

Zulassungsstelle für Bauprodukte und Bauarten Bautechnisches Prüfamt

Eine vom Bund und den Ländern gemeinsam getragene Anstalt des öffentlichen Rechts Mitglied der EOTA, der UEAtc und der WFTAO

Datum: Geschäftszeichen:

Geltungsdauer

vom: 18. September 2018 bis: 18. September 2023

18.09.2018 I 71-1.10.7-41/12

Nummer:

Z-10.7.2-41

Antragsteller:

genehmigt.

BÜSE BAUWERKSANIERUNG GmbH Am Mühlenwald 1 33034 Brakel-Beller

Gegenstand dieses Bescheides:

Bauart zur Sanierung schadhafter Holzbauteile

Der oben genannte Regelungsgegenstand wird hiermit allgemein bauaufsichtlich zugelassen und

Dieser Bescheid umfasst 13 Seiten und elf Anlagen.

Der Gegenstand ist erstmals am 15. Februar 1982 allgemein bauaufsichtlich zugelassen worden.

DIBt



Seite 2 von 13 | 18. September 2018

I ALLGEMEINE BESTIMMUNGEN

- 1 Mit diesem Bescheid ist die Verwendbarkeit bzw. Anwendbarkeit des Regelungsgegenstandes im Sinne der Landesbauordnungen nachgewiesen.
- 2 Dieser Bescheid ersetzt nicht die für die Durchführung von Bauvorhaben gesetzlich vorgeschriebenen Genehmigungen, Zustimmungen und Bescheinigungen.
- 3 Dieser Bescheid wird unbeschadet der Rechte Dritter, insbesondere privater Schutzrechte, erteilt.
- Dem Verwender bzw. Anwender des Regelungsgegenstandes sind, unbeschadet weiter gehender Regelungen in den "Besonderen Bestimmungen", Kopien dieses Bescheides zur Verfügung zu stellen. Zudem ist der Verwender bzw. Anwender des Regelungsgegenstandes darauf hinzuweisen, dass dieser Bescheid an der Verwendungs- bzw. Anwendungsstelle vorliegen muss. Auf Anforderung sind den beteiligten Behörden ebenfalls Kopien zur Verfügung zu stellen.
- Dieser Bescheid darf nur vollständig vervielfältigt werden. Eine auszugsweise Veröffentlichung bedarf der Zustimmung des Deutschen Instituts für Bautechnik. Texte und Zeichnungen von Werbeschriften dürfen diesem Bescheid nicht widersprechen, Übersetzungen müssen den Hinweis "Vom Deutschen Institut für Bautechnik nicht geprüfte Übersetzung der deutschen Originalfassung" enthalten.
- Dieser Bescheid wird widerruflich erteilt. Die Bestimmungen können nachträglich ergänzt und geändert werden, insbesondere, wenn neue technische Erkenntnisse dies erfordern.
- 7 Dieser Bescheid bezieht sich auf die von dem Antragsteller gemachten Angaben und vorgelegten Dokumente. Eine Änderung dieser Grundlagen wird von diesem Bescheid nicht erfasst und ist dem Deutschen Institut für Bautechnik unverzüglich offenzulegen.
- Die von diesem Bescheid umfasste allgemeine Bauartgenehmigung gilt zugleich als allgemeine bauaufsichtliche Zulassung für die Bauart.



Nr. Z-10.7.2-41 Seite 3 von 13 | 18. September 2018

II BESONDERE BESTIMMUNGEN

1 Regelungsgegenstand und Verwendungs- bzw. Anwendungsbereich

1.1 Regelungsgegenstand

Zulassungsgegenstand sind die Bauprodukte

- Stäbe aus textilglasverstärktem ungesättigtem Polyesterharz (GF-UP-Stäbe),
- Reaktionsharzbeton (RH-Beton) "Holzan 25" und
- Reaktionsharzmörtel (RH-Mörtel) "Holzan 22".

Genehmigungsgegenstand ist die Bauart unter Verwendung der o.g. Bauprodukte zur Sanierung schadhafter Holzbauteile.

Die Bauprodukte sind normalentflammbar.

1.2 Verwendungs- bzw. Anwendungsbereich

Die GF-UP-Stäbe, der RH-Beton und der RH-Mörtel dürfen

- zur Sanierung von Rechteckvollholzbauteilen unter Druck-, Zug- und/oder einachsiger Biegebeanspruchung und
- zum Verbinden von Rechteckvollholzbauteilen untereinander

verwendet werden.

Nach Entfernen der schadhaften Holzteile werden die Stäbe in vorbereitete Bohrungen im gesunden Holz mit Reaktionsharzmörtel eingegossen, und die entfernten Holzteile werden durch Reaktionsharzbeton oder andere, neue Ersatzhölzer, die in gleicher Art angeschlossen werden, ersetzt.

2 Bestimmungen für die Bauprodukte

2.1 Eigenschaften und Zusammensetzung

2.1.1 GF-UP-Stäbe

Die GF-UP-Stäbe müssen aus folgenden Einzelkomponenten bestehen:

Ungesättigtes Polyesterharz Typ 1140 nach DIN 16946-2¹

Textilglasverstärkung Parallele Rovings nach DIN EN 14020²

z. B. Typ EC 14-K 937 (150), Kl.2 der Fa. Gevetex-

Textilglas GmbH

Glasanteil 65 ± 3,0 Gew.%

Der Durchmesser d_{St} der GF-UP-Stäbe muss 10 mm, 15 mm oder 20 mm betragen.

Die Mindestfestigkeit der GF-UP-Stäbe im Biegeversuch nach Anlehnung an DIN EN ISO 178 muss mindestens 390 N/mm² betragen.

2.1.2 RH-Beton "Holzan 25"

2.1.2.1 Allgemeines

Der RH-Beton muss aus 1 Gew.-Teil Reaktionsharz "Holzan 20" gemäß Abschnitt 2.1.2.2 und 5 Gew.-Teilen Zuschlagmischung gemäß Abschnitt 2.2.1.3 bestehen.

2.1.2.2 Reaktionsharz "Holzan 20"

Das Zweikomponenten-Epoxidharzsystem "Holzan 20" muss aus 5 Gew.-Teilen Harz und 2 Gew.-Teilen Härter bestehen. Die Rezeptur der Komponenten muss mit den beim Deutschen Institut für Bautechnik hinterlegten Angaben übereinstimmen.

DIN 16946-2:1989-03 Reaktionsharzformstoffe; Gießharzformstoffe; Typen
DIN EN 14020:2003-03 Verstärkungsfasern - Spezifikation für Textilglasrovings



Nr. Z-10.7.2-41

Seite 4 von 13 | 18. September 2018

2.1.2.3 Zuschläge

Die Zuschläge müssen DIN EN 12620³ entsprechen; sie sind ofengetrocknet und in feuchtigkeitsdichten Folien verpackt auf die Baustelle zu liefern.

- Zuschlagmischung:

Je 1 Gew.-Teil Quarzmehl 0,06 mm bis 0,20 mm
Sand 0,7 mm bis 1,2 mm
Kies 3,0 mm bis 6,0 mm

2.1.3 RH-Mörtel "Holzan 22"

Der RH-Mörtel muss aus 1 Gew.-Teil Reaktionsharz "Holzan 20" gemäß Abschnitt 2.1.2.2 und 1,2 Gew.-Teilen Quarzmehl gemäß Abschnitt 2.1.2.3 bestehen.

2.2 Herstellung, Verpackung, Transport, Lagerung und Kennzeichnung

2.2.1 Herstellung

Die GF-UP-Stäbe nach Abschnitt 2.1.1 sind im Strangziehverfahren werksseitig herzustellen. Die Komponenten des Reaktionsharzes "Holzan 20" (Harz und Härter) nach Abschnitt 2.1.2.2 und die Zuschläge nach Abschnitt 2.1.2.3 müssen im Werk hergestellt werden.

Das Reaktionsharz "Holzan 20" sowie der RH-Beton "Holzan 25" und der RH-Mörtel "Holzan 22" sind auf der Baustelle herzustellen; die Hinweise des Abschnittes 3.3 sind zu beachten.

2.2.2 Verpackung, Transport und Lagerung

Die GF-UP-Stäbe und die Komponenten der Bauprodukte "Holzan 25" und "Holzan 22" müssen in den vorgegebenen Mischungsverhältnissen im Werk in gebrauchsfertige Arbeitspackungen (Gebinde) abgepackt werden.

Alle Komponenten sind trocken und witterungsgeschützt zu lagern. Die Komponenten des Reaktionsharzes "Holzan 20" sind bis zur Verarbeitung in geschlossenen Behältern bei Temperaturen zwischen 5 °C und 25 °C zu lagern.

2.2.3 Kennzeichnung

Die GF-UP-Stäbe und die Komponenten der Bauprodukte "Holzan 25" und "Holzan 22" müssen auf der jeweiligen Verpackung oder dem Lieferschein vom Hersteller mit dem Übereinstimmungszeichen (Ü-Zeichen) nach den Übereinstimmungszeichen-Verordnungen der Länder gekennzeichnet werden. Die Kennzeichnung darf nur erfolgen, wenn die Voraussetzungen nach Abschnitt 2.3 erfüllt sind.

Außerdem sind die Gebinde und Verpackungen mit den Angaben zum Inhalt unverwechselbar zu kennzeichnen.

