

DIN EN 17418



ICS 83.180

Einsprüche bis 2019-09-26

Entwurf**Zwei-Komponenten-Epoxid- und
Zwei-Komponenten-Polyurethan-Klebstoffe zur Reparatur von
beschädigten Holzbauteilen auf der Baustelle –
Prüfung, Anforderungen und Nachweis der Reparatur-Festigkeit;
Deutsche und Englische Fassung prEN 17418:2019**

Two-component epoxy and polyurethane adhesives for on-site repair of cracked timber structures –

Testing, requirements and repair strength verification;
German and English version prEN 17418:2019

Époxys à deux composants et adhésif de polyuréthane à deux composants pour réparation d'éléments de construction en bois endommagés sur le chantier –

Test, exigences et preuve de la résistance de réparation;
Version allemande et anglaise prEN 17418:2019

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2019-07-26 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, Saatwinkler Damm 42/43, 13627 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 66 Seiten

DIN-Normenausschuss Holzwirtschaft und Möbel (NHM)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 17418:2019) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 193 „Klebstoffe“ erarbeitet, dessen Sekretariat von UNE (Spanien) gehalten wird.

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

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.

Zwei-Komponenten-Epoxid und Zwei-Komponenten-Polyurethan-Klebstoffe zur Reparatur von beschädigten Holzbauteilen auf der Baustelle — Prüfung, Anforderungen und Nachweis der Reparatur-Festigkeit

Epoxyde à deux composantes et adhésif de polyuréthane à deux composantes pour réparation d'éléments de construction en bois endommagés sur le chantier — Test, exigences et preuve de la résistance de réparation

Two-component epoxy and polyurethane adhesives for on-site repair of cracked timber structures — Testing, requirements and repair strength verification

ICS:

Deskriptoren

Dokument-Typ: Europäische Norm

Dokument-Untertyp:

Dokument-Stage: CEN-Umfrage

Dokument-Sprache: D

STD Version 2.9p

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	6
4 Formelzeichen	7
5 Allgemeine Anforderungen	8
6 Klassifizierung	8
7 Verklebungsfestigkeit der Klebstoff-Holz-Grenzfläche	8
7.1 Allgemeines	8
7.2 Anforderungen	9
7.2.1 Verklebungsfestigkeit in der Längszugscherfestigkeitsprüfung	9
7.2.2 Widerstandsfähigkeit gegen Delaminierung	9
7.2.3 Auswirkung der Holzschwindung auf die Scherfestigkeit	9
7.2.4 Auswirkung der Druckscherung und klimatischen Änderungen	9
7.3 Prüfverfahren	9
7.3.1 Bestimmung der Verklebungsfestigkeit in der Längszugscherfestigkeitsprüfung	9
7.3.2 Bestimmung der Widerstandsfähigkeit gegen Delaminierung	10
7.3.3 Bestimmung der Auswirkung der Holzschwindung auf die Scherfestigkeit	10
7.3.4 Bestimmung der Druckscherung und klimatischen Änderungen	10
8 Prüfung der Kohäsionsfestigkeit von dicken monolithischen Klebstoff-Prüfkörpern	10
8.1 Allgemeines	10
8.2 Zugprüfungen	10
8.2.1 Prüfkörper	10
8.2.2 Verfahren	12
8.2.3 Angabe der Ergebnisse	12
8.2.4 Anforderungen	12
8.3 Druckprüfungen	12
8.3.1 Prüfkörper	12
8.3.2 Verfahren	13
8.3.3 Angabe der Ergebnisse	13
8.3.4 Anforderungen	13
8.4 Blockscherprüfungen	14
8.4.1 Prüfkörper	14
8.4.2 Verfahren	14
8.4.3 Angabe der Ergebnisse	14
8.4.4 Anforderungen	14
9 Prüfungen großer Bauteile, einschließlich Bohrkernprüfungen	15
9.1 Gerade Balken mit vordefinierten Klebstoffugen	15
9.1.1 Prüfkörper	15
9.1.2 Klimatisierung der Prüfkörper	17
9.1.3 Prüfverfahren	17
9.1.4 Angabe der Ergebnisse	17
9.1.5 Anforderungen	18
9.2 Große Prüfkörper mit reparierten Klebstoffugen	18

9.2.1	Allgemeines	18
9.2.2	Gerade Balken mit reparierten Klebstofffugen.....	18
9.2.3	Gekrümmte Balken mit reparierten Klebstofffugen	19
9.3	Blockscherprüfungen mit Bohrkernen nach Wasserlagerung.....	21
9.3.1	Allgemeines	21
9.3.2	Probenahme	21
9.3.3	Prüfkörper	21
9.3.4	Klimatisierung von Prüfkörpern	21
9.3.5	Prüfverfahren	22
9.3.6	Anforderungen	22
9.4	Langzeitbelastungs- und Restfestigkeitsprüfung	22
9.4.1	Allgemeines	22
9.4.2	Prüfkörper	22
9.4.3	Prüfverfahren	23
9.4.4	Anforderungen	23
10	Reparatur von Rissen bei Verbindungen mit stiftförmigen Verbindungsmitteln.....	24
10.1	Allgemeines	24
10.2	Prüfkörper	24
10.3	Verfahren.....	26
10.4	Angabe der Ergebnisse	27
10.5	Anforderungen	28
11	Gebrauchseigenschaften des Klebstoffs.....	28
11.1	Bestimmung der Gebrauchsdauer bei Referenzbedingungen.....	28
11.2	Bestimmung der offenen Wartezeit.....	28
11.3	Bestimmung der Aushärtezeit bei Referenzbedingungen	28
11.4	Bestimmung der Dauer bis zum voll ausgehärteten Zustand	28
11.4.1	Allgemeines	28
11.4.2	Zugprüfungen	28
11.4.3	Blockscherprüfungen.....	29
11.4.4	Angegebene Dauer bis zum voll ausgehärteten Zustand	29
12	Prüfbericht.....	30
12.1	Der Klebstoff	30
12.2	Vorbereitung der Prüfkörper und Prüfverfahren.....	30
12.3	Prüfergebnisse	30
Anhang A (informativ)	Überprüfung der Reparatur auf der Baustelle	31
A.1	Allgemeines	31
A.2	Prüfkörper	31
A.3	Verfahren.....	31
A.4	Verfahren.....	31
Literaturhinweise.....		32

