten Regeneinfalllinie befinden, können als vor Feuchte geschützt angesehen werden, sofern die örtlichen klimatischen Bedingungen nichts anderes erfordern.

ANMERKUNG 2 An einer windigen Küste oder in Tälern wurde ein Winkel von 70° zur Senkrechten registriert.

6.1.3 Feuchteschutz von Holz und Holzwerkstoffen

(1) Die Ansammlung von Feuchte durch abfließendes Wasser muss verhindert werden.

ANMERKUNG Besonders zu beachten sind die Bereiche in der Nähe des Hirnholzes, der Verbindungen und Anschlüsse.

(2) Die Unterseite von Nadelholzbauteilen muss mit Tropfkante oder geneigt ausgebildet sein, damit Wasser abtropfen kann.

(3) Eine ausreichende natürliche Belüftung aller Holzbauteile muss durch die Wahl einer geeigneten Geometrie des Tragwerks und eines angemessenen Abstands zwischen den Bauteilen sichergestellt werden.

ANMERKUNG Ein Beispiel für Mindestquerschnitte und -abstände ist in Anhang D angegeben.

(4) Es sollten Maßnahmen zur Begrenzung der nachteiligen Auswirkungen von Kondenswasser vorgesehen werden.

ANMERKUNG 1 Kondenswasser kann auf allen Oberflächen auftreten, auch auf der Rückseite und der Unterseite.

ANMERKUNG 2 Zu den Maßnahmen können z. B. eine Belüftung zwischen den Holzbauteilen und Schutzmaßnahmen wie Bekleidungen gehören.

(5) Überbauabdichtungen oder ähnliche Schutzsysteme an geschützten Bauteilen dürfen nicht von Befestigungselementen durchdrungen werden.

6.2 Wassermanagement

6.2.1 Allgemeines

(1) Tragende Bauteile müssen vor abfließendem Wasser und vor der Ansammlung von Regenwasser auf ebenen Flächen geschützt werden.

ANMERKUNG Von Dächern oder Deckplatten ablaufendes Regenwasser kann darunter liegende Bauteile befeuchten; das Ausmaß der Befeuchtung kann durch Winddruck und Turbulenzen verstärkt werden. Mögliche Lösungen sind Regenrinnen/Bordkanten, die für einen kontrollierten Abfluss sorgen, oder eine angemessene Bekleidung. Siehe auch Anhang D.

(2) Um stehendes Wasser auf Brückendeckplatten zu vermeiden, sollte das Mindestgefälle in Längs- und/oder Querrichtung 2,5 % betragen, wobei langfristige Verformungen zu berücksichtigen sind.

ANMERKUNG Regenwasser von angrenzenden Straßen und Plätzen kann abgeleitet und daran gehindert werden, auf die Oberfläche der Brücke zu gelangen.

(3) Lasttragende Holzbauteile müssen vor Spritzwasser von Geländeoberflächen geschützt werden.

(4) Für alle Holzbauteile sollte ein Mindestabstand von 0,5 m zu Rasen, Boden, Fundament bzw. zu begehbaren Flächen vorgesehen werden.

(5) Vegetation um Holzbauteile herum muss vermieden werden.

ANMERKUNG 1 Dies kann durch die Befestigung des Geländes erreicht werden.

ANMERKUNG 2 Dichter Bewuchs und Spritzer vom Straßenverkehr können dazu führen, dass eine Holzoberfläche weniger schnell trocknet.

(6) Holzbauteile müssen vor Spritzwasser, Schmutz, Laub und Splitt geschützt werden.

ANMERKUNG 1 Dies kann durch eine Abdichtung, einen Witterungsschutz, z. B. durch Bekleidungen, und geeignete Konstruktionsdetails erreicht werden; siehe Anhang D.

ANMERKUNG 2 Feuchte kann vom Verkehr (siehe Anhang D) oder von der Nutzung, z. B. beim Skifahren, herrühren. Dies kann auch dazu führen, dass korrosive Stoffe wie Streusalz im Tragwerk eingeschlossen werden.

(7) Besondere Expositionsarten, z. B. direkt über bestimmten feuchten Zonen wie Wasserfällen, müssen berücksichtigt werden.

ANMERKUNG Siehe Anhang D.

(8) Ein Mindestabstand von 1 m zum durchschnittlichen Wasserstand und 1 m zu Bewuchs sollte bis zur Unterkante für alle Holzbauteile sichergestellt sein.

(9) Der Witterungsschutz muss so entworfen werden, dass die dahinter liegenden Bauteile leicht überprüft werden können.

6.2.2 Feuchteschutz von Holzdeckplatten durch Versiegelung

(1) Die folgenden Empfehlungen und Entwurfsregeln sollten für Abdichtungssysteme zum Schutz der Holzdeckplatten von Brücken gelten.

(2) Hölzerne (Fahrbahn-)Decks von Fußgänger- und Straßenverkehrsbrücken, die Feuchte ausgesetzt sind, sollten mit einem Abdichtungssystem geschützt werden.

ANMERKUNG Decks, die aus Bohlen aus Laubholz oder Lärchenholz bestehen, sind üblicherweise ungeschützt und benötigen daher kein Abdichtungssystem.

(3) Bei offenen Fußgänger- und Straßenverkehrsbrücken müssen alle Bauteile des Primärbauwerks geschützt werden.

(4) Bei Straßenbrücken sollte eine ausreichende Schubverbindung des Abdichtungssystems mit der Holzdeckplatte sichergestellt sein.

ANMERKUNG Ausreichende Wechselwirkungen von Schub und Zug senkrecht zur Haftfläche beim Holz können durch die Verwendung einer Grundierung oder eines Primers sichergestellt werden.

(5) Auf Fußgängerbrücken dürfen schwimmende Abdichtungssysteme verwendet werden.

(6) Die schwimmend verlegte Fläche sollte durch streifenförmige Verbindungen zur Deckplatte auf höchstens 200 m² begrenzt werden.

ANMERKUNG Die Trennung der Abdichtung von der Holzdeckplatte durch eine Glasmatte oder Membran führt zu einer ungewollten Schubverbindung zwischen den beiden Schichten.

(7) Das Abdichtungssystem auf einer Holzplatte darf auf Abstandsbohlen liegen, die auf den wesentlichen tragenden Bauteilen angebracht sind, so dass diese gut belüftet bleiben und leicht kontrolliert und überwacht werden können.

(8) Betondeckplatten von Fußgänger- und Straßenverkehrsbrücken müssen mit einer wasserundurchlässigen Schicht versehen sein.

ANMERKUNG Beton ist üblicherweise ohne jeglichen Schutz nicht wasserundurchlässig genug, da Wasserdampf durch die Deckplatte eindringt.

(9) Holz und Holzwerkstoffe dürfen als Nutzschicht von Fußgänger- und Straßenverkehrsbrücken verwendet werden.

(10) Wenn der Belag direkt dem Verkehr ausgesetzt ist, muss die in der Statik verwendete Dicke um eine zusätzliche Verschleißdicke t_v nach Tabelle 6.1 erhöht werden.

