

### 1 Einleitung und Abgrenzung

Dieses Merkblatt richtet sich an die mit der Sanierung von tragenden Brettschichtholzbauteilen befassten Architekten und Tragwerksplaner.

Es enthält Hinweise zu Rissanierungen mittels Verpressen, zum Aufkleben von Schub- oder Querkzugverstärkungen in Form von Platten oder Streifen aus Sperrholz oder Furnierschichtholz oder von Vollholzlamellen sowie dem nachträglichen Einbau von Stahlstangen als Schub- oder Querkzugsicherung zur Wiederherstellung der Tragfähigkeit.

Andere Sanierungsmaßnahmen zur Wiederherstellung der Tragfähigkeit oder Sanierungsmaßnahmen zur Wiederherstellung des Erscheinungsbildes werden nicht behandelt.

Die Schadensanalyse sowie das Erstellen von Sanierungskonzepten sind nicht Gegenstand dieses Merkblatts. Siehe hierzu z. B. [1]. Es wird davon ausgegangen, dass ein von einem Sachverständigen mit besonderer Fachkenntnis im Holzbau erstelltes Sanierungskonzept vorliegt.

Fragen des Holzschutzes werden nicht behandelt.

Fragen der Arbeitssicherheit werden nicht behandelt. Hierzu wird auf die einschlägigen Arbeitsschutzvorschriften und die Sicherheitshinweise der Klebstoffhersteller verwiesen.

### 2 Befähigung für die Durchführung Sanierungsmaßnahmen

#### 2.1 Allgemeines

Klebungen müssen mit besonderer Sorgfalt ausgeführt werden, da Verklebungsfehler nachträglich nur sehr schwer feststellbar sind. Für das Sanieren mittels Klebungen sind über die für die Herstellung im Werk erforderliche Sachkenntnis hinausgehende Befähigungen erforderlich.

#### 2.2 Befähigungsnachweis der ausführenden Firma

Die mit der Sanierung von Brettschichtholzbauteilen beauftragten Firmen müssen gemäß DIN 1052:2008-12 [2], Abschnitt 14.1(2), über einen Nachweis der Eignung zum Kleben von tragenden Holzbauteilen (sogenannte Leimgenehmigung), Bescheinigung A, B oder D, verfügen.

Für die Sanierung von Bauteilen ohne Begrenzung der Abmessungen ist die Bescheinigung A erforderlich.

Mit der Bescheinigung B oder der in DIN 1052:2008-12 neu geschaffenen Bescheinigung D dürfen dagegen nur Bauteile begrenzter Länge saniert werden:

- gerade Balken und Träger mit Längen bis zu 18 m;
- gekrümmte Balken und Träger mit Stützweiten bis zu 12 m;
- Dreigelenkbinder bis zu 15 m Stützweite;
- einhöftige Rahmen mit einer Abwicklungslänge bis 12 m.

ANMERKUNG: In 2011 soll für die Herstellung von BS-Holz im Werk die Leimgenehmigung entfallen. Für die Ausführung von Sanierungen wird aber auch nach diesem Zeitpunkt eine Leimgenehmigung gefordert werden.

Die Leimgenehmigungen werden von der Materialprüfanstalt Stuttgart – Otto-Graf-Institut – (MPA Stuttgart) im Auftrag des Deutschen Institutes für Bautechnik (DIBt) erteilt.

#### 2.3 Befähigungsnachweis der ausführenden Mitarbeiter

Für die Ausführung der Arbeiten sind qualifizierte Arbeitskräfte erforderlich, die über Erfahrungen mit der Herstellung von Brettschichtholz verfügen sollten.

Während der gesamten Dauer der Sanierungsmaßnahme muss mindestens ein Mitarbeiter vor Ort sein, der am Sanierungslehrgang der MPA Stuttgart und der Studiengemeinschaft Holzleimbau e.V. oder einer vergleichbaren Schulung teilgenommen hat.

