

Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung

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:

18.04.2013

Geschäftszeichen:

II 11-1.10.7-41/11

Zulassungsnummer:

Z-10.7.2-41

Geltungsdauer

vom: **18. April 2013**

bis: **18. April 2018**

Antragsteller:

BÜSE BAUWERKSANIERUNG GmbH

Am Mühlenwald 1
33034 Brakel-Beller

Zulassungsgegenstand:

Bauart zur Sanierung schadhafter Holzbauteile

Der oben genannte Zulassungsgegenstand wird hiermit allgemein bauaufsichtlich zugelassen.
Diese allgemeine bauaufsichtliche Zulassung umfasst 13 Seiten und elf Anlagen.
Der Gegenstand ist erstmals am 15. Februar 1982 allgemein bauaufsichtlich zugelassen worden.

DIBt

I ALLGEMEINE BESTIMMUNGEN

- 1 Mit der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung ist die Verwendbarkeit bzw. Anwendbarkeit des Zulassungsgegenstandes im Sinne der Landesbauordnungen nachgewiesen.
- 2 Sofern in der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung Anforderungen an die besondere Sachkunde und Erfahrung der mit der Herstellung von Bauprodukten und Bauarten betrauten Personen nach den § 17 Abs. 5 Musterbauordnung entsprechenden Länderregelungen gestellt werden, ist zu beachten, dass diese Sachkunde und Erfahrung auch durch gleichwertige Nachweise anderer Mitgliedstaaten der Europäischen Union belegt werden kann. Dies gilt ggf. auch für im Rahmen des Abkommens über den Europäischen Wirtschaftsraum (EWR) oder anderer bilateraler Abkommen vorgelegte gleichwertige Nachweise.
- 3 Die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung ersetzt nicht die für die Durchführung von Bauvorhaben gesetzlich vorgeschriebenen Genehmigungen, Zustimmungen und Bescheinigungen.
- 4 Die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung wird unbeschadet der Rechte Dritter, insbesondere privater Schutzrechte, erteilt.
- 5 Hersteller und Vertreiber des Zulassungsgegenstandes haben, unbeschadet weitergehender Regelungen in den "Besonderen Bestimmungen", dem Verwender bzw. Anwender des Zulassungsgegenstandes Kopien der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung zur Verfügung zu stellen und darauf hinzuweisen, dass die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung an der Verwendungsstelle vorliegen muss. Auf Anforderung sind den beteiligten Behörden Kopien der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung zur Verfügung zu stellen.
- 6 Die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung darf nur vollständig vervielfältigt werden. Eine auszugsweise Veröffentlichung bedarf der Zustimmung des Deutschen Instituts für Bautechnik. Texte und Zeichnungen von Werbeschriften dürfen der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung nicht widersprechen. Übersetzungen der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung müssen den Hinweis "Vom Deutschen Institut für Bautechnik nicht geprüfte Übersetzung der deutschen Originalfassung" enthalten.
- 7 Die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung wird widerruflich erteilt. Die Bestimmungen der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung können nachträglich ergänzt und geändert werden, insbesondere, wenn neue technische Erkenntnisse dies erfordern.

II BESONDERE BESTIMMUNGEN

1 Zulassungsgegenstand und Anwendungsbereich

1.1 Zulassungsgegenstand

Die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung erstreckt sich auf eine Bauart zur Sanierung schadhafter Holzbauteile mittels Reaktionsharzbeton, Reaktionsharzmörtel und Stäben aus textilglasverstärktem ungesättigtem Polyesterharz zur Bewehrung des Reaktionsharzbetons und zur Verbindung der Holzbauteile mit den angrenzenden Bauteilen. Nach Entfernen der schadhafte 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.

1.2 Anwendungsbereich

Das Verfahren darf verwendet werden zur Sanierung von Rechteckvollholzbauteilen unter Druck-, Zug- und/oder einachsiger Biegebeanspruchung und zum Verbinden von Rechteckvollholzbauteilen untereinander.

2 Bestimmungen für die Bauprodukte

2.1 Allgemeines

Die Bauart zur Sanierung schadhafter Holzbauteile und seine Teile müssen den Besonderen Bestimmungen und den Anlagen dieses Bescheids entsprechen.

2.2 Eigenschaften und Zusammensetzung

2.2.1 Holz

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 Baubestimmungen¹ für Holzbauten erfüllen.

Die Holzfeuchte darf nicht größer als 18 % sein.

2.2.2 Stäbe aus textilglasverstärktem ungesättigtem Polyesterharz (GF-UP-Stäbe)

Die GF-UP-Stäbe müssen im Strangziehverfahren aus folgenden Einzelkomponenten hergestellt sein:

| | |
|-----------------------------|---|
| Ungesättigtes Polyesterharz | Typ 1140 nach DIN 16946 |
| Textilglasverstärkung | Parallele Rovings nach DIN 61855 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.

¹ Siehe: www.dibt.de unter der Rubrik >Geschäftsfelder< und dort unter >Bauregellisten/Technische Baubestimmungen<

Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung

Nr. Z-10.7.2-41

Seite 4 von 13 | 18. April 2013

2.2.3 Reaktionsharzmörtel (RH-Mörtel) bzw. Reaktionsharzbeton (RH-Beton)**2.2.3.1 Reaktionsharz (RH)**

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.

2.2.3.2 Zuschläge

Die Zuschläge müssen DIN EN 12620 entsprechen; sie sind ofengetrocknet und in feuchtigkeitsdichten Folien verpackt auf die Baustelle zu liefern.

Folgende Arten und Korngrößen sind zu unterscheiden:

- Quarzmehl: 0,06 mm bis 0,20 mm
- 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 |

2.2.3.3 Reaktionsharzmörtel "Holzan 22"

Der Reaktionsharzmörtel muss aus 1 Gew.-Teil Reaktionsharz "Holzan 20" und 1,2 Gew.-Teilen Quarzmehl bestehen.

2.2.3.4 Reaktionsharzbeton "Holzan 25"

Der Reaktionsharzbeton muss aus 1 Gew.-Teil Reaktionsharz "Holzan 20" und 5 Gew.-Teilen Zuschlagmischung bestehen.

2.3 Herstellung, Verpackung, Transport, Lagerung und Kennzeichnung**2.3.1 Herstellung**

Die GF-UP-Stäbe nach Abschnitt 2.2.2 sind im Strangziehverfahren werksseitig herzustellen. Die Komponenten des Reaktionsharzes "Holzan 20" (Harz und Härter) nach Abschnitt 2.2.3.1 und die Zuschläge nach Abschnitt 2.2.3.2 müssen im Werk hergestellt werden.

Das Reaktionsharz "Holzan 20" sowie der Reaktionsharzmörtel "Holzan 22" und der Reaktionsharzbeton "Holzan 25" sind auf der Baustelle herzustellen; die Hinweise des Abschnittes 4 sind zu beachten.

2.3.2 Verpackung, Transport, Lagerung

Die Komponenten 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 5 °C und 25 °C zu lagern.

2.3.3 Kennzeichnung

Die einzelnen Komponenten der Bauart 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 2.4 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.

2.4 Übereinstimmungsnachweis

2.4.1 Allgemeines

Ist der Antragsteller nicht Hersteller der einzelnen Komponenten der Bauart, so muss er vertraglich sicherstellen, dass die für die Sanierung der schadhaften Holzbauteile verwendeten Komponenten einer zulassungsgerechten werkseigenen Produktionskontrolle sowie ggf. einer zulassungsgerechten Fremdüberwachung unterliegen.

2.4.1.1 Übereinstimmungsnachweis durch Zertifikat

Die Bestätigung der Übereinstimmung der Bauart sowie der GF-UP-Stäbe nach Abschnitt 2.2.2 mit den Bestimmungen dieser allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung muss für jedes Herstellwerk mit einem Übereinstimmungszertifikat auf der Grundlage einer werkseigenen Produktionskontrolle und einer regelmäßigen Fremdüberwachung einschließlich einer Erstprüfung der GF-UP-Stäbe nach Maßgabe der folgenden Bestimmungen erfolgen.