Tabelle 6.1 — Mindestwerte der Verschleißschichtdicke t_v von Holz- und Holzwerkstoff-Nutzschichten

	Brückendeckplatten für	Oberfläche aus Nadelholz mm	Oberfläche aus Laubholz ^a mm
1	Straßenbrücken	20	10
2	Fußgängerbrücken ^b	10	5
^a mittlere Dichte $\geq 500 \text{ kg/m}^3$			
^b einschließlich Radweg- und Skibrücken			

6.2.3 Abdichtungssysteme

(1) Für die Abdichtung von Brückendeckplatten gelten die Regeln für Bitumenbahnen mit Trägereinlage in EN 14695.

ANMERKUNG EN 14695 gilt für Abdichtungen, die mit der Betondecke verklebt und mit Asphalt überdeckt werden.

(2) Es sollte eine Polymer-Bitumen-Abdichtungsbahn verwendet werden, siehe Bild 6.1.

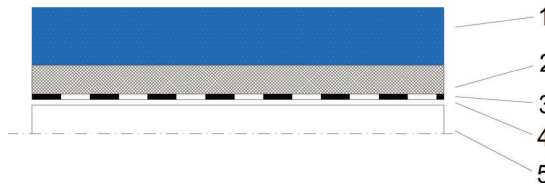
(3) Andere wasserabweisende Werkstoffe wie Flüssigkunststoffe dürfen verwendet werden, wenn sie sich bewährt haben.

ANMERKUNG Zu anderen wasserabweisende Werkstoffe siehe Literaturhinweise.

(4) Gussasphalt nach EN 12970 sollte verwendet werden, um eine Schutzschicht (oder Tragschicht) und eine Deckschicht sicherzustellen.

ANMERKUNG 1 Gussasphalt wird in Bild 6.1 und auch in den Beispielen in Anhang D behandelt.

ANMERKUNG 2 Die Verwendung von Walzasphalt bei Holzbrücken kann aufgrund des für eine stabile Asphalttschicht erforderlichen Verdichtungsgrades Probleme verursachen.



Legende

- 1 Deckschicht aus Gussasphalt
- 2 Schutzschicht (Tragschicht) aus Gussasphalt
- 3 auf der Holzdeckplatte befestigte Abdichtungsmembran
- 4 Grundierung oder luftdichte Abdichtung
- 5 Holzdeckplatte

Bild 6.1 — Beispiel für ein Abdichtungssystem mit Gussasphalt

(3) Die folgenden Maßnahmen sollten ergriffen werden, um Blasenbildung zu vermeiden:

- Verwendung von Additiven zur Verringerung der Schmelztemperatur des Asphalts;
- Begrenzung der Dicke der Asphaltschutzschicht auf höchstens 25 mm.

ANMERKUNG Beim Gießen des heißen Gussasphalts kann es zu Blasenbildung kommen, da das darunter liegende Holz Wasserdampf abgibt.

6.3 Schutz von Stahlelementen vor Korrosion

(1) Der Korrosionsschutz von Befestigungs- und Verbindungselementen sollte EN 1995-1-1:—⁵ entsprechen. Der Korrosionsschutz anderer Stahlteile sollte nach EN 1993-2:—⁴ und EN 1993-1-4:—² erfolgen.

ANMERKUNG In EN 1995-1-1:—⁵, siehe 6.3 und Tabelle 6.1, Tabelle 6.2 und Tabelle 6.3.

(2) Der Korrosionsschutz für lasttragende Stahlteile, einschließlich der Träger und Anschlussbleche, bei Holzbrücken muss für alle folgenden Punkte geeignet sein:

- die Nutzungsklasse NKL in der Brücke;
- die Kategorie für Korrosionsbeständigkeit an der Atmosphäre C_E der Atmosphäre, die eine exponierte Stahloberfläche umgibt;
- die Kategorie für Korrosionsbeständigkeit im Holz T_E des Holzes in direktem Kontakt mit einer Stahloberfläche.

ANMERKUNG Zu Kategorien für Korrosionsbeständigkeit an der Atmosphäre siehe EN 14592.

(3) Für jedes Stahlbauteil oder jede metallische Verbindungsstruktur muss das höhere Korrosionsschutzniveau verwendet werden, das entweder in der Kategorie für Korrosionsbeständigkeit an der Atmosphäre oder in Holz erforderlich ist.

(4) Der Korrosionsschutz für lasttragende Stahlteile bei Holzbrücken sollte Tabelle 6.2 entsprechen.

(5) Gegebenenfalls sollte eine Spannungskorrosion in Betracht gezogen werden.

(6) Andere Werkstoffgüten dürfen verwendet werden, siehe EN 1993-1-4:—² für nichtrostenden Stahl und z. B. EN ISO 2081 oder EN 10346 oder EN ISO 14713-1 mit EN ISO 1461 für verzinkte Beschichtung für Stahl und EN ISO 10684 für metrische Schrauben.

ANMERKUNG 1 Tabelle 6.2 enthält Beispiele für den Korrosionsschutz für verschiedene Kategorien für Korrosionsbeständigkeit in Holz (T_E -Kategorien) und an der Atmosphäre (C_E -Kategorien) für Holzbrücken (im Freien) mit einer geplanten Nutzungsdauer von 100 Jahren (und 50 Jahren, sofern von den beteiligten Parteien vereinbart).

ANMERKUNG 2 Stahlteile, die sich innerhalb des Holzquerschnitts befinden, können im Vergleich zu tragenden Stahlbauteilen, die leicht überprüft werden können, nicht leicht geprüft werden. Für diese Stahlteile sind zusätzliche Schutzmaßnahmen erforderlich. Die zusätzlichen Schutzmaßnahmen für in Holz eingebettete Stahlteile sind in den Werten der Tabelle 6.2 enthalten.

ANMERKUNG 3 Die Korrosionsbeständigkeit wird im Allgemeinen als ausreichend angesehen,

- wenn geeignete nichtrostende Stähle verwendet werden;
- wenn die Dicke der hergestellten Stahlelemente 4 mm größer ist, als es die Tragwerksplanung erfordert, und die Elemente durch eine Zinkbeschichtung mit einer Minstdicke von nicht weniger als 55 μm mit einer geeigneten Chromatierungsbeschichtung (z. B. farbige Chromatierungsbeschichtung) gegen Korrosion geschützt sind.

Tabelle 6.2 — Beispiele für Mindestanforderungen an die Dicke von Zinküberzügen und Arten von nichtrostenden Stählen

Situation	Kategorie der Korrosionsbeständigkeit im Holz ^a T_E	Kategorie der Korrosionsbeständigkeit an der Atmosphäre ^b C_E	Typische atmosphärische Exposition ^c (informativ)	Beispiele für die	
				Mindestzinkschichtdicke ^d	nicht-rostende Stahlsorte (Typ) ^e
geschützter Außenbereich mit Möglichkeit der Verschmutzung (NKL 2 und NKL 3)	T_{E3}/T_{E4}	C_{E2}	$L_{\text{sea}} > 10 \text{ km}$ $L_{\text{street}} > 100 \text{ m}$ und/oder gering verschmutztes Gebiet ($< 5 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{SO}_2$)	T_{R3} : 40 μm^f (n/a^g bei T_{E4}) (20 μm^f [55 μm bei T_{E4}]) ^h	CRC II (z. B. 1.4301)
	T_{E3}/T_{E4}	C_{E3}	$10 \text{ km} > L_{\text{sea}} > 3 \text{ km}$ $100 \text{ m} > L_{\text{street}} > 10 \text{ m}$ und/oder mittelmäßig verschmutztes Gebiet ($5 \mu\text{g}/\text{m}^3 \leq \text{SO}_2 \leq 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	C_{R3} : 110 μm [80 μm] ^h	CRC III (e.g. 1.4401)
	T_{E3}/T_{E4}	C_{E4}	$3 \text{ km} > L_{\text{sea}} > 0,25 \text{ km}$ $L_{\text{street}} < 10 \text{ m}$ und/oder stark verschmutztes Gebiet ($30 \mu\text{g}/\text{m}^3 < \text{SO}_2 \leq 90 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	C_{R4}^b : n/a^g [110 μm] ^h	CRC III (e.g. 1.4401)
	T_{E3}/T_{E4}	C_{E5}	$L_{\text{sea}} < 0,25 \text{ km}$ und/oder sehr stark verschmutztes Gebiet ($90 \mu\text{g}/\text{m}^3 < \text{SO}_2$)	C_{R5}^b : n/a^g	CRC III (z. B. 1.4529)