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 17418:2019) 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 zur Bestimmung der Eignung von Zweikomponenten-Epoxid- und Zweikomponenten-Polyurethanklebstoffen für die Reparatur von Rissen in Holzkonstruktionen aus Vollholz, keilgezinkten Vollhölzern, verklebtem Vollholz und Brettschichtholz aus Nadelholz auf der Baustelle durch Injektion des Reparaturklebstoffs fest. Der Klebstoff kann auch zum Reparieren von Rissen im Bereich von Verbindungen, die durch Nägel, Schrauben, stiftförmige Verbindungen und Gewindestifte entstanden sind, verwendet werden. Der Klebstoff kann auch verwendet werden, um Fugen zwischen den Flächen von tragenden Bauteilen zu füllen. Dieses Dokument legt Mindestanforderungen an die Festigkeit der Verklebung und Unversehrtheit sowie die Maße von Rissen und Öffnungen fest. Dieses Dokument enthält auch Mindestanforderungen für die Reparatur auf der Baustelle und legt Qualitätskontrollen für die durch Verkleben reparierten Konstruktionen fest.

Dieses Dokument gilt außerdem für die Reparatur von oberflächenbehandeltem Holz. Es gilt nicht für die Reparatur von modifiziertem und vergütetem Holz mit deutlich verringerten Quellungs- und Schwindungseigenschaften, wie z. B. acetyliertes Holz, wärmebehandeltes Holz, polymerimprägniertes Holz und mit Holzschutzmitteln behandeltes Holz.

Der Klebstoff ist zur Reparatur von tragenden Holzbauwerken vorgesehen, die in den Nutzungsklassen 1 und 2 (siehe EN 1995-1-1) nicht über eine längere Zeitspanne Temperaturen von mehr als 60 °C ausgesetzt sind und die überwiegend statisch oder quasistatisch (siehe EN 1990 und EN 1991-1-1) belastet werden. Eine Überprüfung der Qualität und der Unversehrtheit der Klebstoffuge der Reparaturverklebung auf der Baustelle ist im informativen Anhang A enthalten.

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

EN 408, *Holzbauwerke — Bauholz für tragende Zwecke und Brettschichtholz — Bestimmung einiger physikalischer und mechanischer Eigenschaften*

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

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

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

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:

— ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <http://www.iso.org/obp>

— IEC Electropedia: verfügbar unter <http://www.electropedia.org/>

3.1
Zweikomponenten-Epoxidklebstoff
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
klimatische Bedingungen, gekennzeichnet durch einen Feuchtegehalt in den Baustoffen, der einer Temperatur von 20 °C und einer relative Luftfeuchte der umgebenden Luft entspricht, die nur für einige Wochen je Jahr einen Wert von 65 % überschreitet

Anmerkung 1 zum Begriff: In der Nutzungsklasse 1, die typische Bedingungen in Innenräumen umfasst, wird der mittlere Feuchtegehalt der meisten Nadelhölzern 12 % nicht überschreiten.

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

3.4
Nutzungsklasse 2
klimatische Bedingungen, gekennzeichnet durch einen Feuchtegehalt in den Baustoffen, der einer Temperatur von 20 °C und einer relative Luftfeuchte der umgebenden Luft entspricht, die nur für einige Wochen je Jahr einen Wert von 85 % überschreitet

Anmerkung 1 zum Begriff: In der Nutzungsklasse 2, zu denen die meisten Bedingungen im Außenbereich unter Dach gehören, wird der mittlere Feuchtegehalt der meisten Nadelhölzern 20 % nicht überschreiten.

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

3.5
Klebstofffuge
Klebstoffschicht zwischen den Holzbauteilen

[QUELLE: EN 301:2017, 3.7]

3.6

dicke Klebstofffuge

Klebstofffuge mit einer Nenndicke im Bereich von 0,3 mm und 8,0 mm zum Zeitpunkt der Verklebung

Anmerkung 1 zum Begriff: Dicke Klebstofffugen werden durch die Verwendung von 0,3 mm bis 8,0 mm dicken Zwischenlagen, Nuten oder ähnliche Hilfsmittel erreicht, wenn zwei ebene Holzteile miteinander verklebt werden.

[QUELLE: EN 301:2017, 3.8, geändert — Die maximale Dicke wurde auf 8 mm erhöht.]

3.7

dünne Klebstofffuge

Klebstofffuge mit einer Dicke von höchstens 0,1 mm

Anmerkung 1 zum Begriff: Eine dünne Klebstofffuge lässt sich durch Zusammenpressen von zwei ebenen Holzbauteilen mit einem Pressdruck von $(0,8 \pm 0,1) \text{ N/mm}^2$ ohne Nuten, Zwischenlagen oder ähnliche Hilfsmittel erreichen.