Für die Erteilung des Übereinstimmungszertifikats und die Fremdüberwachung einschließlich der dabei durchzuführenden Produktprüfungen hat der Hersteller der GF-UP-Stäbe eine hierfür anerkannte Zertifizierungsstelle² sowie eine hierfür anerkannte Überwachungsstelle einzuschalten.

Die Erklärung, dass ein Übereinstimmungszertifikat erteilt ist, hat der Hersteller durch Kennzeichnung der Bauprodukte 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.

2.4.1.2 Übereinstimmungsnachweis durch Herstellererklärung mit Erstprüfung

Die Bestätigung der Übereinstimmung der Bauprodukte nach Abschnitt 2.2.3 - Komponenten des Reaktionsharzes "Holzan 20" (Harz und Härter), Zuschläge, Reaktionsharzmörtel "Holzan 22" und Reaktionsharzbeton "Holzan 25" - mit den Bestimmungen dieser 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 Prüfstelle² erfolgen. Die Übereinstimmungserklärung hat der Hersteller durch Kennzeichnung der Bauprodukte mit dem Übereinstimmungszeichen (Ü-Zeichen) unter Hinweis auf den Verwendungszweck abzugeben.

2.4.2 Werkseigene Produktionskontrolle

In jedem Herstellwerk der GF-UP-Stäbe nach Abschnitt 2.2.2, der Komponenten des Reaktionsharzes "Holzan 20" (Harz und Härter) nach Abschnitt 2.2.3.1 und der Zuschläge nach Abschnitt 2.2.3.2 ist eine werkseigene Produktionskontrolle einzurichten und durchzuführen. Unter werkseigener Produktionskontrolle wird die vom Hersteller vorzunehmende kontinuierliche Überwachung der Produkte verstanden, mit der dieser sicherstellt, dass die von ihm hergestellten Bauprodukte den Bestimmungen dieser allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung entsprechen.

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

²

Die anerkannten Stellen sind dem in den "Mitteilungen" des Deutschen Instituts für Bautechnik als Sonderheft veröffentlichten "Verzeichnis der Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstellen nach den Landesbauordnungen; Teil IIa: Stellen zur Einschaltung beim Nachweis der Übereinstimmung nicht geregelter Bauprodukte und Bauarten mit der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung" zu entnehmen. Siehe: www.dibt.de unter der Rubrik >Geschäftsfelder< und dort unter >PÜZ-Stellen<

Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung**Nr. Z-10.7.2-41****Seite 6 von 13 | 18. April 2013**

- 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.

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

2.4.2.1 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 10204 bestätigen zu lassen, dass die gelieferten Rohstoffe mit den in Abschnitt 2.2.2 geforderten übereinstimmen.

Der Hersteller hat Aufzeichnungen zu führen, aus denen hervorgeht, zu welchem Zeitpunkt die einzelnen Komponenten eingegangen sind und wann sie verarbeitet wurden. Die Lagerung der Textilglasverstärkungen hat nach DIN 61854 zu erfolgen.

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

- Biegefestigkeit
Die Einhaltung der in Abschnitt 2.2.2 angegebenen Mindest-Biegefestigkeit ist zu überprüfen.
- Glasmassenanteil
Der Textilglasgehalt ist entsprechend DIN EN ISO 1172:1998-12 an repräsentativen Probekörpern zu bestimmen. Der in Abschnitt 2.2.2 aufgeführte Prozentwert muss von jedem Einzelwert eingehalten werden.
- Unterschreitung der geforderten Werte
Werden bei den Prüfungen der Biegefestigkeit und des Glasmassenanteils kleinere Werte ermittelt als gefordert sind, können in der zweiten Stufe die fortgeschriebenen Werte der Produktionsstreuung benutzt werden, um unter Berücksichtigung des großen Stichprobenumfangs den 5 %-Quantilwert zu bestimmen. Der 5 %-Quantilwert darf nicht kleiner als der jeweils geforderte Wert sein, sonst muss das Bauteil als nicht brauchbar ausgesondert werden. Der k-Wert zur Berechnung des 5 %-Quantilwertes darf in den genannten Fällen zu $k = 1,65$ angenommen werden.

2.4.2.2 Komponenten des Reaktionsharzes "Holzan 20" (Harz und Härter) und der Zuschläge

Die Zusammensetzung der Komponenten des Reaktionsharzes "Holzan 20" (Harz und Härter) nach Abschnitt 2.2.3.1 und die Zusammensetzung der Zuschläge nach Abschnitt 2.2.3.2 sind einer Eingangskontrolle zu unterziehen. Hierzu hat sich der Hersteller der Komponenten und der Zuschläge durch ein Werkzeugzeugnis nach DIN EN 10204 bestätigen zu lassen, dass die gelieferten Bauprodukte mit den in Abschnitt 2.2.3 geforderten Baustoffen übereinstimmen.

Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung

Nr. Z-10.7.2-41

Seite 7 von 13 | 18. April 2013

2.4.2.3 Reaktionsharzmörtel "Holzan 22" und Reaktionsharzbeton "Holzan 25"

Je drei Probekörper des Reaktionsharzmörtels "Holzan 22" und des Reaktionsharzbetons "Holzan 25" sind mindestens halbjährlich entsprechend Punkt 1.2, 1.3 und 2 der Anlage 4 zu prüfen. 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.

Der Eingangs-, der Auslieferungs- und der Verarbeitungszeitpunkt der einzelnen Mengen der Komponenten ist aufzuzeichnen.

2.4.3 Erstprüfung der Bauprodukte durch eine anerkannte Prüfstelle²

Im Rahmen der Erstprüfung sind

- die Komponenten des Reaktionsharzes "Holzan 20" (Harz und Härter) nach Abschnitt 2.2.3.1 und die Zusammensetzung der Zuschläge nach Abschnitt 2.2.3.2 zu prüfen. Die Probenahme und Prüfungen obliegen jeweils der anerkannten Prüfstelle.
- je drei Probekörper des Reaktionsharzmörtels "Holzan 22" und des Reaktionsharzbetons "Holzan 25" sind nach Punkt 1.2, 1.3 und 2 der Anlage 4 zu prüfen. 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.

2.4.4 Fremdüberwachung

In jedem Herstellwerk ist die werkseigene Produktionskontrolle durch eine Fremdüberwachung regelmäßig zu überprüfen, mindestens jedoch zweimal jährlich.

Im Rahmen der Fremdüberwachung ist eine Erstprüfung der GF-UP-Stäbe entsprechend Abschnitt 2.4.2.1 durchzuführen und können auch Proben für Stichprobenprüfungen entnommen werden. Die Probenahme und Prüfungen obliegen jeweils der anerkannten Überwachungsstelle.

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 Entwurf und Bemessung**3.1 Entwurf****3.1.1 Allgemeine Entwurfsregeln**

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 Stäbe (siehe Anlage 1 und 2)**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 $+20^\circ$ 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).

Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung

Nr. Z-10.7.2-41

Seite 8 von 13 | 18. April 2013

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_q der Querstäbe zu Längsstäben und s_{qR} zum Rand sind den Anlagen 1 und 2 zu entnehmen. Der Abstand zur Berührfläche zwischen Holz und RH-Beton muss $s_F = 3 d_{St}$ betragen.

Horizontal verlegte Stäbe müssen im Holzteil eine konstruktive Mindesthaftlänge l_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. So weit 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 Reaktionsharzbetonteil

Die sanierte Länge des Balkens aus Reaktionsharzbeton darf $l_S = 1000$ mm nicht überschreiten.

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

Falls schräg angeordnete Stäbe nicht über l_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 $s_Z \geq 2 d_{St}$ sein.