Auf den Gebinden und dem Lieferschein der Reaktionsharzkomponenten muss die Frist angegeben sein, innerhalb der das Harz verarbeitet werden darf.

2.3 Übereinstimmungsbestätigung

2.3.1. Übereinstimmungserklärung des Herstellers mit Übereinstimmungszertifikat

Die Bestätigung der Übereinstimmung der GF-UP-Stäbe nach Abschnitt 2.1.1 mit den Bestimmungen der von dem Bescheid erfassten allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung muss für jedes Herstellwerk mit einer Übereinstimmungserklärung des Herstellers auf der Grundlage einer werkseigenen Produktionskontrolle und eines Übereinstimmungszertifikates einer hierfür anerkannten Zertifizierungsstelle sowie einer regelmäßigen Fremdüberwachung durch eine anerkannte Überwachungsstelle nach Maßgabe der folgenden Bestimmungen erfolgen:

DIN EN 12620:2015-07 Gesteinskörnungen für Beton



Nr. Z-10.7.2-41

Seite 5 von 13 | 18. September 2018

Für die Erteilung des Übereinstimmungszertifikats und die Fremdüberwachung einschließlich der dabei durchzuführenden Produktprüfungen hat der Hersteller des Bauprodukts eine hierfür anerkannte Zertifizierungsstelle sowie eine hierfür anerkannte Überwachungsstelle einzuschalten.

Die Übereinstimmungserklärung hat der Hersteller durch Kennzeichnung des Bauprodukts mit dem Übereinstimmungszeichen (Ü-Zeichen) unter Hinweis auf den Verwendungszweck abzugeben.

Dem Deutschen Institut für Bautechnik ist von der Zertifizierungsstelle eine Kopie des von ihr erteilten Übereinstimmungszertifikats zur Kenntnis zu geben.

Dem Deutschen Institut für Bautechnik ist zusätzlich eine Kopie des Erstprüfberichts zur Kenntnis zu geben.

2.3.2 Übereinstimmungserklärung des Herstellers mit Erstprüfung

Die Bestätigung der Übereinstimmung des RH-Betons nach Abschnitt 2.1.2 und des RH-Mörtels nach Abschnitt 2.1.3 mit den Bestimmungen der von dem Bescheid erfassten allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung muss für jedes Herstellwerk mit einer Übereinstimmungserklärung des Herstellers auf der Grundlage einer werkseigenen Produktionskontrolle und einer Erstprüfung des Bauprodukts durch eine hierfür anerkannte Prüfstelle erfolgen. Die Übereinstimmungserklärung hat der Hersteller durch Kennzeichnung des Bauprodukts mit dem Übereinstimmungszeichen (Ü-Zeichen) unter Hinweis auf den Verwendungszweck abzugeben.

Dem Deutschen Institut für Bautechnik ist vom Hersteller eine Kopie des Erstprüfberichts zur Kenntnis zu geben.

2.3.3 Werkseigene Produktionskontrolle

In jedem Herstellwerk der GF-UP-Stäbe nach Abschnitt 2.1.1, der Komponenten des Reaktionsharzes "Holzan 20" (Harz und Härter) nach Abschnitt 2.1.2.2 und der Zuschläge nach Abschnitt 2.1.2.3 ist eine werkseigene Produktionskontrolle einzurichten und durchzuführen. Unter werkseigener Produktionskontrolle wird die vom Hersteller vorzunehmende kontinuierliche Überwachung der Produktion verstanden, mit der dieser sicherstellt, dass die von ihm hergestellten Bauprodukte den Bestimmungen der von diesem Bescheid erfassten allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung entsprechen.

Im Rahmen der werkseigenen Produktionskontrolle sind mindestens die folgenden Prüfungen durchzuführen:

a) GF-UP-Stäbe

Das Harz und die Textilglasverstärkungen sind einer Eingangskontrolle zu unterziehen. Hierzu hat sich der Hersteller der GF-UP-Stäbe vom Hersteller des Harzes und vom Hersteller der Glasfaserprodukte durch ein Abnahmeprüfzeugnis 3.1 nach DIN EN 10204⁴ bestätigen zu lassen, dass die gelieferten Rohstoffe mit den in Abschnitt 2.1.1 geforderten übereinstimmen.

Der Hersteller hat Aufzeichnungen zu führen, aus denen hervorgeht, zu welchem Zeitpunkt die einzelnen Komponenten der Harzrezeptur und die verschiedenen Textilglasverstärkungen eingegangen sind und wann sie verarbeitet wurden. Die Lagerung der Textilglasverstärkungen hat nach DIN 61854⁵ zu erfolgen.

DIN EN 10204:2005-01

DIN 61854-1:1987-04

Metallische Erzeugnisse - Arten von Prüfbescheinigungen

Textilglas; Textilglasgewebe für die Kunststoffverstärkung; Filamentgewebe und Rovinggewebe; Technische Lieferbedingungen



Nr. Z-10.7.2-41

Seite 6 von 13 | 18. September 2018

Der Hersteller der GF-UP-Stäbe muss bei jedem Produktionsstart, danach mindestens einmal je 300 m produzierter Länge folgende Prüfungen durchführen bzw. durchführen lassen:

- Biegefestigkeit
 - Die Einhaltung der in Abschnitt 2.1.1 angegebenen Mindest-Biegefestigkeit ist zu überprüfen.
- Glasmassenanteil
 - Der Textilglasgehalt ist entsprechend DIN EN ISO 1172⁶ an repräsentativen Probekörpern zu bestimmen. Der in Abschnitt 2.1.1 aufgeführte Prozentwert muss von jedem Einzelwert eingehalten werden.
- b) Komponenten des Reaktionsharzes "Holzan 20" (Harz und Härter) und der Zuschläge Die Zusammensetzung der Komponenten des Reaktionsharzes "Holzan 20" (Harz und Härter) nach Abschnitt 2.1.2.2 und die Zusammensetzung der Zuschläge nach Abschnitt 2.1.2.3 sind einer Eingangskontrolle zu unterziehen. Hierzu hat sich der Hersteller der Komponenten und der Zuschläge durch ein Werkzeugnis nach DIN EN 10204 bestätigen zu lassen, dass die gelieferten Bauprodukte mit den in Abschnitt 2.1.2 geforderten Baustoffen übereinstimmen.
- c) RH-Beton "Holzan 25" und RH-Mörtel "Holzan 22"
 - Je drei Probekörper des RH-Betons "Holzan 25" und des RH-Mörtels "Holzan 22" sind mindestens halbjährlich entsprechend Punkt 1.2, 1.3 und 2 der Anlage 4 zu prüfen. Die ermittelten Werte müssen die Forderungen in Anlage 4 erfüllen.
 - Der Eingangs-, der Auslieferungs- und der Verarbeitungszeitpunkt der einzelnen Mengen der Komponenten ist aufzuzeichnen.

Die Ergebnisse der werkseigenen Produktionskontrolle sind aufzuzeichnen und auszuwerten. Die Aufzeichnungen müssen mindestens folgende Angaben enthalten:

- Bezeichnung des Bauprodukts bzw. des Ausgangsmaterials und der Bestandteile
- Art der Kontrolle oder Prüfung
- Datum der Herstellung und der Prüfung des Bauprodukts bzw. des Ausgangsmaterials oder der Bestandteile
- Ergebnis der Kontrollen und Prüfungen und, soweit zutreffend, Vergleich mit den Anforderungen
- Unterschrift des für die werkseigene Produktionskontrolle Verantwortlichen

Die Aufzeichnungen sind mindestens fünf Jahre aufzubewahren und der für die Fremdüberwachung eingeschalteten Überwachungsstelle vorzulegen. Sie sind dem Deutschen Institut für Bautechnik und der zuständigen obersten Bauaufsichtsbehörde auf Verlangen vorzulegen.

Bei ungenügendem Prüfergebnis sind vom Hersteller unverzüglich die erforderlichen Maßnahmen zur Abstellung des Mangels zu treffen. Bauprodukte, die den Anforderungen nicht entsprechen, sind so zu handhaben, dass Verwechslungen mit übereinstimmenden ausgeschlossen werden. Nach Abstellung des Mangels ist – soweit technisch möglich und zum Nachweis der Mängelbeseitigung erforderlich – die betreffende Prüfung unverzüglich zu wiederholen.

DIN EN ISO 1172:1998-12 Textilglasverstärkte Kunststoffe - Prepregs, Formmassen und Laminate - Bestimmung des Textilglas- und Mineralfüllstoffgehalts; Kalzinierungsverfahren



Seite 7 von 13 | 18. September 2018

2.3.4 Erstprüfung der Bauprodukte durch eine anerkannte Prüfstelle

Im Rahmen der Erstprüfung sind

- die Komponenten des Reaktionsharzes "Holzan 20" (Harz und Härter) nach Abschnitt 2.1.2.2 und die Zusammensetzung der Zuschläge nach Abschnitt 2.1.2.3 zu prüfen. Die Probenahme und Prüfungen obliegen jeweils der anerkannten Prüfstelle.
- je drei Probekörper des RH-Betons "Holzan 25" und des RH-Mörtels "Holzan 22" zu prüfen; nach Punkt 1.2, 1.3 und 2 der Anlage 4. Die Prüfung in der Reihenfolge 1.2, 1.3 und 2 nach Anlage 4 an denselben Probekörpern ist möglich. Die ermittelten Werte müssen die Forderungen in Anlage 4 erfüllen.