[QUELLE: EN 301:2017, 3.9]

4 Formelzeichen

b	Breite des Nettoquerschnitts des Prüfkörpers, in Millimeter (mm)
b_1	Breite des Prüfkörpers, in Millimeter (mm)
b_2	Breite des Nettoquerschnitts des Prüfkörpers, in Millimeter (mm)
d	Stangen-Nenndurchmesser, in Millimeter (mm)
$f_{c,app}$	scheinbare Druckfestigkeit, in Newton je Quadratmillimeter (N/mm^2)
$f_{h,app}$	scheinbarer Bettungswert, in Newton je Quadratmillimeter (N/mm^2)
$f_{t,app}$	scheinbare Zugfestigkeit, in Newton je Quadratmillimeter (N/mm^2)
$f_{v,app}$	scheinbare Scherfestigkeit, in Newton je Quadratmillimeter (N/mm^2)
$F_{c,max}$	Druckprüfungs-Bruchlast, in Newton (N)
F_{max}	Bettungswertprüfungs-Bruchlast, in Newton (N)
$F_{t,max}$	Zugprüfungs-Bruchlast, in Newton (N)
F_u	Bruchlast, in Newton (N)
$F_{v,max}$	Scherprüfungs-Bruchlast, in Newton (N)
H	Höhe des Prüfkörpers, in Millimeter (mm)
H_w	Bauteilhöhe, in Millimeter (mm)
t	Dicke des Nettoquerschnitts des Prüfkörpers, in Millimeter (mm)
t_B	Dicke der Klebstofffuge, in Millimeter (mm)
$\sigma_{m,n}$	Biegespannung, in Newton pro Quadratmillimeter (N/mm^2)
$\sigma_{t,90,u}$	Zugspannung senkrecht zur Faserrichtung, in Newton je Quadratmillimeter (N/mm^2)
τ_n	Scherspannung, in Newton je Quadratmillimeter (N/mm^2)

5 Allgemeine Anforderungen

Klebstoffe für tragende Zwecke müssen Verbindungen von solcher Festigkeit und Dauerhaftigkeit herstellen, dass die Unversehrtheit der Verbindung des wieder hergestellten Bauteils während der erwarteten Lebensdauer der Konstruktion erhalten bleibt.

6 Klassifizierung

Falls der Klebstoff die Anforderungen der Abschnitte 7 bis 9 erfüllt, muss der Klebstoff als Typ I eingestuft werden. Die Einstufung des Klebstoffs besteht aus:

- Nummer dieses Dokuments;
- Typ des Klebstoffs (I);
- Temperatur in der Verklebungs-Kriechbruchprüfung, in °C;
- Maximale Rissbreite/Dicke der Klebstofffuge, in Millimeter;
- Gebrauchseigenschaften (Klebstoffe, deren Gebrauchseigenschaften nach Abschnitt 11 geprüft sind, werden am Ende des Bezeichnungscode mit dem Buchstaben „w“ versehen).

BEISPIEL EN 17418-I-60-8-w

Die Holzarten müssen in der Herstellerdeklaration angegeben werden.

7 Verklebungsfestigkeit der Klebstoff-Holz-Grenzfläche

7.1 Allgemeines

Klebstoffe, die diesem Dokument entsprechen, müssen die in 7.2.1 bis 7.2.4 angegebenen Leistungsanforderungen erfüllen, wenn sie in Übereinstimmung mit den folgenden Prüfverfahren geprüft werden:

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

Die Klebstoffe müssen nach den Anweisungen des Herstellers angewendet werden.

7.2 Anforderungen

7.2.1 Verklebungsfestigkeit 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 Klebstoffugen an Prüfkörpern aus Buche (in N/mm²)

Serien- nummer Behandlung EN 302-1	Dünne Klebstoffuge	Dicke Klebstoffuge 1,0 mm	Dicke Klebstoffuge 3,0 mm	Dicke Klebstoffuge 4,0 mm
	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 Klebstoffuge kleiner oder gleich 5 % in jedem Prüfkörper sein.

7.2.3 Auswirkung der Holzschwindung auf die Scherfestigkeit

Bei der Prüfung in Übereinstimmung mit 7.3.3 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 einer von sechs Prüfkörpern versagen. Die mittlere Kriechverformung aller Klebstoffugen in jedem der verbleibenden Prüflinge darf nach der Prüfung 0,05 mm nicht überschreiten.

Falls innerhalb eines Prüfkörpers Holzbruch ohne Beeinträchtigung der Klebstoffuge 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 Holzbruch (schlechte Holzqualität) brechen, muss die gesamte Prüfung wiederholt werden.

7.3 Prüfverfahren

7.3.1 Bestimmung der Verklebungsfestigkeit in der Längszugscherfestigkeitsprüfung

Die Prüfungen müssen in Übereinstimmung mit EN 302-1 durchgeführt werden, jedoch mit den Klebstoffugendicken 1,0 mm und 4,0 mm. Falls die Dicke der verwendeten Klebstoffuge bei der

Verwendung $t_b \leq 1$ mm ist, müssen die Prüfungen mit einer Klebstofffugendicke von 3 mm anstatt 4 mm durchgeführt werden. Die Prüfkörper mit dicken Klebstofffugen müssen ohne Anwendung von Druck hergestellt 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 Klebstofffuge darf durch eine Prüfung mit einer definierten (Unterlagen-) Klebstofffugendicke von 0,2 mm ersetzt werden. Die Prüfungen mit einer Klebstofffugendicke von 4 mm müssen durchgeführt werden, mit Ausnahme des Falles, dass die verwendete Klebstofffugendicke $t_b \leq 1$ mm ist, in dem die Prüfungen mit einer Klebstofffugendicke von 3 mm anstatt 4 mm durchgeführt werden müssen. Die Prüfkörper mit dicken Klebstofffugen müssen ohne Anwendung von Druck hergestellt werden. Im Unterschied zur EN 302-2 dürfen die Prüfungen mit verklebten Elementen mit dünner/schließender Klebstofffuge ausschließlich mit zwei Prüfkörpern mit langer Wartezeit 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 Klebstofffugendicke 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 Prüfung der Kohäsionsfestigkeit von dicken monolithischen Klebstoff-Prüfkörpern

8.1 Allgemeines

Nach der Herstellung werden die monolithischen Klebstoff-Prüfkörper mittels Zug-, Druck- und Scherprüfungen geprüft und beurteilt.

Da die Klebstofffugen zwischen zwei gegenüberliegenden Rissflächen eine Dicke von bis zu 8 mm haben können, wirkt die Klebstoffschicht als separate Komponente/Schicht und unterliegt jeglichem Spannungszustand, der in den verklebten Holzschichten auftritt. Daher sind die Festigkeitseigenschaften der Klebstoffmasse ebenso wichtig wie die Qualität der Verklebung der Klebstoff-Holz-Grenzfläche.

