

**Allgemeine  
bauaufsichtliche  
Zulassung/  
Allgemeine  
Bauartgenehmigung**

**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:

06.07.2018

Geschäftszeichen:

I 54-1.9.1-5/18

**Nummer:**

**Z-9.1-555**

**Geltungsdauer**

vom: **28. Juni 2018**

bis: **28. Juni 2023**

**Antragsteller:**

**LIGNOTREND GmbH & Co. KG**

Landstraße 25

79809 Weilheim-Bannholz

**Gegenstand dieses Bescheides:**

**LIGNOTREND-Elemente**

Der oben genannte Regelungsgegenstand wird hiermit allgemein bauaufsichtlich  
zugelassen/genehmigt.

Dieser Bescheid umfasst elf Seiten und 20 Anlagen.

DIBt

## 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.
- 4 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.
- 5 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.
- 6 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.
- 8 Die von diesem Bescheid umfasste allgemeine Bauartgenehmigung gilt zugleich als allgemeine bauaufsichtliche Zulassung für die Bauart.

## II BESONDERE BESTIMMUNGEN

### 1 Regelungsgegenstand und Verwendungs- bzw. Anwendungsbereich

#### 1.1 Regelungsgegenstand

**Lignotrend - Elemente** sind spezielle Wand-, Decken- und Dachbauteile. Die Bauteile bestehen überwiegend aus in Längsrichtung angeordneten Brettstapeln, die durch quer (rechtwinklig) dazu verlaufende Brettlagen zusammengehalten werden. Einige Längs- und Querlagen können dabei vollflächig ausgebildet sein. Beispiele finden sich in den Anlagen 1 bis 18.

Die Bretter der Lagen sind über das Element durchlaufend. Abweichend davon kann bei Elementen mit mehr als 3 faserparallel verklebten Längslagen eine Längslage durch eine "BSSH" – Lage (Brett – Schicht – Sperrholz – Lage) ersetzt werden, siehe Anlage 1. In dieser Längslage sind Unterbrechungen von bis zu 125 mm Länge und bis zu 15 % der Brettlänge möglich, in die rechtwinklig Bretter eingelegt sind. Diese Öffnungen müssen nicht satt ausgefüllt sein. Die verbleibende Länge der Bretter der BSSH - Längslage darf 640 mm bei Wandelementen und 1280 mm bei Dach- und Deckenelementen nicht unterschreiten. Die BSSH-Lage ist bei mehreren Elementtypen möglich. Voraussetzung ist, dass die Lage darunter und darüber durchlaufend ist.

Die oben beschriebenen Elemente werden bis zu einer Breite von 1,25 m, einer Länge bis zu 3,0 m und einer Dicke bis zu 310 mm hergestellt.

**Lignotrend - Elemente "U\*psi"** sind leiterförmige Holzständerbauteile, siehe Anlagen 16 und 17. Sie werden in einer Länge von bis 3,0 m und einer Breite von 0,4 m hergestellt. In diese Elemente kann ein Polyester – Vlies eingelegt sein, das den Bereich zwischen den Holmen überspannt.

**Lignotrend - Trägerelemente** gemäß Anlage 18 sind spezielle Einfeldträger, bestehend aus zwei Brettlagen und einer BSSH-Lage in Trägerlängsrichtung als Obergurt, zwei Dreischichtplatten oder zwei Furnierschichtholzplatten (LVL-Platten) als Stege sowie drei Brettlagen in Trägerlängsrichtung als Untergurt. Steg und Gurte werden mittels einer Zapfenverbindung verklebt. Die Stege aus Dreischichtplatten dürfen hierbei im mittleren Drittel des Trägers mit bis zu zwei Durchbrüchen unterbrochen sein. Die maximale Breite des Durchbruchs ist kleiner oder gleich der Steghöhe. Bei Stegen aus Furnierschichtholzplatten dürfen keine Durchbrüche ausgeführt werden.

Die Abmessungen der Trägerelemente sind Anlage 18 zu entnehmen.

**Alle Elemente** können durch Universalkeilzinkenverbindung in Anlehnung an DIN EN 14080<sup>1</sup> bis zu einer Länge von 18 m miteinander verbunden werden. Bei Lignotrend - Trägerelementen können nur die Gurte jeweils durch Universalkeilzinkenverbindung miteinander verbunden werden; die Stege aus Dreischichtplatten bzw. LVL-Platten sind durchgehend ausgebildet. Bei Lignotrend - Trägerelementen mit Stegen aus Dreischichtplatten sind zudem Durchbrüche über die gesamte Steghöhe möglich.

#### 1.2 Verwendungs- bzw. Anwendungsbereich

"Lignotrend-Elemente" dürfen als tragende, aussteifende oder nichttragende Wand-, Decken- oder Dachbauteile für Holzbauwerke verwendet werden, die nach DIN EN 1995-1-1<sup>2</sup> in Verbindung mit DIN EN 1995-1-1/NA<sup>3</sup> bemessen und ausgeführt werden, sofern nachstehend nichts anderes bestimmt ist.

1	DIN EN 14080:2013-09	Holzbauwerke – Brettschichtholz und Balkenschichtholz - Anforderungen
2	DIN EN 1995-1-1:2010-12 +A2:2014-07	Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten – Teil 1-1: Allgemeines - Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau
3	DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08	Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten – Teil 1-1: Allgemeines – Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau

Die Elemente dürfen zur Aufnahme und Weiterleitung von Lasten sowohl rechtwinklig zur Elementebene als auch in Elementebene beansprucht werden.

Die Elemente dürfen nur für nicht ermüdungsrelevante statische oder quasi-statische Einwirkungen (siehe DIN EN 1990<sup>4</sup> und DIN EN 1991-1-1<sup>5</sup> in Verbindung mit DIN EN 1991-1-1/NA<sup>6</sup>) verwendet werden. Bei der Anwendung der "Lignotrend-Elemente" ist die Norm DIN 68800-1<sup>7</sup> in Verbindung mit den zugehörigen Normen zu beachten.

Sie dürfen unter den Bedingungen der Nutzungsklassen 1 und 2 nach DIN EN 1995-1-1 angewendet werden. Bei der Verwendung der Elemente als Außenbauteile ist außen ein zusätzlicher dauerhaft wirksamer Wetterschutz sicher zu stellen.

## 2 Bestimmungen für die Bauprodukte

### 2.1 Eigenschaften und Zusammensetzung

#### 2.1.1 Allgemeines

Die Elemente müssen aus parallel oder rechtwinklig zueinander verklebten Brettern oder Brettlagen aus Nadelholz gemäß DIN EN 14081-1<sup>8</sup> in Verbindung mit DIN 20000-5<sup>9</sup> hergestellt werden.

#### 2.1.2 Einzelbretter

Die Einzelbretter müssen mindestens der Sortierklasse S 10 nach DIN 4074-1<sup>10</sup> bzw. der Festigkeitsklasse C24 nach DIN EN 14081-1 in Verbindung mit DIN 20000-5 entsprechen.

Die Einzelbretter der Brettlagen müssen mindestens 12 mm und dürfen höchstens 40 mm dick sein.

Die Breite der Einzelbretter muss zwischen 60 mm und 240 mm betragen. Die Einzelbretter von "U\*psi" – Elementen (siehe Anlagen 16 und 17) dürfen in einer Mindestbreite von 40 mm durch Auftrennen der Bretter hergestellt werden.

Die Einzelbretter der Querlagen müssen die Bedingung Brettbreite : Brettdicke  $\geq 2,4$  erfüllen. Innerhalb einer Querlage dürfen nur Bretter mit gleicher Breite und gleichem Abstand verwendet werden.

Die Einzelbretter dürfen in Längsrichtung durch Keilzinkungen gemäß DIN EN 14080<sup>11</sup> miteinander verbunden sein. Stumpfstöße sind nicht zulässig.

#### 2.1.3 Verklebung

Deckenelemente dürfen durch Blockverklebung mit Brettschichtholzbauteilen hergestellte Verbundbauteile sein, sofern folgende Bedingungen eingehalten sind (siehe z. B. Anlage 4):

- Das aufgeklebte Brettschichtholz hat einen Querschnitt von höchstens 625 x 200 mm.
- Die Dicke der Blockfugen beträgt höchstens 0,4 mm.
- Die Differenz der Holzfeuchte der Lignotrend - Elemente und des Brettschichtholzes beträgt höchstens 3 %.
- Die Breite der Klebefugen entspricht der Breite der Stege der Lignotrend - Elemente.