Situation	Kategorie der Korrosionsbeständigkeit im Holz ^a	Kategorie der Korrosionsbeständigkeit an der Atmosphäre ^b	Typische atmosphärische Exposition ^c (informativ)	Beispiele für die	
	T _E	C _E		Mindestzinkschichtdicke ^d	nicht-rostende Stahlsorte (Typ) ^e
ständiger Kontakt mit Grund- oder Süßwasser (NKL 4) ⁱ	T _E 5	n/a ^g	Bei T _E 5/SC4 insbesondere bei Meerwasser, sollte jeder Fall einzeln bewertet werden.	C _R 5 ^b : n/a ^g	CRC III bis CRC V
^a Die Kategorien der Korrosionsbeständigkeit in Holz T_E3, T_E4 und T_E5 entsprechen EN 1995-1-1:—⁵, Tabelle 6.1. ^b Die Kategorien der Korrosionsbeständigkeit an der Atmosphäre C_E2, C_E3, C_E4 und C_E5 entsprechen EN 1995-1-1:—⁵, Tabelle 6.2 und Tabelle 6.3. ^c Die angegebenen Werte für SO₂ sind nur Richtwerte und können variieren. <i>L_{sea}</i> gibt die Entfernung zum Meer an. Die tatsächliche Exposition hängt von der vorherrschenden Windrichtung und der Topografie der Küste gegenüber Salzwasser ab, z. B. Atlantik, Nordsee, Ostsee, Mittelmeer, Schwarzes Meer, Irische See <i>L_{street}</i> gibt die Entfernung von mit Streusalz beaufschlagten Straßen mit starkem Verkehr an. ^d reiner Zinküberzug und feuerverzinkter Überzug T_R3 ist die Holzwiderstandsklasse nach EN 1995-1-1:—⁵, 6.3. C_R sind die Korrosionsbeständigkeitsklassen für metallische Befestigungs- und Verbindungselemente aus Kohlenstoffstahl nach EN 1995-1-1:—⁵, 6.3. ^e Die Mindestkorrosionsbeständigkeitsklasse für die nichtrostende Stahlsorte muss nach EN 1993-1-4:—² festgelegt werden. ^f Die Cr(III)-Passivierung kann eine Verringerung der Zinkschichtdicke um 25 % und die Cr(VI)-Passivierung um 50 % ermöglichen. ^g nicht anwendbar ^h in eckigen Klammern für Holzbrücken mit einer geplanten Nutzungsdauer von 50 Jahren ⁱ Bei ständigem Kontakt mit Meerwasser in T_E5/NKL 4 sollte jeder Fall einzeln bewertet werden.					

(7) Kontaktkorrosion muss berücksichtigt werden.

(8) Zur Verminderung der Korrosion sollten die der Witterung ausgesetzten Kontaktflächen (z. B. Flanschplatten zwischen Quer- und Hauptträger) mit einer ausreichenden Hinterlüftung versehen werden. Ist eine Hinterlüftung der Kontaktflächen weder möglich noch sinnvoll, sollten die gefährdeten Kanten dauerhaft gegen das Eindringen von Feuchte geschützt werden (z. B. durch Bekleidungen).

(9) Zur Verminderung der Korrosion sollten die folgenden Maßnahmen in Betracht gezogen werden:

- Wasserablauföffnungen für Schlitzplatten;
- von Stahlplatten abtropfendes Wasser weit genug weg von der Holzoberfläche;
- Isolierung verschiedener Metallarten zur Vermeidung galvanischer Korrosion.

6.4 Prüfung und Erhaltung von Holzbrücken

(1) Soweit nicht besonders angegeben, gilt EN 1990 für Prüfung und Erhaltung, EN 1992-1-1:—¹ für Betonteile und EN 1993-2:—⁴ für Stahlteile.

ANMERKUNG Siehe EN 1990:2023, A.2.5.

(2) Bei der Tragwerksplanung sollte die vorgesehene Erhaltung während der geplanten Nutzungsdauer des Bauwerks berücksichtigt werden, um eine angemessene Dauerhaftigkeit zu erreichen.

(3) Das Bauwerk muss so konstruiert sein, dass die Oberflächen und Verbindungen der wesentlichen tragenden Holzbauteile überprüft und gewartet werden können.

ANMERKUNG Holzbauwerke bedürfen Prüfung und Erhaltung, um sicherzustellen, dass die Schutzmaßnahmen funktionsfähig bleiben, und somit die Anforderungen an die Dauerhaftigkeit während der geplanten Nutzungsdauer erfüllt werden.

(4) Der Feuchtegehalt muss in kritischen Bereichen leicht zu kontrollieren sein.

ANMERKUNG Ein Beispiel für die Einfachheit der Überwachung/Prüfung ist in Abschnitt D.6 aufgeführt.

7 Statische Berechnung

7.1 Holzplatten aus Lamellen

7.1.1 Systemsteifigkeit, numerische Analyse

(1) Für Holzplatten aus faserparallel angeordneten Lamellen gilt die Systemsteifigkeit nach EN 1995-1-1:—⁵.

ANMERKUNG Siehe EN 1995-1-1:—⁵, Anhang U.

(2) Bei Holzplatten aus zusammengespannten Lamellen von Brücken (siehe Bild 8.1) sollten Schubverformungen berücksichtigt werden.

(3) Für unidirektionale Holzplatten aus faserparallel angeordneten Lamellen mit Systemeigenschaften sollte die numerische Analyse nach EN 1995-1-1:—⁵ erfolgen.

ANMERKUNG Siehe EN 1995-1-1:—⁵, Anhang V.

7.1.2 Wirksame Belastungsfläche für vertikale Einzellasten

(1) Für vertikale Einzellasten sollte eine wirksame Belastungsfläche in Bezug auf die Mittelebene der Holzdeckplatte angenommen werden, siehe EN 1995-1-1:—⁵.

ANMERKUNG Siehe EN 1995-1-1:—⁵, Anhang U.

(2) Wenn in EN 1995-1-1:—⁵ kein Verteilungswinkel gegenüber der Horizontalen für die Holzplatte aus Lamellen $\theta_{\text{load},2}$ angegeben ist, sollte er als Winkel β aus EN 1991-2:—¹⁰ übernommen werden.

ANMERKUNG Siehe EN 1991-2:—¹⁰, 6.3.

7.2 Holz-Beton-Verbundbauteile (HBV)

(1) Der Einfluss des Kriechens auf die Spannungsverteilung im HBV-Querschnitt sollte berücksichtigt werden.