### 3 Für die Sanierung erforderliche Unterlagen

Vor Beginn der Sanierungsmaßnahmen muss ein von einem Sachverständigen mit besonderer Fachkenntnis im Holzbau erstelltes Sanierungskonzept vorliegen. Die der ausführenden Firma zur Verfügung gestellten Unterlagen müssen mindestens Aussagen zu folgenden Punkten enthalten:

- Geometrie des Gebäudes, der BS-Holzbauteile und der wesentlichen Anschlüsse;
- Nutzung des Gebäudes;
- Feststellung des Schadensumfangs (siehe hierzu auch [1]), insbesondere Rissprotokolle;
- Angabe der zu sanierenden Bereiche mit Festlegung der zu verwendenden Verfahren und Materialien;
- Angaben zur Belastbarkeit der Böden (Befahrbarkeit mit Steighilfen und Beanspruchungen aus Behelfsstützen zum Hochdrücken der Bauteile in die ursprüngliche Form), sofern erforderlich.

### 4 Materialien

#### 4.1 Allgemeines

Für die Sanierung dürfen nur solche Materialien verwendet werden, die bauaufsichtlich als geeignet eingestuft worden sind.

#### 4.2 Klebstoffe

##### 4.2.1 Allgemeines

Es dürfen Phenoplastharz- oder Aminoplastharzklebstoffe verwendet werden, die die Anforderungen gemäß DIN EN 301:2006-09 [3] und DIN 68141:1995-08 [4], Abschnitt 3.1.3 und Anlage 3.6, erfüllen. Es dürfen zudem Klebstoffe gemäß allgemeiner bauaufsichtliche Zulassung verwendet werden. Üblich ist bei vielen Sanierungsarbeiten der Einsatz von Zweikomponenten Epoxidharzklebstoffen. Das Harz ist während der Reaktion dünnflüssig und füllt Hohlräume sehr gut aus. Bei der Verklebung ist kein Pressdruck erforderlich, weil die Klebmasse – im Gegensatz zu Polykondensationsklebstoffen – nicht schwindet. Epoxidharz-Klebstoffe sind während der Reaktion so dünnflüssig, dass ein Wegfließen des Klebstoffes eff. durch geeignete Maßnahmen verhindert werden muss.

Bei der Sanierung von sichtbar bleibenden Bauteilen kann den Klebstoffen ein Farbstoff beigemischt werden, sofern die Eigenschaften des gefärbten Klebstoffs geprüft und als geeignet eingestuft worden sind. Sofern Klebstoffe, z. B. zum Andicken, mit Streckmitteln gemischt werden sollen, ist dies nur zulässig, wenn der angedickte Klebstoff geprüft und als geeignet eingestuft worden ist.

Alle verwendeten Klebstoffe müssen dem Typ I gemäß DIN EN 301:2006-09 entsprechen.

##### 4.2.2 Klebstoffe für das Aufkleben von Vollholz oder Holzwerkstoffen

Bei aufgeklebten Verstärkungen müssen Klebstoffe verwendet werden, für die der Nachweis der Verwendbarkeit für Fugen von mindestens bis zu 2 mm Fugendicke geführt worden ist.

##### 4.2.3 Klebstoffe für das Einkleben von Stahlstangen

Die Eignung des Klebstoffes muss über eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung des DIBt nachgewiesen werden.

##### 4.2.4 Klebstoffe für das Sanieren von Rissen

Die Eignung des Klebstoffes muss über eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung des DIBt nachgewiesen werden.

#### 4.3 Stahlstangen

Gemäß DIN 1052:2008-12 dürfen Gewindebolzen (auch Gewindestangen genannt) nach DIN EN 976-1 [5] und Betonrippenstähle nach DIN 488-1 [6] mit Durchmessern zwischen 6 mm und 30 mm eingeklebt werden.