4	DIN EN 1990:2010-12	Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung
5	DIN EN 1991-1-1:2010-12	Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1 1: Allgemeine Einwirkungen auf Tragwerke – Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau
6	DIN EN 1991-1-1/NA:2010-12	Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1 1: Allgemeine Einwirkungen auf Tragwerke – Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau
7	DIN 68800-1:2011-10	Holzschutz im Hochbau - Allgemeines
8	DIN EN 14081-1:2011-05	Holzbauprodukte – Nach Festigkeit sortiertes Bauholz für tragende Zwecke mit rechteckigem Querschnitt – Teil 1: Allgemeine Anforderungen
9	DIN 20000-5:2012-03	Anwendung von Bauprodukten in Bauwerken - Teil 5: Nach Festigkeit sortiertes Bauholz für tragende Zwecke mit rechteckigem Querschnitt
10	DIN 4074-1:2003-06	Sortierung von Holz nach der Tragfähigkeit - Teil 1: Nadelholz
11	DIN EN 14080:2013-09	Holzbauprodukte – Brettschichtholz und Balkenschichtholz - Anforderungen

- Der Klebstoff sowie die Auftragsmenge müssen den beim DIBt hinterlegten Angaben entsprechen.
- Das Pressverfahren erfolgt gemäß der Hinterlegung beim DIBt und in Abstimmung mit der Prüfstelle für den Eignungsnachweis zur Ausführung von Leimarbeiten zur Herstellung tragender Holzbauteile und von Brettschichtholz.
- Das Brettschichtholz muss den Anforderungen der EN 14080 genügen.

Die vorwiegend in 3 m Längen hergestellten "Lignotrend-Elemente" dürfen nur in Längsrichtung und nur über den gesamten Elementquerschnitt durch Keilzinkung gemäß DIN EN 14080 bis zu einer Gesamtlänge von 18 m miteinander verbunden werden (Universalkeilzinkenverbindung). Die Zinkenlänge muss 50 mm betragen. Der Zinkengrund darf am Rand  $\leq 6$  mm betragen.

Für die Keilzinkung sowie für die Verklebung der Einzelbretter miteinander ist ein Klebstoff, der die Prüfung nach DIN 68141<sup>12</sup> mit DIN EN 301<sup>13</sup> sowie DIN EN 302-1 bis -4<sup>14</sup> bestanden hat, oder ein geeigneter Klebstoff nach allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung für das angewendete Herstellungsverfahren zu verwenden.

Der Klebstoff muss die Anforderungen an Klebstoffe des Typs I nach DIN EN 301 erfüllen.

Die Biegefestigkeit der Elemente muss mindestens 24 N/mm<sup>2</sup> (5 %-Fraktilwert) betragen.

Für die Trägerelemente muss in den Seitenflächen des Zapfens in der Nut eine ordnungsgemäße Verklebung sichergestellt sein.

#### 2.1.4 Verwendung eines Polyestervlies

In die Klebflächen der Holme der leiterartig aufgebauten "U\*psi" – Elemente (siehe Anlagen 16 und 17) darf ein Polyestervlies der Dicke 0,23 mm eingelegt werden. Das Polyestervlies darf nur einen geringen Teil der Klebfläche einnehmen (netzartiges Vlies). Detaillierte Angaben zum Vlies sind beim Deutschen Institut für Bautechnik hinterlegt.

#### 2.1.5 Trägerelemente

Für die Stege der Trägerelemente sind Dreischichtplatten nach DIN EN 13986<sup>15</sup> gemäß den beim Deutschen Institut für Bautechnik hinterlegten Angaben zu verwenden. Die Dreischichtplatte besteht dabei aus einer 46,2 mm dicken Mittellage und 6,9 mm dicken Decklagen. Die Zapfengeometrie muss Anlage 18 entsprechen. Zwei Durchbrüche im Steg sind möglich, sofern sie über die ganze Steghöhe durchgehend sind und mindestens das Doppelte der Steghöhe (lichter Abstand) voneinander entfernt sind.

Alternativ kann auch eine durchlaufende Furnierschichtholzplatte (LVL-Platte) aus Nadelholz (ohne Querfurniere) nach DIN EN 14374<sup>16</sup> verwendet werden. Bei Stegen aus Furnierschichtplatten dürfen keine Durchbrüche ausgeführt werden. Die Dicke der Stege beträgt hierbei zwischen 39 mm und 63 mm. Die Zapfengeometrie muss ebenfalls Anlage 18 entsprechen.

12	DIN 68141:2016-12	Holzklebstoffe - Prüfung der Gebrauchseigenschaften von Klebstoffen für tragende Holzbauteile
13	DIN EN 301:2018-01	Klebstoffe für tragende Holzbauteile - Phenoplaste und Aminoplaste - Klassifizierung und Leistungsanforderungen
14	DIN EN 302-1 bis -4	Klebstoffe für tragende Holzbauteile - Prüfverfahren - Teil 1: Bestimmung der Längszugscherfestigkeit; Ausgabe 2013-06 Teil 2: Bestimmung der Delaminierungsbeständigkeit; Ausgabe 2017-11 Teil 3: Bestimmung des Einflusses von Säureschädigung der Holzfasern durch Temperatur- und Feuchtezyklen auf die Querkzugfestigkeit; Ausgabe 2017-11 Teil 4: Bestimmung des Einflusses von Holzschwindung auf die Scherfestigkeit; Ausgabe 2013-06
15	DIN EN 13986:2015-06	Holzwerkstoffe zur Verwendung im Bauwesen – Eigenschaften, Bewertung der Konformität und Kennzeichnung
16	DIN EN 14374:2005-02	Holzbauwerke — Furnierschichtholz für tragende Zwecke - Anforderungen

## 2.2 Herstellung

Die Herstellung der "Lignotrend-Elemente" muss nach den beim Deutschen Institut für Bautechnik hinterlegten Fertigungsdaten im Werk erfolgen.

Betriebe, die "Lignotrend-Elemente" nach dieser allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung herstellen, müssen im Besitz einer Bescheinigung über die Eignung zum Kleben von tragenden Holzbauteilen gemäß DIN 1052-10:2015-05, Abschnitt 5, sein.

## 2.3 Kennzeichnung

"Lignotrend-Elemente" und deren Lieferscheine müssen 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.

Darüber hinaus sind die "Lignotrend-Elemente" sowie deren Lieferscheine mit mindestens folgenden Angaben zu kennzeichnen:

- Bezeichnung des Regelungsgegenstandes (Element-Typ)
- Herstellwerk

## 2.4 Übereinstimmungsbestätigung

### 2.4.1 Allgemeines

Die Bestätigung der Übereinstimmung der "Lignotrend-Elemente" mit den Bestimmungen, der von diesem 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: Für die Erteilung des Übereinstimmungszertifikates 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 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 Übereinstimmungszertifikates zur Kenntnis zu geben.

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

### 2.4.2 Werkseigene Produktionskontrolle

In jedem Herstellwerk 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.

Die werkseigene Produktionskontrolle soll mindestens die im Folgenden aufgeführten Maßnahmen einschließen:

- Eingangskontrolle
  - Die Übereinstimmung der Dreischichtplatten nach DIN EN 13986 oder der Furnierschichtholzplatten (LVL-Platten) nach DIN EN 14374 mit den beim Deutschen Institut für Bautechnik hinterlegten Angaben ist zu überprüfen.
- Nachweise und Prüfungen, die am fertigen Bauprodukt durchzuführen sind

- Die Bindefestigkeit der Verklebung ist im Aufstechversuch nach DIN 53255<sup>17</sup> an einer Probe je Elementtyp, mindestens jedoch an einer Probe je Arbeitsschicht zu prüfen. Dabei muss die Vorbehandlung der Proben nach DIN 68705-4<sup>18</sup>, Abschnitt 4.2, für den Plattentyp BST 100 erfolgen. Der Anteil an Holz- bzw. Holzfaserbelag muss mindestens 70 % betragen.
- Die Qualität der Keilzinkenverbindung der Einzelbretter ist in Anlehnung an DIN 1052, an mindestens zwei Proben je Arbeitsschicht zu prüfen. Dabei sind die Mindestanforderungen nach DIN 1052, Anhang H, zu erfüllen.
- Die Qualität der Universalkeilzinkenverbindung ist in Anlehnung an DIN 1052 an mindestens 10 Elementstreifen pro Woche mit einer Gesamtbreite von mindestens 150 mm zu prüfen. Die Querschnitte und Längen der Prüfkörper sind im Einvernehmen mit der überwachenden Stelle festzulegen.
- Für die Trägerelemente sind pro Schicht zwei Scherprüfungen nach DIN EN 13377<sup>19</sup>, Abschnitt D.4, durchzuführen. Die Scherfestigkeit der Klebefuge zwischen Gurt und Steg (Rollschubfestigkeit) muss mindestens 1,0 N/mm<sup>2</sup> betragen.
- Für Elemente mit Blockverleimung nach Abschnitt 2.1.3 ist die Dicke der Blockfugen an 2 Proben je Arbeitsschicht zu prüfen. Der maximale Wert von 0,4 mm ist einzuhalten.

Weitere Einzelheiten der Durchführung der werkseigenen Produktionskontrolle sind im Überwachungsvertrag zu regeln.

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

- Bezeichnung des Bauprodukts bzw. des Ausgangsmaterials
- Art der Kontrolle oder Prüfung
- Datum der Herstellung und der Prüfung des Bauprodukts
- Ergebnis der Kontrollen und Prüfungen
- 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.