2.3.5 Fremdüberwachung

In jedem Herstellwerk der GF-UP-Stäbe sind das Werk und die werkseigene Produktionskontrolle durch eine Fremdüberwachung regelmäßig, mindestens jedoch zweimal jährlich zu überprüfen.

Im Rahmen der Fremdüberwachung ist eine Erstprüfung der GF-UP-Stäbe durchzuführen, sind Proben für Prüfungen gemäß Abschnitt 2.3.3 a) zu entnehmen und zu prüfen und können auch Proben für Stichprobenprüfungen entnommen werden. Die Probenahme und Prüfungen obliegen jeweils der anerkannten Stelle.

Die Ergebnisse der Zertifizierung und Fremdüberwachung sind mindestens fünf Jahre aufzubewahren. Sie sind von der Zertifizierungsstelle bzw. der Überwachungsstelle dem Deutschen Institut für Bautechnik und der zuständigen obersten Bauaufsichtsbehörde auf Verlangen vorzulegen.

3 Bestimmungen für Planung, Bemessung und Ausführung

3.1 Planung

3.1.1 Allgemeines

Die zu sanierenden tragenden Holzbauteile und die verwendeten Ersatzhölzer müssen mindestens die Anforderungen der Festigkeitsklasse C24 für Nadelholz und D30 (Eiche) bzw. D35 (Buche) für Laubholz nach den geltenden bauaufsichtlich eingeführten Technischen Baubestimmungen⁷ für Holzbauten erfüllen.

Die Holzfeuchte darf nicht größer als 18 % sein.

In Längsrichtung sind mindestens zwei Stäbe, bei biegebeanspruchten Balken mindesten je zwei Stäbe in der Zug- und Druckzone anzuordnen. Zusätzlich müssen je zwei Querstäbe eingefügt werden (siehe Anlage 1 und 2).

Die Fuge zwischen Holz und Reaktionsharzbeton muss senkrecht zur Längsachse des Holzbauteils verlaufen.

3.1.2 Abmessungen und Anordnung der GF-UP-Stäbe

3.1.2.1 Ersatz des Holzes durch RH-Beton

Es dürfen nur GF-UP-Stäbe mit Durchmesser $d_{St} = 10$ mm, $d_{St} = 15$ mm oder $d_{St} = 20$ mm verwendet werden. Der Durchmesser der Bohrung in Holz muss $d_B = d_{St} + 8$ mm sein.

Die Längsstäbe sind parallel oder unter einem Neigungswinkel von +20° oder -20° zur Grundfläche des Balkens einzubringen. Dabei sind parallele Längsstäbe symmetrisch zur Balkenmitte entsprechend Anlage 1 und geneigte (schräge) Längsstäbe symmetrisch zur senkrechten Mittelebene des Balkens entsprechend Anlage 2 anzuordnen.

Die Mindestabstände s der GF-UP-Stäbe untereinander und zum Rand sind in Anlage 1 angegeben. Bei den geneigten (schrägen) Stäben sind die Randabstände nur in der Fuge zwischen Holz und RH-Beton sowie die Abstände zu den Seitenflächen des Balkens einzuhalten (siehe Anlage 2).

Siehe: www.dibt.de unter der Rubrik >Geschäftsfelder< und dort unter >Bauregellisten/Technische Baubestimmungen<



Nr. Z-10.7.2-41

Seite 8 von 13 | 18. September 2018

Bei allen Balkenköpfen sind mindestens je 1 Stab aus GF-UP beiderseits der Fuge - sowohl im Holz wie im Reaktionsharzbeton - senkrecht zur Achse und symmetrisch zur Mittelebene in Richtung der Querkraftbeanspruchung anzuordnen (Querverdübelung). Die Mindestabstände $s_{\rm q}$ der Querstäbe zu Längsstäben und $s_{\rm qR}$ zum Rand sind den Anlagen 1 und 2 zu entnehmen. Der Abstand zur Berührfläche zwischen Holz und RH-Beton muss $s_{\rm F}=3~d_{\rm St}$ betragen.

Horizontal verlegte Stäbe müssen im Holzteil eine konstruktive Mindesthaftlänge I_H von 400 mm haben.

Schräg verlegte Stäbe sind grundsätzlich über die gesamte Balkenhöhe zu führen. Die Mindesthaftlänge im Holz bzw. im RH-Beton muss 145 mm betragen.

3.1.2.2 Ersatz des Holzes durch neue Holzteile

Die GF-UP-Stäbe sind stets parallel zur Längsachse der Holzbauteile anzuordnen. Soweit die Sanierung von Balken nahe am Auflager erfolgt, sind die GF-UP-Stäbe bis über das Auflager zu führen. Ist die Sanierung bis in einem Abstand von mehr als 500 mm vom Auflager notwendig, genügt die zur Einhaltung der Haftspannung erforderliche maximale Einbindelänge von 400 mm. Die geringste Länge des Ersatzholzes muss 400 mm betragen.

Bei biegebeanspruchten Balken sind mindestens je zwei Stäbe auf jeder Seite der Mittelfläche anzuordnen. Bei Bauteilen unter Normalkraftbeanspruchungen sind mindestens zwei Stäbe je Seite (vier Stäbe je Querschnitt) einzubauen. Die Fuge zwischen den Holzbauteilen muss bei horizontalen Bauteilen senkrecht zur Längsachse, bei vertikalen Holzbauteilen unter ca. 10° gegen die Längsachse geneigt verlaufen. Die Fuge soll in unvergossenem Zustand ca. 10 mm betragen. Beiderseits der Fuge sind mindestens je ein Stab aus GF-UP in den Holzbauteilen senkrecht zur Achse symmetrisch zur Mittelebene anzuordnen (Ausführung: Balken siehe Anlage 5, Stütze siehe Anlage 6).

3.1.3 RH-Betonteil

Die sanierte Länge des Balkens aus RH-Beton darf $I_S = 1000$ mm nicht überschreiten.

Die Bewehrungsstäbe, die in Achsrichtung verlegt sind, müssen über die gesamte Länge I_S zuzüglich der halben Auflagerbreite durchlaufen.

Falls schräg angeordnete Stäbe nicht über I_S und $b_{A/2}$ durchlaufen, sind zusätzliche Stäbe einzusetzen. Die Zusatzstäbe (siehe Anlage 2) sind in Achsrichtung dicht neben die Schrägstäbe zu legen, ihr Randabstand muss $s_7 \ge 2$ d_{St} sein.

3.2 Bemessung

3.2.1 Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit

3.2.1.1 Allgemeines

Der Nachweis der Standsicherheit ist für Regelfälle der Biegebeanspruchung ohne Längskräfte mit Balkenquerschnitten nach den Tabellen Anlage 7 bis 11 im Zulassungsverfahren erbracht.

Für Beanspruchungen oder Ausführungen, die diesen Tabellen nicht entsprechen (z. B. schräge Stäbe oder Biegung mit Normalkraft) sind im Einzelfall ein Nachweis der Standsicherheit sowie die zugehörigen Ausführungszeichnungen zu erstellen.

Für die Konstruktion und Bemessung der Bauteile gelten, soweit in diesem Bescheid nichts anderes festgelegt ist, die bauaufsichtlich eingeführten Technischen Baubestimmungen für Holzbauten.

Die Zeichnungen müssen die Maße und Querschnittsabmessungen der Holzbauteile, der RH-Betonteile, der GF-UP-Stäbe und Bohrungen sowie deren Anwendungen enthalten. Der Standsicherheitsnachweis ist durch einen Prüfingenieur für Holzbau zu prüfen.



Nr. Z-10.7.2-41

Seite 9 von 13 | 18. September 2018

Der statische Nachweis der verstärkten Holzkonstruktionen ist zu führen. Dabei sind folgende Bereiche zu unterscheiden:

- Holzbauteile außerhalb des Fugenbereiches
- Balken aus RH-Beton außerhalb des Fugenbereichs
- Fugenbereich

3.2.1.2 Nachweis für die Holzbauteile

Für die Holzbauteile außerhalb des Fugenbereichs gelten die bauaufsichtlich eingeführten Technischen Baubestimmungen uneingeschränkt.

3.2.1.3 Bemessungsbedingungen für den Balken aus RH-Beton

Die Nachweise sind unter der Annahme linearer Spannungs-Dehnungsbeziehungen unter Ansatz der zulässigen Werte für die Zug- bzw. Biegezugspannung des RH-Betons zu führen.

Die Schubspannungen sind auf den Wert zul τ_1 zu begrenzen.

Es sind folgende zulässige (zul) Spannungen⁸ einzuhalten:

RH-Beton Druckspannung: zul σ = 13,0 N/mm²

Zugspannung: zul σ = 2,0 N/mm² Biegespannung: zul σ = 4,0 N/mm²

Schubspannung: zul $\tau_1 = 0.9 \text{ N/mm}^2$

3.2.1.4 Bemessungsbedingungen für den Fugenbereich

Als Fugenbereich wird der Balken mit einer Länge gleich der halben Balkenhöhe beiderseits der Fuge bezeichnet.

a) Biegung, Biegung mit Druck

Es wird vorausgesetzt, dass im gedrückten Bereich der Fuge Druckspannungen und Scherspannungen, im gezogenen Bereich nur die Zugkräfte der diesen Bereich kreuzenden GF-UP-Stäbe auftreten. Jeweils die halbe Querkraft ist beiderseits der Fuge durch vertikale GF-UP-Stäbe aufzunehmen, die auf halber Querschnittshöhe zu verankern sind.