#### 4.4 Holz und Holzwerkstoffe für aufgeklebte Verstärkungen

##### 4.4.1 Sperrholz

Üblich sind außen liegende Verstärkungen mit Sperrholz. Das verwendete Sperrholz muss die Anforderungen der DIN 1052:2008-12 sowie die Anforderungen der DIN EN 13986 [7] und der DIN V 20000-1 [8] erfüllen. Übliche Holzarten sind Buche, Fichte, Birke und Kiefer.

Einzellagen aus Sperrhölzern, die mittels Schraubenpressklebung gemäß DIN 1052:2008-12 aufgeklebt werden, dürfen bis zu 50 mm dick sein. Die Randbedingungen bei Sanierungen können geringere Dicken erfordern. Größere Gesamtdicken können in mehreren Lagen ausgeführt werden.

##### 4.4.2 Furnierschichtholz

Für Verstärkungen wird Furnierschichtholz gemäß allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung verwendet.

Bezüglich der Plattendicken gilt 4.4.1.

##### 4.4.3 Vollholz

Üblich sind außen liegende Verstärkungen mit gehobeltem gemäß DIN 4074-1 [9] nach der Festigkeit sortiertem Fichtenholz.

Andere Vollhölzer gemäß DIN 4074-1 oder DIN 4074-5 [10] sind zulässig, aber derzeit nicht üblich.

Einzelne Brettlagen, die mittels Schraubenpressklebung gemäß DIN 1052:2008-12 aufgeklebt werden, dürfen bis zu 35 mm dick sein. Die Randbedingungen bei Sanierungen können geringere Brettdicken erfordern. Größere Gesamtdicken können in mehreren Lagen ausgeführt werden.

Die Holzfeuchte der Bretter muss kleiner als 15 % sein und darf nicht mehr als 2 % von der Feuchte der zu sanierenden Bauteile abweichen.

#### 5 Baustelleneinrichtung und Vorbereitung der Sanierungsarbeiten

##### 5.1 Arbeitsvorbereitung

Die Angaben aus dem Sanierungskonzept sind zu überprüfen.

Vor Beginn der Sanierungsarbeiten sind Art und Abmessungen von Gerüsten und Hebebühnen festzulegen.

Für einen ausreichend standsicheren Zugang ist Sorge zu tragen.

Die Beanspruchbarkeit des Untergrundes durch Gerüste oder Steighilfen ist zu beachten. Sofern Bauteile durch Abstützungen in die ursprüngliche Lage gedrückt werden müssen, ist ebenfalls die ausreichende Belastbarkeit des Bodens zu prüfen.

Es ist zu klären, wie die Verstärkungen in den erforderlichen Längen bis zu den zu verstärkenden Bauteilen transportiert werden können.

Es ist zu prüfen, ob zur Reduzierung der Staubbelastung Einhausungen erforderlich sind.

##### 5.2 Allgemein notwendige Vorbereitungen für das Verkleben

Die zu sanierenden Bauteile sind erforderlichenfalls (bei gebrochenen oder stark verformten Bauteilen) durch Anheben oder Hochdrücken in die planmäßige Position zu bringen.

Es ist sicher zu stellen, dass die erforderlichen Randbedingungen für eine Verklebung, insbesondere die Holz- und Raumlufttemperaturen, über die gesamte Dauer der Arbeiten bis zur vollständigen Aushärtung gegeben sind. Soweit erforderlich sind Einhausungen und Heizungen vorzuhalten.

Es ist zu prüfen, ob die zu verklebenden Stellen zu Reinigen oder ggf. durch Anschleifen für die Verklebung vorzubereiten sind.

#### 6 Rissanierungen

##### 6.1 Allgemeines

Risse werden mit speziell für die Sanierung zugelassenen Klebstoffen geschlossen. Die Risse werden abgeklebt oder abgespachtelt, der nach Vorgabe des Klebstoffherstellers (technisches Datenblatt) gemischte Klebstoff wird dann in die Risse injiziert. Das Sanierverfahren wurde von Radović/Goth [11] in den 80er Jahren entwickelt und hat sich seitdem vielfach bewährt.

