

DIN EN 17334

ICS 83.180

Einsprüche bis 2019-01-02

Entwurf**Eingeklebte Stangen in tragenden geklebten Holzprodukten –
Prüfung, Anforderungen und Scherfestigkeitsklassifizierung;
Deutsche und Englische Fassung prEN 17334:2018**

Glued-in rods in glued structural timber products –
Testing, requirements and bond shear strength classification;
German and English version prEN 17334:2018

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2018-11-02 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 nhm@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 Holzwirtschaft und Möbel (NHM), 10772 Berlin, 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 81 Seiten

DIN-Normenausschuss Holzwirtschaft und Möbel (NHM)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 17334:2018) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 193 „Klebstoffe“ erarbeitet, dessen Sekretariat von UNE (Spanien) gehalten wird.

Für die deutsche Mitarbeit ist der Arbeitsausschuss NA 042-04-05 AA „Spiegelausschuss zu CEN/TC 193/SC 1 Holzklebung“ im DIN-Normenausschuss Holzwirtschaft und Möbel (NHM) verantwortlich.

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

Eingeklebte Stangen in tragenden geklebten Holzprodukten — Prüfung, Anforderungen und Scherfestigkeitsklassifizierung

Glued-in rods in glued structural timber products — Testing, requirements and bond shear strength classification

ICS:

Deskriptoren

Dokument-Typ: Europäische Norm
Dokument-Untertyp:
Dokument-Stage: CEN-Umfrage
Dokument-Sprache: D

STD Version 2.9d

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	6
4 Formelzeichen	7
5 Allgemeine Anforderungen	9
6 Klassifizierung	10
7 Bindungsfestigkeit der Klebstoff-Holz-Grenzfläche	10
7.1 Allgemeines	10
7.2 Anforderungen	10
7.2.1 Verbundfestigkeit in der Längszugscherfestigkeitsprüfung	10
7.2.2 Widerstandsfähigkeit gegen Delaminierung	11
7.2.3 Auswirkung der Holzschwindung auf die Scherfestigkeit	11
7.2.4 Auswirkung der Druckscherung und klimatischen Änderungen	11
7.3 Prüfverfahren	11
7.3.1 Bestimmung der Verbundfestigkeit in der Längszugscherfestigkeitsprüfung	11
7.3.2 Bestimmung der Widerstandsfähigkeit gegen Delaminierung	12
7.3.3 Bestimmung der Auswirkung der Holzschwindung auf die Scherfestigkeit	12
7.3.4 Bestimmung der Druckscherung und klimatischen Änderungen	12
8 Verklebungs-Scherfestigkeit verklebter Stahlstangen	12
8.1 Allgemeines	12
8.2 Prüfkörper	12
8.2.1 Aufbau, Abmessungen	12
8.2.2 Holzwerkstoff	13
8.2.3 Stahlstange	14
8.3 Verfahren	15
8.3.1 Herstellung der Verklebung	15
8.3.2 Prüfschemata	16
8.3.3 Prüfverfahren	17
8.4 Angabe der Untersuchungsergebnisse	18
8.5 Bestimmung der erklärten charakteristischen Verklebungs-Scherfestigkeitswerte	19
9 Bestimmung der Verklebungs-Temperaturbeständigkeit	21
9.1 Allgemeines	21
9.2 Prüfkörper	21
9.3 Verfahren	22
10 Verklebungs-Kriechbruchprüfung bei sehr hohem und niedrigem Feuchtegehalt	24
10.1 Allgemeines	24
10.2 Prüfkörper	24
10.3 Verfahren	24
10.4 Anforderung	25
11 Verarbeitungseigenschaften des Klebstoffs	25
11.1 Bestimmung der Gebrauchsdauer unter Referenzbedingungen	25
11.2 Bestimmung der offenen Wartezeit	26

11.3	Bestimmung der Aushärtezeit unter Referenzbedingungen.....	26
11.4	Bestimmung der Dauer bis zum voll ausgehärteten Zustand	26
11.4.1	Allgemeines.....	26
11.4.2	Prüfstücke und Herstellung.....	26
11.4.3	Anzahl und Behandlung der Prüfkörper	28
11.4.4	Prüfverfahren	28
11.4.5	Angabe der Ergebnisse	29
11.4.6	Bestimmung der Dauer bis zum voll ausgehärteten Zustand	29
11.4.7	Angegebene Dauer bis zum voll ausgehärteten Zustand.....	30
12	Prüfbericht.....	30
12.1	Der Klebstoff.....	30
12.2	Vorbereitung der Prüfstücke und Prüfverfahren	31
12.3	Prüfergebnisse	31
Anhang A (informativ)	Auslegungsverfahren für eingeklebte Stangen in GLT, GST, LVL und CLT(1).....	32
A.1	Allgemeines.....	32
A.2	Belastung parallel zur Stangenachse	32
A.3	Laterale Tragfähigkeit eingeklebter Stangen	35
A.4	Kombinierte axiale und laterale Belastung	37
Anhang B (informativ)	Gängige Alternativen für die Klebstofffüllung in Bohrlöchern	38
Literaturhinweise		39

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 17334:2018) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 193 „Klebstoffe“ erarbeitet, dessen Sekretariat von UNE gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt Prüfverfahren für die Bestimmung der Eignung von Zweikomponenten-Epoxid- und Zweikomponenten-Polyurethanklebstoffen für eingeklebte Stahlstangen in Brettschichtholz (GLT, en: glued laminated timber) und in verklebtem Vollholz (GST, en: glued solid timber) nach EN 14080, in Kreuzlagenholz (CLT, en: cross laminated timber) nach EN 16351 und in Furnierschichtholz (LVL, en: laminated veneer lumber) nach EN 14374 fest.

Es legt Leistungsanforderungen und die Bestimmung der charakteristischen Festigkeitswerte der Verklebung für solche Klebstoffe für die Vorfertigung von ausschließlich tragenden Verbindungen von Holz mit Stahlstangen unter Werksbedingungen oder werksähnlichen Bedingungen fest. Dieses Dokument deckt die Leistungsfähigkeit von Klebstoffen für das Kleben vor Ort (außer für werksähnliche Bedingungen) nicht ab.

Mehrere Bestimmungen dieses Dokuments können für die Reparatur und Nachrüstung bestehender Holzkonstruktionen gelten, einschließlich (gerissener/gespaltener) Vollholzbalken. Bei Klebstoffen für die Reparatur vor Ort oder Anwendungen mit Vollholz sind zusätzliche Bestimmungen zu beachten. Derartige Bestimmungen sind nicht Teil dieses Dokuments.

Dieses Dokument deckt außerdem in oberflächenbehandeltes Holz eingeklebte Stangen ab. Nicht abgedeckt sind eingeklebte Stangen in modifiziertem und stabilisiertem Holz mit deutlich verringerten Quellungs- und Schwindungseigenschaften, wie z. B. acetyliertes Holz, wärmebehandeltes Holz, polymerimprägniertes Holz und mit Konservierungsmitteln behandeltes Holz.

Die Verbindungen sind für tragende Holzkonstruktionen vorgesehen, die in den Nutzungsklassen 1 und 2 über einen längeren Zeitraum Temperaturen bis zu 60 °C ausgesetzt sind und die überwiegend statisch oder quasistatisch nach EN 1990 und EN 1991-1-1 belastet werden.

Ein Auslegungsverfahren für eingeklebte Stangen für Holzkonstruktionen ist in einem informativen Anhang A aufgeführt.

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).