### 2.4.3 Fremdüberwachung

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

Im Rahmen der Fremdüberwachung ist eine Erstprüfung durchzuführen und können auch Proben für Stichprobenprüfungen entnommen werden. Die Probenahme und Prüfungen obliegen jeweils der anerkannten Überwachungsstelle.

17	DIN 53255:1964-06	Prüfung von Holzleimen und Holzverleimungen; Bestimmung der Bindefestigkeit von Sperrholzleimungen (Furnier- und Tischlerplatten) im Zugversuch und im Aufstechversuch
18	DIN 68705-4:1981-12	Sperrholz; Bau-Stabsperrholz, Bau- Stäbchensperrholz
19	DIN EN 13377:2002-11	Industriell gefertigte Schalungsträger aus Holz - Anforderungen, Klassifikation und Nachweis; Deutsche Fassung EN 13377:2002

Bei der Fremdüberwachung ist die Verklebung entsprechend den Angaben im Abschnitt 2.4.2 sowie die Biegefestigkeit der Keilzinkenverbindung an jeweils 6 Biegeproben zu prüfen.

Für die Trägerelemente sind Abscherprüfungen gemäß DIN EN 13377<sup>19</sup>, Abschnitt D.4, durchzuführen. Die Anzahl der Proben richtet sich nach dem Produktionsumfang und ist von der Überwachungsstelle festzulegen.

Die Blockverklebung ist im Rahmen der Fremdüberwachung zu überprüfen. Dabei können Bohrkerne entnommen werden, die gemäß DIN 1052, Anhang B, Abschnitt B.3 zu prüfen sind. Die Anzahl der Proben richtet sich nach dem Produktionsumfang und ist von der Überwachungsstelle festzulegen.

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 Bemessung

##### 3.1.1 Allgemeines

Die Bemessung der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit erfolgt nach DIN EN 1995-1-1 in Verbindung mit dem Nationalen Anhang.

Planmäßige Abstände oder Fugen zwischen parallel angeordneten Brettern sowie Entlastungsnuten sind bei den Nachweisen der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit zu berücksichtigen.

Diese allgemeine bauaufsichtliche Zulassung ersetzt nicht den statischen Nachweis in der jeweiligen Verwendung.

Für Breiten der Einzelbretter der Ständer "U\*psi" – Elemente zwischen 40 mm bis kleiner 60 mm ist die Bemessung mit einer Biegefestigkeit von  $f_{m,k} = 16 \text{ N/mm}^2$  durchzuführen. Die entsprechenden Bretter sind ausschließlich hochkant biegebeansprucht zu belasten.

##### 3.1.2 Beanspruchung rechtwinklig zur Elementebene

Die Ermittlung der Spannungsverteilung und der Schnittgrößen in den "LIGNOTREND-Elementen" bei Beanspruchung rechtwinklig zur Elementebene ist nach der Verbundtheorie, bei Elementen mit Querlagen auch unter Berücksichtigung von Schubverformungen<sup>20</sup> zu führen.

Elemente mit bis zu zwei Querlagen dürfen als nachgiebig verbundene Biegeträger berechnet werden<sup>21</sup>.

Bei der Bemessung sind für die Einzelbretter die charakteristischen Festigkeits- und Steifigkeitskennwerte für Vollholz der Festigkeitsklasse C24 anzusetzen. Abweichend hiervon dürfen für die Schubspannungen in der Blockfuge (siehe Abschnitt 2.1.3) nur 50 % der Werte nach EN 338 angesetzt werden.

Sind mindestens drei Bretter faserparallel nebeneinander- oder übereinander liegend miteinander verklebt, so dürfen hierfür die charakteristischen Festigkeits- und Steifigkeitswerte für Brettschichtholz der Festigkeitsklasse GL24h angesetzt werden. Dies gilt nicht für Elemente mit "BSSH" – Lage. Für Elemente mit "BSSH" - Lage ist die charakteristische Schubfestigkeit mit  $f_{v,k} = 2,0 \text{ N/mm}^2$  anzunehmen. Für Elemente mit "BSSH"-Lage mit Längsbrettern von mindestens 1280 mm Länge und Unterbrechungen von maximal 10 % der Länge der Bretter darf  $f_{v,k} = 2,5 \text{ N/mm}^2$  angenommen werden.

<sup>20</sup> Siehe DIN EN 1995-1-1/NA.5.6

<sup>21</sup> Blaß, H.J., Görlacher, R.: Zum Trag- und Verformungsverhalten von LIGNOTREND-Decken- und Wandsystemen aus Nadelschnittholz. (Bauen mit Holz 103/2001, H.4 S. 37-40, H. 5 S. 68-71)

Für die Querlagen ist der charakteristische Wert der Rollschubfestigkeit mit  $f_{R,k} = 1,1 \text{ N/mm}^2$  und ein Rollschubmodul von  $50 \text{ N/mm}^2$  zu Grunde zu legen. Die mitwirkende Breite der Querlagen darf mit  $0,1 l$  angenommen werden.

Bei Elementen mit Universalkeilzinkenverbindung sind zur Berücksichtigung des am Rand möglichen Zinkengrundes von bis zu 6 mm die charakteristischen Werte der Biegefestigkeiten mit dem Faktor  $(1 - 6/d)$  abzumindern, wobei  $d$  die Dicke (in mm) der äußeren überwiegend auf Zug beanspruchten Brettlage ist.

**Trägerelemente** gemäß Anlage 18 dürfen ausschließlich als Einfeldträger ausgeführt werden.

Die Bemessung der Trägerelemente

- mit Stegen aus Dreischichtplatten, bei denen bis zu zwei Durchbrüche zulässig sind, kann nach Verbundtheorie erfolgen. Nachweise sind dabei im ungestörten Bereich sowie im Bereich des Durchbruchs (Nettoquerschnitt) zu führen. Als aufnehmbare Querkraft im Bereich des Durchbruchs darf  $R_{DB,k} = 18,6 \text{ kN}$  angenommen werden. Dieser Wert berücksichtigt die Umlenkkräfte an der Durchbruchsecke und die sich daraus ergebenden Rollschubbelastungen. Die Nachweise sind entsprechend den Anlagen 19 und 20 zu führen.
- mit Stegen aus Furnierschichtholzplatten (LVL-Platten) erfolgt nach den Regeln der technischen Biegelehre. Der Nachweis der Schubspannungen soll erfolgen:
  - in den beiden Klebfugen des Zapfens mit der Klebfugenbreite von  $2 \times 25 \text{ mm}$  und der Schubfestigkeit des Gurts bzw. des LVL Stegs (kleinerer Wert ist maßgebend),
  - im Zapfengrund mit der Breite  $26 \text{ mm}$  und der Schubfestigkeit des LVL-Stegs,
  - im Steg in der Höhe der Spannungsnullebene mit der Stegbreite und der Schubfestigkeit des LVL Stegs

Bezüglich der Universalkeilzinkenverbindung bei Trägerelementen siehe oben.

### 3.1.3 Beanspruchung in Plattenebene

Der Biegespannungsnachweis darf unter der Annahme einer starren Verbindung der Einzelbretter der Längslagen geführt werden.

Bei Wandelementen ist der Normalspannungsnachweis für die Randrippen zu führen.

Bei der Ermittlung der Ersatzstablänge druckbeanspruchter Elemente ist der Einfluss der rechtwinklig zur Faserrichtung beanspruchten Schwellen oder Rähme zu berücksichtigen. Beim Knicknachweis ist die Querschnittsfläche des "Lignotrend-Elementes" ohne Querlagen anzusetzen.

Die wirksame Biegesteifigkeit ist gegebenenfalls unter Berücksichtigung der Rollschubverformungen der Querlagen zu ermitteln. Imperfektionen dürfen wie für Bauteile aus Brettschichtholz angesetzt werden.

### 3.1.4 Schubmessung für verklebte Brettlagen

Enthält das "Lignotrend-Element" mindestens eine Brettlage, bei der entweder die Einzelbretter an den Schmalseiten miteinander verklebt sind oder bei der die Fugen zwischen den Brettern auf ihrer gesamten Länge durch je ein aufgeklebtes Brett abgedeckt werden, darf diese Brettlage zur Übertragung der Schubspannungen herangezogen werden.

Die maßgebenden Schubspannungen (Bemessungswerte) in den durchgehenden Brettlagen eines Elements dürfen dabei wie folgt bestimmt werden:

$$\tau = \frac{Q \cdot S}{I \cdot d}$$

mit

- Q = Bemessungswert der Querkraft  
S = Flächenmoment 1. Grades des Elements  
I = Flächenmoment 2. Grades des Elements  
d = Dicke der Brettlage.

Bei Wandelementen darf vereinfacht  $\tau = \frac{Q}{A}$  angenommen werden,

mit

A = Querschnittsfläche der zur Schubübertragung herangezogenen Brettlage.

Bei der Berechnung der Verformung sind die Schubverformungen, die infolge Querkraft in der zur Schubübertragung herangezogenen Brettlage entstehen, zu berücksichtigen.