ANMERKUNG Zu HBV-Brücken siehe Bild 3.1 und Bild D.4.1 und wie in Anhang D als Beispiel dargestellt.

(2) Für die Bemessung von HBV-Brücken sollte die Änderung der Kriechkoeffizienten für Beton aus Tabelle A.1 entnommen werden.

(3) HBV-Brücken müssen für die erwartete jährliche Schwankung des Feuchtegehalts $\Delta m_c = m_{c_{\max}} - m_{c_{\min}}$ ausgelegt sein.

(4) Bei großen Querschnitten darf Δm_c bei der Auslegung vernachlässigt werden, wenn Gleichung (7.1) erfüllt ist.

$$\min(b_{\text{mean}}; 2 \cdot H) > 1\,000 \text{ mm} \quad (7.1)$$

Dabei ist

b_{mean} der Mittelwert der Breite des Querschnitts;

H die Dicke des Querschnitts (siehe Bild 3.2).

(5) Das γ -Verfahren nach EN 1995-1-1:—⁵ und CEN/TS 19103 sollte nicht für die Analyse von Brücken mit ungleichmäßig verteilten Lasten und festem Ende oder Stützmomenten an den Befestigungspunkten der Verbinder verwendet werden.

ANMERKUNG 1 In EN 1995-1-1:—⁵ ist das γ -Verfahren in I.1.2 angegeben. In CEN/TS 19103:2021 ist das γ -Verfahren in Anhang B angegeben.

ANMERKUNG 2 Bei Brücken können die Lasten erheblich von der bei dem γ -Verfahren angenommenen Halbsinus-Lastverteilung abweichen. Außerdem kann insbesondere bei Kervenverbindungen die Verteilung der Schubsteifigkeit in der Zwischenschicht zwischen Holz und Beton entlang der Brücke nicht, wie bei dem γ -Verfahren angenommen, als gleichmäßig verteilt angesehen werden.

(6) Verbindungen sollten unter einer charakteristischen Lastkombination nicht plasifizieren.

(7) Der Beton sollte im linear-elastischen Bereich und hauptsächlich unter Druck bleiben.

(8) Risse im Beton sollten berücksichtigt werden.

ANMERKUNG Siehe CEN/TS 19103:2021, 7.1.1.

(9) Die Betonsteifigkeit infolge von Rissen darf bei kurzen HBV-Brücken (Stützweite $< 15 \text{ m}$) auf 80 % der Steifigkeit im ungerissenen Zustand reduziert werden, wenn die Zugversteifung vollständig berücksichtigt wird.

ANMERKUNG Dieser Wert gilt für HBV-Querschnitte mit einem Beton-Holz-Dickenverhältnis von 1 : 2 bis 1 : 3.

(10) Die Verformbarkeit der Verbindung in HBV-Tragwerken sollte berücksichtigt werden.

(11) Für die Detailgestaltung gelten 8.2.3 und 8.2.4.

7.3 Andere Verbundbauteile

(1) Für Balken und Stützen aus mechanisch zusammengefügt Querschnittsteilen muss der Bemessungswert der Zugkraft $F_{t,Ed}$ zwischen den Querschnittsteilen und senkrecht zur Fuge nach Gleichung (7.2) berechnet werden:

$$F_{t,Ed} = 0,1 F_{v,Ed} \quad (7.2)$$

Dabei ist

$F_{v,Ed}$ der Bemessungswert der Schubkraft zwischen den Querschnittsteilen.

(2) Bei Verbundbauteilen sollte der Einfluss des Fugenschlupfes bei der statischen Berechnung berücksichtigt werden.

ANMERKUNG Zu Holzdeckplatten siehe 8.1.

(3) Die wirksame Breite b_{ef} darf mit Hilfe von EN 1995-1-1:—⁵, Anhang U, Gleichung (U.12) und den in Tabelle 7.1 angegebenen Werten für $b_{w,system}$ berechnet werden.

Tabelle 7.1 — Breite $b_{w,system}$ zur Bestimmung der wirksamen Breite einer einfeldrigen Holzdeckplatte

Holzdeckplattensystem	$b_{w,system}$ mm
mechanisch verbundene Holzdeckplatte	100
Holzplatte aus zusammengespannten Lamellen oder Brettschichtholzplatte	300
Brettsperrholzplatte	500
HBV-Deckplatte	600

7.4 Bohlen

(1) Durchlaufende Bohlen dürfen als Einfeldträger berechnet werden.

(2) Durchlaufende Bohlen dürfen als Durchlaufträger berechnet werden, wenn die Nachgiebigkeit der Unterstützung berücksichtigt wird.

(3) Erforderlichenfalls müssen die (Holz-)Bohlen durch konstruktive Maßnahmen gegen Abheben gesichert werden.

(4) Die Stützweite L der Bohlen sollte als der lichte Abstand zwischen den Unterstützungen plus 100 mm berechnet werden, jedoch nicht größer als der Achsabstand (Stützweite in Längsrichtung der Bohle).

ANMERKUNG Die Stützweite L ist die Längsrichtung der Bohle.

(5) Erforderlichenfalls muss das Zusammenwirken mit den Unterstützungen (Trägerrostwirkung) berücksichtigt werden.

7.5 Integrale Brücken

(1) Für integrale Brücken müssen die Regeln in EN 1990:2023, A.2.7.10 angewendet werden.

7.6 Aussteifungen

(1) Die Bauteilkräfte von seitlichen Aussteifungssystemen (siehe Bild 3.3) sollten unter Berücksichtigung der anfänglichen Imperfektion der Bauteile und des Schlupfes der Befestigungselemente in den Verbindungen berechnet werden.

(2) Bei Fußgängerbrücken mit Stützweiten $L \leq 12$ m dürfen bei der Bemessung der seitlichen Aussteifungen Lasten aus der Tragwirkung des Gesamtsystems entfallen.

7.7 Lager

(1) Für Lager müssen die in EN 1990:2023, Anhang G, angegebenen Regeln angewendet werden.

(2) Die Brücke muss so konstruiert sein, dass sie bei allen Lastkombinationen auf den Lagern bleibt.

ANMERKUNG Abhebende als auch Querkräfte können unter Nutzlasten oder Erdbebeneinwirkungen auftreten; siehe Abschnitt C.6.