3.2 Bemessung

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 dieser Zulassung nichts anderes festgelegt ist, die bauaufsichtlich eingeführten Technischen Baubestimmungen¹ für Holzbauten.

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

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 Nachweis für die Holzbauteile

Für die Holzbauteile außerhalb des Fugenbereichs gelten die bauaufsichtlich eingeführten Technischen Baubestimmungen¹ uneingeschränkt.

3.2.2 Bemessungsbedingungen für den Balken aus RH-Beton

In diesem Bereich sind die Nachweise 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 τ_1 zu begrenzen.

Es sind folgende zulässige (zul) Spannungen³ einzuhalten:

| | | |
|----------|----------------|------------------------------------|
| RH-Beton | Druckspannung: | zul $\sigma = 13,0 \text{ N/mm}^2$ |
| | Zugspannung: | zul $\sigma = 2,0 \text{ N/mm}^2$ |
| | Biegespannung: | zul $\sigma = 4,0 \text{ N/mm}^2$ |
| | Schubspannung: | zul $\tau_1 = 0,9 \text{ N/mm}^2$ |

3.2.3 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

$$\frac{E_{\text{GF-UP}}}{E_{\text{Holz}}} = 4$$

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

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

³

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

Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung

Nr. Z-10.7.2-41

Seite 10 von 13 | 18. April 2013

Die Verbundspannungen sind nach der folgenden Gleichung zu begrenzen:

$$\tau_H = \frac{Z}{l_v \cdot U} \text{ bzw. } \frac{Q/2}{l_v \cdot U}$$

hierbei ist

U = Umfang des GF-UP-Stabes

l_v = Verankerungslänge $l_v \leq 200$ 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/mm²

- Abscheren: 9 N/mm²

c) Sonderfall im auflagnahen Bereich

Bei Fugen im auflagnahen Bereich, in dem die Herstellung von achsparallelen Bohrlochern 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 $0,7 \cdot 200$ 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.

3.2.4 Berechnungsgewicht

Der Rechenwert zur Ermittlung der Eigenlast beträgt für Reaktionsharzbeton, -mörtel und GF-UP-Stäbe 20 kN/m³.

3.3 Brandschutz

Der Reaktionsharzmörtel "Holzan 22", der Reaktionsharzbeton "Holzan 25" und die GF - UP-Stäbe sind normalentflammbar.

4 Bestimmungen für die Ausführung**4.1 Allgemeines**

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

Die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung 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 der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung erfolgen.

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

4.2 Holzbauteile

Nach eventuell notwendigen Unterfangungs- und Absprießarbeiten werden die schadhafte, 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.

4.3 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.

4.4 Reaktionsharzsysteme

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

4.4.1 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.

4.4.2 Reaktionsharzbeton "Holzan 25"

Der Reaktionsharzbeton 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.

4.4.3 Reaktionsharzmörtel "Holzan 22"

Der Reaktionsharzmörtel 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.

4.5 Einbringen des Reaktionsharzmörtels bzw. -betons

4.5.1 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 Reaktionsharzmörtel "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.

4.5.2 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 aus zu füllen. Die sorgfältige Verfüllung muss durch laufende Beobachtungen und über die Verfüllmenge kontrolliert werden.

4.6 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.

4.7 Holzschutz

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

4.8 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 2.2.1 mit den Bestimmungen dieser allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung zu bestätigen sowie für die ordnungsgemäße Ausführung der Arbeiten nach den Bestimmungen des Zulassungsbescheides zu sorgen.

Er hat sich davon zu überzeugen, dass

- die Komponenten des Reaktionsharzes "Holzan 20" (Harz und Härter) und die Zuschläge mit dem dieser allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung entsprechenden Ü-Zeichen gekennzeichnet sind und
- das Verbrauchsdatum nicht abgelaufen ist.

Er hat dafür Sorge zu tragen, dass

- die in den Abschnitten 4.1 bis 4.7 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,

Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung

Nr. Z-10.7.2-41

Seite 13 von 13 | 18. April 2013

- das Ausschalen und Ausrüsten zum richtigen Zeitpunkt erfolgt und
- 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.

4.9 Überwachung der Ausführung

4.9.1 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.

4.9.2 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

4.9.3 Überwachung durch eine anerkannte Überwachungsstelle⁴

Neben der Überwachung durch das ausführende Unternehmen besteht eine Überwachungspflicht durch eine hierfür anerkannte Überwachungsstelle⁴.

Die Überwachungsstelle ist vom ausführenden Unternehmen einzuschalten.

Die Voraussetzungen gemäß Abschnitt 4.9.1 sowie die Vollständigkeit der Überwachung durch den Bauausführenden sind von der Überwachungsstelle für jedes Bauobjekt zu kontrollieren.

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

Die unter 4.9.2 aufgeführten Aufzeichnungen sind der Überwachungsstelle vorzulegen.

4.10 Zustandskontrolle

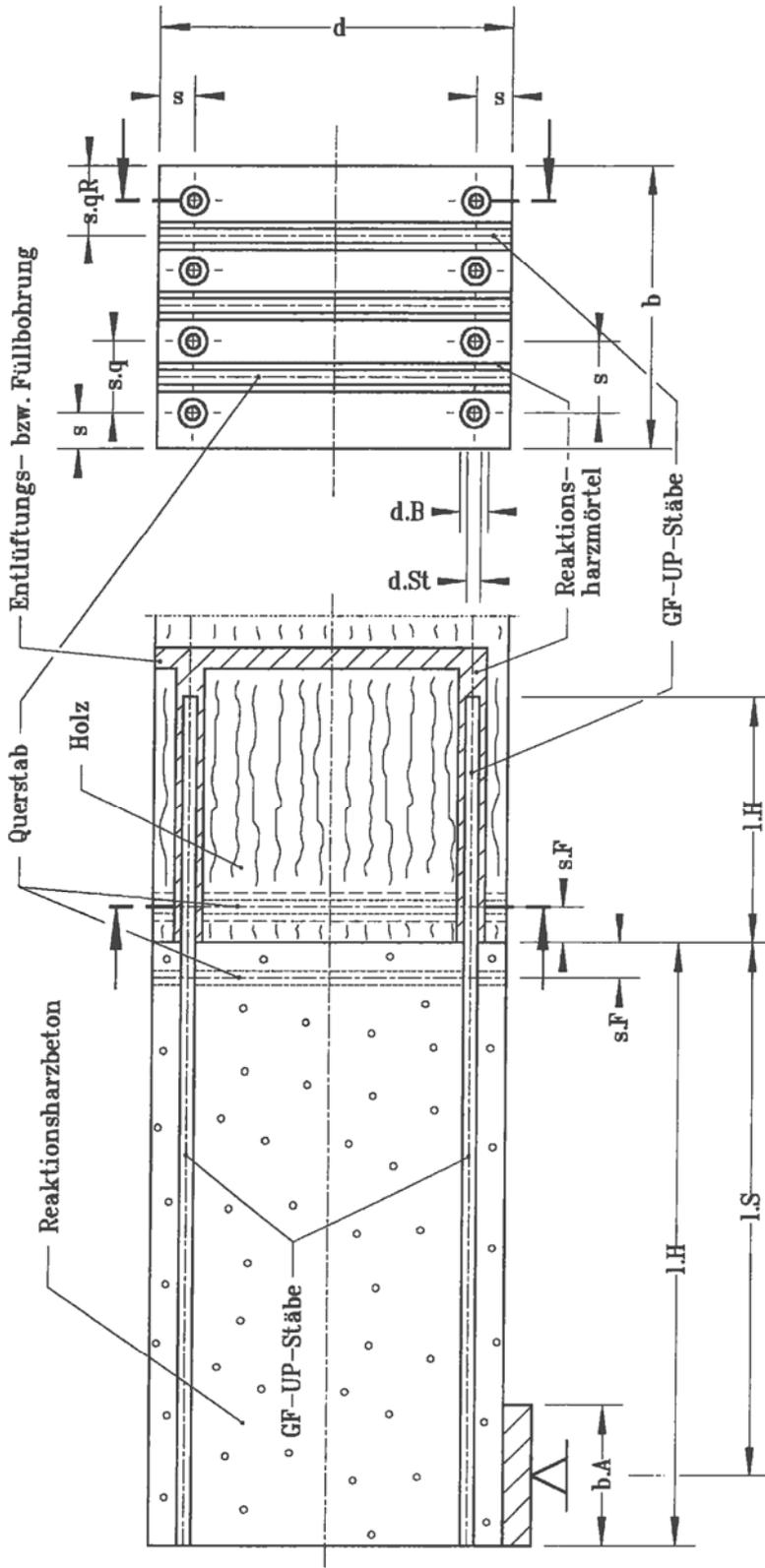
Der Bauherr hat sich durch Kontrolle der Verformung davon zu überzeugen, dass die Bauteile in einem ordnungsgemäßen Zustand sind. Die sanierte Holzkonstruktion ist durch die Überwachungsstelle⁴ zu überprüfen, wenn zeitabhängige Verformungszunahmen auftreten, die nach einem halben Jahr, nach Aufbringen der Belastung, noch nicht abgeklungen sind.