EN 302-1, *Klebstoffe für tragende Holzbauteile — Prüfverfahren — Teil 1: Bestimmung der Längszugscherfestigkeit*

EN 302-2, *Klebstoffe für tragende Holzbauteile — Prüfverfahren — Teil 2: Bestimmung der Delaminierungsbeständigkeit*

EN 302-4, *Klebstoffe für tragende Holzbauteile — Prüfverfahren — Teil 4: Bestimmung des Einflusses von Holzschwindung auf die Scherfestigkeit*

EN 302-5, *Klebstoffe für tragende Holzbauteile — Prüfverfahren — Teil 5: Bestimmung der maximalen Wartezeit bei Referenzbedingungen*

EN 302-6, *Klebstoffe für tragende Holzbauteile — Prüfverfahren — Teil 6: Bestimmung der Mindestpresszeit bei Referenzbedingungen*

EN 302-7, *Klebstoffe für tragende Holzbauteile — Prüfverfahren — Teil 7: Bestimmung der Gebrauchsdauer bei Referenzbedingungen*

EN 302-8, *Klebstoffe für tragende Holzbauteile — Prüfverfahren — Teil 8: Statische Belastungsprüfung an Prüfkörpern mit mehreren Klebfugen bei Druck-Scherbeanspruchung*

EN 923, *Klebstoffe — Benennungen und Definitionen*

EN 1990, *Eurocode — Grundlagen der Tragwerksplanung*

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

EN 10080, *Stahl für die Bewehrung von Beton — Schweißgeeigneter Betonstahl — Allgemeines*

EN 13183-1, *Feuchtegehalt eines Stückes Schnittholz — Teil 1: Bestimmung durch Darrverfahren*

EN 14080:2013, *Holzbauwerke — Brettschichtholz und Balkenschichtholz — Anforderungen*

EN 14358, *Holzbauwerke — Berechnung und Kontrolle charakteristischer Werte*

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

EN 16351, *Holzbauwerke — Brettspertholz — Anforderungen*

EN ISO 898-1, *Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen aus Kohlenstoffstahl und legiertem Stahl — Teil 1: Schrauben mit festgelegten Festigkeitsklassen — Regelgewinde und Feingewinde (ISO 898-1)*

EN ISO 3506-1, *Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen aus nichtrostenden Stählen — Teil 1: Schrauben (ISO 3506-1)*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN 923 und die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- IEC Electropedia: unter <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online Browsing Platform: unter <http://www.iso.org/obp>

3.1 Zweikomponenten-Epoxydklebstoff
wärmehärtbares Kunstharz, abgeleitet aus einer exothermen Polymerisationsreaktion einer Epoxidgruppe mit Aminen, Säureanhydriden, Phenolen, Alkoholen oder Thiolen

3.2 Klebstoff aus Zweikomponenten-Polyurethan (PUR)
Urethanpolymere, die durch die Reaktion zwischen Polyol oder Polyamin mit Isocyanat vernetzt sind

3.3 Nutzungsklasse 1
Klimabedingungen, die durch einen Feuchtigkeitsgehalt in den Materialien gekennzeichnet sind, der einer Temperatur von 20 °C entspricht, wobei die relative Feuchte der Umgebungsluft nur für einige Wochen pro Jahr 65 % übersteigt

Anmerkung 1 zum Begriff: In der Nutzungsklasse 1, die typische Innenbedingungen umfasst, übersteigt der durchschnittliche Feuchtegehalt in den meisten Weichhölzern 12 % nicht.

[QUELLE: EN 1995-1-1:2004, 2.3.1.3]

3.4

Nutzungsklasse 2

Klimabedingungen, die durch einen Feuchtigkeitsgehalt in den Materialien gekennzeichnet sind, der einer Temperatur von 20 °C entspricht, wobei die relative Feuchte der Umgebungsluft nur für einige Wochen pro Jahr 85 % übersteigt

Anmerkung 1 zum Begriff: In der Nutzungsklasse 2, die die meisten Außenbedingungen umfasst, übersteigt der durchschnittliche Feuchtegehalt in den meisten Weichhölzern 20 % nicht.

[QUELLE: EN 1995-1-1:2004, 2.3.1.3]

3.5

Klebstofffuge

Klebende Schicht zwischen den Holzelementen

[QUELLE: EN 301:2017, 3.7]

3.6

dicke Klebstofffuge

Klebstofffuge mit Nenndicke im Bereich von 0,3 mm bis 4,0 mm zum Zeitpunkt der Verklebung

Anmerkung 1 zum Begriff: Dicke Klebstofffugen werden durch den Einsatz von Distanzstücken, Nuten oder ähnlichen Vorrichtungen mit einer Dicke von 0,3 mm bis 4,0 mm erreicht, wenn zwei glatte Elemente miteinander verklebt werden.

[QUELLE: EN 301:2017, 3.8, geändert — Die maximale Dicke wurde auf 4 mm erhöht.]

3.7

dünne Klebstofffuge

cc

Klebstofffuge mit einer Dicke von höchstens 0,1 mm

Anmerkung 1 zum Begriff: dünne Klebstofffugen werden durch Zusammenpressen zweier ebener Holzelemente mit einem Klemmdruck von $(0,8 \pm 0,1) \text{ N/mm}^2$ ohne Nuten, Distanzstücke oder ähnliche Vorrichtungen erhalten.

[QUELLE: EN 301:2017, 3.9, geändert — Das Symbol cc wurde hinzugefügt.]

4 Formelzeichen

a	Querschnittslänge des Probehholzes, in Millimeter (mm)
a_{200}	Gleichungsparameter, in Newton pro Quadratmillimeter (N/mm^2)
a_{400}	Gleichungsparameter, in Newton pro Quadratmillimeter (N/mm^2)
a_{500}	Gleichungsparameter, in Newton pro Quadratmillimeter (N/mm^2)
a_{600}	Gleichungsparameter, in Newton pro Quadratmillimeter (N/mm^2)
c_{200}	Gleichungsparameter, in Newton pro Kubikmillimeter (N/mm^3)
c_{500}	Gleichungsparameter, in Newton pro Kubikmillimeter (N/mm^3)
γ_M	Teilsicherheitsbeiwert für veränderliche Einwirkungen unter Berücksichtigung von Modellunsicherheiten und Größenabweichungen
d	Stangen-Nenndurchmesser, in Millimeter (mm)
d_{drill}	Durchmesser des gebohrten Lochs, in Millimeter (mm)

$f_{t,app}$	scheinbare Zugfestigkeit, in Newton pro Quadratmillimeter (N/mm ²)
$F_{t,max}$	Zugversuch-Bruchlast, in Newton (N)
$F_{v,max}$	Blockscherversuch-Bruchlast, in Newton (N)
F_{target}	Ziellast (Temperaturbeständigkeitsprüfung), in Newton (N)
$F_{t,DOL}$	Ziellast (Kriechbruch bei sehr hohem und niedrigem Feuchtegehalt), in Newton (N)
$f_{t,app}$	scheinbare Zugfestigkeit, in Newton pro Quadratmillimeter (N/mm ²)
f_{vr}	Scherfestigkeit der Verklebung in N/mm ² , in Newton pro Quadratmillimeter (N/mm ²)
f_v	Blockscherfestigkeit in N/mm ² (monolithisch klebendes Probehholz), in Newton pro Quadratmillimeter (N/mm ²)
$f_{vr,pref}$	Dichte-korrigierte Scherfestigkeit der Verklebung, in Newton pro Quadratmillimeter (N/mm ²)
$f_{vr,l_a,t_B,k}$	charakteristischer Festigkeitswert der Verklebung (5 % Quantil), in Newton pro Quadratmillimeter (N/mm ²)
$f_{vr,l_a,t_B,mean}$	mittlerer arithmetischer Mittelwert der Festigkeitswerte der Verklebung, in Newton pro Quadratmillimeter (N/mm ²)
$f_{vr,k,dc}$	angegebene charakteristische Scherfestigkeit der Verklebung (5 % Quantil), in Newton pro Quadratmillimeter (N/mm ²)
$k_{d,a}$	Verklebungs-Festigkeitsverhältnis zwischen zwei Klebfugen-Dicken
k_{mod}	Änderungsfaktor für Dauer der Last und Feuchtegehalt
l	Gesamtlänge eines Holzprüfkörpers, in Millimeter (mm)
l_a	Verklebungslänge der Stahlstange, in Millimeter (mm)
$l_{clamping}$	Länge zur Befestigung der Stange in den Klemmen der Prüfmaschine, in Millimeter (mm)
l_{drill}	Länge der Bohrung, in Millimeter (mm)
$l_{not bonded}$	Länge der Stange in der Bohrung, die keine Last aufnehmen kann (z. B. Distanzstücke), in Millimeter (mm)
l_m	Abstand zwischen den Böden der Bohrlöcher im Probehholz, in Millimeter (mm)
$l_{rod,tot}$	Gesamtlänge der Stange, in Millimeter (mm)
ρ	Dichte des Holz-Prüfkörpers bei 12 % Feuchtegehalt, in Kilogramm pro Kubikmeter (kg/m ³)
ρ_{ref}	Referenzdichte, in Kilogramm pro Kubikmeter (kg/m ³)
t_b	Dicke der Klebfuge, in Millimeter (mm) ($t_b = (d_{drill} - d)/2$)
t_B	Gesamtdicke der Klebfuge, in Millimeter (mm) ($t_b = 2 t_b$)
T_{app}	angewandte Temperatur, in °C
$T_{bond,target}$	Zieltemperatur an der Klebfuge, in °C
t_{cool}	Abkühldauer, in Minuten
$t_{cycle,1}$	Dauer des ersten Zyklus aus Heizen, Abkühlen und Belasten, in Minuten

t_{heat}	Heizdauer, in Minuten
t_{Trod60}	Dauer konstanter Temperatur, in Minuten
t_{total}	Gesamtdauer beider Temperatur-Lastzyklen, in Minuten