8 Grenzzustände der Tragfähigkeit

8.1 Holzdeckplatten

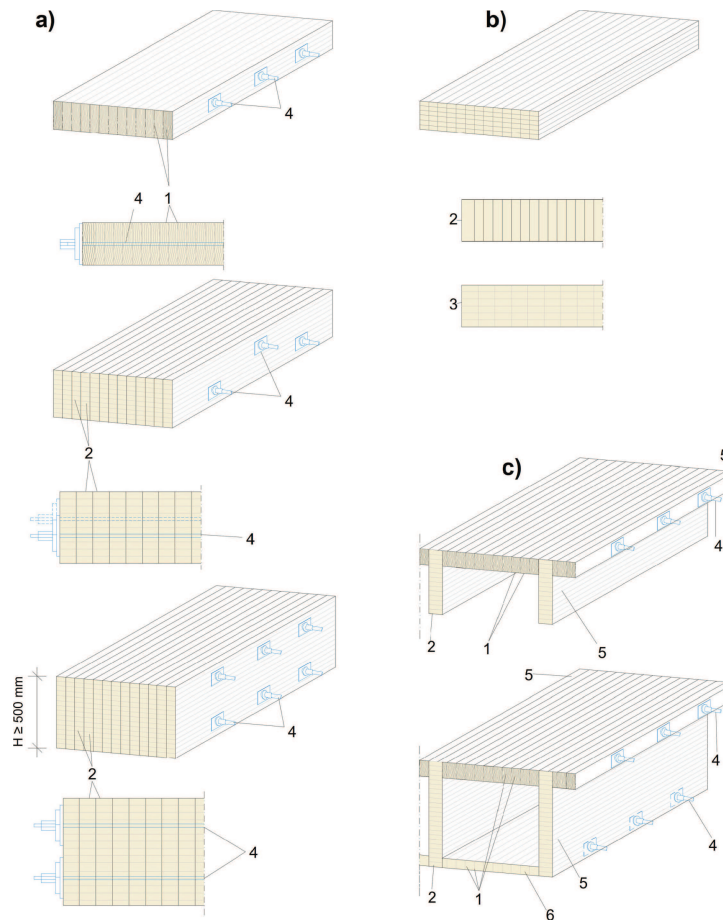
8.1.1 Systemfestigkeit

(1) Es gelten die in EN 1995-1-1:—⁵, Anhang U angegebenen einschlägigen Regeln.

(2) Für Holzplatten aus zusammengespannten Lamellen oder Brettschichtholzplatten nach Bild 8.1 a) und b) und mechanisch befestigte Holzplatten aus Lamellen nach Bild 8.1 c) sollte der Systemfestigkeitsbeiwert k_{sys} wie in EN 1995-1-1:—⁵ angenommen werden.

ANMERKUNG 1 Zu mechanisch verbundenen Holzplatten aus Lamellen siehe EN 1995-1-1:—⁵, Zeile 1 von Bild 8.27.

ANMERKUNG 2 Zu Holzplatten aus zusammengespannten Lamellen oder Brettschichtholzplatten siehe EN 1995-1-1:—⁵, Zeile 2 von Bild 8.27.



Legende

- a) Träger aus Vollholzlamellen oder Schichtholz, zusammengespannt, nebeneinander angeordnet, mit Querschnitt
- b) Träger aus Brettschichtholz oder blockverklebten Brettschichtholz, übereinander angeordnet, mit möglichen Querschnitten
- c) zusammengespannte HHolzdecks als T-Träger oder Kastenträger
- 1 Vollholzbalken
- 2 Brettschichtholzbalken
- 3 blockverklebter Brettschichtholzträger
- 4 Stab oder Spannglied zur Vorspannung
- 5 Brettschichtholz-/GLVL-Balken als Steg
- 6 (Holz-)Bohlen, GLVL- oder Brettschichtholzbalken als Flansch

Bild 8.1 — Beispiel für Holzdeckplatten aus Lamellen

8.1.2 Holzplatten aus zusammengespannten Lamellen bei Brücken

(1) In Bereichen, die Einzellasten ausgesetzt sind, sollte die kleinste langfristige Restdruckkraft $F_{p,min}$, die auf die Vorspannung zwischen den Lamellen zurückzuführen ist, größer als 80 kN/m sein.

(2) Für Deckplatten mit einer Dicke von mehr als 500 mm sollten zwei Reihen von Spannstäben verwendet werden [siehe Bild 8.1 a)].

(3) Die anfängliche Vorspannkraft sollte als der Wert $F_{p,min}$ multipliziert mit 2,0 für Brettschichtholz oder mit 2,5 für gesägtes Vollholz angenommen werden, um langfristige Spannungsverluste auszugleichen, vorausgesetzt, dass

- die Lamellen zum Zeitpunkt des Vorspannens auf einen Feuchtegehalt von höchstens 16 % getrocknet sind,
- die Schwankungen des Feuchtegehalts in der Holzdeckplatte während der Nutzung durch angemessene Schutzmaßnahmen, z. B. eine Abdichtungsschicht, begrenzt werden,
- eine angemessene Verankerung für das Vorspannsystem verwendet wird und
- es ein Erhaltungsprogramm für das Vorspannsystem gibt, um langfristige Verluste zu überwachen, einschließlich regelmäßiger Prüfungen und mehrmaliger Nachspannung des Vorspannsystems während der geplanten Nutzungsdauer.

(4) Die Druckspannung senkrecht zur Faserrichtung unterhalb der Verankerungsplatten sollte nach EN 1995-1-1:—⁵ nachgewiesen werden.

ANMERKUNG Siehe EN 1995-1-1:—⁵, 8.1.6.

(5) Massive Brückendeckplatten dürfen als durchgehend gestützte Bauteile betrachtet werden.

(6) Die Höhe h darf mit 280 mm angenommen werden. k_{mat} darf auf Fall B eingestellt werden; siehe EN 1995-1-1:—⁵, Tabelle 8.1.

(7) Für kreisförmige Ankerplatten darf $l_{c,90}$ als das 0,75-Fache des Radius r der kreisförmigen Platte angenommen werden.

ANMERKUNG Zu $l_{c,90}$ siehe EN 1995-1-1:—⁵, 8.1.6.1 (4).

8.2 HBV-Brückenbauwerke

8.2.1 Balken und Platten – Überprüfung von Verbundquerschnitten

(1) Solange keine genauere Bewertung vorliegt, sollte die Zugversteifung des Betons bei der Tragwerksplanung vernachlässigt werden, da die Steifigkeitsverteilung einen erheblichen Einfluss auf die Kräfte in Verbundbauteilen hat.

ANMERKUNG Die Zugversteifung berücksichtigt die erhöhte Steifigkeit der Bewehrung durch den umgebenden Beton zwischen den Rissen.

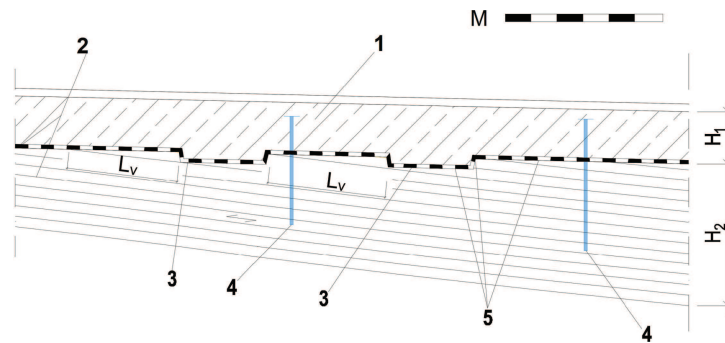
(2) Die Betonplatte sollte nach EN 1992-1-1:—¹ unter besonderer Berücksichtigung der Kompatibilität der Dehnungen im Grenzzustand der Tragfähigkeit (ULS; en: ultimate limit state) bei Berücksichtigung der Tragfähigkeit der Bewehrung bemessen werden.

ANMERKUNG Siehe CEN/TS 19103:2021, 7.1.1.

(3) Die zweiachsige Lastabtragung sollte bei der Bemessung der Betonplatte berücksichtigt werden und nicht in der Zwischenschicht zwischen Holz und Beton oder an den Flächen des Verbundes.

(4) Für einen Holzträger, der keine konstante Höhe hat, sollte die Länge L_v nach CEN/TS 19103 wie in Bild 8.2 gezeigt angenommen werden.