Manfred Klein
Referatsleiter

Beglaubigt

⁴

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<



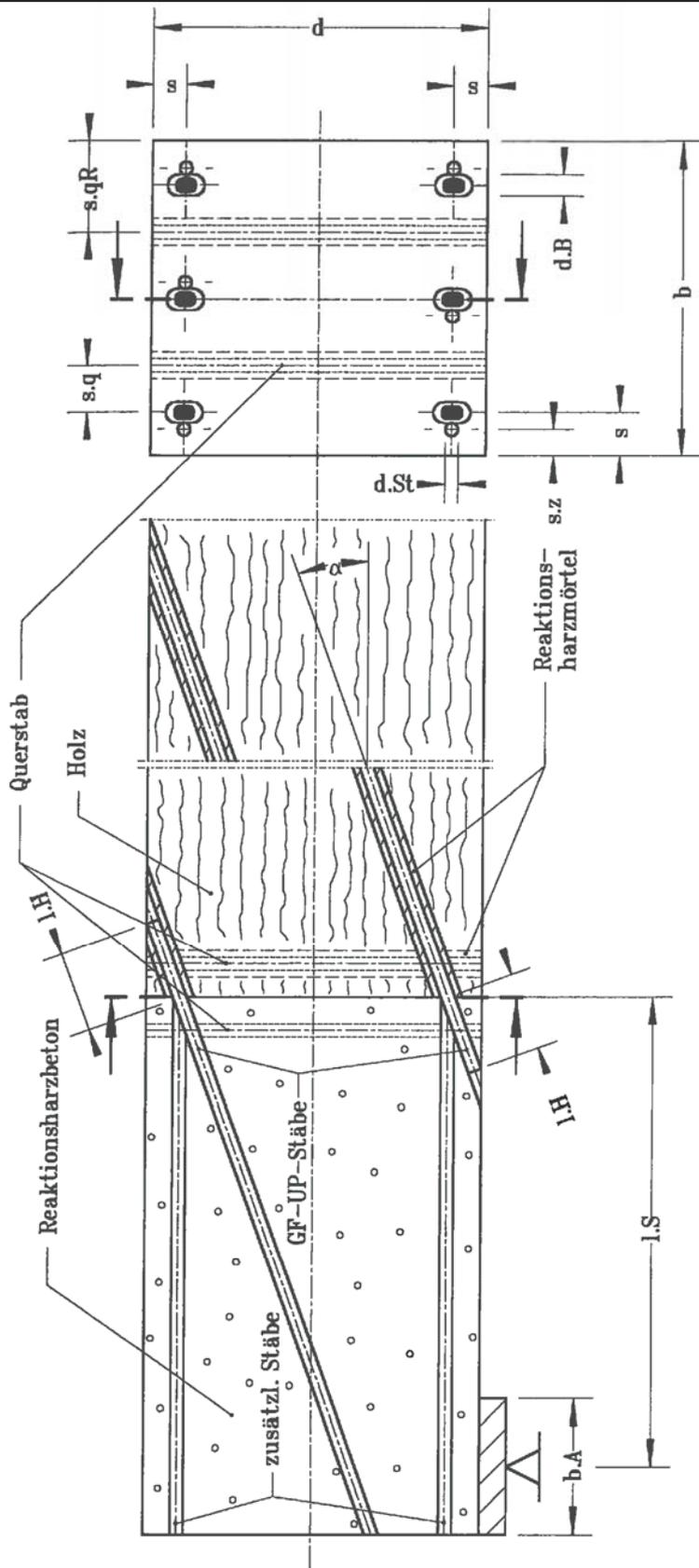
- d.St = 10, 15 oder 20
 - d.B = d.St + 8
 - s ≥ 3 d.St
 - s.q ≥ 1,5 d.St
 - s.q.R ≥ 1,5 d.St ≥ 20
 - s.F = 3 d.St
 - l.S ≤ 1000
 - l.H ≥ 400 (konstruktiv)
 - l.H ≥ 145
- Durchmesser GF-UP-Stäbe
 Durchmesser Bohrung
 Rand- und Zwischenabstände
- Sanierungslänge
 Haftlänge in Holz
 Haftlänge in Beton

Alle Maße in mm

Bauart zur Sanierung schadhafter Holzbauteile

Biegestoß mit oder ohne Längskraft mit horizontalen Stäben

Anlage 1



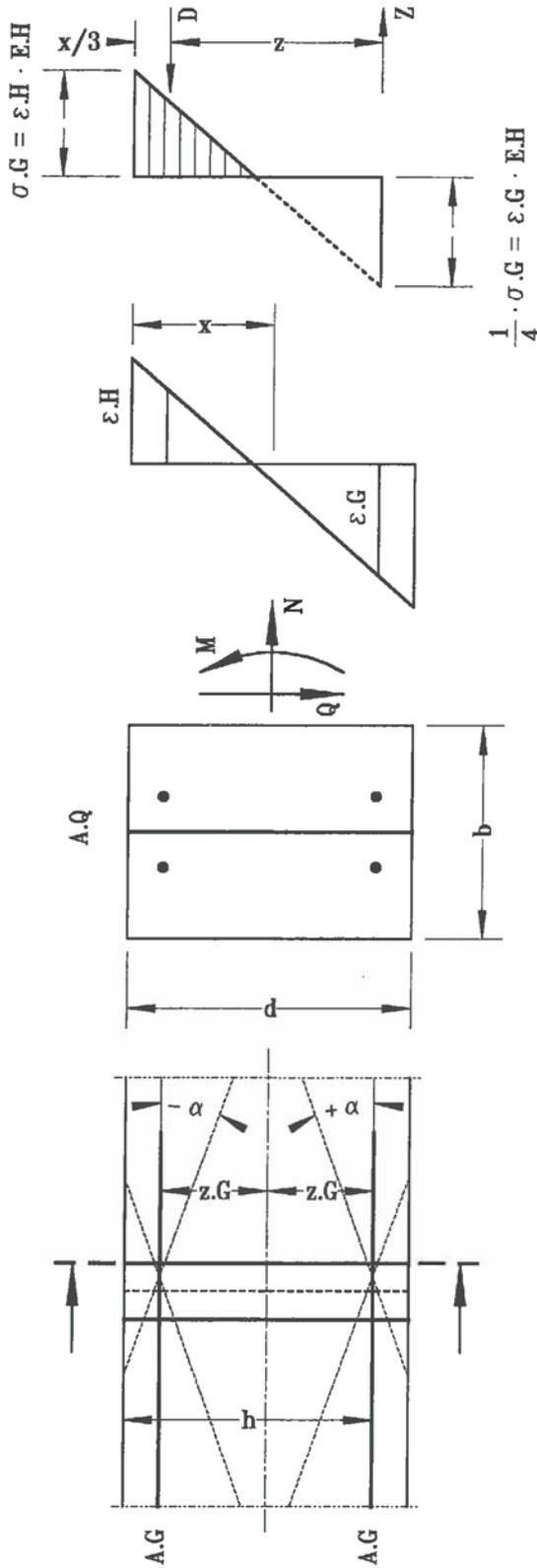
- $\alpha = \pm 20^\circ$ Neigungswinkel Schrägstäbe
 - $l.H \geq 145 \text{ mm}$ Haftlänge in Holz und Beton
 - $s.z \geq 2 \text{ d.St}$
- Schräge GF-UP-Stäbe durch gesamten Querschnitt
 Weitere Angaben wie Anlage 1

| | | |
|---|--|----------|
| Bauart zur Sanierung schadhafter Holzbauteile | | Anlage 2 |
| Biegestoß mit oder ohne Längskraft mit schrägen Stäben im auflagernahen Bereich | | |

Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-10.7.2-41

Elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-10.7.2-41

Rechnerische Annahmen der Dehnung und Spannung in der Fuge



- A.G = Querschnitt einer Lage Stäbe $A.G = n.A \cdot \frac{\pi}{4} \cdot d.St^2$
- d.St = Durchmesser eines Längsstabes
- A.Q = Querschnitt der Stäbe an einer Fugenseite $A.Q = n.A \cdot \frac{\pi}{4} \cdot d.St^2$
- d.St = Durchmesser eines Querstabes
- n.A = Anzahl der Stäbe einer Lage

Bezeichnungen, äußere Schnittgrößen und innerer Spannungs- und Dehnungszustand des Rechteckquerschnitts im Gebrauchszustand

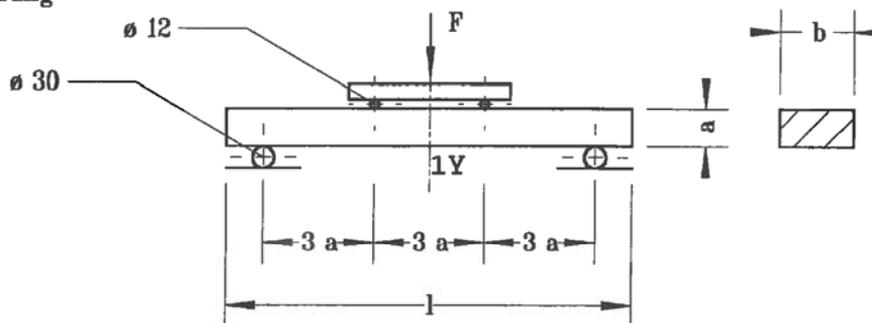
Bauart zur Sanierung schadhafter Holzbauteile

Statischer Nachweis

Anlage 3

1 Biegeversuche

1.1 Versuchsanordnung



| Abmessungen | (mm) | a | b | l |
|--------------------|------|----|----|-----|
| Reaktionsharzbeton | | 40 | 60 | 400 |
| " Mörtel | | 20 | 60 | 200 |

1.2 Zeitstandbiegeversuch

| Kennwert | | Reaktionsharzbeton | Reaktionsharzmörtel |
|----------------------------|---|--------------------|---------------------|
| bei Biegespannung | (N/mm ²) | 2,5 | 2,5 |
| min. Verformungsmodul E.1h | (N/mm ²) | 4250 | 2750 |
| max. Kriechneigung | $\frac{E.1h - E.24h}{E.1h} \cdot 100$ (%) | 39 | 42 |

1.3 Biegefestigkeit (N/mm²) (Mindestwerte)

Belastungsgeschwindigkeit = 0,1 bis 0,2 N/mm²/sec

| | |
|--------------------|------|
| Reaktionsharzbeton | 20,0 |
| " Mörtel | 33,0 |

2 Dichte (Mindestwerte)

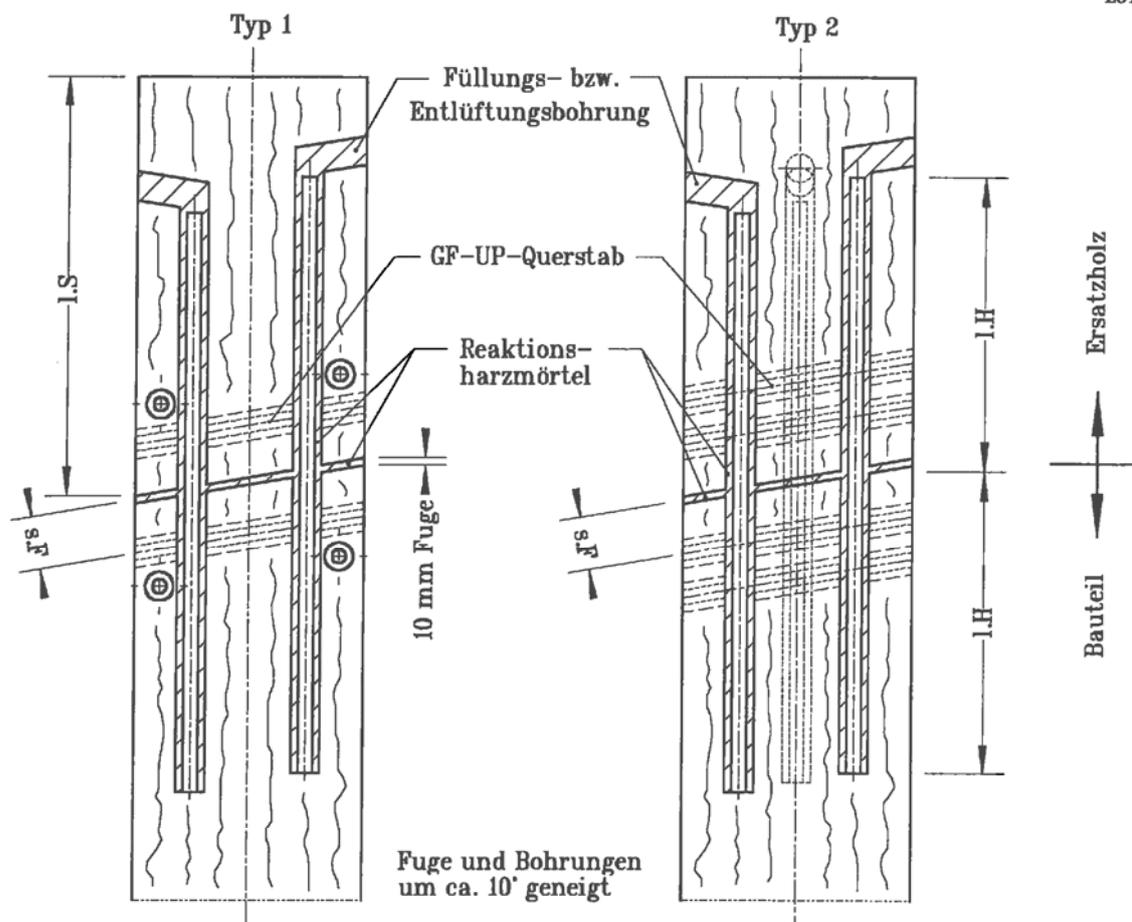
| | Abmessungen (mm) | Dichte (g/cm ³) |
|--------------------|------------------|-----------------------------|
| | <u>a = b = l</u> | |
| Reaktionsharzbeton | ≥ 40 | 1,95 |
| " Mörtel | ≥ 20 | 1,50 |