### 3.1.5 Schubbemessung für unverklebte Brettlagen

Werden Kräfte zwischen benachbarten Brettern einer Brettlage ausschließlich über rechtwinklig zur Brettachse verklebte Bretter übertragen, sind die in den Kreuzungsflächen entstehenden Torsionsschubspannungen wie folgt nachzuweisen:

$$\tau_{T,d} = \frac{F_d \cdot h}{\sum I_p} \cdot \frac{a}{2} \leq f_{v,d}$$

mit

- F<sub>d</sub> = Bemessungswert der äußeren Horizontallast auf ein Wandelement (N)  
h = Wandhöhe (mm)  
a = größte Seitenlänge der Kreuzungsfläche (mm)  
I<sub>p</sub> = polares Flächenträgheitsmoment einer betrachteten Kreuzungsfläche i (mm<sup>4</sup>)  
 $\sum I_p$  = Summe der polaren Flächenträgheitsmomente aller Kreuzungsflächen eines Elementes  
f<sub>v,d</sub> = Bemessungswert der Torsionsschubfestigkeit der Bretter der angrenzenden Lage (der charakteristische Wert f<sub>v,k</sub> ist mit 2,0 N/mm<sup>2</sup> anzusetzen)

Zusätzlich ist für diese Elemente nachzuweisen, dass die auf die einzelnen Bretter der Längs- und Querlagen entfallenden Schubkräfte aufgenommen werden können.

### 3.1.6 Bestimmung der Verformungen

Bei der Berechnung der Verformung der Elemente sind die Verdrehungen, die in den Kreuzungsflächen auftreten, zu berücksichtigen. Die durch die Verdrehung entstehende Schubverzerrung infolge Querkraft darf näherungsweise nach der technischen Biegelehre berechnet werden, wobei die wirksame Schubsteifigkeit

$$(GA)_{ef} = \frac{\sum I_p \cdot K}{h}$$

mit

K = Verschiebungsmodul einer Kreuzungsfläche pro mm<sup>2</sup> Fläche = 3 N/mm<sup>3</sup>

ermittelt werden darf.

**Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung/  
Allgemeine Bauartgenehmigung**

**Nr. Z-9.1-555**

**Seite 11 von 11 | 6. Juli 2018**

**3.1.7 Bemessung der Verbindungsmittel**

Die Ermittlung der charakteristischen Tragfähigkeiten der Verbindungsmittel kann nach DIN EN 1995-1-1 in Verbindung mit nationalem Anhang oder nach der für das jeweilige Verbindungsmittel erteilten allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung bzw. Europäischen Technischen Bewertung wie für Nadelholz bzw. für Brettschichtholz erfolgen.

Die Fugen zwischen nicht miteinander verklebten Brettern sind als Bauteilrand zu betrachten.

**3.1.8 Brand-, Feuchte-, Schall- und Wärmeschutz**

Für die erforderlichen Nachweise zum Brand-, Wärme-, Feuchte-, Schallschutz gelten die für Vollholz hierfür erlassenen Vorschriften, Normen und Richtlinien.

**3.2 Ausführung**

Die Ausführung von Holzkonstruktionen mit "LIGNOTREND-Elementen" muss gemäß DIN EN 1995-1-1 in Verbindung mit dem Nationalen Anhang DIN EN 1995-1-1/NA, soweit in dieser allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung nichts anderes bestimmt ist.

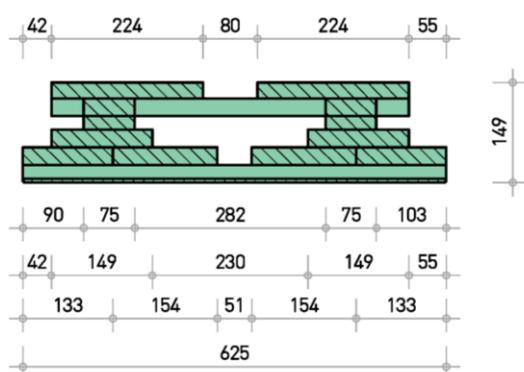
Als Verbindungsmittel dürfen nur Nägel, Holzschrauben, Klammern, Bolzen, Stabdübel und Dübel besonderer Bauart nach den geltenden technischen Regeln bzw. bauaufsichtlichen Verwendbarkeits-nachweisen verwendet werden. Die jeweiligen Bestimmungen zur Tragfähigkeit, zu Mindestabständen, Einbindetiefen usw. der Verbindungsmittel sind zu beachten.

Für den vorbeugenden Holzschutz gilt DIN 68800-1 mit den zugehörigen Normen und den dazu ergangenen bauaufsichtlichen Bestimmungen. Falls danach ein chemischer Holzschutz erforderlich ist, sind die Elemente wie Bauteile aus Brettschichtholz zu schützen.

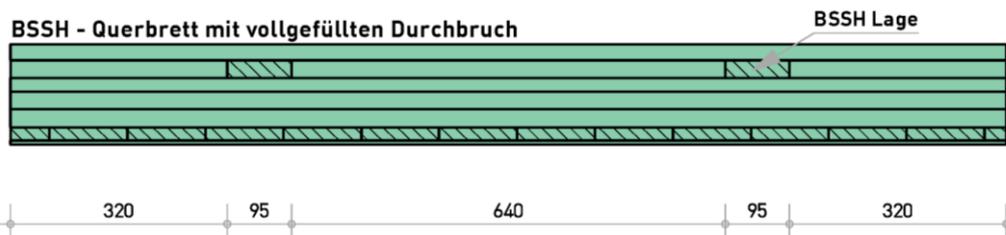
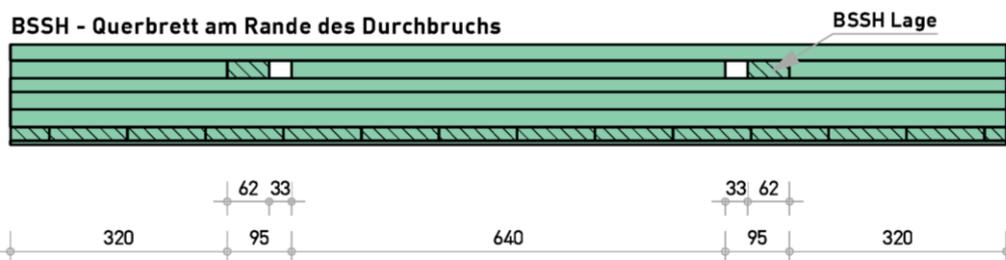
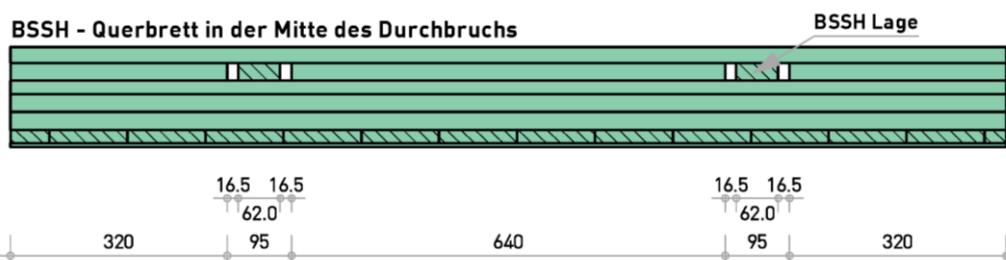
Reiner Schäpel  
Referatsleiter