8.2 Zugprüfungen

8.2.1 Prüfkörper

Bild 1 zeigt die Geometrie und Maße des monolithischen, kompakten, schulterförmigen Zugfestigkeits-Prüfkörper.

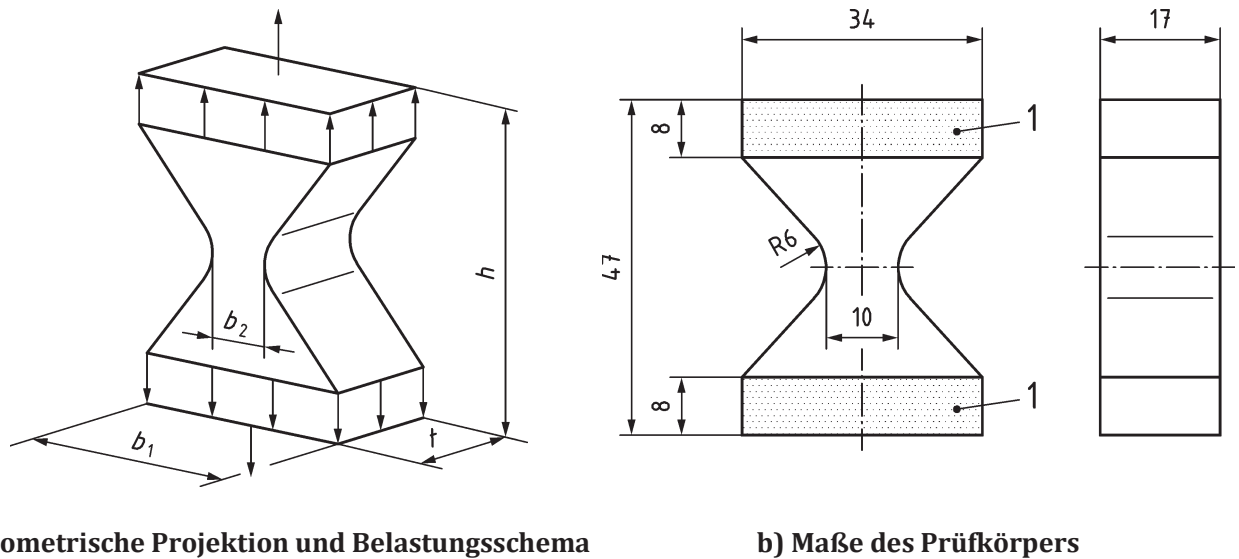


Bild 1 — Form, Maße und Belastungsschema der Zugfestigkeits-Prüfkörper

Die Prüfkörper können hergestellt werden, indem der angemischte Klebstoff in speziell geformte Negativformen aus Material (z. B. Polytetrafluorethylen (PTFE)) gegossen wird, das keine Bindung mit dem Klebstoff aufweist, siehe Bild 2. Alternativ können die Prüfkörper auf die erforderliche Größe und Form aus monolithischen Klebstoffstangen geschnitten oder gefräst werden, die in einem ersten Schritt durch Gießen des angemischten Klebstoffs in eine Stangenform hergestellt wurden, siehe Bild 3. Die Herstellung der Prüfkörper muss bei $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$ erfolgen.