ANMERKUNG Siehe CEN/TS 19103:2021, Gleichung (10.6) (c).



Legende

- M Schutzschicht (siehe 5 unten)
- 1 Holz
- 2 Beton
- 3 Kervenverbindung
- 4 Bewehrungsstahl (z. B. eingeklebte Bewehrung, stiftförmige Verbindungsmittel – meist mit Kappe)
- 5 Schutz gegen das Eindringen von Wasser aus dem Zementmörtel
- H_1 Dicke der Platte eines Beton-Holz-Verbund-Bauteils
- H_2 Dicke des Holzelements eines Beton-Holz-Verbund-Bauteils
- L_v Länge des Holzes vor der Kerve

Bild 8.2 — Beispiel einer Kervenverbindung mit einem Winkel zwischen Faserrichtung und Unterkante der Betonplatte

(5) Bei direkter Verbindung zwischen Holz und Beton durch eingeklebte Bewehrung oder stiftförmige Verbindungsmittel sollte der Seileffekt nicht angewendet werden.

ANMERKUNG Zu eingeklebten Stäben siehe EN 1995-1-1:—⁵, Abschnitt 11 und Anhang B.

8.2.2 Geklebte HBV-Brücken

(1) Der für den Verbund zwischen Holz und Betonfertigteilen verwendete Klebstoff muss alle Hohlräume zwischen den Beton- und Holzteilen ausfüllen.

ANMERKUNG 1 Unebene Oberflächen an der Schnittstelle zwischen Beton- und Holzteilen können zu unbeabsichtigten Fugen führen.

ANMERKUNG 2 Das Verkleben von zwei Werkstoffen ist in vielen Ländern Gegenstand nationaler Regelungen.

(2) Der Klebstoff muss stark genug sein, um sicherzustellen, dass ein Versagen im Holz- oder Betonteil und nicht in der Zwischenschicht zwischen Holz und Beton auftritt.

(3) Die Eignung des Klebstoffs für die Verklebung von Holz und Beton und seine Dauerhaftigkeit müssen in einer Europäischen Technischen Produktspezifikation geregelt werden.

(4) Soweit für die Verwendung des Klebstoffs erforderlich, müssen die Oberflächen vorbereitet werden, z. B. durch einfaches Schleifen des Holzes oder Sandstrahlen des Betons.

ANMERKUNG Die Ebenheit oder Reinigung der Oberfläche oder der Feuchtigkeitsgehalt des Holzes können maßgeblich sein.

(5) Die Verifizierung der Bemessung muss nach den Regeln CEN/TS 19103 für Biegeträger erbracht werden.

ANMERKUNG 1 CEN/TS 19103 gibt Hinweise darauf, welche Dehnungen und Spannungen an verschiedenen Stellen in den Querschnitten auftreten.

ANMERKUNG 2 Für einen einfeldrigen Brückenträger beispielsweise umfassen die maßgeblichen Nachweise:

- Interaktion von Druck- und Biegeversagen des Betons;
- Schubversagen des Betons;
- Interaktionen von Schub und Zug senkrecht zur Klebefuge auf dem Beton;
- Schubversagen des Klebstoffs oder Klebemörtels;
- Haftversagen des Klebstoffs;
- Interaktionen von Schub und Spannung senkrecht zur Klebefuge auf dem Holz;
- Schubversagen des Holzes;
- Interaktion von Zug- und Biegeversagen des Holzes.

(6) Der Nachweis gegen ein oberflächennahes Versagen im Holz oder im Beton sollte unter Berücksichtigung der Wechselwirkung von Schub- und Zugspannungen senkrecht zur Fuge geführt werden.

(7) Wenn keine Werte aus anderen Normen vorliegen, darf die Schubfestigkeit des Betons durch Versuche ermittelt werden. Diese Bemessung durch Prüfung ist in vielen Ländern Gegenstand nationaler Regelungen.

ANMERKUNG Zugspannungen senkrecht zur Klebefuge können z. B. durch innere Zwangskräfte auftreten (unterschiedliches hygrothermisches Verhalten von Holz und Beton, Schwinden des Betons).

(8) Zusätzlich zu den üblichen HBV-Nachweisen muss eine Überprüfung der geklebten Verbundfuge durchgeführt werden, um ein Versagen der Verbindung auszuschließen.

8.2.3 Detailgestaltung der Oberfläche und des Querschnitts der Brücke

(1) Die Detailgestaltung der Oberfläche der Brücke muss den Anforderungen von 6.1.4.1 (6) und 6.1.4.2 entsprechen.

(2) Die Nulllinie des Verbundquerschnitts sollte sich bei voller Verbundwirkung ($K_{\text{ser}} = \infty$) innerhalb des Holzbauteils befinden.

ANMERKUNG Üblicherweise ist diese Bedingung erfüllt, wenn die Dicke des Holzbauteils mindestens das Doppelte der Dicke des Betonbauteils beträgt.

(3) Die Dicke der Betonplatte sollte zwischen 100 mm und 400 mm betragen.

8.2.4 Detailgestaltung der Schubverbindung

(1) Die Beton- und Holzteile dürfen sich nicht trennen.

(2) Die Betondeckung der Bewehrung sollte die Anforderungen der EN 1992-1-1:—¹ für die angegebene Expositionsklasse erfüllen.

(3) Wenn aus Gründen der Dauerhaftigkeit eine Überdeckung des Befestigungselements erforderlich ist, sollte die nach EN 1992-1-1:—¹ erforderliche Nennüberdeckung c_{nom} der Bewehrung aus Gleichung (8.1) abgeleitet werden:

$$c_{\text{nom}} \geq \max\{20 \text{ mm}; c_{\text{min,dur}} + 5 \text{ mm}\} \quad (8.1)$$

Dabei ist

$c_{min,dur}$ die Mindestbetondeckung für die Dauerhaftigkeit der Stahlbewehrung nach EN 1992-1-1:—¹.

ANMERKUNG Der Hauptunterschied zwischen der Gleichung (8.1) und EN 1992-1-1:—¹ besteht darin, dass die Δc zur Abdeckung der Ungenauigkeit beim Einbau der Bauteile auf 5 mm statt 15 mm festgelegt ist. Der Grund dafür ist, dass die Variabilität des Kopfes der Verbinder kleiner ist als die Variabilität der Position der Bewehrung.

(4) Die Bewehrung in Betonplatten sollte in zwei Lagen eingebaut werden.

(5) Die untere Bewehrung sollte unterhalb des Kopfes oder der Verankerung des Betonstahls eingebaut werden.

(6) Die obere Bewehrungslage sollte näher an der Oberseite des Betons verlegt werden, um Oberflächenrisse zu vermeiden.

ANMERKUNG Der Zweck der Bewehrung besteht darin, die Rissbildung zu kontrollieren, um die Integrität der Verbindung aufrechtzuerhalten, und zu diesem Zweck muss die untere Bewehrungslage dicht am Holz angebracht werden.

(7) Schweißverbindungen zwischen den Bewehrungsstäben sollten vermieden werden, es sei denn, es wird nachgewiesen, dass die Schweißverbindung keinen Einfluss auf die Tragfähigkeit, die Steifigkeit oder den Widerstand gegen Ermüdung hat.

9 Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit

9.1 Irreversible Verformung von Holzplatten aus zusammengespannten Lamellen

(1) Die Vorspannkkräfte nach Abzug der Verluste müssen so groß sein, dass keine irreversiblen Verschiebungen zwischen den Lamellen in der Deckplatte auftreten.