Beglaubigt

**Querschnitt**



**Längsschnitt**



**Legende:**

- LIGNO Element (Längsholz)
- LIGNO Element (Stirnholz)
- Absorber
- Stossbrett

elektronische Kopie der abz des dibt: z-9.1-555

LIGNOTREND-Elemente

Beispielquerschnitt Rippe Q2 mit BSSH-Lage

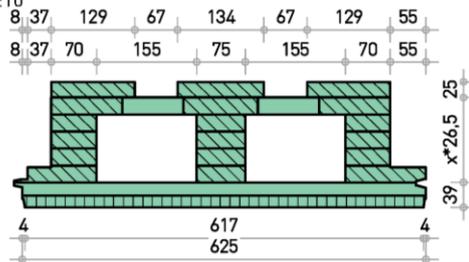
Anlage 1

# LIGNO Rippe Q3

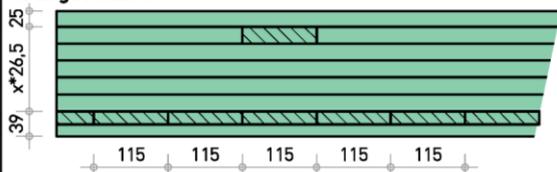
## Rippe Q3 V-Fuge

Querschnitt

M 1:10



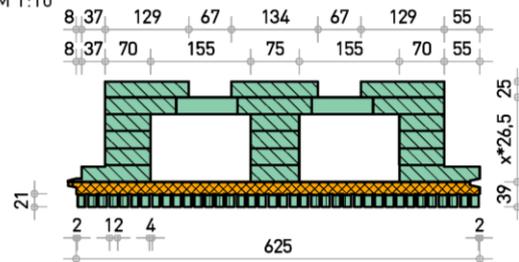
Längsschnitt



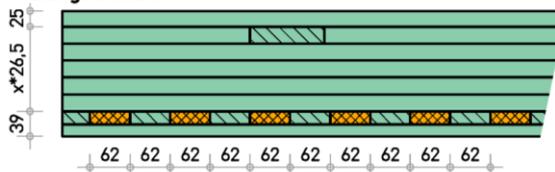
## Rippe Q3 Akustik

Querschnitt

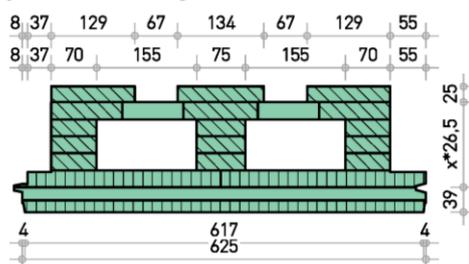
M 1:10



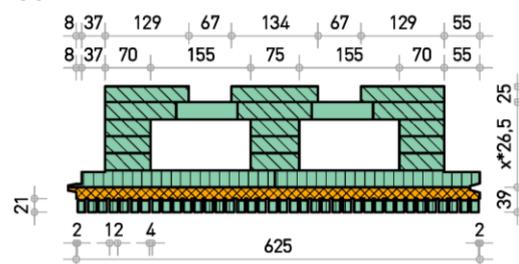
Längsschnitt



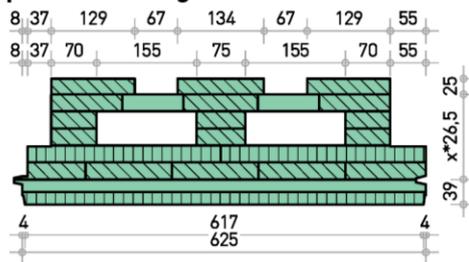
## Rippe Q3 Z1 V-Fuge



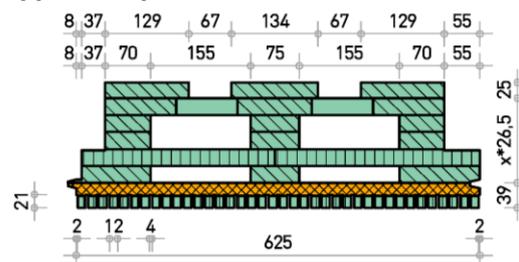
## Rippe Q3 Z1 Akustik



## Rippe Q3 Z2 V-Fuge

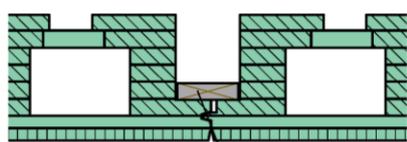


## Rippe Q3 Z1p Akustik



## Rippe Q3 Elementstoss

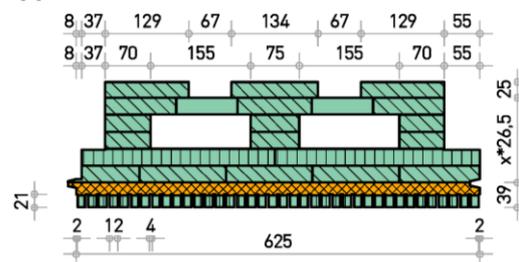
Querschnitt



Legende:

- LIGNO Element (Längsholz)
- LIGNO Element (Stirnholz)
- LIGNO Element (Stirnholz ESP)
- Absorber
- Stossbrett
- Klammern nach Statik

## Rippe Q3 Z2 Akustik



elektronische Kopie der abt des dibt: z-9.1-555

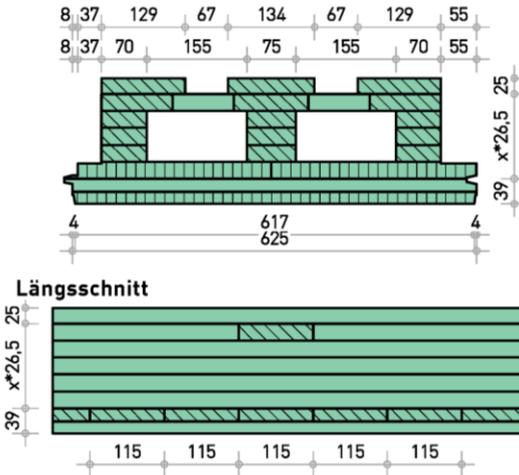
LIGNOTREND-Elemente

Rippe Q3 mit unterschiedlichen Querschnittsaufbauten (Beispiele)

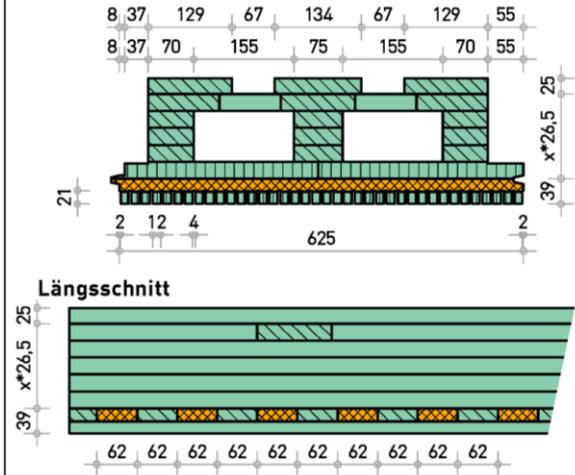
Anlage 2

# LIGNO Rippe Q3 Raster 26,5

Rippe Z1 V-Fuge Raster x\*26,5mm

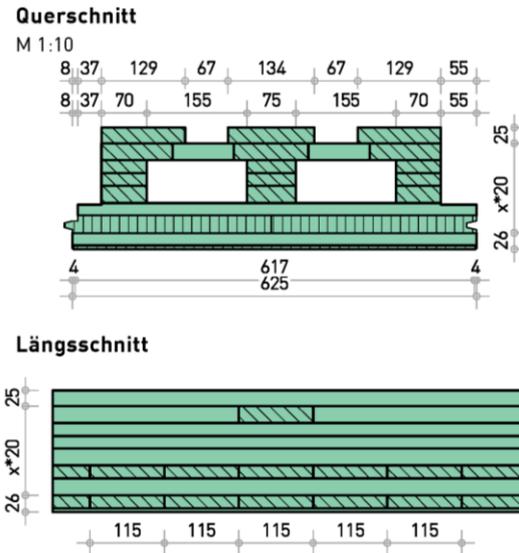


Rippe Z1 Akustik Raster x\*26,5mm

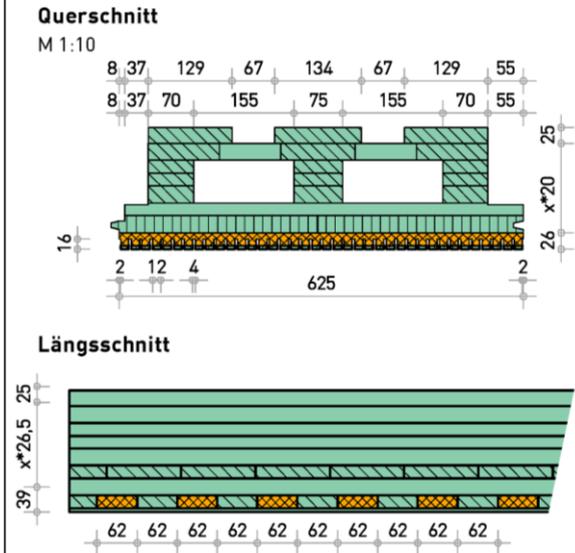


# LIGNO Rippe Q3 Raster 20

Rippe Z1 V-Fuge Raster x\*20mm



Rippe Z1 Akustik Raster x\*20mm



- Legende:**
- LIGNO Element (Längsholz)
  - LIGNO Element (Stirnholz)
  - LIGNO Element (Stirnholz ESP)
  - Absorber
  - Stossbrett