##### 6.2 Qualitätskontrolle

Der Instandsetzungsablauf ist in einem Protokoll gemäß den Vorgaben der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung des Sanierungsharzes zu dokumentieren. In der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung werden i. d. R. folgende Angaben gefordert:

- Bezeichnung des Objekts und Name des Baueigentümers/Verfügungsberechtigten
- Schadensbeschreibung mit
  - Anzahl, Material, Typ und Abmessungen der geschädigten Holzbauteile,
  - Schadensart mit genauer Beschreibung der Rissausbildung (Anzahl, Abmessungen, Lage, Oberflächenbeschaffenheit der Risse, wie z. B. glatt, zerfasert, sauber, verschmutzt),

- Name des Verantwortlichen für das Instandsetzungskonzept,
- Namen der verantwortlichen Instandsetzungsfachkraft und weiterer einbezogener Mitarbeiter,
- Holzart
- Temperatur und Feuchte der Holzbauteile unmittelbar vor der Verpressung der Risse, die Messungen sind in unterschiedlichen Tiefen bezogen auf die Querschnittsbreite durchzuführen,
- Temperatur und relative Luftfeuchte der umgebenden Luft während der Klebstoffstoffaushärtung,
- Beschreibung des Instandsetzungsverfahrens (z.B. Freischneiden der Risse,erspachtelung der Rissränder mit Klebstoff oder einer Dichtmasse, das Fabrikat und der Typ der Dichtmasse sind zu benennen, Durchmesser und Abstand der Bohr- und Entlüftungsöffnungen, Art der Verfüllung des Klebstoffes, z. B. mittels Handhebelpresse und konischer Tülle),
- Klebstoffmengen und Mischungsverhältnis des Klebstoffes,
- Zeitangabe zu Beginn und Ende der Klebstoffverfüllung,
- Verfüllmengen je Einzelriss oder Rissgruppe,
- Zeitpunkt der Entnahme der Kontrollbohrkerne und Entnahmestellen, Bruchlast und Scherfestigkeit der Kontrollbohrkerne,
- Dokumentation aller instandgesetzten Risse einschließlich jeglicher Auffälligkeiten,
- Schlussdokumentation.

Das Protokoll ist von der verantwortlichen Person des Betriebes zu unterzeichnen. Es ist 20 Jahre aufzubewahren (z. B. in den Bauakten).

Es sind Bohrkerne mit einem Durchmesser von 25 – 35 mm gemäß den Vorgaben der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung für den Sanierungsharz zu entnehmen.

Die Bohrkerne sind gemäß DIN EN 392 zu Prüfkörpern mit angeschnittenen parallelen und ebenen Flächen zu bearbeiten. Vor der Prüfung der Scherfestigkeit sind der Verfüllungsgrad der instandgesetzten Klebstoffuge (Prozentsatz der verfüllten Fugenlänge bezüglich der Gesamtstiefe), ein eventuell vorhandener Luftporeneinschluss und gegebenenfalls andere Auffälligkeiten festzustellen und zu dokumentieren.

Die Scherfestigkeit der Klebstoffuge der Bohrkerne ist nach DIN EN 392 zu ermitteln. Die Prüfergebnisse der Blockscherprüfungen aller Bohrkerne sollen hinsichtlich der Scherfestigkeit und des Faserbruchanteils den Anforderungen der Norm DIN EN 386: 2002-04, Abschnitt 5.5.4 entsprechen.

## 7 Aufkleben von Schub- oder Querkzugverstärkungen in Form von Platten oder Streifen aus Holzwerkstoffen oder von Vollholzlamellen

### 7.1 Allgemeines

Aufgeklebte Vollholzlamellen sowie Holzwerkstoffstreifen dienen zur Querkzug-, aufgeklebte Holzwerkstoffplatten auch zur Schubverstärkung, z. B. bei Durchbrüchen, Ausklinkungen und gekrümmten Trägerbereichen.