Zusätzliche Symbole aus Anhang A:

a_1	Mindestabstand von axial belasteten, eingeklebten Stangen (in Faserrichtung), in Millimeter (mm)
a_2	Mindestabstand von axial belasteten, eingeklebten Stangen (normal zur Faserrichtung), in Millimeter (mm)
$a_{1,c}, a_{2,c}$	Mindest-Schmalseitenabstand von axial belasteten, eingeklebten Stangen, in Millimeter (mm)
$a_{3,t}$	Mindestabstand von axial belasteten, eingeklebten Stangen (belastete Hirnholzseite), in Millimeter (mm)
$a_{3,c}$	Mindestabstand von axial belasteten, eingeklebten Stangen (unbelastete Hirnholzseite), in Millimeter (mm)
$a_{4,t}$	Mindestabstand von axial belasteten, eingeklebten Stangen (belastete Schmalseite), in Millimeter (mm)
$a_{4,c}$	Mindestabstand von axial belasteten, eingeklebten Stangen (unbelastete Schmalseite), in Millimeter (mm)
$a_{e,f}$	für Spannungsauslegung relevanter Querschnitt der Stahlstange, in Quadratmillimeter (mm ²)
$F_{ax,Rd}$	Auslegungswert für das Haltevermögen (gegen Herausziehen), in Newton (N)
$F_{v,Ed,1}, F_{v,Ed,2}$	Auslegungswerte der Scherkraft an beiden Seiten der Verbindung, in Newton (N)
$f_{vr,d}$	Auslegungswert der Verklebungs-Scherfestigkeit, in Newton pro Quadratmillimeter (N/mm ²)
$f_{y,d}$	Auslegungswert der Streckgrenze der Stahlstange, in Newton pro Quadratmillimeter (N/mm ²)
$F_{90,Rd} F_{90,Rk}$	Auslegungswert und charakteristischer Wert der Widerstandsfähigkeit gegen Zugspannung senkrecht zur Faser des belasteten Elements, in Newton (N)
h_b	Tiefe und Breite des Holzelements, in Millimeter (mm)
h_e	senkrecht zur Faserrichtung projizierte Einbettungslänge der Stange, in Millimetern (mm)
$l_{a,min}$	minimale Länge der Verklebung, in Millimeter (mm)

5 Allgemeine Anforderungen

Klebstoffe für tragende Zwecke müssen Verbindungen von solcher Festigkeit und Dauerhaftigkeit herstellen, dass die Integrität der Verklebung in der eingeklebten Stangenverbindung während der erwarteten Lebensdauer der Konstruktion erhalten bleibt.

6 Klassifizierung

Falls der Klebstoff die Anforderungen der Abschnitte 7 bis 10 erfüllt, muss der Klebstoff als Typ I eingestuft werden. Die Einstufung des Klebstoffs besteht aus:

- Nummer der Norm;
- Typ des Klebstoffs (I);
- Temperatur in der Verklebungs-Kriechbruchprüfung, in °C;
- maximale Länge der Verklebung, in Millimeter;
- maximale Dicke der Klebfuge, in Millimeter;
- Verarbeitungseigenschaften (Klebstoffe, die nach Abschnitt 11 auf Verarbeitungseigenschaften geprüft sind, werden am Ende des Bezeichnungs-codes mit dem Buchstaben „w“ versehen).

BEISPIEL EN WI 00193319-I-60-500-4 w

Der Typ der Stange (Bewehrungsstäbe, Stangen mit metrischem Gewinde), die geprüften Stangenabmessungen d und l_a , das anzuwendende Holzprodukt (GLT, GST, CLT, LVL einschließlich Aufbau) und die Holzarten müssen in der Herstellerdeklaration angegeben werden.

7 Bindungsfestigkeit der Klebstoff-Holz-Grenzfläche

7.1 Allgemeines

Klebstoffe, die dieser Europäischen Norm entsprechen, müssen die in 7.2.1 bis 7.2.3 angegebenen Leistungsanforderungen erfüllen, wenn sie in Übereinstimmung mit den folgenden Prüfmethoden geprüft werden:

- a) Zugscherfestigkeitsprüfung (siehe 7.3.1) unter Verwendung von verklebten Prüfstücken aus Buche (*Fagus sylvatica* L.);
- b) Delaminierungsprüfung (siehe 7.3.2) an verklebten Prüfstücken aus Rottanne (*Picea abies* L.). Die Prüfung mit Rottanne deckt auch Weißtanne (*Abies alba*) und Waldkiefer (*Pinus sylvestris*) ab. Falls der Klebstoff auf Holz anderer Koniferenarten oder behandeltem Holz verwendet werden soll, sind auch vier laminierte Elemente mit repräsentativen Proben dieser Arten oder auf diese Weise behandeltem Holz vorzubereiten und die Delaminierungsprüfung nach 7.3.2 durchzuführen;
- c) Schwindungs-Spannungsprüfung (siehe 7.3.3) an verklebten Prüfstücken aus Rottanne (*Picea abies* L.);
- d) Mehrfache Druckscherprüfung (siehe 7.3.4) an verklebten Prüfstücken aus Buche (*Fagus sylvatica* L.).

Diese Klebstoffe müssen nach den Anweisungen des Herstellers angewandt werden.

7.2 Anforderungen

7.2.1 Verbundfestigkeit in der Längszugscherfestigkeitsprüfung

Bei der Prüfung in Übereinstimmung mit 7.3.1 müssen die Zugscherfestigkeitswerte von dünnen, 1,0 mm- und dicken Klebstoffugen den Anforderungen aus Tabelle 1 entsprechen.

Tabelle 1 — Minimale mittlere Zugscherfestigkeiten für dünne und dicke Klebstofffugen an Prüfstücken aus Buche (in N/mm²)

Behandlung	Dünne Klebstofffuge	Dicke Klebstofffuge 1,0 mm	Dicke Klebstofffuge 3,0 mm	Dicke Klebstofffuge 4,0 mm
Bezeichnung nach EN 302-1	Typ I	Typ I	Typ I	Typ I
A1	10,0	8,0	7,0	6,0
A2	6,0	4,0	3,5	3,0
A3	8,0	6,4	5,6	4,8
A4	6,0	4,0	3,5	3,0
A5	8,0	6,4	5,6	4,8
A7	8,0	5,5	5,0	4,5
ANMERKUNG Behandlung A8 ist in Tabelle 1 wegen der im Anwendungsbereich vorgegebenen Temperaturbegrenzung nicht enthalten.				

7.2.2 Widerstandsfähigkeit gegen Delaminierung

Bei der Prüfung in Übereinstimmung mit 7.3.2 müssen die Grenzwerte für die Delaminierung von Prüfkörpern mit jeglicher Klebelinie kleiner oder gleich 5 % in jedem Prüfkörper sein.

7.2.3 Auswirkung der Holzschwindung auf die Scherfestigkeit

Bei der Prüfung in Übereinstimmung mit 0 darf die durchschnittliche Scherfestigkeit nach der Klimabehandlung nicht unter 1,5 N/mm² liegen.

7.2.4 Auswirkung der Druckscherung und klimatischen Änderungen

Bei der Prüfung in Übereinstimmung mit 7.3.4 darf während der Prüfungsdauer nicht mehr als eine von sechs Proben versagen. Die mittlere Kriechverformung aller Klebfugen in jedem der verbleibenden Prüflinge darf nach der Prüfung 0,05 mm nicht überschreiten.

Falls innerhalb eines Prüfkörpers ein Versagen als Vollholzversagen ohne Beeinträchtigung der Klebfuge auftritt, darf der Prüfkörper nicht gezählt werden und vier der fünf verbleibenden Prüfkörper müssen die Anforderungen erfüllen. Falls mehr als zwei Prüfkörper in einer Versuchsreihe aufgrund von Vollholzversagen (schlechte Holzqualität) brechen, muss die gesamte Prüfung wiederholt werden.

7.3 Prüfverfahren

7.3.1 Bestimmung der Verbundfestigkeit in der Längszugscherfestigkeitsprüfung

Die Prüfungen müssen in Übereinstimmung mit EN 302-1 durchgeführt werden, jedoch mit den Klebstofffugendicken 1,0 mm und 4,0 mm. Falls die Dicke der verwendeten Klebfuge $t_b \leq 1$ mm ist, müssen die Prüfungen mit einer Klebstofffugendicke von 3 mm anstatt 4 mm durchgeführt werden. Die Prüfkörper mit dicken Klebstofffugen müssen mit einer drucklosen Vorbereitung der Prüfkörper vorbereitet werden.