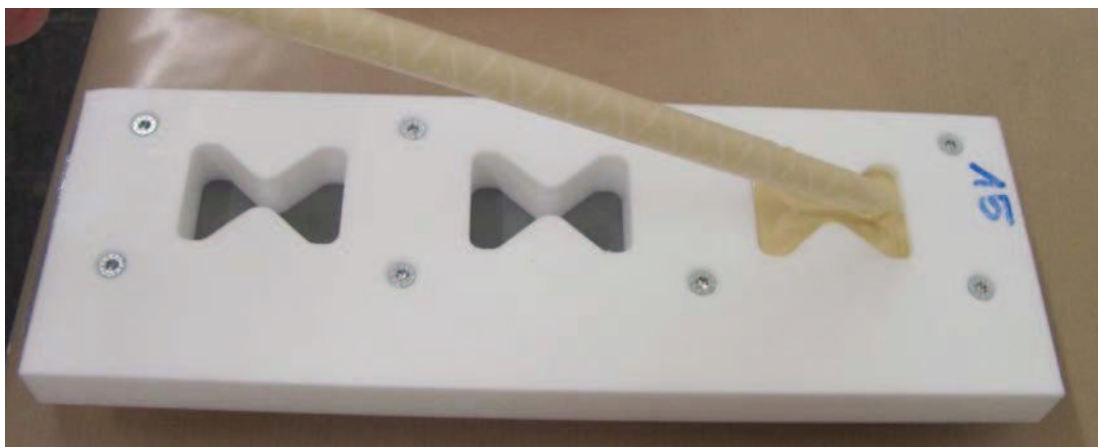


Bild 2 — Prüfkörperherstellung mit speziellen Negativformen

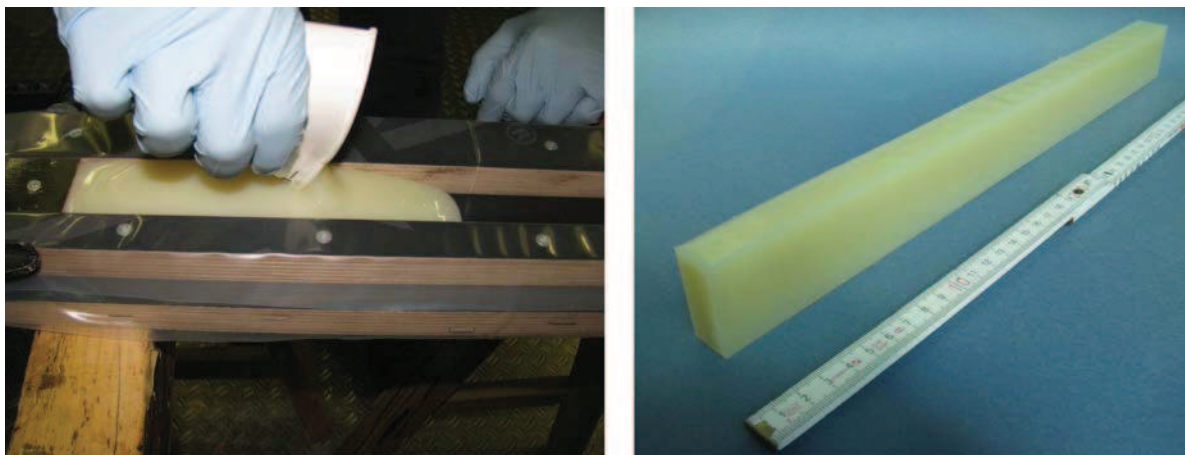


Bild 3 — Vorfertigung von Klebstoffstangen für die Herstellung von Prüfkörpern

8.2.2 Verfahren

Die Zugprüfungen werden in zwei verschiedenen Prüfreihe I und II durchgeführt. In Prüfreihe I werden die Prüfkörper nach mindestens vierwöchiger Klimatisierung bei einer Umgebungstemperatur von $20 \pm 2^\circ\text{C}$ geprüft. Die Prüfkörper der Prüfreihe II werden zunächst wie bei der Prüfreihe I bei Umgebungstemperatur klimatisiert und anschließend unmittelbar vor der Prüfung 6 h zusätzlich bei 60°C klimatisiert. Die Prüfkörper dieser Prüfreihe werden unmittelbar nach der Klimatisierung bei 60°C bei Raumtemperatur geprüft. In jeder der Prüfreihe I und II sind drei Prüfkörper zu prüfen.

Der Prüfkörper wird mit einer Einspannlänge der Halterung von 8 mm in die Prüfmaschine eingespannt. Die axiale Zugbeanspruchung wird mit einer konstanten Vorschubgeschwindigkeit bis zum Versagen aufgebracht.

8.2.3 Angabe der Ergebnisse

Die scheinbare Zugfestigkeit des Prüfkörpers wird berechnet als

$$f_{t,\text{app}} = \frac{F_{t,\text{max}}}{b_2 \cdot t} \quad (1)$$

Dabei ist

$F_{t,\text{max}}$ die Zugbeanspruchung bei Versagen, in N;

b_2 und t sind die Kantenlängen des Nettoquerschnitts im verjüngten Bereich, in mm.

8.2.4 Anforderungen

Die Anforderungen an die Zugfestigkeitswerte der Prüfreihe I und II sind in Tabelle 2 jeweils für Epoxid- und Polyurethanklebstoffe angegeben. Kein Einzelwert in Prüfreihe I oder II darf weniger als das 0,85-Fache des jeweiligen Mittelwerts betragen.

8.3 Druckprüfungen

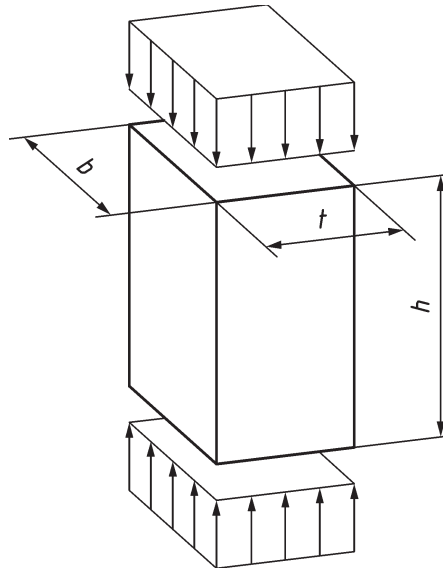
8.3.1 Prüfkörper

Bild 4 zeigt die Geometrie und Maße des monolithischen kompakten kubischen Druckfestigkeits-Prüfkörpers. Die Herstellung des Prüfkörpers erfolgt analog zu 8.2.1.

8.3.2 Verfahren

Die Prüfungen der Druckfestigkeit werden in zwei verschiedenen Prüfreihen I und II durchgeführt, siehe 8.2.2.

Der Prüfkörper wird nach Bild 4 in die Prüfmaschine eingebaut. Die axiale Druckbeanspruchung wird mit einer konstanten Vorschubgeschwindigkeit bis zum Versagen aufgebracht.



Legende

$t = 17 \text{ mm}$
 $b = 34 \text{ mm}$
 $h = 38 \text{ mm}$

Bild 4 — Prüfschema und Maße der Druckfestigkeits-Prüfkörper

8.3.3 Angabe der Ergebnisse

Die scheinbare Druckfestigkeit des Prüfkörpers wird berechnet als

$$f_{c,app} = \frac{F_{c,max}}{b \cdot t} \quad (2)$$

Dabei ist

$F_{c,max}$ die Druckbeanspruchung bei Versagen, in N;
 b und t sind die Kantenlängen des Nettoquerschnitts, in mm.

8.3.4 Anforderungen

Die Anforderungen an die Druckfestigkeitswerte der Prüfreihen I und II sind in Tabelle 2 jeweils für Epoxid- und Polyurethanklebstoffe angegeben. Kein Einzelwert in Versuchsreihe I oder II darf weniger als das 0,85-Fache des jeweiligen Mittelwerts betragen.

8.4 Blockscherprüfungen

8.4.1 Prüfkörper

Bild 5 zeigt die Geometrie und Maße des monolithischen kompakten kubischen Blockscher-Prüfkörpers. Die Herstellung des Prüfkörpers erfolgt analog zu 8.2.1.

8.4.2 Verfahren

Die Scherprüfungen werden in zwei verschiedenen Prüfreiheiten I und II durchgeführt, siehe 8.2.2. Der Prüfkörper wird nach Bild 4 in die Prüfmaschine eingebaut. Die Last wird mit einer konstanten Vorschubgeschwindigkeit bis zum Versagen aufgebracht.