elektronische Kopie der abt des dibt: z-9,1-555

LIGNOTREND-Elemente

Beispielquerschnitte Rippe Q3 mit unterschiedlichen Abmessungen

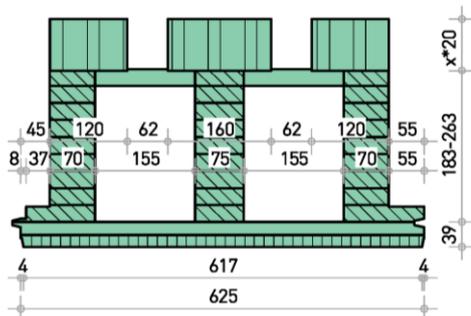
Anlage 3

# LIGNO Rippe Q3 BV

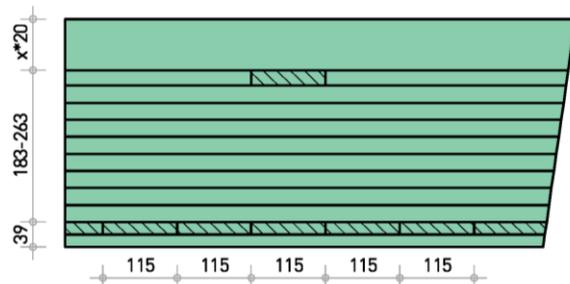
## Rippe Q3 BV V-Fuge

### Querschnitt

M 1:10



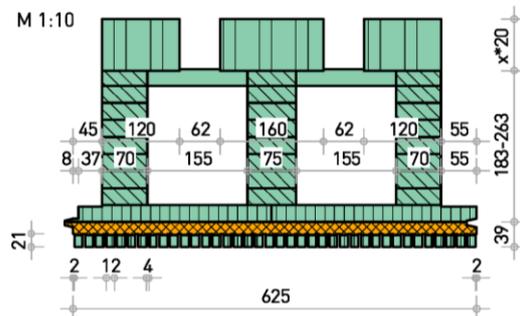
### Längsschnitt



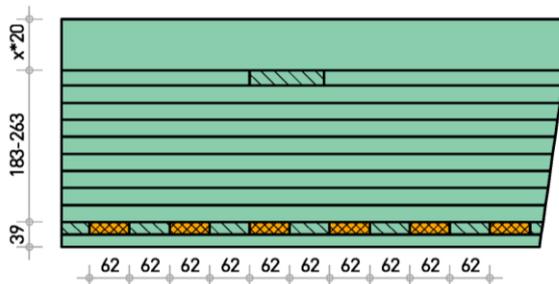
## Rippe Q3 BV Z1 Akustik

### Querschnitt

M 1:10



### Längsschnitt



### Legende:

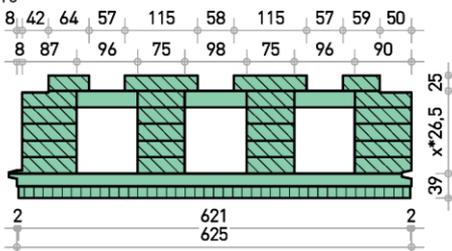
-  LIGNO Element (Längsholz)
-  LIGNO Element (Stirnholz)
-  LIGNO BSH
-  LIGNO Element (Stirnholz ESP)
-  Absorber
-  Stossbrett

# LIGNO Rippe Q4

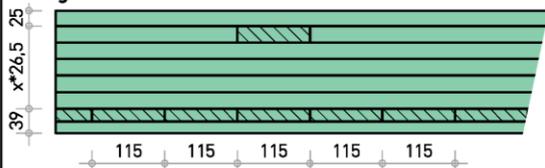
## Rippe Q4 V-Fuge

Querschnitt

M 1:10



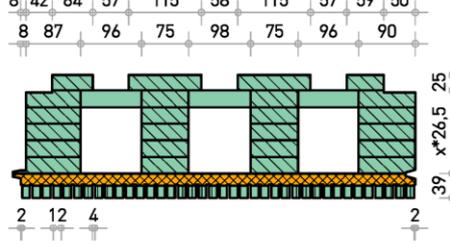
Längsschnitt



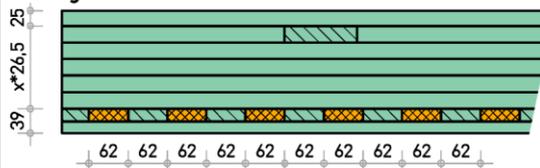
## Rippe Q4 Akustik

Querschnitt

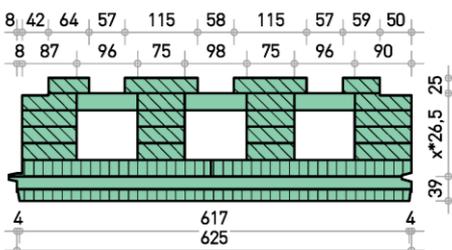
M 1:10



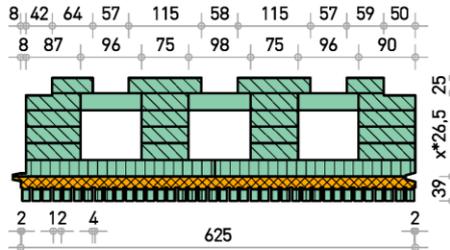
Längsschnitt



## Rippe Q4 Z1 V-Fuge

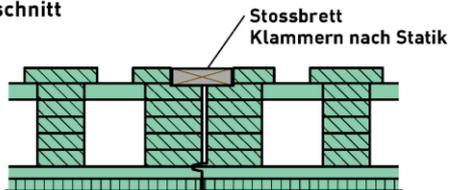


## Rippe Q4 Z1 Akustik

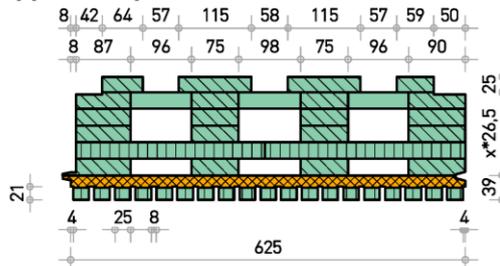


## Rippe Q3 Elementstoss

Querschnitt



## Rippe Q4 Z1p Akustik



**Legende:**

- LIGNO Element (Längsholz)
- LIGNO Element (Stirnholz)
- LIGNO Element (Stirnholz ESP)
- Absorber
- Stossbrett

elektronische Kopie der abz des dibt: z-9.1-555

LIGNOTREND-Elemente

Rippe Q4 mit unterschiedlichen Querschnittsaufbauten (Beispiele)

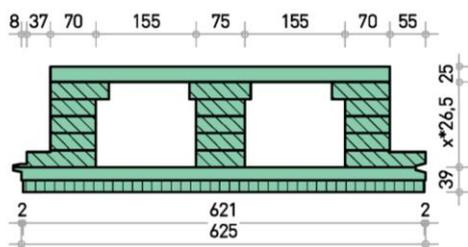
Anlage 5

# LIGNO Decke Q3

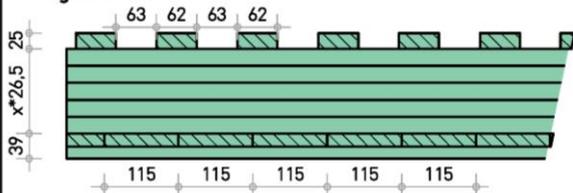
## Decke Q3 V-Fuge

Querschnitt

M 1:10



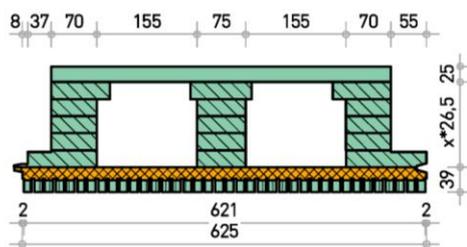
Längsschnitt



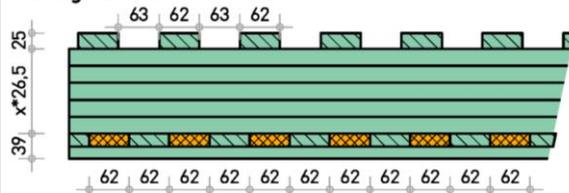
## Decke Q3 Akustik

Querschnitt

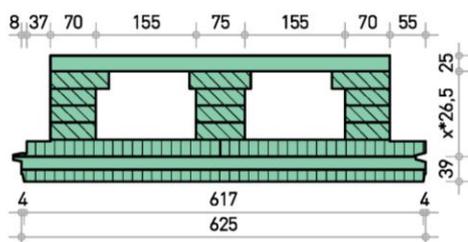
M 1:10



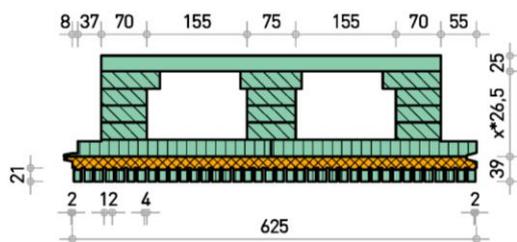
Längsschnitt



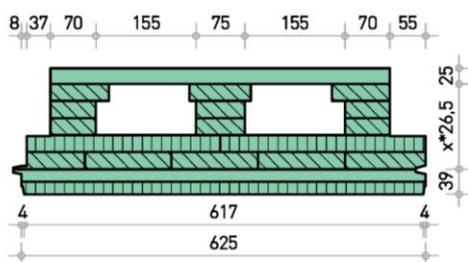
## Decke Q3 Z1 V-Fuge



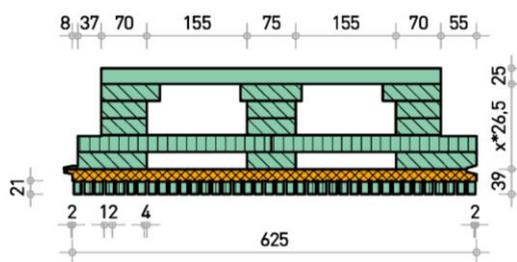
## Decke Q3 Z1 Akustik



## Decke Q3 Z2 V-Fuge

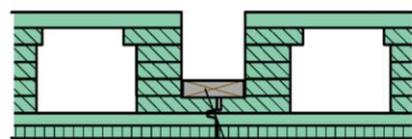


## Decke Q3 Z1p Akustik



## Rippe Q3 Elementstoss

Querschnitt



Legende:

- LIGNO Element (Längsholz)
- LIGNO Element (Stirnholz)
- LIGNO Element (Stirnholz ESP)
- Absorber
- Stossbrett
- Klammern nach Statik

elektronische Kopie der abz des dibt: z-9.1-555

LIGNOTREND-Elemente

Decke Q3 mit unterschiedlichen Querschnittsaufbauten (Beispiele)

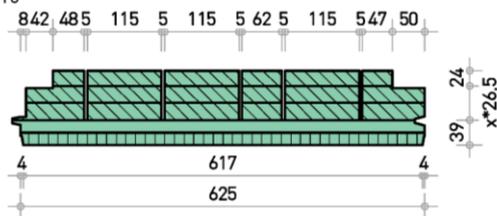
Anlage 6

# LIGNO Block Q

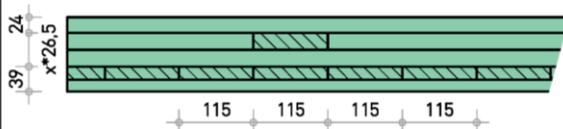
## Block Q V-Fuge

### Querschnitt

M 1:10



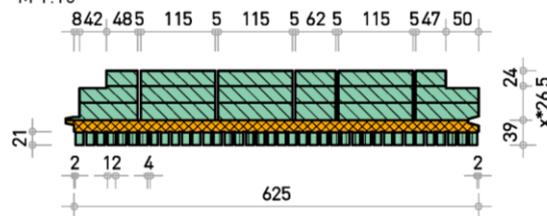
### Längsschnitt



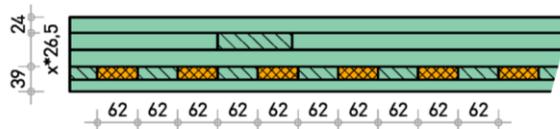
## Block Q Akustik

### Querschnitt

M 1:10

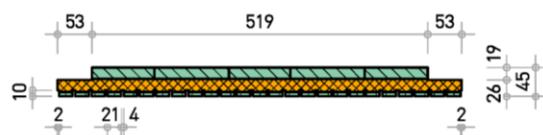


### Längsschnitt

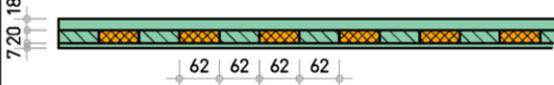


## Block Q DS

### Querschnitt

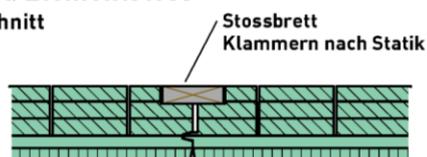


### Längsschnitt



## Block Q Elementstoss

### Querschnitt



### Legende:

- LIGNO Element (Längsholz)
- LIGNO Element (Stirnholz)
- Absorber
- Stossbrett

elektronische Kopie der abz des dibt: z-9, 1-555

LIGNOTREND-Elemente

Block Q mit unterschiedlichen Querschnittsaufbauten (Beispiele)

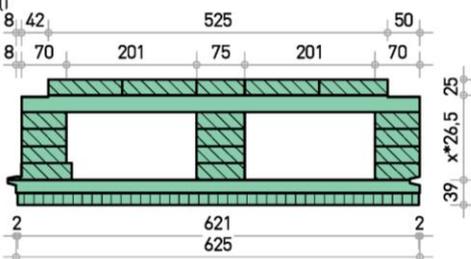
Anlage 7

# LIGNO Block Q3

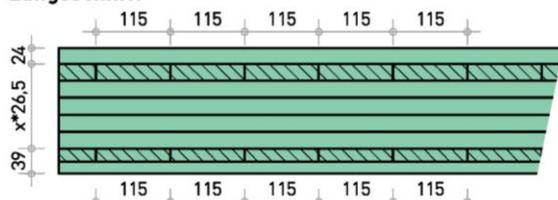
## Block Q3 V-Fuge

Querschnitt

M 1:10



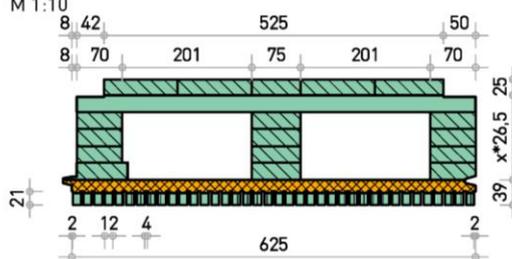
Längsschnitt



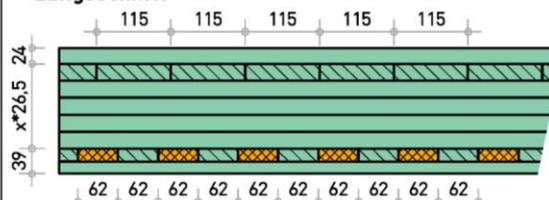
## Block Q3 Akustik

Querschnitt

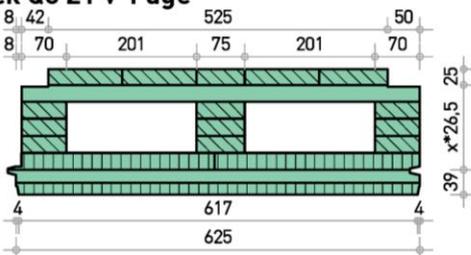
M 1:10



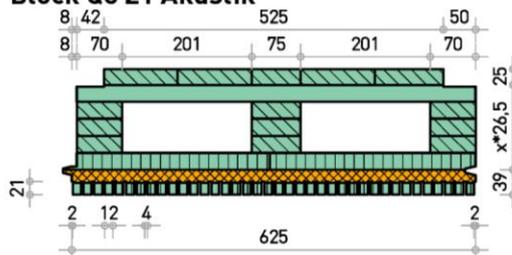
Längsschnitt



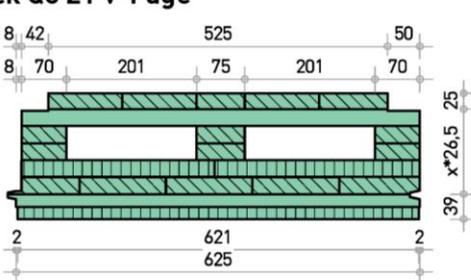
## Block Q3 Z1 V-Fuge



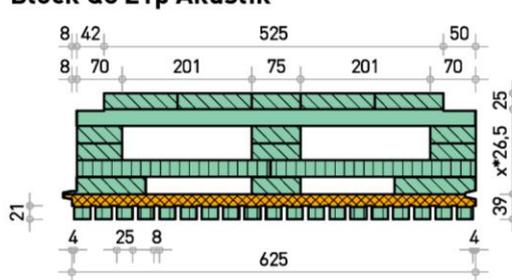
## Block Q3 Z1 Akustik



## Block Q3 Z1 V-Fuge

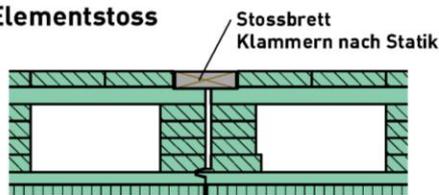


## Block Q3 Z1p Akustik



## Block Q3 Elementstoss

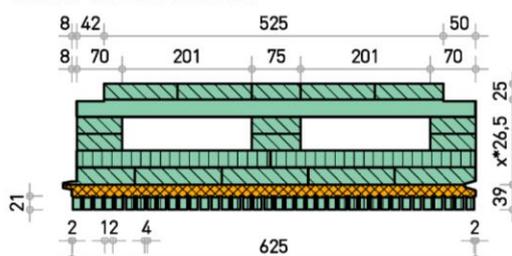
Querschnitt



Legende:

- LIGNO Element (Längsholz)
- LIGNO Element (Stirnholz)
- LIGNO Element (Stirnholz ESP)
- Absorber
- Stossbrett

## Block Q3 Z2 Akustik



elektronische Kopie der abz des dibt: z-9.1-555

LIGNOTREND-Elemente

Block Q3 mit unterschiedlichen Querschnittsaufbauten (Beispiele)