7.3.2 Bestimmung der Widerstandsfähigkeit gegen Delaminierung

Die Prüfungen sind in Übereinstimmung mit EN 302-2 durchzuführen, mit folgenden Ausnahmen: die Prüfung mit dünner Klebstoffuge kann durch eine Prüfung mit einer definierten (Distanzstück-)Klebstoffugendicke von 0,2 mm ersetzt werden. Die Prüfungen mit einer Klebstoffugendicke von 4 mm müssen durchgeführt werden, mit Ausnahme des Falles, dass die verwendete Klebstoffugendicke $t_b \leq 1$ mm ist, in dem die Prüfungen mit einer Klebstoffugendicke von 3 mm anstatt 4 mm durchgeführt werden müssen. Die Prüfkörper mit dicken Klebstoffugen müssen mit einer drucklosen Vorbereitung der Prüfkörper vorbereitet werden. Im Unterschied zur EN 302-2 dürfen die Prüfungen mit verklebten Elementen mit dünner/schließender Klebstoffuge ausschließlich mit zwei Proben mit langer Montagezeit durchgeführt werden.

7.3.3 Bestimmung der Auswirkung der Holzschwindung auf die Scherfestigkeit

Diese Prüfungen müssen in Übereinstimmung mit EN 302-4, jedoch mit einer Klebstoffugendicke von 2 mm durchgeführt werden.

7.3.4 Bestimmung der Druckscherung und klimatischen Änderungen

Diese Prüfungen müssen in Übereinstimmung mit EN 302-8, jedoch mit einer Temperatur von 60 °C im ersten Zyklus durchgeführt werden.

8 Verklebungs-Scherfestigkeit verklebter Stahlstangen

8.1 Allgemeines

Die Verklebungs-Scherfestigkeit der eingeklebten Stange, die u. a. im Wesentlichen von der Verklebungslänge abhängt, muss durch Auszugsversuche an einer Stange mit symmetrisch aufgebauten Proben bestimmt werden. Verschiedene Bereiche der eingeklebten Stangenlängen und Klebfugendicken müssen, falls relevant, für die vorgesehenen Holzprodukte, -arten, Stangentypen und Bohrungsmaße zur Ableitung der angegebenen Bindungsfestigkeitswerte geprüft werden.

Die Klebstoffe müssen gemäß den Angaben des Herstellers verwendet werden.

8.2 Prüfkörper

8.2.1 Aufbau, Abmessungen

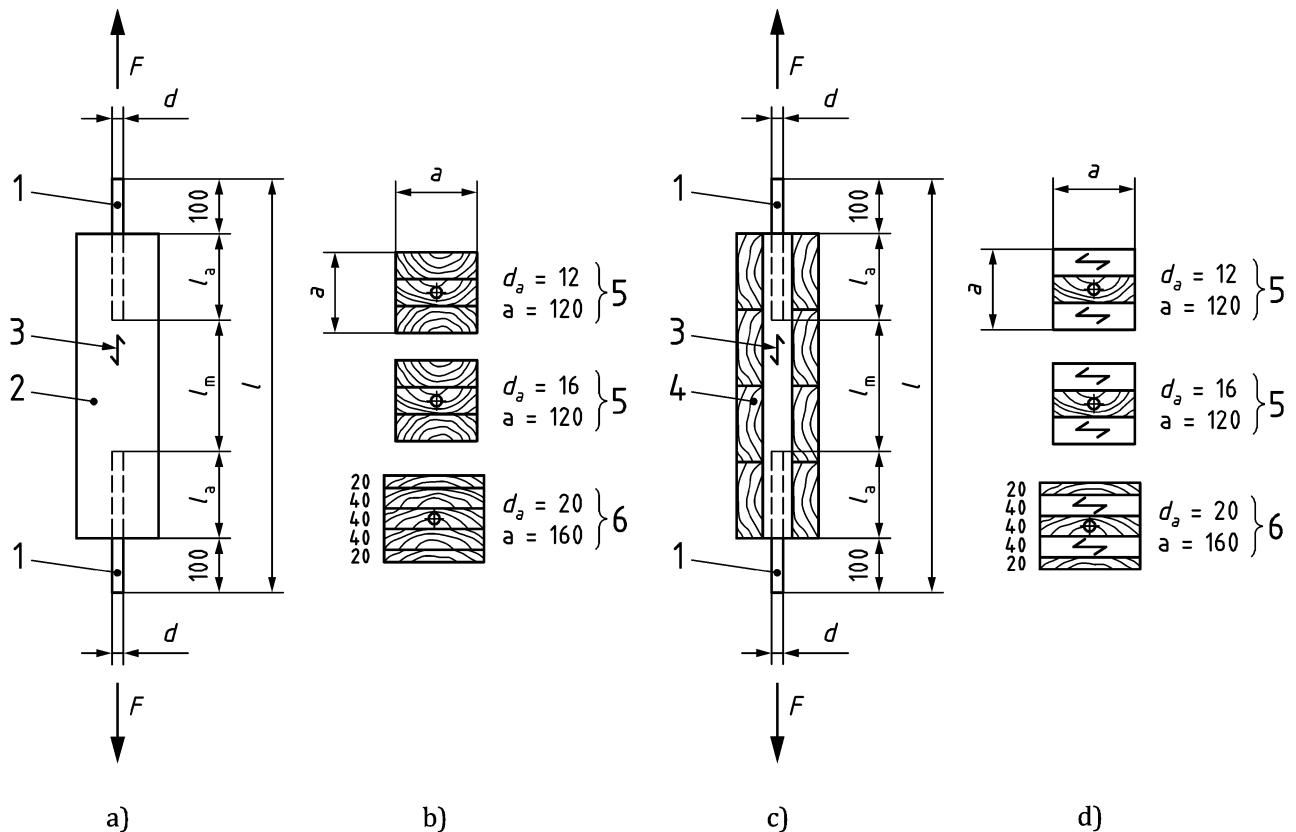
Der Prüfkörper besteht aus einem Stab mit quadratischem Querschnitt, in den zwei Stahlstangen an den gegenüberliegenden Hirnholzseiten mittig und parallel zur Faser eingeklebt sind (siehe Bild 1). Die absolute Größe dieses Probekörpers hängt vom Stangennennendurchmesser d und von der Verklebungslänge l_a ab. Die Querschnitts-Kantenlänge a muss mindestens $a \geq 7,5 d$ betragen. Die Gesamtlänge des Stabs muss mindestens

$$l = 2l_a + l_m \geq 3,4l_a$$

betragen, wobei

$$l_m \geq 1,4 l_a$$

Maße in Millimeter



Legende

- | | | |
|----------------------|----------------------|------------|
| a) GLT-Seitenansicht | 1 Prüfstange | 5 Lamellen |
| b) GLT-Querschnitt | 2 Brettchicht-GLT | 6 Lamellen |
| c) CLT-Seitenansicht | 3 Faserrichtung | |
| d) CLT-Querschnitt | 4 Brettsperrholz CLT | |

Bild 1 — Geometrie und Belastungsschema von GLT-, GST-, LVL- und CLT-Proben mit ansteigender Belastung. Beispiele für Querschnittsmaße

Falls die Stange nicht über die Gesamtlänge der Einbettung in das Brettchichtholz eingeklebt ist, muss die Verklebungslänge l_a durch l_{drill} (siehe 8.2.3) zur Bestimmung der Länge des Brettchichtholzstabes, l , ersetzt werden.

8.2.2 Holzwerkstoff

8.2.2.1 Brettchichtholz und verklebtes Vollholz

Das Brettchichtholz (GLT) und verleimtes Vollholz (GST) müssen EN 14080 erfüllen und der Festigkeitsklasse GL 24h oder C24 angehören. Die Ergebnisse für verleimtes Vollholz können auch auf Brettchichtholz angewandt werden. Die Holzarten müssen Fichte (*Picea abies*, PCAB) und/oder Tanne (*Abies alba*, ABAL) sein, wenn vom Hersteller nichts anderes gefordert wird. Die für die Arten PCAB/ABAL erhaltenen Ergebnisse gelten auch für eingeklebte Stangen in GLT und/oder GST aus gemeiner Kiefer (PNSY). Die Anwendbarkeit von Weichhölzern mit gefärbtem Kernholz wie z. B. Douglasie (PSMN) und Europäische oder Sibirische Lärche (*Larix decidua* [SADC], *Larix Sibirica* [LASI]) für eingeklebte Stangen muss separat geprüft werden.