Mit aufgeklebten vollflächigen Verstärkungen wird nicht nur die Schub- und Querkzugtragfähigkeit erhöht, sondern es werden zugleich auch die abgedeckten Oberflächen vor dem Einfluss von Klimaschwankungen geschützt. Nachteilig ist, dass eine nachträgliche Beurteilung der von den Platten abgedeckten Bauteilbereiche nicht mehr möglich ist.

Zum Erreichen des für Klebungen notwendigen Pressdruckes und Formschlusses sind die Platten, Streifen oder Bretter mittels Schraubenpressklebung gemäß DIN 1052: 2008-12, Abschnitt 14.2 aufzukleben. Bei Verwendung anderer Pressmethoden ist der Pressdruck gemäß Datenblatt des Klebstoffherstellers nachzuweisen.

Bei der Schraubenpressklebung ist mindestens pro 15.000 mm<sup>2</sup> (bei einer maximalen Kantenlänge des Schraubenrasters von 150 mm) eine bauaufsichtlich zugelassene Teilgewindeschraube mit einem Durchmesser größer als 4 mm anzuordnen. In der aufzuklebenden Platte oder der aufzuklebenden Lamelle darf kein Schraubengewinde vorhanden sein. Die Gewindelänge im Holzteil mit der Schraubenspitze muss mindestens 40 mm betragen, jedoch mindestens gleich der Platten- oder Lamellendicke sein. Bei mehrlagiger Schraubung ist das Schraubensbild zu versetzen. Die Schrauben dürfen nach der Aushärtung entfernt werden.

### 7.2 Qualitätskontrolle

Zu Zwecken der Eigenüberwachung kann die Klebefugendicke und die flächige Verklebung stichprobenartig durch Bohrkern in Anlehnung an DIN EN 392 kontrolliert werden. An diesen kann bei Bedarf auch die Scherfestigkeit gemäß DIN EN 392 ermittelt werden.

Die Notwendigkeit der Entnahme und die Anzahl der Probekörper sind mit dem Sachverständigen abzustimmen.

Während der Klebearbeiten bis zur vollständigen Aushärtung sind die im Klebstoffdatenblatt des verwendeten Klebstoffs geforderten Klimabedingungen, z. B. mittels Thermohygrograph, zu kontrollieren und zu protokollieren.

## 8 Einbau von Stahlstangen

### 8.1 Allgemeines

Rechtwinklig zur Faser eingeklebte Stahlstangen dienen zur Querkzugbewehrung, z. B. von Durchbrüchen, Ausklinkungen und gekrümmten Trägerbereichen. Bei rechtwinklig zur Faser eingeklebten Stahlstangen ist, anders als bei aufgeklebten Platten, eine nur sehr geringe Schubverstärkung gegeben. Unter 45° eingeklebte Stahlstangen sind als Schubbewehrung wirkungsvoller als rechtwinklig eingebaute. Bei großen Dehnungen des Stahles reißt das Holz; dies ist bei der statischen Bemessung zu beachten (entsprechend den Regeln für das Stadium II im Stahlbetonbau).

Für das Einkleben von Stahlstangen werden für diesen Zweck zugelassene Klebstoffe verwendet. Die Vorgaben des Klebstoffherstellers (technisches Datenblatt) sind zu beachten.

### 8.2 Qualitätskontrolle

Es ist die verfüllte Klebstoffmenge zu kontrollieren und mit der theoretisch erforderlichen Klebstoffmenge zu vergleichen. Dabei ist zu beachten, dass die tatsächlich erforderliche Menge durch Risse und Öffnungen im Holz größer ist als zuvor berechnet.