8.4.3 Angabe der Ergebnisse

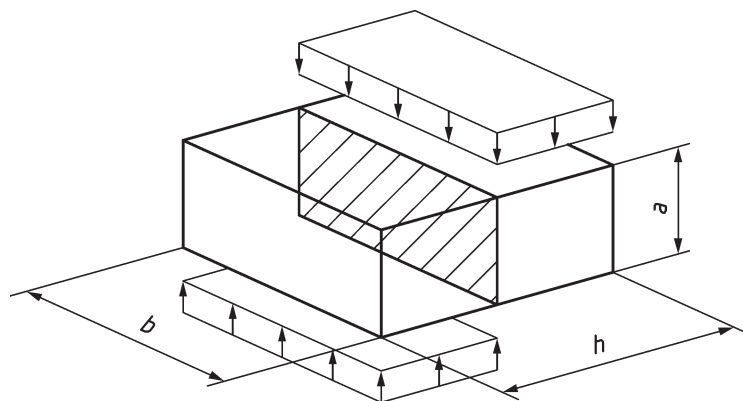
Die scheinbare Scherfestigkeit des Prüfkörpers wird berechnet als

$$f_{v,app} = \frac{F_{v,max}}{b \cdot l_v} \quad (3)$$

Dabei ist

$F_{v,max}$ die Scherbelastung beim Versagen, in N;

l_v und b sind die Kantenlängen des Nettoquerschnitts, in mm.



Legende

$l_v = 17 \text{ mm}$ (a in Bild 5 ist l_v)

$b = 34 \text{ mm}$

$h = 38 \text{ mm}$

Bild 5 — Prüfschema und Abmessungen der Scherfestigkeits-Prüfkörper

8.4.4 Anforderungen

Die Anforderungen an die Scherfestigkeitswerte der Prüfreiheiten I und II sind in Tabelle 2 jeweils für Epoxid- und Polyurethanklebstoffe angegeben. Kein Einzelwert in Versuchsreihe I oder II darf weniger als das 0,85-Fache des jeweiligen Mittelwerts betragen.

Tabelle 2 — Anforderungen an die Zug-, Druck- und Scherfestigkeitswerte der Prüfreihe I und II

Art der Belastung	Klebstoff	Mittlere und minimale Festigkeit in N/mm ²			
		Prüfreihe I (20 °C)		Prüfreihe II (60 °C)	
		x_{mittel}	x_{min}	x_{mittel}	x_{min}
Zugprüfung	2K-EP	55	50	49,5	45
	2K-PUR	25	21,5	22,5	19,5
Prüfung der Druckfestigkeit	2K-EP	85	80	55	52
	2K-PUR	25	21,5	16	14
Scherprüfung	2K-EP	40	35	28	24,5
	2K-PUR	25	23	17,5	16

9 Prüfungen großer Bauteile, einschließlich Bohrkernprüfungen

9.1 Gerade Balken mit vordefinierten Klebstoffugen

9.1.1 Prüfkörper

9.1.1.1 Aufbau und Bauteile

Jeder Prüfkörper muss wie folgt hergestellt werden. Zwei gerade Balken aus Brettschichtholz (hier Bauteile) werden entlang der Schmalseite geklebt, wobei die sekundären, d.h. die Reparatur-Klebstoffugen, unterschiedliche Nenndicken aufweisen müssen, die entlang der Balkenlänge konstant sind. Die Maße der Bauteile und des Prüfkörpers sind in Bild 6 dargestellt. Die Bauteile aus Brettschichtholz müssen EN 14080 entsprechen und die Festigkeitsklasse muss entweder GL 28h oder GL 30h sein.

Die Holzarten müssen Fichte/Tanne (*Picea abies/Abies alba*) sein. Die Oberflächen der verklebten Schmalseiten der Bauteile dürfen nicht speziell durch Hobeln oder Schleifen vorbereitet werden und müssen nach der Lieferung mindestens 3 Monate unter geschützten Klimabedingungen gealtert werden. Der Feuchtegehalt der Bauteile muss zum Zeitpunkt der Herstellung der Prüfkörper mindestens 8 % und darf höchstens 15 % betragen. Der Feuchtegehalt jedes Bauteils ist durch insgesamt 10 Messungen unter Verwendung eines kalibrierten Feuchtemessgeräts nach dem in EN 13183-2 beschriebenen Verfahren zu bestimmen. Die Fehlergrenze des Feuchtemessgeräts muss innerhalb von ± 1 % liegen. Fünf Messungen des Feuchtegehalts müssen bei einer Eindringtiefe der Elektroden von 1 cm durchgeführt werden, die anderen fünf Messungen müssen bei einer Tiefe von 2 cm durchgeführt werden. Der Feuchtegehalt des Bauteils muss als Mittelwert aller Messungen berechnet werden.

Die Nenndicken der herzustellenden Klebstoffugen betragen 0,1 mm (dünne Klebstoffuge), 2 mm, 4 mm und 8 mm. Für jede Klebstoffugendicke müssen 3 Prüfkörper angefertigt werden.