Das GLT und/oder GST muss einen durchschnittlichen Feuchtegehalt von $(12 \pm 2) \%$ zum Zeitpunkt des Stangenklebverfahrens aufweisen. Der Querschnittsaufbau des Probehholzes muss symmetrisch hinsichtlich der Lamellendicken sein. Die Dicke t der mittleren Lamelle, die die eingeklebte Stange enthält, muss im Bereich für GLT im Bereich von 38 mm bis 45 mm liegen und im Fall von GST mindestens 60 mm betragen. Alle Lamellen des Brettschichtholzstücks können an jeder Stelle keilgezinkt sein, nicht jedoch die mittlere Lamelle, die innerhalb der Verklebungslänge l_a keine Keilzinkung aufweisen darf.

8.2.2.2 Brettsperrholz

Brettsperrholz (CLT) muss die EN 16351 erfüllen und muss aus Holzschichten der Klasse C24 aufgebaut sein. Bezüglich der Holzarten siehe 8.2.2.1. Der Aufbau muss symmetrisch sein, entweder aus 3- oder aus 5-Schichten. Im Fall nicht an den Schmalseiten verklebter Querschichten muss das Verhältnis von Breite zu Dicke der Platten mindestens 4 betragen. Die Dicke der inneren Querschicht, die die mittig eingeklebte Stange enthält, muss den Bohrungsdurchmesser um mindestens 16 mm überragen.

Im Fall von in CLT eingeklebten Stangen kann zwischen Produkten mit verklebten Schmalseiten und unverklebten Schmalseiten mit zulässigen Spalten unterschieden werden. Im Fall von nicht an den Schmalseiten verklebten Schichten müssen weitere Voraussetzungen erfüllt werden, um die Leckage des Klebstoffs durch unverklebte Schmalseiten zu verhindern:

- Stahlstangen müssen parallel zur Faser im mittleren Drittel der Breite eines einzelnen Bretts eingeklebt werden;
- Nuten in den Brettern sind nicht zulässig;
- die Bohrlochlänge l_{drill} darf 250 mm nicht überschreiten.

8.2.2.3 Furnierschichtholz

Furnierschichtholz (LVL) muss der EN 14374 genügen. Bezüglich der Holzarten siehe 8.2.2.1. Im Fall von Hartholzarten muss jede Holzart geprüft werden. Im Fall von LVL ohne Querlagenfurniere muss die Festigkeitsklasse LVL 32S sein. Im Fall von LVL mit Querlagenfurnieren müssen repräsentative Konfigurationen von Aufbauten hinsichtlich ihrer Verbundfestigkeit geprüft oder bewertet werden.

8.2.3 Stahlstange

Stangen aus schweißgeeignetem Bewehrungsstahl (Bewehrungsstäbe) müssen der EN 10080 genügen.

Für Gewindestangen aus Kohlenstoffstahl nach EN ISO 898-1 werden die Festigkeitsklassen 4.8, 5.6, 5.8 und 8.8 empfohlen. Für Gewindestangen aus Kohlenstoffstahl nach EN ISO 3506-1 werden die Festigkeitsklassen 45, 50, 60, 70 und 80 empfohlen.

Die erforderliche Festigkeitsklasse oder Streckgrenze der Stange hängt von der Verklebungslänge und dem Stangendurchmesser ab, um ein angestrebtes Verklebungsbruchverhalten anstelle von Stangendehnung zu erreichen. Der Nenndurchmesser der Stangen kann von 6 mm bis 30 mm variieren.

Im allgemeinen Fall, sofern vom Klebstoffhersteller nicht anders gewünscht, sind die folgenden Stangenabmessungen d und l_a erforderlich:

d/l_a [in mm]: 16/200; 16/400 oder 20/400; 20/600 oder 24/600.

Die Gesamtlänge der Stange enthält, falls vom Hersteller gefordert, eine eventuell nicht verklebte Stangenlänge, $l_{\text{not bonded}}$, von höchstens 50 mm und einen Überstand, l_{clamping} , zur Befestigung der Stange in den Klemmen der Prüfmaschine:

$$l_{\text{rod,tot}} = l_a + (l_{\text{not bonded}}) + l_{\text{clamping}} \approx l_a + (\text{max} = 50 \text{ mm}) + (\text{etwa}) 100 \text{ mm}.$$

Prüfergebnisse mit Gewindestangen können auch auf Bewehrungsstäbe angewandt werden.

Falls der Hersteller eine Abweichung von der allgemeinen Systemkonfiguration, die in 8.2.1, 8.2.3 und 8.3.2 festgelegt ist, fordert, können abweichende Abmessungen gelten. Diese Abmessungen müssen in Abschnitt 6 angegeben werden.

8.3 Verfahren

8.3.1 Herstellung der Verklebung

Die Bohrungen für beide eingeklebten Stangen müssen mit einer geeigneten Bohrvorrichtung mittig in die mittlere Lamelle oder das LVL parallel zur Längsachse und Faserrichtung gebohrt werden. Im Fall von CLT mit nicht an den Schmalseiten verklebten Querlagen müssen bei der Herstellung der eingeklebten Stangenverbindung spezielle Vorsichtsmaßnahmen getroffen werden. Das Bohrloch muss parallel zu den Flächen des Bretts ausgerichtet sein und die Stange darf nicht aus dem mittleren Brett herausragen. Die Bohrung muss mindestens eine Stunde vor dem Verkleben durchgeführt werden. Während des Bohrens darf keine Verkohlung auftreten.

Je nach Klebverfahren können die beiden Bohrungen jedes Prüfkörpers zu unterschiedlichen Zeiten hergestellt werden. Nach dem Bohren ist die Bohrung nach den Bestimmungen des Herstellers von Spänen und Bohrstaub zu reinigen. Die Bohrungslänge l_{drill} muss entweder gleich der Verklebungslänge l_a sein oder, je nach Empfehlungen des Klebstoffherstellers, eine Länge von $l_{\text{drill}} = l_a + l_{\text{not bonded}}$ aufweisen, wobei $l_{\text{not bonded}}$ in jedem Fall höchstens 50 mm betragen darf.

Der Durchmesser des Bohrlochs, d_{drill} , hängt vom Nenndurchmesser d der Stange, dem Stangentyp (Stahlstange mit metrischem Gewinde, Bewehrungsstab) und den Bestimmungen des Herstellers bezüglich der Klebfugendicke ab, die auf höchstens $t_B = 3 \text{ mm}$ (Gesamtdicke der Klebfuge $t_B = 2t_B$) begrenzt ist.

Der Durchmesser des Bohrlochs muss mindestens $d + 2 \text{ mm}$ und höchstens $d + 6 \text{ mm}$ betragen.

Das Verklebungsverfahren und damit das Einfüllen des Klebstoffs in das Bohrloch und der Zeitpunkt des Einsetzens der Stange (vor oder nach dem Einfüllen/Einspritzen des Klebstoffs) kann je nach Herstellerbestimmungen unterschiedlich sein. Anhang B zeigt drei gängige Alternativen der Klebverfahren.

Das Verklebungsverfahren wird im Allgemeinen in einem Labor bei einer Raumtemperatur von $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ und einer relativen Feuchte im Bereich von 20 % bis 70 % durchgeführt, es sei denn, der Klebstoffhersteller stellt andere Anforderungen. In jedem Fall müssen die Raum- und Holztemperatur zum Zeitpunkt der Verklebung und die Raumtemperatur und die relative Feuchte während der Verklebung und der Aushärtezeit gemessen werden. In speziellen Fällen, in denen der Klebstoffhersteller vorgeheiztes Holz und/oder erwärmten Klebstoff sowie den Einsatz erhöhter Temperaturen in der Umgebung während des Aushärtens vorschreibt, ist es außerdem erforderlich, die jeweiligen Temperaturen (Holz, Klebstoff, Raum) zu messen.

Im Fall von Bohrlöchern mit einem Durchmesser $d_{\text{drill}} > d + 2 \text{ mm}$ ist es erforderlich, die eingeklebte Stange während des Aushärtens mit einer speziellen Vorrichtung, d. h. mit Distanzstücken wie Keilen oder Kunststoffringen, zu zentrieren. Um sicherzustellen, dass keine Klebefehler bei der Verklebung der eingeklebten Stangen vorliegen, müssen die Prüfkörper nach der Durchführung der entsprechenden Prüfungen im Bereich der eingeklebten Stangen aufgeschnitten werden, wie unten festgelegt. Falls Klebefehler sichtbar sind, sind die Prüfkörper zurückzuweisen und die Prüfungen müssen wiederholt werden.