Während der Klebearbeiten bis zur vollständigen Aushärtung sind die im Klebstoffdatenblatt des verwendeten Klebstoffs geforderten Klimabedingungen, z. B. mittels Thermohygrograph, zu kontrollieren und zu protokollieren.

## 9 Dokumentation

Der ausführende Betrieb muss die Sanierungsmaßnahmen dokumentieren. Die Dokumentation muss für jede Arbeitsschicht mindestens folgende Angaben enthalten:

- Angaben zum Bauvorhaben
- Beginn und Ende der Arbeiten
- Verwendeter Klebstoff
- Angabe zum Mischungsverhältnis gemäß Datenblatt
- Verwendete Stahlstangen (sofern zutreffend)
- Verwendete Holzwerkstoffplatten (sofern zutreffend)
- Tatsächliches Mischungsverhältnis von Harz und Härter
- Verbrauchte Klebstoffmenge (tatsächlich aufgetragene oder injizierte Menge)
- Feuchte und Temperatur des Holzes bei Beginn der Arbeiten
- Unterschrift eines für derartige Arbeiten berechtigten und bei der Ausführung anwesenden Mitarbeiters

Zudem muss die Dokumentation folgende Information enthalten:

- Aufzeichnungen des Klimaschreibers vom Beginn der Sanierungsarbeiten bis zum Ende der theoretischen Aushärtezeit

- Ggf. Rissprotokoll bzw. Dokumentation zuzusätzlicher Risse
- Dokumentation durchgeführter Kontrollbohrungen
- Dokumentation entnommener Bohrkern
- Ergebnis und Bewertung der Prüfungen an Bohrkernen

Die Dokumentation ist mindestens 10 Jahre aufzubewahren.

## 10 Literatur

- [1] Studiengemeinschaft Holzleimbau e.V. (Hrsg.): Leitfaden zu einer ersten Begutachtung von Hallen-tragwerken aus Holz (Fassung Juli 2006); Studiengemeinschaft Holzleimbau e.V., Wuppertal
- [2] DIN 1052: 2008-12, Entwurf, Berechnung und Bemessung von Holzbauwerken – Allgemeine Bemessungsregeln und Bemessungsregeln für den Hochbau
- [3] DIN EN 301:2006-09, Klebstoffe für tragende Holzbauteile, Phenoplaste und Aminoplaste – Klassifizierung und Leistungsanforderungen
- [4] DIN 68141:1995-08, Holzklebstoffe – Prüfung der Gebrauchseigenschaften von Klebstoffen für tragende Holzbauteile
- [5] DIN 976-1, Gewindebolzen – Teil 1: Metrisches Gewinde
- [6] DIN 488-1, Betonstahl – Sorten, Eigenschaften, Kennzeichen
- [7] DIN EN 13986:2005-03, Holzwerkstoffe zur Verwendung im Bauwesen – Eigenschaften, Bewertung der Konformität und Kennzeichnung
- [8] DIN V 20000-1, Anwendung von Bauprodukten in Bauwerken – Teil 1: Holzwerkstoffe
- [9] DIN 4074-1, Sortierung von Holz nach der Tragfähigkeit – Teil 1: Nadelschnittholz
- [10] DIN 4074-5, Sortierung von Holz nach der Tragfähigkeit – Teil 5: Laubschnittholz
- [11] Radovi, B.; Goth, H. 1992: Entwicklung und Stand eines Verfahrens zur Sanierung von Fugen in Brettschichtholz. In: bauen mit holz, Heft 9/1992, Bruderverlag, Karlsruhe
- [12] DIN EN 392:1996-04, Brettschichtholz – Scherprüfung der Leimfugen

## Herausgeber

Studiengemeinschaft Holzleimbau e.V.

Elfriede-Stremmel-Straße 69  
42369 Wuppertal

02 02 · 978 35 81 Telefon  
02 02 · 978 35 79 Fax  
www.brettschichtholz.de  
info@brettschichtholz.de