Folgende Versagensarten sind nachzuweisen:

- Biegedruck in der Fuge: nach den bauaufsichtlich eingeführten Technischen Baubestimmungen für Holzbauten
 - Scherspannung in der Fuge: nicht nachzuweisen
- GF-UP-Stäbe (horizontal und vertikal)

- auf Zug: $zul \sigma = 150 \text{ N/mm}^2$

- auf Verbund: zul $\tau_H = 1,2 \text{ N/mm}^2$

Die Zugkräfte in den horizontalen GF-UP-Stäben sind unter der Voraussetzung einer gerissenen Fuge und linearer Spannungs-Dehnungsbeziehungen mit

$$\frac{E_{GF-UP}}{E_{Hold}} = 4$$

zu ermitteln. Die für die Bemessung maßgebende Zugkraft setzt sich zusammen:

$$Z = \frac{M}{z} + \frac{Q}{2}$$

In den zulässigen Spannungen sind die materialbezogenen Sicherheitsbeiwerte γ_M und die Sicherheitsbeiwerte der Einwirkungen γ_F berücksichtigt.



Nr. Z-10.7.2-41

Seite 10 von 13 | 18. September 2018

Die Verbundspannungen sind nach der folgenden Gleichung zu begrenzen:

$$\tau_{H} = \frac{Z}{I_{v} \cdot U} bzw. \frac{Q/2}{I_{v} \cdot U}$$

hierbei ist

U = Umfang des GF-UP-Stabes

 I_v = Verankerungslänge $I_v \le 200 \text{ mm}$

die horizontalen Stäbe sind jedoch stets auf 400 mm einzukleben (Ausnahme siehe c).

b) Zug, Zug mit Biegung

Es wird vorausgesetzt, dass die Längs- und Querkräfte ausschließlich über die Längsstäbe durch die Fuge geleitet werden. Beiderseits der Fuge sind Querstäbe zur Aufnahme der Querkraft anzuordnen, die wie nach a) zu bemessen sind.

- Zulässige Spannungen der Längsstäbe:

Zug: 150 N/mm²Abscheren: 9 N/mm²

c) Sonderfall im auflagernahen Bereich

Bei Fugen im auflagernahen Bereich, in dem die Herstellung von achsparallelen Bohrlöchern im Holzbalken von 400 mm Länge nicht möglich ist, dürfen statt der achsparallelen Stäbe auch unter 20° gegen die Achse geneigte Stäbe eingebaut werden. Dabei müssen die Bedingungen der Anlage 2 eingehalten sein. Die Verankerungslänge der Schrägstäbe im RH-Beton auf der Zug- und Druckseite muss ≥ 145 mm, die Verankerungslänge im Holz auf der Zugseite 400 mm, auf der Druckseite 145 mm sein. Wird abweichend davon die Verankerungslänge im Holz auf der Zugseite < 400 mm, jedoch nicht < 145 mm ausgeführt, darf die rechnerische Länge beim Nachweis der Verbundspannung nur mit 70 % der vorhandenen Länge, jedoch höchstens mit 0,7 • 200 mm angesetzt werden.

Beim Nachweis der Längs- und Querstäbe sind die Kräfte unter Berücksichtigung der Stabneigung zu ermitteln.

d) Nachweis beim Ersatz durch neue Holzbauteile

Die Aufnahme der Verbundspannungen zwischen GF-UP-Stab und Holz ist nachzuweisen. In der Gleichung ist als Verbundlänge max. 200 mm, bei Querstäben max. d/2 < 200 mm einzusetzen.

3.2.1.5 Berechnungsgewicht

Der Rechenwert zur Ermittlung der Eigenlast beträgt für RH-Beton, RH-Mörtel und GF-UP-Stäbe 20 kN/m³.

3.2.2 Brandschutz

Der RH-Mörtel "Holzan 22", der RH-Beton "Holzan 25" und die GF - UP-Stäbe sind normalentflammbar.

3.3 Ausführung

3.3.1 Allgemeines

Für die Ausführung gelten die bauaufsichtlich eingeführten Technischen Baubestimmungen für Holzbauten soweit im Folgenden nichts anderes bestimmt ist.

Dieser Bescheid mit allen Anlagen sowie die Verarbeitungsvorschriften des Antragstellers müssen bei der Sanierung schadhafter Holzbauteile auf jeder Baustelle vorliegen.

Die Verarbeitung der Komponenten darf nur nach den Verarbeitungsvorschriften des Antragstellers, den Angaben des Herstellers der Komponenten des Reaktionsharzes und den Festlegungen dieses Bescheides erfolgen.



Nr. Z-10.7.2-41

Seite 11 von 13 | 18. September 2018

Die Reaktionsharzkomponenten dürfen nur innerhalb der vom Antragsteller bzw. der vom Hersteller der Komponenten des Reaktionsharzes angegebenen Frist verarbeitet werden.

3.3.2 Holzbauteile

Nach eventuell notwendigen Unterfangungs- und Absprießarbeiten werden die schadhaften, nicht tragfähigen Teile des Holzes entfernt. Durch Sägen, Abbeilen, Bearbeiten mit dem Stemmeisen oder mit anderen geeigneten Verfahren muss eine Fläche senkrecht zur Achsrichtung aus gesundem, tragfähigem Holz an dem zu sanierendem Holzteil erreicht werden. Das Holz darf nicht geschädigt sein (wie z. B. durch Insekten oder Pilze) und seine Oberfläche muss so ausgebildet sein, dass ein dauerhafter Verbund mit dem Harzsystem möglich ist.

Beim Herstellen der erforderlichen Bohrlöcher für die GF-UP-Stäbe (Bewehrungsstäbe) sind die auf der Zeichnung angegebenen Abmessungen, Abstände und die Lage der Bohrlöcher einzuhalten.

Alle Bohrungen, die zur Aufnahme von Bewehrungsstäben vorgesehen sind, müssen mit Bohrlehren durchgeführt werden. Bei Bohrlöchern, die planmäßig im Holzbalken enden sind geeignete Entlüftungs- bzw. Befüllöffnungen vorzusehen.

3.3.3 GF - UP-Stäbe

Das Trennmittel an der Oberfläche der GF-UP-Stäbe muss entfernt werden. Unmittelbar vor der Verarbeitung sind die Stäbe etwa eine Minute in Azeton oder Methylenchlorid zu tauchen und mindestens 5 Minuten an der Luft zu trocknen. Anschließend sind die GF-UP-Stäbe in die Bohrlöcher einzuführen und in geeigneter Weise mittig im Bohrloch zu fixieren.

3.3.4 Reaktionsharzsysteme

Die Verpackung der Komponenten darf erst unmittelbar vor der Verarbeitung geöffnet werden. Der Inhalt beschädigter Verpackungen darf nicht verarbeitet werden.

3.3.4.1 Die Reaktionsharzmischung "Holzan 20"

Die Reaktionsharzmischung "Holzan 20" ist anzumischen, indem der Inhalt des Gebindes für den Härter vollständig dem Inhalt des Gebindes für Harz zugemischt und mit einem langsamen Rührer (400 Umdr./Minute) homogen vermischt wird. Anschließend ist die Mischung umzutopfen und erneut zu homogenisieren.

3.3.4.2 RH-Beton "Holzan 25"

Der RH-Beton muss aus

- 1 Gewichtsteil der RH-Mischung "Holzan 20" und
- 5 Gewichtsteilen der Zuschlagmischung

nach den Angaben des Herstellers zu einer gleichmäßigen Masse vermischt werden.

3.3.4.3 RH-Mörtel "Holzan 22"

Der RH-Mörtel muss aus

- 1 Gewichtsteil der RH-Mischung "Holzan 20" und
- 1,2 Gewichtsteilen Quarzmehl

nach den Angaben des Herstellers angemischt werden bis eine gleichmäßige Färbung des Gemisches eintritt.



Nr. Z-10.7.2-41

Seite 12 von 13 | 18. September 2018

3.3.5 Einbringen des RH-Mörtels und RH-Betons

3.3.5.1 Ersatz durch RH-Beton

Die gesunde Hirnfläche des zu sanierenden Holzbauteils wird mit "Holzan 20" eingestrichen.

Dann wird der RH-Beton "Holzan 25" in die vorbereitete Schalung bis zum Rand der unterliegenden Bohrlöcher mit den GF-UP-Stäben eingefüllt. Darauf erfolgt der Verguss des Zwischenraumes zwischen den GF-UP-Stäben und den Bohrlöchern mit RH-Mörtel "Holzan 22". Der RH-Mörtel wird mit einem Trichter, der eine Entlüftung des Zwischenraumes zulässt, eingefüllt und fließt unter Eigengewicht zwischen Bohrlochwand und GF-UP-Stab. Nachdem der RH-Mörtel im gesamten Querschnitt des Bohrloches am Balkenkopf austritt, wird die Schalung mit RH-Beton bis zum nächsthöherliegenden Bohrloch aufgefüllt. In der gleichen Weise ist fortzufahren bis alle Bohrlöcher und die gesamte Schalung vollgefüllt sind.

Die Verarbeitung des Reaktionsharzgemisches sowie des RH-Mörtels und RH-Betons muss abgeschlossen sein, bevor die Topfzeit abgelaufen ist.