8.3.2 Prüfschemata

8.3.2.1 Prüfschemata mit verschiedenen Konfigurationen von Stangenlänge, Stangendurchmesser und Verklebungsdicke

Je nach vorgesehener Verwendung des Klebstoffs hinsichtlich Verklebungslänge, Stangen-Nenn-durchmesser und maximaler Klebfugen-Gesamtdicke gelten die Prüfkörperkonfigurationen und -anzahlen nach den Tabellen 2, 3, und 4. Bei der Durchführung der Prüfungen mit unterschiedlichen Stangenlängen nach Tabellen 2 bis 4 wird angenommen, dass die Bewertung der Verbundfestigkeit den Zusammenhang zwischen Verbundfestigkeit und Stangenlänge widerspiegelt, wie in 8.5 angegeben. Falls die Verbundfestigkeit als einzelner Wert für bestimmte Stangendurchmesser, Bohrloch-Durchmesser und Konfigurationen von Stangenlängenbereichen angegeben werden muss, siehe 8.3.2.2.

Tabelle 2 — Prüfkörperkonfigurationen und minimale Prüfkörperanzahlen für Verklebungs-Scherfestigkeitsprüfungen für Klebfugen-Gesamtdicken bis zu 6 mm

Verklebungs-längenklasse	Verklebungs-länge l_a	Stangen-Nenn-durchmesser d	Mindestanzahl der Prüfkörper in Abhängigkeit von der Gesamtdicke der Klebfuge $t_B = 2 t_b$		
			2 mm	4 mm	6 mm
–	mm	mm	–	–	–
kurz	200	16	10	5 ^a	5 ^a
mittel	400	16 (oder 20)	10	5 ^a	5 ^a
lang	600	20 (oder 24)	10	5 ^a	5 ^a

^a Falls die Verwendung des Klebstoffs ausschließlich für eine Klebfugen-Gesamtdicke $t_B = 2 \text{ mm}$ vorgesehen ist, sind keine Prüfungen mit $t_B = 4 \text{ mm}$ und 6 mm erforderlich.

Tabelle 3 — Prüfkörperkonfigurationen und minimale Prüfkörperanzahlen für Verklebungs-Scherfestigkeitsprüfungen für Klebfugen-Gesamtdicken von ausschließlich 4 mm

Verklebungs-längenklasse	Verklebungs-länge l_a	Stangen-Nenn-durchmesser d	Mindestanzahl der Prüfkörper in Abhängigkeit von der Gesamtdicke der Klebfuge $t_B = 2 t_b$		
			2 mm	4 mm	6 mm
–	mm	mm	–	–	–
kurz	200	16	5	10	–
mittel	400	16 (oder 20)	5	10	–
lang	600	20 (oder 24)	5	10	–

Tabelle 4 — Prüfkörperkonfigurationen und minimale Prüfkörperanzahlen für Verklebungs-Scherfestigkeitsprüfungen für eine Klebfugen-Gesamtdicke von ausschließlich 6 mm

Verklebungs- längenkategorie	Verklebungs- länge l_a	Stangen- Nenn- durchmesser d	Mindestanzahl der Prüfkörper in Abhängigkeit von der Gesamtdicke der Klebfuge $t_B = 2 t_b$		
			2 mm	4 mm	6 mm
–	mm	mm	–	–	–
kurz	200	16	5	–	10
mittel	400	16 (oder 20)	5	–	10
lang	600	20 (oder 24)	5	–	10

8.3.2.2 Prüfschemata mit einzelner Konfiguration von Stangenlänge, Stangendurchmesser und Klebfugendicke

Falls die Verwendung des Klebstoffs nur für eine bestimmte Konfiguration eines Stangen-Nenndurchmessers d , eines Bohrloch-Durchmessers d_{drill} und eines Stangen-Längenbereichs $l_{a,dc,min}$ bis $l_{a,dc,max}$ vorgesehen ist, müssen nur 20 Prüfkörper mit der genannten Konfiguration von d , d_{drill} an $l_{a,dc,max}$ geprüft werden. Dabei gelten folgende Einschränkungen für die minimale und maximale angegebene Stangenlänge:

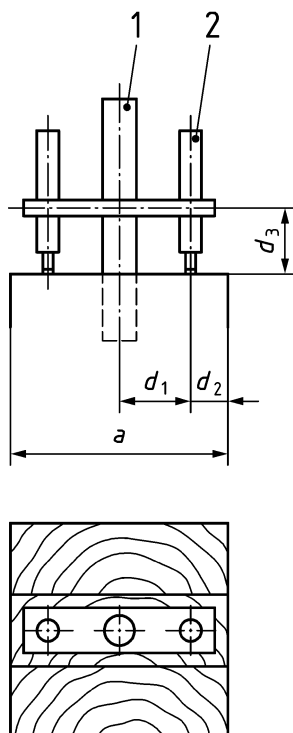
$$l_{a,dc,min} = \max\{0,5 \cdot d^2; 10 d\}$$

und

$$l_{a,dc,max} \leq 35 d$$

8.3.3 Prüfverfahren

Die Prüfkörper müssen mit Kugelgelenken an beiden gegenüberliegenden Enden mit den überstehenden Stahlstangen in den Klemmen der Prüfmaschine befestigt werden. Der Versatz/Schlupf jeder Stange gegenüber der entsprechenden Hirnholzseite des Prüfkörpers muss mit zwei Versatzensensoren mit einer Genauigkeit von mindestens 0,5 % gemessen werden. Bild 2 zeigt das Befestigungsschema der Sensoren. Die Last muss mit konstanter Bewegungsrate des Belastungskopfes erhöht werden, um ein Versagen innerhalb von (300 ± 120) s zu erreichen.



Legende

- 1 Stange
- 2 LVDT

Bild 2 — Anordnung der Versatzsensoren (LVDT, Differentialtransformator)

Aus dem gebrochenen Prüfkörper in der Nähe des eingebetteten Endes der tatsächlich durchgefallenen Stange muss eine Querschnittsscheibe mit einer Dicke von 50 mm geschnitten werden. Zur Bestimmung der Dichte und zur Messung der Feuchte muss aus der Scheibe die mittlere Lamelle aus GLT, GST und CLT mit voller Dicke geschnitten werden (Trockenofenverfahren nach EN 13183-1). Die Dichte der mittleren Lamelle dient zur Normierung der Ergebnisse der Verklebungs-Scherfestigkeitsprüfung auf die Referenzdichte. Falls das Holz-Prüfstück aus LVL besteht, kann die gesamte Scheibe zur Bestimmung von Dichte und Feuchte verwendet werden.

8.4 Angabe der Untersuchungsergebnisse

Für jeden Prüfkörper muss die Verklebungs-Scherfestigkeit berechnet werden als:

$$f_{vr,p} = \frac{F_{t,max}}{d \cdot \pi \cdot l_a} \quad (1)$$

Dabei ist

- $F_{t,max}$ die Zugversuchs-Bruchlast, in Newton (N);
- d der Stangen-Nenndurchmesser, in Millimeter (mm);
- l_a die Verklebungslänge der Stange, in Millimeter (mm).

Für jeden Prüfkörper muss die Dichte-korrigierte Verbundfestigkeit berechnet werden als:

$$f_{vr,pref} = f_{vr,p} \frac{\rho_{ref}}{\rho} \quad (2)$$

Dabei ist

ρ die Dichte, in Kilogramm pro Kubikzentimeter (kg/m^3) bei 12 % Feuchtegehalt, gemessen für die mittlere Lamelle (GLT, GST und CLT) oder für den vollen Querschnitt (LVL) des entsprechenden Prüfkörpers in der Nähe des Endes (siehe Bild 1) der Stange, die die Prüfung nicht bestanden hat;

ρ_{ref} ist die Referenzdichte, in Kilogramm pro Kubikzentimeter (kg/m^3).

Im Fall von GLT (Festigkeitsklasse GL 24 h nach EN 14080) $\rho_{ref} = 420 \text{ kg/m}^3$. Im Fall von GST und CLT (C24) $\rho_{ref} = 420 \text{ kg/m}^3$. Im Fall von LVL stimmt ρ_{ref} mit der mittleren Dichte überein, die der Hersteller in der Leistungserklärung angegeben hat.