(2) Es muss nachgewiesen werden, dass für eine charakteristische Lastkombination keine Lücken zwischen zusammengespannten Lamellen infolge von Querbiegemomenten vorhanden sind.

(3) Die Anforderung in Gleichung (9.1) sollte für jede beliebige Position in der Deckplatte für eine charakteristische Lastkombination erfüllt sein:

$$\sqrt{\left(\frac{F_{v,z,d}}{\mu_{90}}\right)^2 + \left(\frac{F_{v,x,d}}{\mu_0}\right)^2} \leq F_{p,min,d} \quad (9.1)$$

Dabei ist

$F_{v,z,d}$ der Bemessungswert der Schubkraft je Längeneinheit, verursacht durch vertikale Einwirkungen;

$F_{v,x,d}$ der Bemessungswert der Schubkraft je Längeneinheit, verursacht durch horizontale Einwirkungen, wie z. B. Wind oder schräges Bremsen;

μ_{90} der statische Wert der Reibungszahl senkrecht zur Faser;

μ_0 der statische Wert der Reibungszahl parallel zur Faser;

$F_{p,min,d}$ der Bemessungswert der kleinsten langfristigen Restdruckkraft je Längeneinheit aufgrund der Vorspannung.

ANMERKUNG Kräfte aus der Verwindung der Deckplatte können bei der Überprüfung der kleinsten langfristigen Restdruckkraft infolge der Vorspannung ausgeschlossen werden.

(4) EN 1995-1-1:—⁵ die Reibungszahlen μ an den Grenzflächen Nadelholz-Nadelholz und Nadelholz-Beton können der EN 1995-1-1:—⁵ entnommen werden.

ANMERKUNG Siehe EN 1995-1-1:—⁵, Abschnitt U.4.

(5) Ein Versagen der Fasern hinter der Ankerplatte muss verhindert werden.

ANMERKUNG Bei Schichtholz führt eine maximale Druckspannung von 4 N/mm^2 üblicherweise nicht zum Versagen der Fasern. Ankerplatten, die sich am Ende der Lamellen befinden, haben eine geringere Tragfähigkeit.

(6) Verformungen in Querrichtung aufgrund von Schwankungen des Feuchtegehalts über die Höhe der Deckplatte sollten bei Brücken mit Holzplatten aus zusammengespannten Lamellen über den Auflagern berücksichtigt werden.

9.2 Durchbiegungen

(1) Durchbiegungen infolge von Verkehrs- und Windeinwirkungen sollten geprüft und begrenzt werden, um unerwünschte dynamische Einwirkungen durch den Verkehr, die Verringerung von Grenzabständen, die Rissbildung in Belagsschichten oder erhebliche Auswirkungen auf die Oberflächenentwässerung zu vermeiden.

ANMERKUNG 1 Die Durchbiegungen von Holzbrücken sind im Allgemeinen größer als die von Brücken aus Stahl oder Beton, was auf den relativ niedrigen E-Modul von Holz und den für Holzverbindungen typischen relativ niedrigen Verschiebungsmodul zurückzuführen ist.

ANMERKUNG 2 Der Bereich der Grenzwerte für Balken, Platten oder Fachwerke mit einer Stützweite L und der unterstrichene empfohlene Wert sind in Tabelle 9.1 angegeben, sofern im Nationalen Anhang keine anderen Werte angegeben sind.

Tabelle 9.1 (NDP) — Grenzwerte der Durchbiegungen für Balken, Platten und Fachwerke aus Holz

Einwirkung (häufige Lastkombination)	Grenzbereiche	
	vertikal	horizontal
Verkehrslasten auf Straßenbrücken	<u>L/500</u> bis L/650	—
geringe Verkehrsbelastung auf Fußwegen, Radwegen und Fußgängerbrücken	<u>L/500</u> bis L/900	—
Windkräfte	—	<u>L/600</u> bis L/1 500

(2) Die größte elastische Verformung unter variabler Belastung sollte für den Komfort der Nutzer festgelegt werden.

(3) Die Berücksichtigung von Kriechverformungen darf vernachlässigt werden.

(4) Die Anforderungen für langfristige Verformungen unter Dauerbelastung einschließlich Kriecheffekten sollten berücksichtigt werden.

(5) Die Überhöhung sollte mindestens so groß sein wie die Langzeitverformung, die durch ständige Lasten und quasi-ständige Anteile von Verkehrslasten verursacht werden.

(6) Vor allem aus ästhetischen Gründen sollten flache Brücken eine Überhöhung erhalten.

ANMERKUNG Siehe zusätzliche Grenzwerte in 6.2.1 (2).

(7) Um eine lokale Beschädigung des Abdichtungssystems einer Brückendeckplatte zu vermeiden, sollte die Längszugdehnung die charakteristische Dehnbarkeit der Dichtungsbahn nicht überschreiten.

(8) Liegen keine Angaben über die Dehnungsfähigkeit vor, darf ein Wert von 1,5 ‰ in der Oberseite der Deckplatte verwendet werden.

(9) Es sollte eine charakteristische Lastkombination verwendet werden.

9.3 Schwingungen, Dämpfung

9.3.1 Durch Fußgänger verursachte Schwingungen

9.3.1.1 Allgemeines

(1) Die dynamischen Auswirkungen des Fußgängerverkehrs auf Fußgängerbrücken müssen berücksichtigt werden, sofern nichts anderes angegeben ist.

ANMERKUNG Das Ziel ist es, das Risiko einer Resonanz des Bauwerks durch den Fußgängerverkehr zu verringern. Dennoch können sehr leichte Tragwerke ohne Resonanz in einer Weise schwingen, die den Komfort der Fußgänger, die die Brücke benutzen, erheblich beeinträchtigt.

(2) Dynamische Effekte dürfen bei Fußgängerbrücken mit einer Stützweite von bis zu 12 m üblicherweise vernachlässigt werden.

9.3.1.2 Definition der Komfortkategorien (CL)

(1) Es sollten die empfohlenen Komfortkategorien und die entsprechenden zulässigen Beschleunigungen nach EN 1990 verwendet werden.

ANMERKUNG 1 In EN 1990:2023, siehe Anhang H. Die in EN 1990:2023, Tabelle H.1 angegebenen Werte sind aus [37] übernommen.

ANMERKUNG 2 Zusätzliche Erläuterungen zu den Komfortkategorien:

- CL 3 Beschleunigungen, die für Fußgänger praktisch nicht wahrnehmbar sind;
- CL 2 Beschleunigungen, die von Fußgängern gerade noch wahrgenommen werden können;
- CL 1 Beschleunigungen, die für Fußgänger spürbar, aber tolerierbar sind. Bei Brücken, die für die Komfortkategorien CL 1 und CL 0 ausgelegt sind, können starke Schwingungen und große Verformungen auftreten. Der Bauherr oder Eigentümer der Brücke sollte während des Planungsprozesses darauf aufmerksam gemacht werden;
- CL 0 Beschleunigungen, die von Fußgängern stark wahrgenommen werden. CL 0 ist eher in ländlichen, landschaftlich gestalteten und ähnlichen Gebieten mit sehr geringem Fußgängeraufkommen relevant.

(2) Der Eigentümer der Brücke sollte die gewünschte Komfortkategorie für die Fußgängerbrücke angeben.