3.3.5.2 Ersatz durch neue Holzteile

Die Holzteile, in denen die GF-UP-Stäbe stecken, werden bis auf einen ca. 10 mm breiten Fugenspalt zusammengeschoben und fixiert, dann wird die Fuge eingeschalt. Bei vertikaler Fuge soll der Verguss mit "Holzan 22" an beiden Enden der GF-UP-Stäbe gleichzeitig beginnen. Nachdem der Mörtel durch die Bohrlöcher in die Fuge austritt, ist diese ebenfalls bis zum nächst höheren Loch mit "Holzan 22" zu füllen. Bei vertikalen Holzbauteilen mit geneigter Fuge sind die Bohrungen für die GF-UP-Stäbe und die Fuge jeweils von oben und vom Rand auszufüllen. Die sorgfältige Verfüllung muss durch laufende Beobachtungen und über die Verfüllmenge kontrolliert werden.

3.3.6 Verarbeitungstemperaturen und Topfzeit

Die Temperatur muss während der Verarbeitung der Reaktionsharzkomponenten, -mörtel und -betone mindestens 10 °C betragen. Die Topfzeit beträgt bei 25 °C etwa 40 Minuten. Bei höheren Temperaturen ist mit kürzeren Topfzeiten zu rechnen.

3.3.7 Holzschutz

Wenn die anschließenden Holzbauteile mit einem Holzschutzmittel behandelt werden, darf die Behandlung erst durchgeführt werden, nachdem die Reaktionsharzbauteile ausgehärtet sind.

3.3.8 Prüfungen während der Ausführung

Ein vom Antragsteller beauftragter Bauleiter oder ein fachkundiger Vertreter des Bauleiters muss während der Ausführung der Arbeiten auf der Baustelle anwesend sein.

Er hat die Übereinstimmung des zu sanierenden Holzbauteils nach Abschnitt 3.1.1 mit den Bestimmungen dieses Bescheides zu bestätigen sowie für die ordnungsgemäße Ausführung der Arbeiten nach den Bestimmungen dieses Bescheides zu sorgen.

Er hat sich davon zu überzeugen, dass

- die Komponenten des Reaktionsharzes "Holzan 20" (Harz und Härter) und die Zuschläge mit dem entsprechenden Ü-Zeichen gemäß Abschnitt 2.2.3 gekennzeichnet sind und
- das Verbrauchsdatum nicht abgelaufen ist.

Er hat dafür Sorge zu tragen, dass

- die in den Abschnitten 3.3.1 bis 3.3.7 genannten Bedingungen eingehalten werden,
- die Übereinstimmung von Durchmesser, Anzahl und Lage der GF-UP-Stäbe sowie der Bohrungen mit den Zeichnungen nach Abschnitt 3.1 gegeben ist,
- das Ausschalen und Ausrüsten zum richtigen Zeitpunkt erfolgt und



Nr. Z-10.7.2-41

Seite 13 von 13 | 18. September 2018

 je Baustelle, mindestens jedoch jede fünfte Mischung des RH-Betons "Holzan 25" bzw. des RH-Mörtels "Holzan 22" bzw. mindestens je Charge ein Probekörper nach Anlage 4 hergestellt wird.

Die Probekörper müssen gekennzeichnet und unter Baustellenbedingungen (Temperatur) gelagert werden.

3.3.9 Überwachung der Ausführung

3.3.9.1 Voraussetzung

Der ausführende Betrieb muss über eine qualifizierte Führungskraft und über Baustellenfachpersonal verfügen.

Die Sanierung schadhafter Holzbauteile darf nur von Fachkräften durchgeführt werden, die hierfür besonders ausgebildet wurden und über eine geltende Bescheinigung des Antragstellers verfügen.

3.3.9.2 Aufzeichnungen

Jeder ausführende Betrieb hat eine Liste der durchgeführten Bauobjekte zu erstellen. Die Liste muss mindestens folgende Angaben enthalten:

- 1. Name, Ort und Art des Bauobjektes
- 2. Beschreibung des sanierten Holzbauteils (Festigkeitsklasse, alle standsicherheitsrelevanten Abmessungen)
- 3. Menge der verbrauchten Materialien
- 4. Aufsteller und Prüfer der statischen Berechnung
- 5. Zeitpunkt der Verstärkung
- 6. Name des Bauleiters

3.3.9.3 Überwachung durch eine anerkannte Überwachungsstelle⁹

Neben der Überwachung durch das ausführende Unternehmen besteht eine Überwachungspflicht durch eine hierfür anerkannte Überwachungsstelle.

Die Überwachungsstelle ist vom ausführenden Unternehmen einzuschalten.

Die Voraussetzungen gemäß Abschnitt 3.3.9.1 sowie die Vollständigkeit der Überwachung durch den Bauausführenden sind von der Überwachungsstelle für jedes Bauobjekt zu kontrollieren.

Die Probekörper nach Abschnitt 3.3.8 sind der Überwachungsstelle zur Prüfung zuzusenden. Die ermittelten Prüfergebnisse müssen die Anforderungen in Anlage 4 erfüllen.

Die unter 3.3.9.2 aufgeführten Aufzeichnungen sind der Überwachungsstelle vorzulegen.

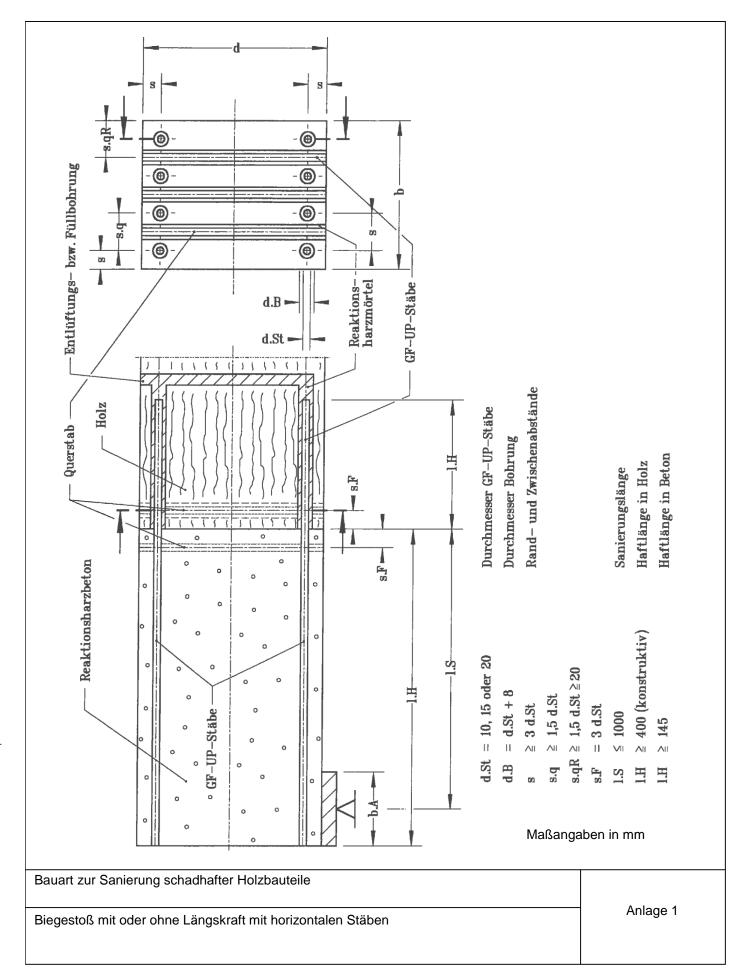
4 Bestimmungen für Nutzung, Unterhalt und Wartung

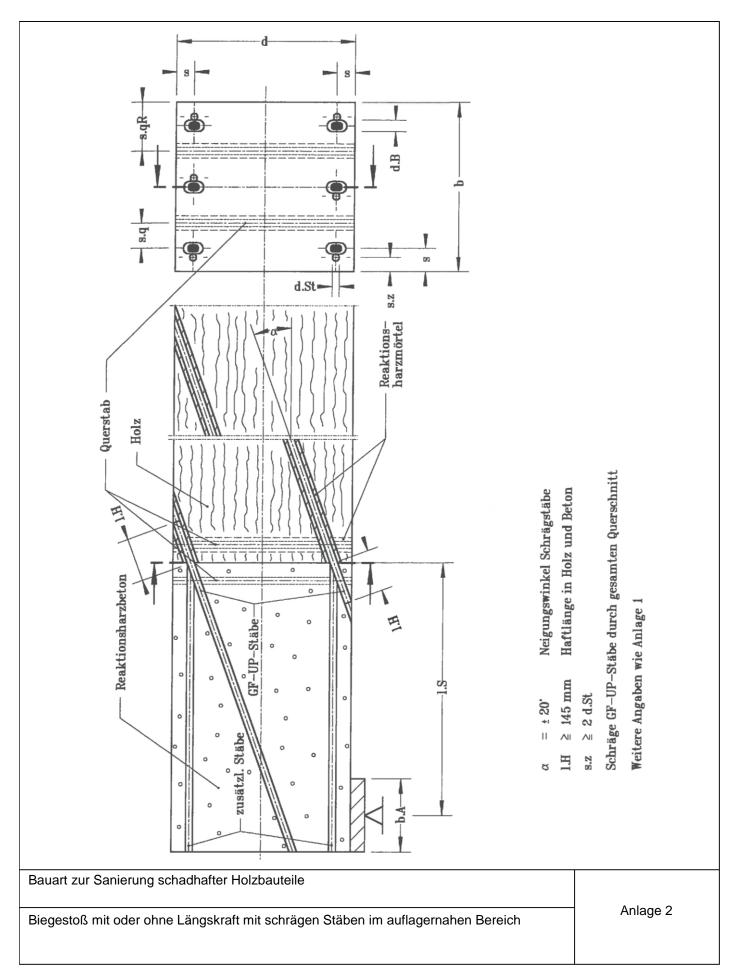
Der Bauherr hat sich durch Kontrolle der Verformung davon zu überzeugen, dass die Bauteile in einem ordnungsgemäßen Zustand sind. Die sanierte Holzkonstruktion ist durch die Überwachungsstelle zu überprüfen, wenn zeitabhängige Verformungszunahmen auftreten, die nach einem halben Jahr, nach Aufbringen der Belastung, noch nicht abgeklungen sind.