Bauart zur Sanierung schadhafter Holzbauteile

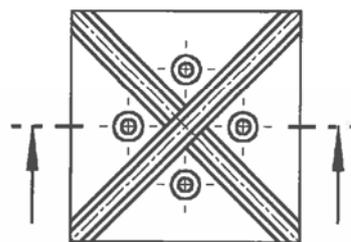
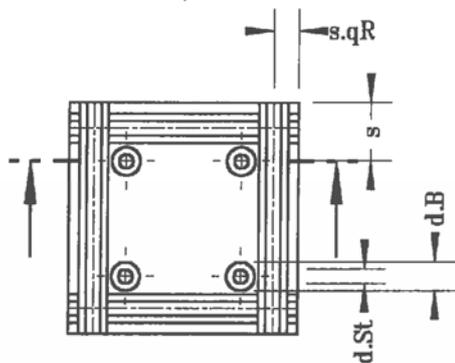
Biegeversuche
 Dichte

Anlage 4

L01498C



Fuge und Bohrungen
 um ca. 10° geneigt



$$d.St = 10, 15 \text{ oder } 20$$

$$d.B = d.St + 8$$

$$s \geq 3 d.St$$

$$s.qR \geq 1,5 d.St \geq 20$$

$$s.F = 3 d.St$$

$$l.S \geq 400$$

$$l.H = 400$$

Alle Maße in mm

Bauart zur Sanierung schadhafter Holzbauteile

Instandsetzung vertikaler Bauteile mit Anschlussbauteil
 Stütze

Anlage 6

- Tabelle 1 :** Holzbalken mit GFK - Verstärkungen \varnothing 10mm parallel zur Achse
- Tabelle 2 :** Holzbalken mit GFK - Verstärkungen \varnothing 15mm parallel zur Achse
- Tabelle 3 :** Holzbalken mit GFK - Verstärkungen \varnothing 20mm parallel zur Achse
- Tabelle 4 :** wie Tabelle 3, aber für Balken $B > D$

In allen Tabellen ist angegeben:

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

und zur schnellen Abschätzung:

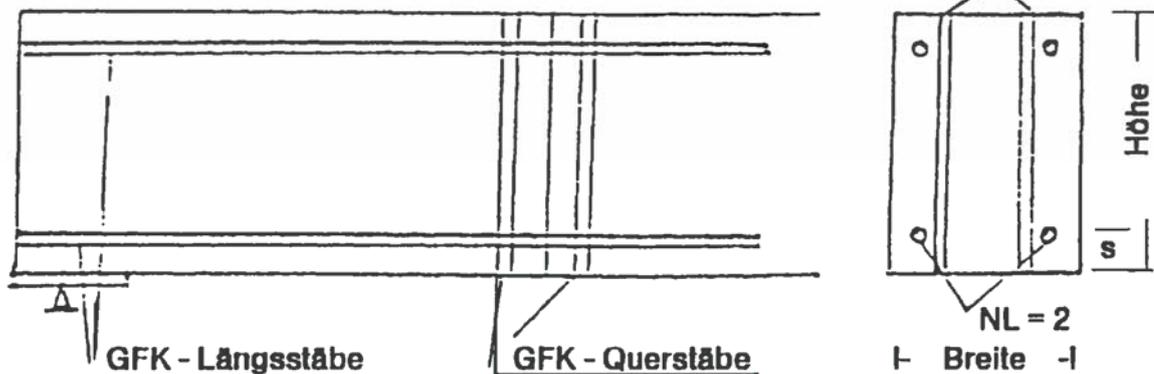
- 1/2 Q max und zugehöriges M (1/2 Q max)

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 b_2 der Wert B_{max}^* in die Formel [2] einzusetzen.

$$Q_{max}(b_2) = Q_{max}(b_1) \cdot b_2 / b_1$$

[2]

$$NQ = 2$$



NL = Anzahl der GFK - Längsstäbe jeweils in der Zugzone und
 2 konstruktive GFK - Stäbe in der Druckzone

NQ = Anzahl der GFK - Querstäbe jeweils im Holzbalken und im
 Reaktionsharzbetonteil

s = Randabstand = $3 \cdot \varnothing$ GFK - Stab

Einheiten: Querkräfte : kN

Momente : kNm

Bauart zur Sanierung schadhafter Holzbauteile

Erläuterungen zu den Tabellen 1 bis 4 (Anlage 8 bis 11)
 GFK entspricht GF-UP

Anlage 7

| * * * * * | | NQ NL | 2 2 | 2 3 | 3 4 | 4 5 |
|---------------|--------------------------|-------------|-----------|-------------|-----------|--------|
| Höhe * | Breite | B = 13.5 cm | B = 18 cm | B = 22.5 cm | B = 27 cm | |
| D = B + 1 cm | Q max | 11.75 | 20.52 | 31.73 | 45.36 | |
| | M (Q max) | 1.47 | 3.05 | 5.02 | 7.21 | |
| | $\frac{1}{2}$ Q max | 5.87 | 10.26 | 15.86 | 22.68 | |
| | M ($\frac{1}{2}$ Q max) | 1.73 | 3.72 | 6.37 | 9.62 | |
| | M max (Q = 0) | 1.99 | 4.38 | 7.73 | 12.04 | |
| | B max * (cm) | 18.8 | 18.8 | 28.3 | 37.7 | |
| D = B + 2 cm | Q max | 12.56 | 21.60 | 33.08 | 46.98 | |
| | M (Q max) | 1.59 | 3.20 | 5.17 | 7.35 | |
| | $\frac{1}{2}$ Q max | 6.28 | 10.80 | 16.54 | 23.49 | |
| | M ($\frac{1}{2}$ Q max) | 1.89 | 3.95 | 6.66 | 9.96 | |
| | M max (Q = 0) | 2.20 | 4.70 | 8.15 | 12.57 | |
| | B max * (cm) | 18.8 | 18.8 | 28.3 | 37.7 | |
| D = B + 3 cm | Q max | 13.37 | 22.68 | 34.43 | 48.60 | |
| | M (Q max) | 1.70 | 3.34 | 5.31 | 7.47 | |
| | $\frac{1}{2}$ Q max | 6.68 | 11.34 | 17.21 | 24.30 | |
| | M ($\frac{1}{2}$ Q max) | 2.05 | 4.18 | 6.95 | 10.29 | |
| | M max (Q = 0) | 2.41 | 5.01 | 8.58 | 13.11 | |
| | B max * (cm) | 18.8 | 18.8 | 28.3 | 37.7 | |
| D = B + 4 cm | Q max | 14.18 | 23.76 | 35.78 | 50.22 | |
| | M (Q max) | 1.80 | 3.47 | 5.44 | 7.58 | |
| | $\frac{1}{2}$ Q max | 7.09 | 11.88 | 17.89 | 25.11 | |
| | M ($\frac{1}{2}$ Q max) | 2.21 | 4.40 | 7.22 | 10.61 | |
| | M max (Q = 0) | 2.62 | 5.33 | 9.00 | 13.64 | |
| | B max * (cm) | 18.8 | 18.8 | 28.3 | 37.7 | |
| D = B + 5 cm | Q max | 14.99 | 24.84 | 37.13 | 51.84 | |
| | M (Q max) | 1.89 | 3.58 | 5.56 | 7.68 | |
| | $\frac{1}{2}$ Q max | 7.49 | 12.42 | 18.56 | 25.92 | |
| | M ($\frac{1}{2}$ Q max) | 2.36 | 4.62 | 7.50 | 10.93 | |
| | M max (Q = 0) | 2.83 | 5.65 | 9.43 | 14.18 | |
| | B max * (cm) | 18.8 | 18.8 | 28.3 | 37.7 | |
| D = B + 6 cm | Q max | 15.80 | 25.92 | 38.48 | 53.46 | |
| | M (Q max) | 1.98 | 3.69 | 5.67 | 7.76 | |
| | $\frac{1}{2}$ Q max | 7.90 | 12.96 | 19.24 | 26.73 | |
| | M ($\frac{1}{2}$ Q max) | 2.51 | 4.83 | 7.76 | 11.24 | |
| | M max (Q = 0) | 3.04 | 5.97 | 9.86 | 14.72 | |
| | B max * (cm) | 18.8 | 18.8 | 28.3 | 37.7 | |
| D = B + 7 cm | Q max | 16.61 | 27.00 | 39.83 | 55.08 | |
| | M (Q max) | 2.06 | 3.79 | 5.76 | 7.82 | |
| | $\frac{1}{2}$ Q max | 8.30 | 13.50 | 19.91 | 27.54 | |
| | M ($\frac{1}{2}$ Q max) | 2.66 | 5.04 | 8.02 | 11.54 | |
| | M max (Q = 0) | 3.25 | 6.29 | 10.29 | 15.25 | |
| | B max * (cm) | 18.8 | 18.8 | 28.3 | 37.7 | |
| D = B + 8 cm | Q max | 17.42 | 28.08 | 41.18 | 56.70 | |
| | M (Q max) | 2.13 | 3.88 | 5.84 | 7.87 | |
| | $\frac{1}{2}$ Q max | 8.71 | 14.04 | 20.59 | 28.35 | |
| | M ($\frac{1}{2}$ Q max) | 2.80 | 5.24 | 8.28 | 11.83 | |
| | M max (Q = 0) | 3.47 | 6.61 | 10.72 | 15.79 | |
| | B max * (cm) | 18.8 | 18.8 | 28.3 | 37.7 | |
| D = B + 9 cm | Q max | 18.23 | 29.16 | 42.53 | 58.32 | |
| | M (Q max) | 2.20 | 3.95 | 5.91 | 7.91 | |
| | $\frac{1}{2}$ Q max | 9.11 | 14.58 | 21.26 | 29.16 | |
| | M ($\frac{1}{2}$ Q max) | 2.94 | 5.44 | 8.53 | 12.12 | |
| | M max (Q = 0) | 3.68 | 6.93 | 11.15 | 16.33 | |
| | B max * (cm) | 18.8 | 18.8 | 28.3 | 37.7 | |
| D = B + 10 cm | Q max | 19.03 | 30.24 | 43.88 | 59.94 | |
| | M (Q max) | 2.26 | 4.02 | 5.96 | 7.93 | |
| | $\frac{1}{2}$ Q max | 9.52 | 15.12 | 21.94 | 29.97 | |
| | M ($\frac{1}{2}$ Q max) | 3.08 | 5.64 | 8.77 | 12.40 | |
| | M max (Q = 0) | 3.89 | 7.25 | 11.58 | 16.87 | |
| | B max * (cm) | 18.8 | 18.8 | 28.3 | 37.7 | |