(3) In Fällen, in denen das Risiko von Resonanzen nach der Berechnung der Eigenfrequenzen der Brückenkonstruktion als vernachlässigbar angesehen wird, darf die Komfortkategorie als angemessen betrachtet werden; siehe 9.3.1.4 (1).

9.3.1.3 Definition von Verkehrsklassen (TC)

(1) Das vereinfachte Modell in 9.3.1.3 bis 9.3.1.6 sollte verwendet werden.

ANMERKUNG 1 Das vereinfachte Modell basiert auf EN 1991-2:—¹⁰, Anhang G.

ANMERKUNG 2 EN 1991-2:—¹⁰, Tabelle G.1 gibt Werte für vier verschiedene dynamische Lastmodelle an; z. B. das Lastmodell für den erwarteten Fußgängerstrom (G.4), ausgedrückt als Fußgängerdichte d auf der belasteten Fläche (Personen P je m^2) – siehe Tabelle 9.2.

ANMERKUNG 3 9.3.1.5 bietet eine vereinfachte Alternative zur vollständigen dynamischen Analyse nach EN 1991-2:—¹⁰, Anhang G. Das vereinfachte Modell in 9.3.2 basiert auf dem Lastmodell des Fußgängerstroms (G.4). Fußgänger- und Jogginggruppen werden nicht berücksichtigt, da sie für die Detailgestaltung nicht entscheidend sind.

ANMERKUNG 4 Für das vereinfachte Modell finden sich in Tabelle 9.2 Erläuterungen zu den Verwendungszwecken, die in der jeweiligen Verkehrsklasse TC gelten.

Tabelle 9.2 — Fußgängerströme für Verkehrsklassen (entnommen aus EN 1991-2:—¹⁰, Tabelle G.1)

Verkehrs- klasse	Beschreibung	Erläuterung	(G.4) Fußgänger- strom P/m^2
TC 1	sehr geringer Verkehr	selten genutzte Fußgängerbrücke; Brücke wurde gebaut, um dünn besiedelte Gebiete zu verbinden	0,1
TC 2	geringer Verkehr	Fußgängerbrücke für die übliche Nutzung; Brücke, die gelegentlich von großen Personengruppen überquert werden darf, aber nie über ihre gesamte begehbbare Fläche belastet wird	0,2
TC 3	dichter Verkehr	städtische Fußgängerbrücke, die bewohnte Gebiete miteinander verbindet; Brücke, die dem Straßenverkehr ausgesetzt ist und in ihrem gesamten zugänglichen Bereich gelegentlich von Fußgängern belastet werden darf; Brücke in der Nähe einer Großveranstaltung	0,5
TC 4	sehr dichter Verkehr	städtische Fußgängerbrücke, die Bereiche mit hoher Fußgängerdichte miteinander verbindet; Brücke z. B. in der Nähe eines Bahnhofs oder einer U-Bahn-Station, eines Sportplatzes oder eines Parks	1,0
TC 5	außergewöhnlich dichter Verkehr	Bereiche mit hoher Fußgängerdichte; Brücke in der Nähe eines Stadions oder eine Brücke auf der Strecke einer öffentlichen Laufsport-Veranstaltung, bei der mit einer großen Anzahl von Zuschauern gerechnet werden darf	1,5

(2) Die dynamische Analyse darf bei Fußgängerbrücken der Verkehrsklasse TC 1 üblicherweise vernachlässigt werden.

(3) Für sehr leichte Fußgängerbrücken, z. B. Balkenbrücken mit Belag aus leichtem Werkstoff, sollte TC 2 gewählt werden, um ein Mindestmaß an Komfort sicherzustellen.

ANMERKUNG 1 Sehr leichte Fußgängerbrücken können hohe Beschleunigungen aufweisen, ohne dass es zu Resonanzen kommt.

ANMERKUNG 2 Das Gewicht einer einzelnen Person beträgt 0,8 kN nach EN 1991-2:—¹⁰, Abschnitt G.7 (2)
ANMERKUNG.

(4) Die geeignete Verkehrsklasse, die sich nach dem zu erwartenden Fußgängerverkehr auf der Brücke richtet, sollte von der zuständigen Behörde festgelegt werden oder, falls dies nicht der Fall ist, von den beteiligten Parteien für ein bestimmtes Projekt vereinbart werden.

9.3.1.4 Bestimmung der Eigenfrequenzen

(1) Bei Holzbrücken sollte die Eigenschwingungsfrequenz des Bauwerks für die Verkehrsklassen TC 2 bis TC 5 ermittelt werden (siehe z. B. Tabelle 9.2). Die Eigenfrequenzen sollten zumindest in der vertikalen Richtung und der horizontalen Querrichtung, gegebenenfalls aber auch in der horizontalen Längsrichtung berechnet werden.

(2) Die Eigenfrequenzen sollten sowohl mit der Masse der leeren Brücke, als auch mit der Masse der belasteten Brücke bestimmt werden.

ANMERKUNG Die Belastung hängt von der Verkehrsklasse ab, siehe z. B. Tabelle 9.2.

(3) Eine Brücke darf als nicht anfällig für unangenehme Schwingungen angesehen werden, wenn alle unten aufgeführten Frequenzbedingungen erfüllt sind:

- ≥ 5 Hz für die erste vertikale Schwingungsart bei einer leeren Brücke;
- ≥ 4 Hz für die erste vertikale Schwingungsart bei einer Brücke mit Fußgängern;
- $\geq 2,5$ Hz für die erste horizontale Querschwingungsart bei einer leeren Brücke;
- ≥ 2 Hz für die erste horizontale Querschwingungsart bei einer Brücke mit Fußgängern.

(4) Alle Schwingungsarten dürfen die in (3) genannten Anforderungen erfüllen.

ANMERKUNG Wenn die erste Eigenfrequenz größer als der Grenzwert ist, sind auch alle anderen Frequenzen größer.

9.3.1.5 Bestimmung von Beschleunigungen

9.3.1.5.1 Allgemeines

(1) Sind die berechneten Eigenfrequenzen für die Verkehrsklassen TC 2 bis TC 5 kleiner als die Werte in 9.3.1.4 (3), so sollten die Beschleunigungen durch eine dynamische Analyse berechnet werden.

(2) Die Berechnung der Beschleunigung für ein allgemeines Holztragwerk darf mit der in EN 1991-2:—¹⁰ angegebenen allgemeinen Verfahren durchgeführt werden, z. B. mit einer instationären dynamischen Analyse unter der Annahme, dass die Brücke über ihre gesamte Aufstandsfläche mit einer gleichmäßig verteilten harmonischen Last belastet wird, die den äquivalenten Fußgängerstrom für die Verkehrsklasse darstellt.

(3) Die Veränderung der Frequenzen und der entsprechenden Dämpfungsverhältnisse bei kalten und warmen Witterungsbedingungen sollte bestimmt werden.

ANMERKUNG 1 Bei der Verwendung von Asphalt als Straßenbelag wird ein signifikanter Unterschied zwischen kalten und warmen Witterungsbedingungen sowohl bei den berechneten vertikalen und horizontalen Frequenzen als auch bei den entsprechenden Dämpfungsverhältnissen festgestellt.

ANMERKUNG 2 Bei kalten Temperaturen führt Asphaltbelag zu einer höheren Frequenz und einem höheren Dämpfungsverhältnis.