Renée Kamanzi-Fechner Referatsleiterin Beglaubigt

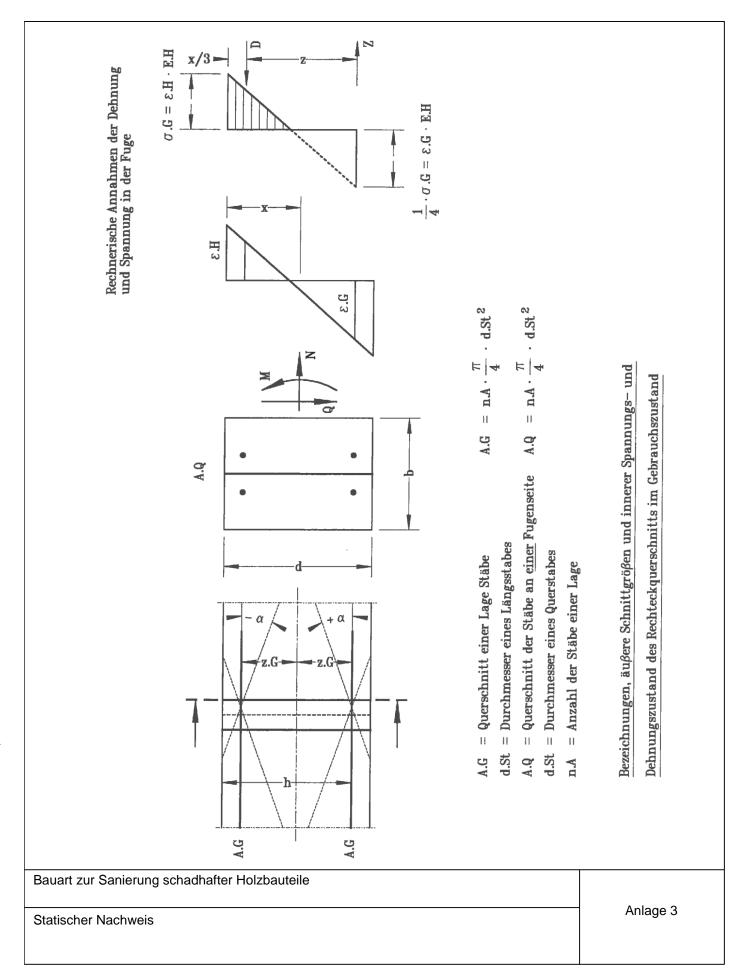
Die anerkannten Überwachungsstellen sind dem in den "Mitteilungen" des Deutschen Instituts für Bautechnik als Sonderheft veröffentlichten "Verzeichnis der Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstellen nach den Landesbauordnungen; Teil V: Überwachungsstellen für die Überwachung bestimmter Tätigkeiten mit Bauprodukten und bei Bauarten entsprechend § 17 Abs. 6 MBO", zu entnehmen. Siehe: www.dibt.de unter der Rubrik >Geschäftsfelder und dort unter >PÜZ-Stellen<

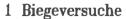




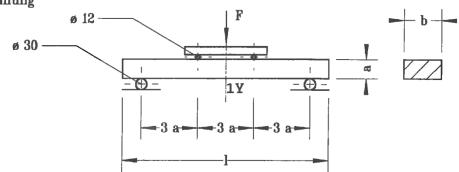








1.1 Versuchsanordnung



Abmessungen	(mm)	a	b	11
Reaktionsharzbeton		40	60	400
" mörtel		20	60	200

1.2 Zeitstandbiegeversuch

Kennwert	Reaktionsharzbeton	Reaktionsharzmörtel
bei Biegespannung (N/mm²)	2,5	2,5
min. Verformungsmodul E.1h (N/mm²)	4250	2750
max. $\frac{E.1h - E.24h}{E.1h}$ · 100 ((7) 39	42

1.3 Biegefestigkeit (N/mm²) (Mindestwerte)

Belastungsgeschwindigkeit = $0.1 \text{ bis } 0.2 \text{ N/mm}^2/\text{sec}$

Reaktionsharzbeton 20,0
" mörtel 33,0

2 Dichte (Mindestwerte)

Abmessungen (mm) Dichte (g/cm^3)

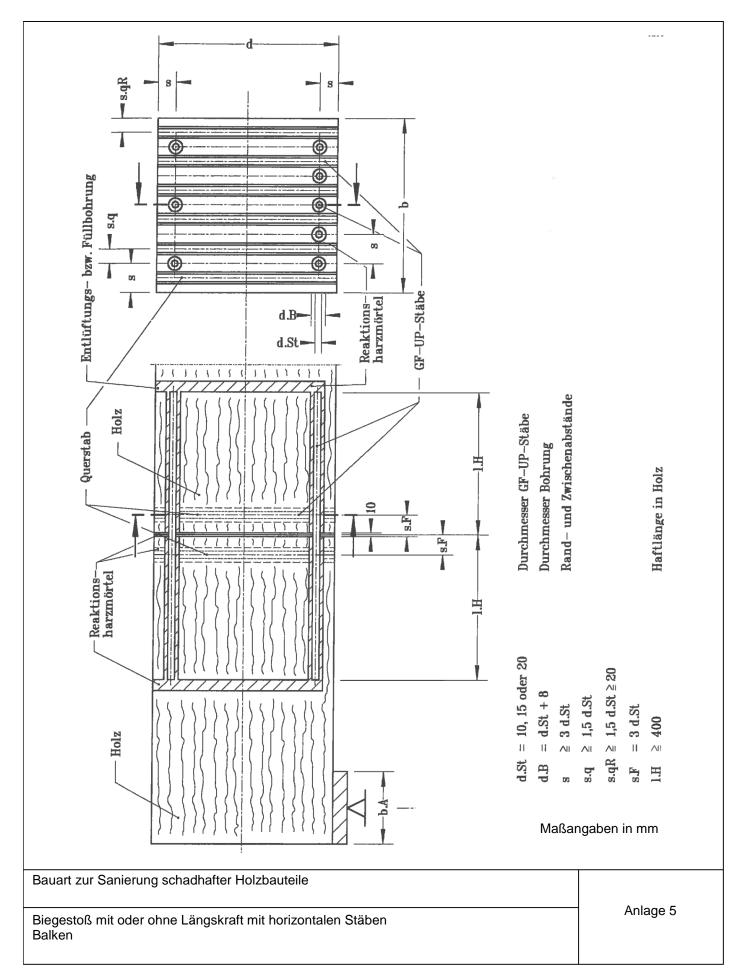
 $\mathbf{a} = \mathbf{b} = \mathbf{l}$

 Reaktionsharzbeton
 ≥ 40
 1,95

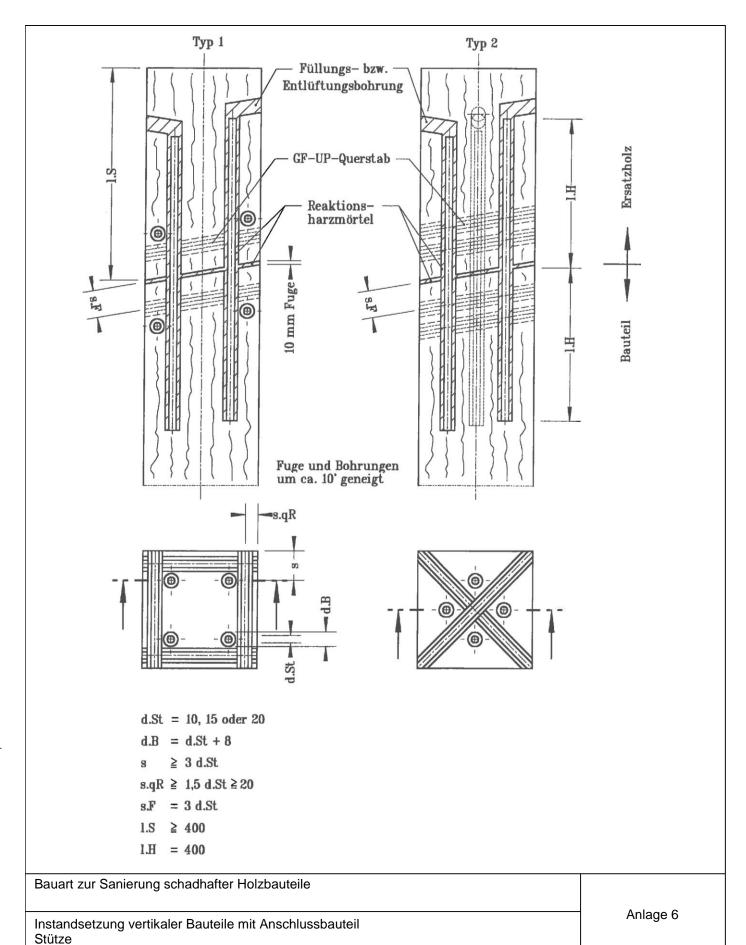
 " mörtel
 ≥ 20
 1,50

Die Prüfung in der Reihenfolge 1.2, 1.3 und 2 an denselben Probekörpern ist möglich.