Bauart zur Sanierung schadhafter Holzbauteile

Tabelle 2
 GFK Ø 15 mm Kräfte in kN und Momente in kNm

Anlage 9

| * Höhe | * Breite | NQ NL | | |
|---------------|--------------------------|-----------|-----------|-----------|
| | | 2 2 | 2 3 | 3 4 |
| | | B = 18 cm | B = 24 cm | B = 30 cm |
| D = B + 1 cm | Q max | 20.52 | 36.00 | 55.80 |
| | M (Q max) | 2.27 | 4.60 | 7.28 |
| | $\frac{1}{2}$ Q max | 10.26 | 18.00 | 27.90 |
| | M ($\frac{1}{2}$ Q max) | 2.85 | 6.12 | 10.41 |
| | M max (Q = 0) | 3.44 | 7.64 | 13.55 |
| | B max * (cm) | 25.1 | 25.1 | 37.7 |
| D = B + 2 cm | Q max | 21.60 | 37.44 | 57.60 |
| | M (Q max) | 2.39 | 4.73 | 7.37 |
| | $\frac{1}{2}$ Q max | 10.80 | 18.72 | 28.80 |
| | M ($\frac{1}{2}$ Q max) | 3.05 | 6.40 | 10.74 |
| | M max (Q = 0) | 3.72 | 8.07 | 14.11 |
| | B max * (cm) | 25.1 | 25.1 | 37.7 |
| D = B + 3 cm | Q max | 22.68 | 38.88 | 59.40 |
| | M (Q max) | 2.50 | 4.84 | 7.45 |
| | $\frac{1}{2}$ Q max | 11.34 | 19.44 | 29.70 |
| | M ($\frac{1}{2}$ Q max) | 3.25 | 6.67 | 11.07 |
| | M max (Q = 0) | 4.00 | 8.49 | 14.68 |
| | B max * (cm) | 25.1 | 25.1 | 37.7 |
| D = B + 4 cm | Q max | 23.76 | 40.32 | 61.20 |
| | M (Q max) | 2.59 | 4.94 | 7.51 |
| | $\frac{1}{2}$ Q max | 11.88 | 20.16 | 30.60 |
| | M ($\frac{1}{2}$ Q max) | 3.44 | 6.93 | 11.38 |
| | M max (Q = 0) | 4.28 | 8.91 | 15.25 |
| | B max * (cm) | 25.1 | 25.1 | 37.7 |
| D = B + 5 cm | Q max | 24.84 | 41.76 | 63.00 |
| | M (Q max) | 2.68 | 5.03 | 7.56 |
| | $\frac{1}{2}$ Q max | 12.42 | 20.88 | 31.50 |
| | M ($\frac{1}{2}$ Q max) | 3.62 | 7.18 | 11.69 |
| | M max (Q = 0) | 4.56 | 9.34 | 15.82 |
| | B max * (cm) | 25.1 | 25.1 | 37.7 |
| D = B + 6 cm | Q max | 25.92 | 43.20 | 64.80 |
| | M (Q max) | 2.76 | 5.10 | 7.59 |
| | $\frac{1}{2}$ Q max | 12.96 | 21.60 | 32.40 |
| | M ($\frac{1}{2}$ Q max) | 3.80 | 7.43 | 11.99 |
| | M max (Q = 0) | 4.84 | 9.76 | 16.39 |
| | B max * (cm) | 25.1 | 25.1 | 37.7 |
| D = B + 7 cm | Q max | 27.00 | 44.64 | 66.60 |
| | M (Q max) | 2.83 | 5.16 | 7.60 |
| | $\frac{1}{2}$ Q max | 13.50 | 22.32 | 33.30 |
| | M ($\frac{1}{2}$ Q max) | 3.98 | 7.68 | 12.28 |
| | M max (Q = 0) | 5.13 | 10.19 | 16.96 |
| | B max * (cm) | 25.1 | 25.1 | 37.7 |
| D = B + 8 cm | Q max | 28.08 | 46.08 | 68.40 |
| | M (Q max) | 2.89 | 5.21 | 7.59 |
| | $\frac{1}{2}$ Q max | 14.04 | 23.04 | 34.20 |
| | M ($\frac{1}{2}$ Q max) | 4.15 | 7.91 | 12.56 |
| | M max (Q = 0) | 5.41 | 10.62 | 17.53 |
| | B max * (cm) | 25.1 | 25.1 | 37.7 |
| D = B + 9 cm | Q max | 29.16 | 47.52 | 70.20 |
| | M (Q max) | 2.94 | 5.24 | 7.57 |
| | $\frac{1}{2}$ Q max | 14.58 | 23.76 | 35.10 |
| | M ($\frac{1}{2}$ Q max) | 4.32 | 8.14 | 12.83 |
| | M max (Q = 0) | 5.69 | 11.04 | 18.10 |
| | B max * (cm) | 25.1 | 25.1 | 37.7 |
| D = B + 10 cm | Q max | 30.24 | 48.96 | 72.00 |
| | M (Q max) | 2.98 | 5.26 | 7.53 |
| | $\frac{1}{2}$ Q max | 15.12 | 24.48 | 36.00 |
| | M ($\frac{1}{2}$ Q max) | 4.48 | 8.37 | 13.10 |
| | M max (Q = 0) | 5.98 | 11.47 | 18.67 |
| | B max * (cm) | 25.1 | 25.1 | 37.7 |
| D = B + 11 cm | Q max | 31.32 | 50.40 | 73.80 |
| | M (Q max) | 3.01 | 5.27 | 7.47 |
| | $\frac{1}{2}$ Q max | 15.66 | 25.20 | 36.90 |
| | M ($\frac{1}{2}$ Q max) | 4.63 | 8.58 | 13.36 |
| | M max (Q = 0) | 6.26 | 11.90 | 19.25 |
| | B max * (cm) | 25.1 | 25.1 | 36.8 |
| D = B + 12 cm | Q max | 32.40 | 51.84 | 75.60 |
| | M (Q max) | 3.03 | 5.26 | 7.40 |
| | $\frac{1}{2}$ Q max | 16.20 | 25.92 | 37.80 |
| | M ($\frac{1}{2}$ Q max) | 4.79 | 8.79 | 13.61 |
| | M max (Q = 0) | 6.54 | 12.33 | 19.82 |
| | B max * (cm) | 25.1 | 25.1 | 35.9 |