Im Fall von Prüfschemata nach 8.3.2.1: Für jede Konfiguration von Verklebungslängensklassen — kurz ($l_a = 200 \text{ mm}$), mittel ($l_a = 400 \text{ mm}$) und lang ($l_a = 600 \text{ mm}$) — und Gesamtdicke der Klebfuge, $t_B = 2 \text{ mm}$ und/oder 4 mm und/oder 6 mm müssen das arithmetische Mittel $f_{vr,l_a,t_B,mean}$ und der charakteristische 5 %-Quantil-Verbundfestigkeitswert $f_{vr,l_a,t_B,k}$ auf Grundlage von EN 14358 berechnet werden.

Im Fall eines Prüfschemas nach 8.3.2.2 muss nur der charakteristische 5 %-Quantil-Verbundfestigkeitswert $f_{vr,l_a,t_B,k}$ für die spezielle Einzelkonfiguration nach EN 14358 bewertet werden.

8.5 Bestimmung der erklärten charakteristischen Verklebungs-Scherfestigkeitswerte

Die durch Prüfung unterstützte Bestimmung der angegebenen charakteristischen Verbundfestigkeitswerte wird im Rahmen des allgemeinen Verfahrens wie folgt durchgeführt:

- für jede Verklebungslängensklasse von Prüfkörperkonfigurationen nach Tabelle 2 wird das Verbundfestigkeitsverhältnis der Proben mit einer Klebfugen-Gesamtdicke $t_B = 2 \text{ mm}$, 4 mm und 6 mm bewertet auf dem Mittelwertniveau

$$k_{d,l_a} = \min \left\{ \frac{f_{vr,l_a,4 \text{ mm},mean}}{f_{vr,l_a,2 \text{ mm},mean}}, \frac{f_{vr,l_a,6 \text{ mm},mean}}{f_{vr,l_a,2 \text{ mm},mean}} \right\}$$

- wenn $k_{d,l_a} < 1$, dann wird $f_{vr,l_a,2 \text{ mm},k}$ geändert zu:

$$f_{vr,l_a,k} = f_{vr,l_a,2 \text{ mm},k} \cdot k_{d,l_a} \quad (3)$$

- wenn $k_{d,l_a} \geq 1$, dann wird k_{d,l_a} gleich 1 gesetzt, d. h. die unveränderten charakteristischen Werte, die für die Klebfugen-Gesamtdicke $t_B = 2 \text{ mm}$ erhalten wurden, werden verwendet;
- die Bestimmung der angegebenen charakteristischen Verklebungs-Scherfestigkeitswerte innerhalb von drei Verklebungslängenbereichen beruht auf den Ergebnissen $f_{vr,200,k}$, $f_{vr,400,k}$ und $f_{vr,600,k}$

Falls die Konfiguration des Prüfkörpers nach den Tabellen 3 und 4 entspricht, ist das obige Verfahren zur Ableitung von k_{d,l_a} und zur Änderung von $f_{vr,l_a,2 \text{ mm},mean}$ jedoch analog, ohne Werte für die Klebfugen-Gesamtdicke $t_B = 6 \text{ mm}$ bzw. $t_B = 4 \text{ mm}$ zu verwenden.

Falls nur Prüfungen nach 8.3.2.2 mit einer Einzelkonfiguration durchgeführt wurden, ist keine Bestimmung von k_{d,l_a} und keine Änderung des charakteristischen Verbundfestigkeitswerts der speziellen Konfiguration erforderlich.

Die im Folgenden abgeleiteten charakteristischen Verbundfestigkeitswerte sind auf höchstens 6 N/mm² im Fall von Weichhölzern und 8 N/mm² für LVL aus Hartholz begrenzt.

a) Verklebungslängenbereich $l_a \leq 250$ mm

Die angegebene charakteristische 5 %-Quantil-Verklebungs-Scherfestigkeit wird als konstanter Wert im Verklebungslängenbereich $l_a \leq 250$ mm erhalten als:

$$f_{vr,k,d_c} = const. = f_{vr,200,k} \quad (4)$$

b) Verklebungslängenbereich $250 \text{ mm} < l_a \leq 500$ mm

Die Formel für den angegebenen charakteristischen 5 %-Quantil-Verklebungs-Scherfestigkeitswert im festgelegten Verklebungslängenbereich wird bestimmt als

$$f_{vr,l_{a \leq 500},k,d_c} = a_{0,250} - c_{200} \cdot l_{ad} \quad (5)$$

Dabei ist

$$a_{0,250} = a_{200} + 250 \cdot c_{200}$$

$$a_{200} = f_{vr,200,k} [\text{N/mm}^2]$$

$$a_{400} = f_{vr,400,k} [\text{N/mm}^2]$$

$$c_{200} = \frac{(a_{200} - a_{400})}{150 \text{ mm}} [\text{N/mm}^3]$$

c) Verklebungslängenbereich $500 \text{ mm} < l_a \leq 1\,000$ mm

Die Formel für den angegebenen charakteristischen 5 %-Quantil-Verklebungs-Scherfestigkeitswert im festgelegten Verklebungslängenbereich wird bestimmt als:

$$f_{vr,l_{a \leq 1000},k,d_c} = a_{0,500} - c_{500} \cdot l_{ad} \quad (6)$$

Dabei ist

$$a_{0,500} = a_{500} + 500 \cdot c_{500}$$

$$a_{500} = f_{vr,500,k} = a_{0,250} - 500 \cdot c_{200} [\text{N/mm}^2]$$

$$a_{600} = f_{vr,600,k} [\text{N/mm}^2]$$

$$c_{500} = \frac{(a_{500} - a_{600})}{100 \text{ mm}} [\text{N/mm}^3]$$

9 Bestimmung der Verklebungs-Temperaturbeständigkeit

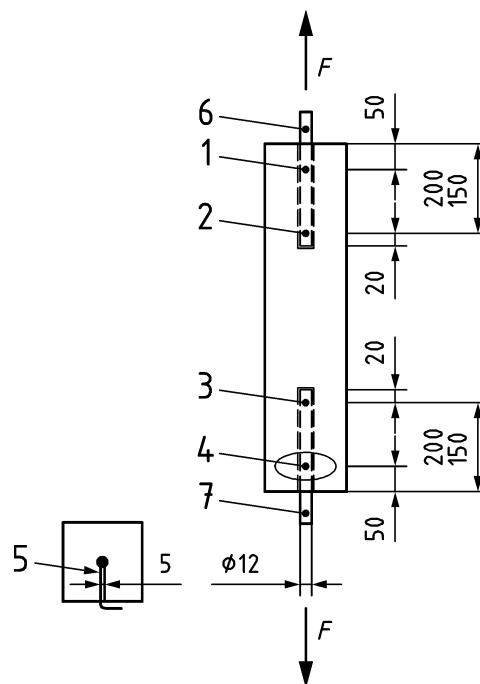
9.1 Allgemeines

Die Bestimmung der Verklebungs-Temperaturbeständigkeit muss in einer Zugfestigkeits-Kriech-(Bruch-)Prüfung mit Prüfkörpern mit eingeklebten Stangen bei erhöhten Temperaturen durchgeführt werden. Prüfungen und zugehörige Ergebnisse mit Prüfkörpern aus GLT decken auch die auf Vollholz basierenden Materialien GST und CLT ab. Das Material LVL muss separat geprüft werden.

9.2 Prüfkörper

Die Prüfkörpergeometrie entspricht dem in Bild 1 dargestellten Prüfkörper für ansteigende Belastung und den Abmessungen der Stange und damit den Abmessungen des Prüfkörpers entsprechend der in Tabelle 2 dargestellten Verklebungslängenklasse „kurz“. Alternativ zu den Stangenabmessungen $l_a = 200$ mm und $d = 16$ mm können der Stangen-Nenn Durchmesser 12 mm und $l_a = 12,5$ mm $\times$ 12 = 150 mm betragen. Die Gesamtdicke der Klebfuge muss $t_b = 2$ mm betragen. Abweichungen von der festgelegten Prüfkörper-Konfiguration sind unzulässig. Die Herstellung des Probekörpers muss den Festlegungen in 8.3 entsprechen. Zusätzlich werden vier Thermoelemente an der Klebfuge an den in Bild 3 gezeigten Positionen befestigt.

Maße in Millimeter



Legende

1	Thermoelement 1.1	5	Thermoelement
2	Thermoelement 1.2	6	Stange 1
3	Thermoelement 2.1	7	Stange 2
4	Thermoelement 2.2		

Bild 3 — Anordnung der Thermoelemente

9.3 Verfahren

Vor der Prüfung müssen die Prüfkörper mindestens 7 Tage lang in einem konstanten Klima von $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ und $(65 \pm 25)\%$ relativer Feuchte konditioniert werden.