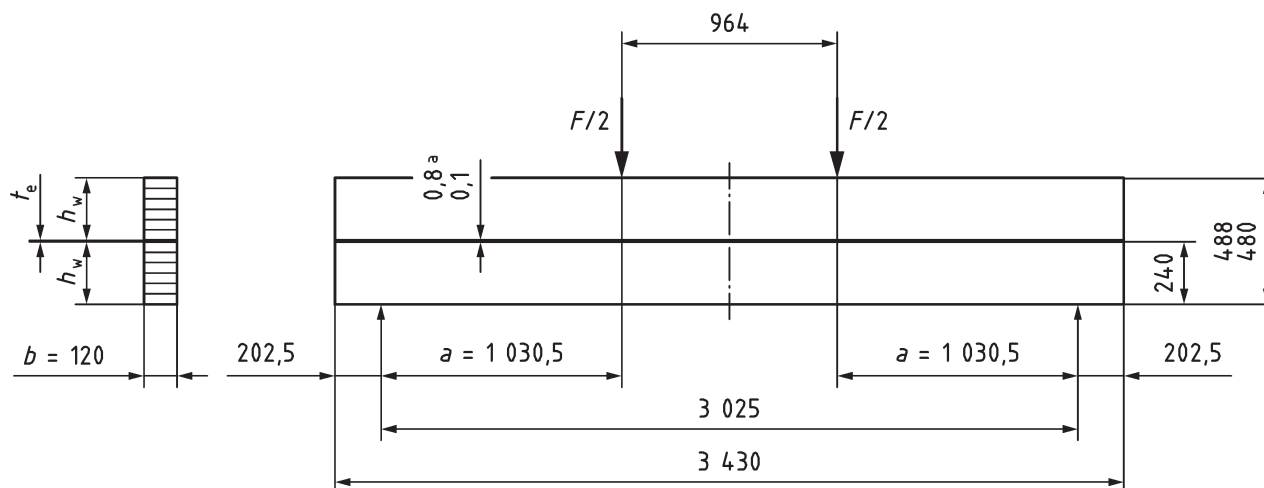


Bild 6 — Prüfschema und Maße eines geraden Balkens

9.1.1.2 Herstellung

Die Herstellung muss in geschützter Umgebung bei einer Temperatur von mindestens 18 °C und höchstens 25 °C durchgeführt werden. Die zwei Bauteile der Prüfkörper mit einer Nenndicke der sekundären Klebstofffuge von 2 mm, 4 mm und 8 mm müssen mit einem Abstand entsprechend der Nenndicke der sekundären Klebstofffuge gegeneinander positioniert werden. Staub darf vor dem Verkleben mit ölfreier Druckluft entfernt werden.

ANMERKUNG Die richtigen Abstände werden in der Regel durch kleine hölzerne Distanzstücke erzielt, die an beiden Balkenenden und im mittleren Teil eingesetzt werden.

Danach werden die schmalen Kanten der sekundären Klebstofffuge mit einem geeigneten Klebeband oder ähnlichen Mitteln (z. B. Spritzmasse) versiegelt und der Klebstoff wird durch Einstiche in die Versiegelung eingespritzt. Bei der Klebstoffinjektion in den Prüfkörper mit sekundären Klebstofffugen von 2 mm bis 8 mm Dicke ist besonders darauf zu achten, dass der Spalt (Freiraum) zwischen den zwei Bauteilen vollständig ausgefüllt wird. Dies wird erreicht, indem Löcher in recht regelmäßigen Abständen von etwa 10 cm bis 30 cm durch die Versiegelung gebohrt werden. Die Klebstoffinjektion mit einer pneumatischen Druckpumpe beginnt an einem Balkenende am Bohrloch $i = 1$. Wenn Klebstoff aus dem nächsten nahe gelegenen Bohrloch $i + 1$ herausläuft, wird das erste Bohrloch durch einen Holzstift dauerhaft verschlossen. Dann wird eine neue Füllung bei Bohrloch $i + 1$ begonnen bis der Klebstoff aus Bohrloch $i + 2$ ausströmt und so weiter.

Die Prüfkörper mit einer dünnen sekundären Klebstofffuge müssen hergestellt werden, indem der Klebstoff mit einer Rolle oder einem Kamm auf einer der Schmalseiten der zwei zu verklebenden Bauteile aufgetragen wird. Anschließend werden die Bauteile mit einem Druck von maximal 0,2 N/mm² zusammengepresst. Die Druck kann durch verschiedene Verfahren aufgebracht werden, z. B. hydraulisches Pressbett oder Einfachpressrahmen. Der Anpressdruck muss für die vom Hersteller des Klebstoffs angegebene Zeit aufrechterhalten werden.

Die Aushärtezeit des Klebstoffs muss den Bestimmungen des Klebstoffherstellers entsprechen und den Einfluss der Klebstofffugendicke berücksichtigen.

Nach dem Aushärten des Klebstoffs müssen die breiten Seiten des Prüfkörpers so gehobelt werden, dass eine deutlich sichtbare sekundäre Klebstofffuge und hierdurch insbesondere eine gut sichtbare Übergangszone/Grenzfläche zwischen Holz und sekundärer Klebstofffuge entsteht, um eine mögliche Rissausbreitung in der Nähe von oder innerhalb der sekundären Klebstofffuge bei den mechanischen Prüfungen erkennen zu können.

Für jede sekundäre Klebstofffugendicke müssen drei Prüfkörper hergestellt werden.

9.1.2 Klimatisierung der Prüfkörper

Zwei verschiedene Klimabedingungen (Prüfreihe I und II) müssen gleichermaßen für alle sekundären Klebstofffugendicken der Prüfkörper angewendet werden.

Zwei Prüfkörper von jeder Probe der sekundären Klebstofffugendicke müssen unter geschützten Klimabedingungen, mit der Bezeichnung Prüfreihe I, bei 18 °C bis 25 °C und einer relativen Luftfeuchte von nicht weniger als 20 % und nicht mehr als 75 % klimatisiert werden. Die Dauer der Klimatisierung muss den Angaben des Klebstoffherstellers entsprechen und einen vollständig (> 90 %) ausgehärteten Zustand des Klebstoffs sicherstellen.

In der Prüfreihe II muss ein Prüfkörper jeder Probe der sekundären Klebstofffugendicke für eine Zeitspanne von 12 Monaten unter ungeschützten Bedingungen (Nutzungsgruppe 3 nach EN 1995-1-1) in einem mitteleuropäischen geografischen Gebiet zwischen den Breitengraden 45 und 60 gelagert werden. Während der Lagerzeit muss das Klima aufgezeichnet werden.