Bauart zur Sanierung schadhafter Holzbauteile	
Biegeversuche Dichte	Anlage 4







Z42038.18 1.10.7-41/12



Erläuterungen zu den Tabellen 1 bis 4

Tabelle 1: Holzbalken mit GF-UP-Stäben, Ø 10 mm parallel zur Achse (s. Anlage 8) Tabelle 2: Holzbalken mit GF-UP-Stäben, Ø 15 mm parallel zur Achse (s. Anlage 9) Tabelle 3: Holzbalken mit GF-UP-Stäben, Ø 20 mm parallel zur Achse (s. Anlage 10)

Tabelle 4: wie Tabelle 3, aber für Balken B > D (s. Anlage 11)

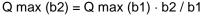
In allen Tabellen ist angegeben:

- Q max und zugehöriges M (Q max)
- M max für Q = 0

und zur schnellen Abschätzung:

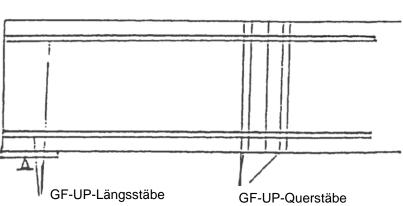
1/2 Q max und zugehöriges M (1/2 Q max)

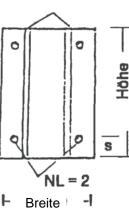
B max* = Breite bis zu der die Querkraft gemäß Formel [2] umgerechnet werden kann. Ist die vorhandene Breite größer als B max*, so ist für das Maß b2 der Wert B max* in die Formel [2] einzusetzen.











NL = Anzahl der GF-UP-Längsstäbe jeweils in der Zugzone und

2 konstruktive GF-UP-Stäbe in der Druckzone

NQ = Anzahl der GF-UP-Querstäbe jeweils im Holzbalken und im RH-Betonteil

= Randabstand = $3 \cdot \emptyset$ GF-UP-Stab

Einheiten: Querkräfte in kN

Momente in kNm

Bauart zur Sanierung schadhafter Holzbauteile Anlage 7 Erläuterungen zu den Tabellen 1 bis 4 (Anlage 8 bis 11)

Z42038.18 1.10.7-41/12



* *	NQ NL	2 2	2 3	3 4	4 5
Höhe *	Breite B :	= 9.5 cm	B = 12 cm	B = 15 cm	B = 18 cm
D = B + 1 cm	Q max M (Q max) ½ Q max M (½ Q max) M max (Q = 0) B max * (cm)	5.99 0.80 2.99 0.90 1.00	9.36 1.60 4.68 1.81 2.02 12.6	14.40 2.69 7.20 3.11 3.53 18.8	20.52 3.98 10.26 4.72 5.47 25.1
D = B + 2 cm	Breite B: Q max M (Q max) ½ Q max M (½ Q max) M max (Q = 0) B max * (cm) Q max M (Q max) ½ Q max M (½ Q max) M max (Q = 0) B max * (cm)	6.56 0.89 3.28 1.02 1.14 12.6	10.08 1.73 5.04 1.98 2.23 12.6	15.30 2.85 7.65 3.33 3.81 18.8	21.60 4.16 10.80 4.99 5.83 25.1
D = B + 3 cm	Q max M (Q max) 1 Q max M (1 Q max) M max (Q = 0) B max * (cm) Q max M (Q max) 1 Q max M (1 Q max) M max (Q = 0) B max * (cm) Q max M (Q max) 1 Q max M (1 Q max) M max (Q = 0) B max * (cm)	7.13 0.98 3.56 1.13 1.28	10.80 1.86 5.40 2.15 2.44 12.6	16.20 3.00 8.10 3.55 4.10 18.8	22.68 4.32 11.34 5.25 6.18 25.1
D = B + 4 cm	Q max M (Q max) \frac{1}{2} Q max M (\frac{1}{2} Q max) M max (Q = 0) B max * (Cm)	7.70 1.06 3.85 1.24 1.43	11.52 1.98 5.76 2.32 2.65 12.6	17.10 3.14 8.55 3.76 4.38 18.8	23.76 4.48 11.88 5.51 6.54 25.1
D = B + 5 cm	Q max M (Q max) \frac{1}{2} Q max M (\frac{1}{2} Q max) M max (Q = 0) B max * (cm)	8.27 1.14 4.13 1.35 1.57	12.24 2.09 6.12 2.48 2.87 12.6	18.00 3.28 9.00 3.97 4.67 18.8	24.84 4.63 12.42 5.76 6.90 25.1
D = B + 6 cm	Q max M (Q max) 1 Q max M (1 Q max) M max (Q = 0) B max * (cm)	8.84 1.21 4.42 1.46 1.71	12.96 2.20 6.48 2.64 3.08 12.6	18.90 3.40 9.45 4.18 4.95 18.8	25.92 4.76 12.96 6.01 7.26 25.1
D = B + 7 cm	Q max M (Q max) ½ Q max M (½ Q max) M max (Q = 0) B max * (cm)	9.41 1.28 4.70 1.56 1.85	13.68 2.30 6.84 2.80 3.30	19.80 3.52 9.90 4.38 5.24 18.8	27.00 4.89 13.50 6.25 7.62 25.1
D = B + 8 cm	Q max M (Q max) ½ Q max M (½ Q max) M max (Q = 0) B max * (cm)	9.98 1.34 4.99 1.67 2.00	14.40 2.39 7.20 2.95 3.51 12.6	20.70 3.63 10.35 4.58 5.53 18.8	28.08 5.01 14.04 6.49 7.98 25.1
D = B + 9 cm	Q max M (Q max) \(\frac{1}{2}\) Q max M (\(\frac{1}{2}\) Q max) M max (Q = 0) B max * (cm)	10.55 1.39 5.27 1.77 2.14 12.6	15.12 2.48 7.56 3.10 3.73 12.6	21.60 3.73 10.80 4.77 5.82 18.8	29.16 5.11 14.58 6.72 8.34 25.1
D = B +10 cm	Q max M (Q max) ½ Q max M (½ Q max) M max (Q = 0) B max * (cm)	11.12 1.44 5.56 1.86 2.28 12.6	15.84 2.56 7.92 3.25 3.94 12.6	22.50 3.83 11.25 4.96 6.10 18.8	30.24 5.21 15.12 6.95 8.70 25.1
Bauart zur Sanierung sch Tabelle 1, GF-UP-Stab & Kräfte in kN und Moment	7 10 mm	ile			Anlage 8



* * *	NQ NL		2 3	3	4 5
Höhe *	Breite B :	= 13 5 cm	B - 18 cm B	- 22 5 cm	B = 27 cm
D = B + 1 cm	Q max M (Q max) ½ Q max M (½ Q max) M max (Q = 0) B max * (cm)	11.75 1.47 5.87 1.73 1.99 18.8	20.52 3.05 10.26 3.72 4.38 18.8	31.73 5.02 15.86 6.37 7.73 28.3	45.36 7.21 22.68 9.62 12.04 37.7
D = B + 2 cm	Q max M (Q max) ½ Q max M (½ Q max) M max (Q = 0) B max * (cm) Q max M (Q max) ½ Q max M (½ Q max) M max (Q = 0) B max * (cm)	12.56 1.59 6.28 1.89 2.20 18.8	21.60 3.20 10.80 3.95 4.70 18.8	33.08 5.17 16.54 6.66 8.15 28.3	46.98 7.35 23.49 9.96 12.57 37.7
D = B + 3 cm	M (Q max) 1 Q max M (½ Q max) M (½ Q max) M max (Q = 0) B max * (cm)	13.37 1.70 6.68 2.05 2.41 18.8	22.68 3.34 11.34 4.18 5.01 18.8	34.43 5.31 17.21 6.95 8.58 28.3	48.60 7.47 24.30 10.29 13.11 37.7
D = B + 4 cm	Q max M (Q max) $\frac{1}{2}$ Q max M ($\frac{1}{2}$ Q max) M max (Q = 0) B max * (cm)	14.18 1.80 7.09 2.21 2.62 18.8	23.76 3.47 11.88 4.40 5.33 18.8	35.78 5.44 17.89 7.22 9.00 28.3	50.22 7.58 25.11 10.61 13.64 37.7
D = B + 5 cm	Q max M (Q max) ½ Q max M (½ Q max) M max (Q = 0) B max * (cm)	14.99 1.89 7.49 2.36 2.83 18.8	24.84 3.58 12.42 4.62 5.65 18.8	37.13 5.56 18.56 7.50 9.43 28.3	51.84 7.68 25.92 10.93 14.18 37.7
D = B + 6 cm	M (Q max) 1 Q max M (1 Q max) M (1 Q max) M max (Q = 0) B max * (cm)	1.98 7.90 2.51 3.04 18.8	3.92 3.96 4.83 5.97 18.8	38.48 5.67 19.24 7.76 9.86 28.3	53.46 7.76 26.73 11.24 14.72 37.7
D = B + 7 cm	M (Q max) ½ Q max M (½ Q max) M max (0 = 0)	16.61 2.06 8.30 2.66 3.25	27.00 3.79 13.50 5.04 6.29 18.8	39.83 5.76 19.91 8.02 10.29 28.3	55.08 7.82 27.54 11.54 15.25 37.7
D = B + 8 cm	Q max M (Q max) ½ Q max M (½ Q max) M max (Q = 0) B max * (cm)	17.42 2.13 8.71 2.80 3.47 18.8	28.08 3.88 14.04 5.24 6.61 18.8	41.18 5.84 20.59 8.28 10.72 28.3	56.70 7.87 28.35 11.83 15.79 37.7
D = B + 9 cm	Q max M (Q max) ½ Q max M (½ Q max) M max (Q = 0) B max * (cm)	18.23 2.20 9.11 2.94 3.68 18.8	29.16 3.95 14.58 5.44 6.93 18.8	42.53 5.91 21.26 8.53 11.15 28.3	58.32 7.91 29.16 12.12 16.33 37.7
D = B + <u>1</u> 0 cm	Q max M (Q max) ½ Q max M (½ Q max) M max (Q = 0) B max * (cm)	19.03 2.26 9.52 3.08 3.89 18.8	30.24 4.02 15.12 5.64 7.25 18.8	43.88 5.96 21.94 8.77 11.58 28.3	59.94 7.93 29.97 12.40 16.87 37.7
auart zur Sanierung scha abelle 2, GF-UP-Stab Ø träfte in kN und Momente	15 mm	le			Anlage 9