Der Prüfkörper wird in einer Prüfmaschine bei einer Umgebungstemperatur von $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ mit einer konstanten Geschwindigkeit der Kreuzkopfbewegung ($0,01\text{ mm/min}$) auf das Ziel-Belastungsniveau F_{target} mit Axialspannung belastet, die dann eine Dauer $t_{\text{cycle},1}$ oder $t_{\text{cycle},2}$ konstant gehalten wird (siehe unten und Bild 4). Die Zielbelastung wird auf Grundlage von 80 % der angegebenen 5 %-Quantil-Verklebungs-Scherfestigkeit des Verklebungslängenbereichs $l_a \leq 250\text{ mm}$ berechnet, wie in 8.5 bestimmt:

$$f_{\text{target}} = f_{\text{vr},250,\text{k},d_c} \cdot 0,8 \cdot l_a \cdot d \cdot \pi \quad (7)$$

Falls der charakteristische 5 %-Quantil-Verklebungs-Scherfestigkeitswert ausschließlich für ein Prüfschema nach 8.3.2.2 bestimmt wurde und je nach tatsächlich geprüfter Stangenlänge kein $f_{\text{vr},250,\text{k},d_c}$ -Wert bestimmt wurde, müssen zur Bestimmung von $f_{\text{vr},250,\text{k},d_c}$ Prüfungen mit ansteigender Belastung nach 8.3.2 und 8.3.3 mit mindestens 7 Prüfkörpern durchgeführt werden.

Nach dem Erreichen des Ziel-Belastungsniveaus wird mit dem Aufheizen des Prüfstücks durch Anlegen der Temperatur T_{app} begonnen. Die Aufheiz-Temperaturkurve und das Niveau müssen derart ausgelegt sein, dass die Zieltemperatur an der Klebfuge beider eingeklebter Stangen, $T_{\text{bond,target}} = 60^\circ\text{C}$, innerhalb von 6,5 h bis 8 h erreicht wird. Die Zieltemperatur $T_{\text{bond,target}} = 60^\circ\text{C}$ wird als erreicht angesehen, wenn der Mittelwert der vier Thermoelemente über 60°C liegt. Nachdem die Zieltemperatur $T_{\text{bond,target}}$ erreicht wurde, darf der Wertebereich der vier Thermoelemente höchstens 5°C umfassen. Über t_{heat} muss die angelegte Temperatur T_{app} so beibehalten werden, dass $T_{\text{bond,target}}$ über die Dauer t_{trodd60} , die nicht weniger als 14,5 h und höchstens 15 h betragen darf, konstant bleibt. Am Ende der Dauer mit konstanter Temperatur t_{trodd60} wird das Heizen beendet.

ANMERKUNG 1 Die Temperaturbelastung kann entweder in einem beheizten Behälter, der den Prüfkörper und die Klemmen umschließt, oder mit einer Heizdecke um den Prüfkörper herum durchgeführt werden.

Je nach für das Heizen verwendeter Einrichtung muss die angelegte Temperatur T_{app} in der Regel etwas höher als die Zieltemperatur für die Klebfuge, $T_{\text{bond,target}} = 60^\circ\text{C}$, gewählt werden (siehe Bild 4), damit die höchste zulässige Heizdauer t_{heat} von 8 h nicht überschritten wird.

Der Periode konstanter Temperatur folgt eine Abkühlperiode, t_{cool} , die im Bereich der Dauer von 8 h bis 8,5 h liegt, nach der eine Klebfugentemperatur im Bereich von 20°C bis höchstens 35°C erreicht sein muss. Wenn t_{cool} erreicht ist, wird der erste Temperatur-Belastungs-Zyklus mit einer Gesamtdauer von

$$t_{\text{cycle},1} = t_{\text{heat}} + t_{\text{trodd60}} + t_{\text{cool}} \text{ von } 29\text{ h bis } 31,5\text{ h}$$

beendet, und die aufgebrachte Last wird auf null verringert. Das Prüfstück muss dann auf eine Klebfugentemperatur im Bereich von 20°C bis 25°C abgekühlt werden, sofern diese nicht bereits innerhalb der Dauer t_{cool} erreicht wurde.

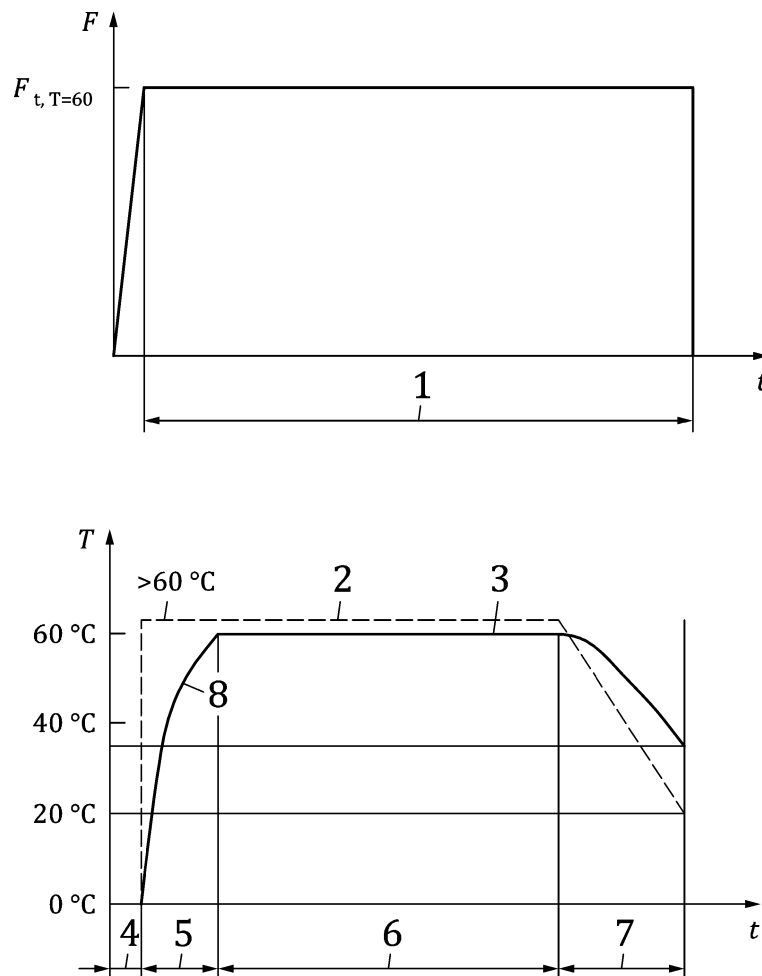
Der zweite Heizungs-Abkühlungs-Belastungs-Zyklus, der mit dem 1. Zyklus bis auf einige kleinere, unten angegebene Zeitanpassungen identisch ist, kann begonnen werden, sobald die Klebfugentemperatur kleiner oder gleich 25°C ist. Zwischen dem Ende des ersten und dem Beginn des zweiten Zyklus ist eine Unterbrechung von höchstens einer Woche zulässig.

Die Gesamtdauer beider Temperatur-Lastzyklen muss betragen:

$$t_{\text{total}} = t_{\text{cycle},1} + t_{\text{cycle},2} \text{ von } (60 \pm 3) \text{ h}$$

ANMERKUNG 2 Der Grund für die Einführung einiger Abweichungen der Zeiträume für Heizen, Abkühlen und konstante Temperaturen zwischen dem ersten und dem zweiten Zyklus beruht auf der Tatsache, dass der entscheidende Parameter – die Temperatur der Klebfuge – sehr empfindlich gegenüber kleinen Änderungen in der Aufheiz- und Abkühlungsphase ist.

Bild 4 zeigt die angewandten mechanischen und thermischen Belastungskurven für einen Zyklus. Die Kriechverformung oder der Schlupf zwischen der Stange und den Hirnholzseiten des mittleren Prüfkörperstücks muss an beiden Stangen über beide Belastungs-Temperatur-Zyklen an jeweils zwei LVDTs gemessen werden, die wie in Bild 2 gezeigt montiert sind.



Legende

F aufgebrauchte Spannungsbelastung
 T Temperatur
 t Zeit

1 $t_{\text{Temp-cycle},1}$
2 angelegte Temperatur T_{app}
3 $T_{\text{bond, target}} = 60 \text{ °C}$

4 t_{ramp}
5 Heizdauer t_{heating}
6 Dauer konstanter Stangentemperatur $t_{T_{\text{rod}}} = 60 \text{ °C}$
7 t_{cool}
8 an der Stange gemessene Temperatur

Bild 4 — Angelegte mechanische und thermische Belastungskurven eines Prüfzyklus