Die Prüfkörper der Versuchsreihe II müssen so lange klimatisiert werden, bis ein Feuchtegehalt des Holzes von $(12 \pm 3) \%$ erreicht ist. Der Feuchtegehalt des Holzes muss mit einem kalibrierten elektrischen Feuchtemessgerät mit zehn Messungen bestimmt werden. (jeweils fünf Messungen bei 1 cm bzw. 2 cm Eindringtiefe von der Oberfläche) an gleichmäßig verteilten Stellen entlang der gesamten Länge der Prüfkörper. Der Feuchtegehalt des Prüfkörpers muss als Mittelwert aller Messungen bewertet werden.

9.1.3 Prüfverfahren

Die Prüfkörper müssen in einer Vierpunkt-Biegeprüfung nach den in Bild 6 angegebenen Maßen/Angaben auf Scherbiegung geprüft werden. Die Belastung muss mit einer konstanten Vorschubgeschwindigkeit nach EN 408 erfolgen. Die Bruchlast muss in einer Zeitspanne von (300 ± 120) s erreicht werden. Die Biegung der Balken muss entweder in der Mitte der Biegedruckkante (dann ein Wandler in mittlerer Breite) oder in der mittleren Tiefe an beiden breiten Seiten gemessen werden. Das Kraft-Weg-Diagramm muss aufgezeichnet werden. Die Bruchbildung und der Versagensverlauf müssen an beiden breiten Seiten von mindestens einer Person je Seite überwacht und aufgezeichnet werden. Hierbei müssen insbesondere die eventuelle Rissentstehung und -ausbreitung in der Nähe oder in der sekundären Klebstofffuge berücksichtigt werden.

9.1.4 Angabe der Ergebnisse

Basierend auf der Bruchlast F_u werden die maximalen Scher- und Biegespannungen berechnet aus

$$\tau_u = \frac{3F_u}{4 \cdot b \cdot H} \quad (4)$$

und

$$\sigma_{m,u} = \frac{3 F_u \cdot a}{b \cdot H^2} \quad (5)$$

Dabei ist

$$H = 2h_w + t_b \quad (6)$$

ANMERKUNG Die maximalen Spannungen τ_u und $\sigma_{m,u}$ werden nicht als Festigkeitswerte bezeichnet, da das Versagen entweder als reines Biegen oder reines Scherversagen oder als kombiniertes Biegen und Scherversagen auftreten kann.

9.1.5 Anforderungen

Im Falle von Scherversagen, die entweder an der Grenzfläche der sekundären Klebstofffuge zu den Holzbauteilen oder in den Holzbauteilen auftreten, gilt die Anforderung

$$\tau_u \geq 3,5 \text{ N/mm}^2 \quad (7)$$

Ein Scherversagen in der Klebstoffmasse bei Klebstofffugen mit einer Dicke von 2 mm bis 8 mm ist nicht zulässig.

Im Falle eines Biegeversagens einer der drei Prüfkörper je Klebstofffugendicke mit einem Wert von $\tau_u < 3,5 \text{ N/mm}^2$ kann das Prüfergebnis verworfen werden, und die Beurteilung und die jeweiligen Anforderungen müssen sich auf die Ergebnisse der beiden verbleibenden Prüfkörper der Prüfreihe stützen. Bei jedem der beiden verbleibenden Prüfkörper muss unabhängig von der Art des Versagens die Gleichung (7) erfüllt sein.

9.2 Große Prüfkörper mit reparierten Klebstofffugen

9.2.1 Allgemeines

Anders als bei den Prüfungen und jeweiligen Anforderungen in 9.1 zu Prüfkörpern mit definierten Klebstofffugen von verschiedenen konstanten Dicken, behandeln die Prüfungen und Anforderungen in 9.2 reparierte Risse in gebrochenen Balken mit unterschiedlichen Klebstofffugendicken. Hierbei werden gerade und gekrümmte, tragende und mit Klebstoff reparierte Balken/Bauteile untersucht. Die unterschiedlichen Geometrien der untersuchten Prüfkörper (gerade bzw. gekrümmt) führen zu signifikant unterschiedlichen Scher- und Normalspannungen an der Klebstofffuge und spiegeln typische Reparatursituationen wider.

Das Abdichten der Risse und das Einfüllen des Reparaturklebstoffs in die gerissenen Großbauteile müssen nach den Vorschriften des Herstellers erfolgen.

9.2.2 Gerade Balken mit reparierten Klebstofffugen

9.2.2.1 Prüfkörper

Zwei in 9.1 geprüfte Balken mit einem Scherversagen und $\tau_u \geq 3,5 \text{ N/mm}^2$ müssen mit dem jeweiligen Reparaturklebstoff repariert werden. Das Abdichten der schmalen Risskanten und das Auffüllen mit dem Klebstoff müssen nach den Festlegungen in 9.1.1.2 und den Anweisungen des Klebstoffherstellers erfolgen. Nach dem Verkleben der Risse muss eine vom Hersteller angegebene Aushärtezeit eingehalten werden. Nach dem Aushärten müssen alle Bänder und Dichtungen von den Balkenseiten entfernt werden, um die eventuelle Rissentwicklung entlang der reparierten Risse bei der mechanischen Prüfung mit zunehmender Belastung bis zum endgültigen Versagen verfolgen zu können.

9.2.2.2 Prüfverfahren

Die Balken/Prüfkörper werden in einer Vierpunkt-Biegeprüfung nach Bild 6 geprüft.

9.2.2.3 Anforderungen

Im Falle eines Versagens muss die maximale Scherspannung nach Gleichung (4) die Anforderung nach Gleichung (7) für die beiden Prüfkörper erfüllen. Wenn der Balken außerhalb der Klebstofffuge aufgrund eines reinen/erheblichen Holzbruchs bei einer Scherspannung von $\leq 3,5 \text{ N/mm}^2$ versagt, muss die Prüfung mit weiteren Prüfkörpern wiederholt werden, bis zwei gültige Ergebnisse vorliegen. In dem Fall, dass das Versagen in der Klebstofffuge bei einer Spannung von $\leq 3,5 \text{ N/mm}^2$ auftritt, darf die Prüfung mit einem weiteren Prüfkörper einmal wiederholt werden, um ein gültiges Ergebnis zu erhalten.