Kräfte in kN und Momente in kNm



*	NO NL	2 2	2 3	3 4	
Höhe *	Breite B	= 18 cm	B = 24 cm	B = 30 cm	
D = B + 1 cm	Q max M (Q max) 1 Q max M (1 Q max) M max (Q = 0)	20.52 2.27 10.26 2.85 3.44	36.00 4.60 18.00 6.12 7.64	55.80 7.28 27.90 10.41 13.55	
D = B + 2 cm	Breite B Q max M (Q max) H (M Q max) M (M Q max) M (M Q max) M max (Q = 0) B max * (Cm) Q max M (Q max) M (M Q max) M (M M M M M M M M M M M M M M M M M M	25.1 21.60 2.39 10.80 3.05 3.72 25.1	25.1 37.44 4.73 18.72 6.40 8.07 25.1	37.7 57.60 7.37 28.80 10.74 14.11 37.7	
D = B + 3 cm	Q max M (Q max) 1 Q max M (1 Q max) M max (Q = 0) B max * (cm)	22.68 2.50 11.34 3.25 4.00 25.1	38.88 4.84 19.44 6.67 8.49 25.4	59.40 7.45 29.70 11.07 14.68 37.7	
D = B + 4 cm	Q max M (Q max) 1 Q max M (1 Q max) M max (Q = 0) B max * (cm)	23.76 2.59 11.88 3.44 4.28 25.1	40.32 4.94 20.16 6.93 8.91 25.1	61.20 7.51 30.60 11.38 15.25 37.7	
D = B + 5 cm	Q max M (Q max) ½ Q max M (½ Q max) M max (Q = 0) B max * (cm)	24.84 2.68 12.42 3.62 4.56 25.1	41.76 5.03 20.88 7.18 9.34 25.1	63.00 7.56 31.50 11.69 15.82 37.7	
D = B + 6 cm	Q max M (Q max) 1 Q max M (1 Q max) M max (Q = 0) B max * (cm)	25.92 2.76 12.96 3.80 4.84 25.1	43.20 5.10 21.60 7.43 9.76 25.1	64.80 7.59 32.40 11.99 16.39 37.7	
D = B + 7 cm	Q max M (Q max) ½ Q max M (½ Q max) M max (Q = 0) B max * (cm)	27.00 2.83 13.50 3.98 5.13 25.1	44.64 5.16 22.32 7.68 10.19 25.1 46.08 5.21	66.60 7.60 33.30 12.28 16.96 37.7	
D = B + 8 cm	$M (\frac{1}{2} Q \text{ max})$ $M \text{ max } (Q = 0)$ $B \text{ max * } (\text{cm})$	4.15 5.41 25.1	7.91 10.62 25.1	12.56 17.53 37.7	
D = B + 9 cm	U max	29.16 2.94 14.58 4.32 5.69 25.1	47.52 5.24 23.76 8.14 11.04 25.1	70.20 7.57 35.10 12.83 18.10 37.7	
D = B +10 cm	Q max M (Q max) ½ Q max M (½ Q max) M max (Q = 0) B max * (cm)	30.24 2.98 15.12 4.48 5.98 25.1	48.96 5.26 24.48 8.37 11.47 25.1	72.00 7.53 36.00 13.10 18.67 37.7	
D = B +11 cm	Q max M (Q max) ½ Q max M (½ Q max) M max (Q = 0) B max * (cm)	31.32 3.01 15.66 4.63 6.26 25.1	50.40 5.27 25.20 8.58 11.90 25.1	73.80 7.47 36.90 13.36 19.25 36.8	
	Q max M (Q max)	32.40 3.03 16.20	51.84 5.26 25.92 8.79	75.60 7.40 37.80 13.61	

Z42038.18 1.10.7-41/12

*	NQ NL	2 3	3	3 5	4 6
Höhe *	Breite B =	24 cm	B = 30 cm	B = 36 cm	B = 42 cm
D = B - 0 c	Q max M (Q max) m ½ Q max M (½ Q max) M max (Q = 0) B max * (cm)	34.56 4.46 17.28 5.84 7.22 25.1	54.00 7.17 27.00 10.07 12.98 37.7	77.76 9.90 38.88 15.18 20.45 37.7	12.30 52.92 20.97 29.64 47.9
D = B - 1 c	Q max M (Q max) n ½ Q max M (½ Q max) M max (Q = 0) B max * (cm)	33.12 4.31 16.56 5.56 6.80 25.1	52.20 7.04 26.10 9.73 12.41 37.7	75.60 9.84 37.80 14.79 19.74 37.7	103.32 12.35 51.66 20.57 28.78 49.0
D = B - 2 cr	Q max M (Q max) 1 ½ Q max M (½ Q max) M max (O = 0)	31.68 4.15 15.84 5.26 6.38	50.40 6.90 25.20 9.37 11.85	73.44 9.76 36.72 14.39 19.03	100.80 12.37 50.40 20.15 27.93
D = B - 3 cr	B max * (cm) Q max M (Q max) 1 ½ Q max M (½ Q max) M max (Q = 0) B max * (cm) Q max M (Q max) 1 ½ Q max M (½ Q max) M (½ Q max) M (½ Q max) M (½ Q com x) M max (Q = 0) B max * (cm)	30.24 3.97 15.12 4.96 5.96 25.1	48.60 6.74 24.30 9.01 11.28 37.7	71.28 9.66 35.64 13.99 18.32 37.7	98.28 12.37 49.14 19.72 27.07 50.3
D = B - 4 cm	$ \begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	28.80 3.78 14.40 4.66 5.54 25.1	46.80 6.56 23.40 8.64 10.72 37.7	69.12 9.54 34.56 13.57 17.61 37.7	95.76 12.34 47.88 19.28 26.22 50.3
D = B - 5 cm	M (Q max) 1 1 Q max M (½ Q max) M (½ Q max) M max (Q = 0) B max * (cm)	3.58 13.68 4.35 5.13 25.1	45.00 6.37 22.50 8.26 10.16 37.7	9.40 33.48 13.15 16.90	93.24 12.29 46.62 18.83 25.36 50.3
D = B - 6 cm	Q max M (Q max) ½ Q max M (½ Q max) M max (Q = 0) B max * (cm)	25.92 3.36 12.96 4.04 4.71 25.1	43.20 6.16 21.60 7.88 9.60 37.7	64.80 9.23 32.40 12.71 16.19 37.7	90.72 12.22 45.36 18.36 24.51 50.3
D = B - 7 cm	Q max M (Q max)	24.48 3.13	41.40 5.94 20.70 7.49 9.04 37.7	62.64 9.05 31.32 12.27 15.49 37.7	88.20
D = B - 8 cm	Q max M (Q max) ½ Q max M (½ Q max) M max (Q = 0) B max * (Cm)	23.04 2.89 11.52 3.39 3.88	39.60 5.69 19.80 7.09 8.48	60.48 8.85 30.24 11.82 14.78 37.7	85.68 12.01 42.84 17.40 22.80 50.3
D = B - 9 cm	Q max M (Q max) 1 Q max M (1 Q max) M max (Q = 0) B max * (cm)	21.60 2.64 10.80 3.06 3.47 25.1	37.80 5.44 18.90 6.68 7.92 37.7	58.32 8.63 29.16 11.35 14.08 37.7	83.16 11.86 41.58 16.91 21.95
Bauart zur Sanierung schadhafter Holzbauteile Tabelle 4, GF-UP-Stab Ø 20 mm Kräfte in kN und Momente in kNm				Anlage 11	