Bauart zur Sanierung schadhafter Holzbauteile

Tabelle 3
GFK Ø 20 mm Kräfte in kN und Momente in kNm

Anlage 10

| * * * Höhe | NQ NL | 2 | | 3 | | 4 | |
|---------------------|--------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|---|--|
| | | 3 | 4 | 5 | 6 | | |
| Breite | | B = 24 cm | B = 30 cm | B = 36 cm | B = 42 cm | | |
| D = B - 0 cm | Q max | 34.56 | 54.00 | 77.76 | 105.84 | | |
| | M (Q max) | 4.46 | 7.17 | 9.90 | 12.30 | | |
| | $\frac{1}{2}$ Q max | 17.28 | 27.00 | 38.88 | 52.92 | | |
| | M ($\frac{1}{2}$ Q max) | 5.84 | 10.07 | 15.18 | 20.97 | | |
| | M max (Q = 0) | 7.22 | 12.98 | 20.45 | 29.64 | | |
| | B max * (cm) | 25.1 | 37.7 | 37.7 | 47.9 | | |
| D = B - 1 cm | Q max | 33.12 | 52.20 | 75.60 | 103.32 | | |
| | M (Q max) | 4.31 | 7.04 | 9.84 | 12.35 | | |
| | $\frac{1}{2}$ Q max | 16.56 | 26.10 | 37.80 | 51.66 | | |
| | M ($\frac{1}{2}$ Q max) | 5.56 | 9.73 | 14.79 | 20.57 | | |
| | M max (Q = 0) | 6.80 | 12.41 | 19.74 | 28.78 | | |
| | B max * (cm) | 25.1 | 37.7 | 37.7 | 49.0 | | |
| D = B - 2 cm | Q max | 31.68 | 50.40 | 73.44 | 100.80 | | |
| | M (Q max) | 4.15 | 6.90 | 9.76 | 12.37 | | |
| | $\frac{1}{2}$ Q max | 15.84 | 25.20 | 36.72 | 50.40 | | |
| | M ($\frac{1}{2}$ Q max) | 5.26 | 9.37 | 14.39 | 20.15 | | |
| | M max (Q = 0) | 6.38 | 11.85 | 19.03 | 27.93 | | |
| | B max * (cm) | 25.1 | 37.7 | 37.7 | 50.3 | | |
| D = B - 3 cm | Q max | 30.24 | 48.60 | 71.28 | 98.28 | | |
| | M (Q max) | 3.97 | 6.74 | 9.66 | 12.37 | | |
| | $\frac{1}{2}$ Q max | 15.12 | 24.30 | 35.64 | 49.14 | | |
| | M ($\frac{1}{2}$ Q max) | 4.96 | 9.01 | 13.99 | 19.72 | | |
| | M max (Q = 0) | 5.96 | 11.28 | 18.32 | 27.07 | | |
| | B max * (cm) | 25.1 | 37.7 | 37.7 | 50.3 | | |
| D = B - 4 cm | Q max | 28.80 | 46.80 | 69.12 | 95.76 | | |
| | M (Q max) | 3.78 | 6.56 | 9.54 | 12.34 | | |
| | $\frac{1}{2}$ Q max | 14.40 | 23.40 | 34.56 | 47.88 | | |
| | M ($\frac{1}{2}$ Q max) | 4.66 | 8.64 | 13.57 | 19.28 | | |
| | M max (Q = 0) | 5.54 | 10.72 | 17.61 | 26.22 | | |
| | B max * (cm) | 25.1 | 37.7 | 37.7 | 50.3 | | |
| D = B - 5 cm | Q max | 27.36 | 45.00 | 66.96 | 93.24 | | |
| | M (Q max) | 3.58 | 6.37 | 9.40 | 12.29 | | |
| | $\frac{1}{2}$ Q max | 13.68 | 22.50 | 33.48 | 46.62 | | |
| | M ($\frac{1}{2}$ Q max) | 4.35 | 8.26 | 13.15 | 18.83 | | |
| | M max (Q = 0) | 5.13 | 10.16 | 16.90 | 25.36 | | |
| | B max * (cm) | 25.1 | 37.7 | 37.7 | 50.3 | | |
| D = B - 6 cm | Q max | 25.92 | 43.20 | 64.80 | 90.72 | | |
| | M (Q max) | 3.36 | 6.16 | 9.23 | 12.22 | | |
| | $\frac{1}{2}$ Q max | 12.96 | 21.60 | 32.40 | 45.36 | | |
| | M ($\frac{1}{2}$ Q max) | 4.04 | 7.88 | 12.71 | 18.36 | | |
| | M max (Q = 0) | 4.71 | 9.60 | 16.19 | 24.51 | | |
| | B max * (cm) | 25.1 | 37.7 | 37.7 | 50.3 | | |
| D = B - 7 cm | Q max | 24.48 | 41.40 | 62.64 | 88.20 | | |
| | M (Q max) | 3.13 | 5.94 | 9.05 | 12.13 | | |
| | $\frac{1}{2}$ Q max | 12.24 | 20.70 | 31.32 | 44.10 | | |
| | M ($\frac{1}{2}$ Q max) | 3.71 | 7.49 | 12.27 | 17.89 | | |
| | M max (Q = 0) | 4.30 | 9.04 | 15.49 | 23.66 | | |
| | B max * (cm) | 25.1 | 37.7 | 37.7 | 50.3 | | |
| D = B - 8 cm | Q max | 23.04 | 39.60 | 60.48 | 85.68 | | |
| | M (Q max) | 2.89 | 5.69 | 8.85 | 12.01 | | |
| | $\frac{1}{2}$ Q max | 11.52 | 19.80 | 30.24 | 42.84 | | |
| | M ($\frac{1}{2}$ Q max) | 3.39 | 7.09 | 11.82 | 17.40 | | |
| | M max (Q = 0) | 3.88 | 8.48 | 14.78 | 22.80 | | |
| | B max * (cm) | 25.1 | 37.7 | 37.7 | 50.3 | | |
| D = B - 9 cm | Q max | 21.60 | 37.80 | 58.32 | 83.16 | | |
| | M (Q max) | 2.64 | 5.44 | 8.63 | 11.86 | | |
| | $\frac{1}{2}$ Q max | 10.80 | 18.90 | 29.16 | 41.58 | | |
| | M ($\frac{1}{2}$ Q max) | 3.06 | 6.68 | 11.35 | 16.91 | | |
| | M max (Q = 0) | 3.47 | 7.92 | 14.08 | 21.95 | | |
| | B max * (cm) | 25.1 | 37.7 | 37.7 | 50.3 | | |

Bauart zur Sanierung schadhafter Holzbauteile

Tabelle 4
GFK Ø 20 mm Kräfte in kN und Momente in kNm

Anlage 11