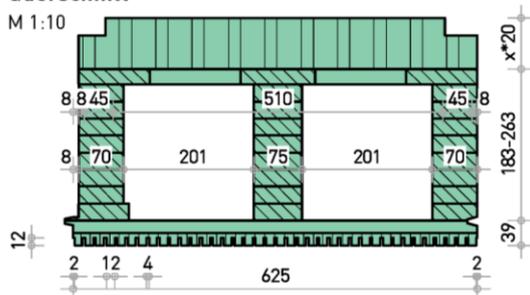
Anlage 8

# LIGNO Block Q3 BV

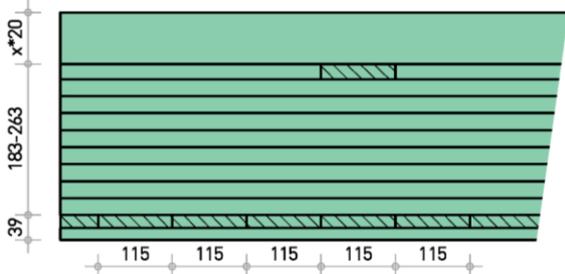
## Block Q3 BV V-Fuge

### Querschnitt

M 1:10



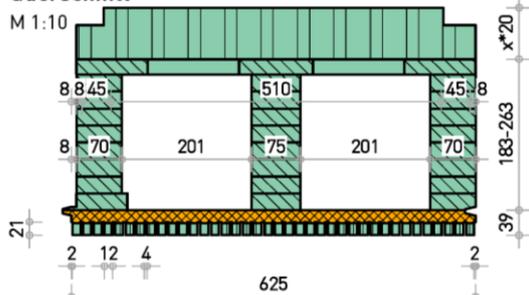
### Längsschnitt



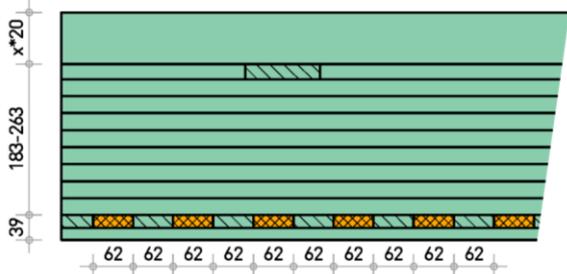
## Block Q3 BV Akustik

### Querschnitt

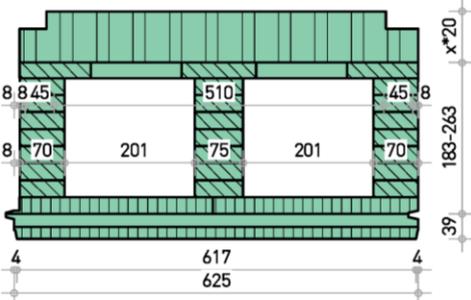
M 1:10



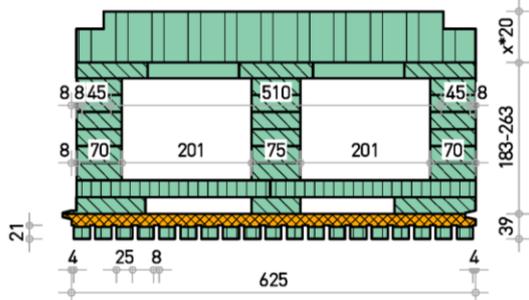
### Längsschnitt



## Block Q3 BV Z1 V-Fuge

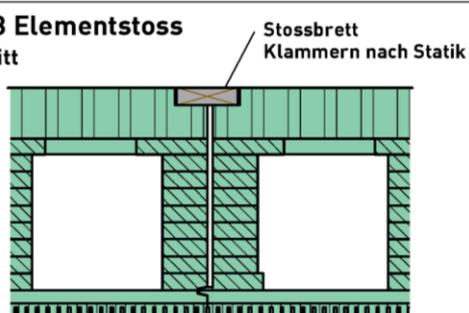


## Block Q3 BV Z1p Akustik

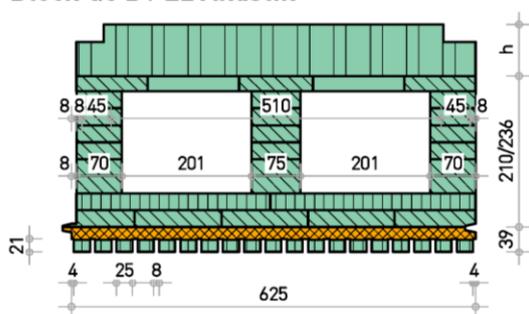


## Block Q3 Elementstoss

### Querschnitt



## Block Q3 BV Z2 Akustik



### Legende:

- LIGNO Element [Längsholz]
- LIGNO Element [Stirnholz]
- LIGNO Element [Stirnholz ESP]
- LIGNO BSH
- Absorber
- Stossbrett

elektronische Kopie der abt des dibt: z-9.1-555

LIGNOTREND-Elemente

Block Q3 BV (blockverklebt) mit unterschiedlichen Querschnittsaufbauten (Beispiele)

Anlage 9



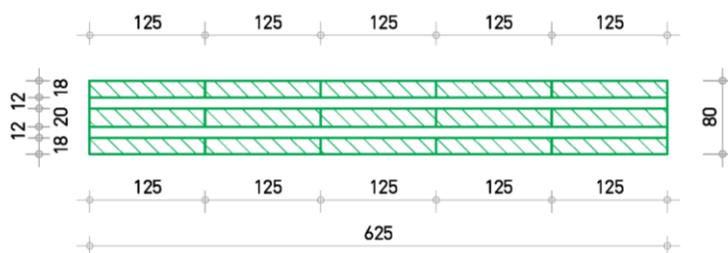




# LIGNO Uni SP-80

## Querschnitt

M 1:7

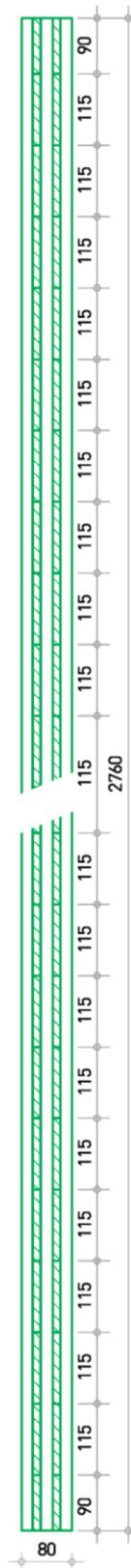


**Legende:**

-  LIGNO Element (Längsholz)
-  LIGNO Element (Hirnholz)

## Längsschnitt Standardlängen

M 1:10



elektronische Kopie der abZ des DIBt: Z-9.1-555

LIGNOTREND-Elemente

Beispielquerschnitt Uni SP-80

Anlage 13



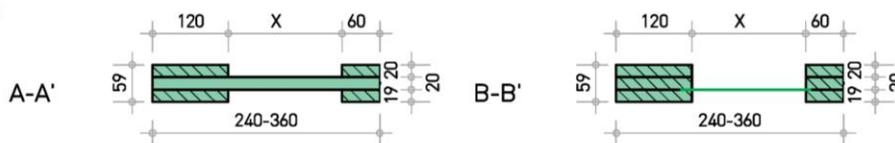


# LIGNO U\*psi T

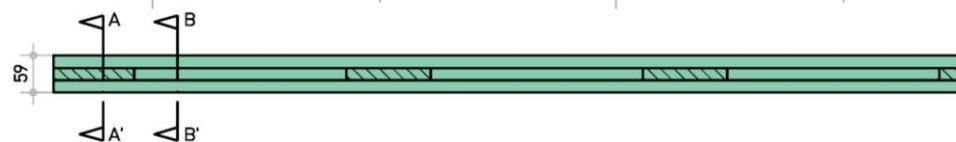
## U\*psi T Vlies

Querschnitt

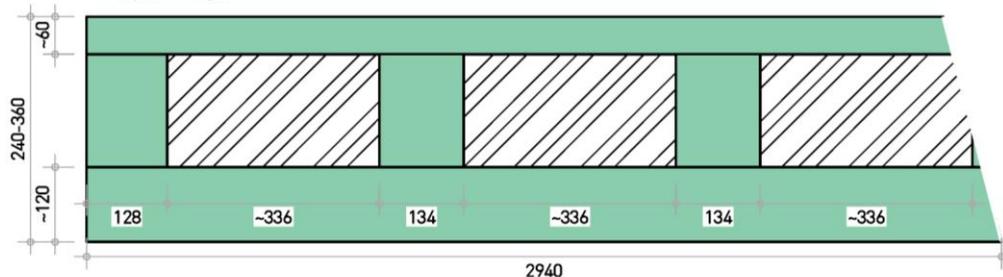
M 1:10



Längsschnitt



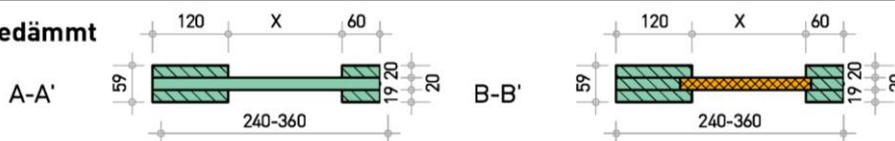
Ansicht



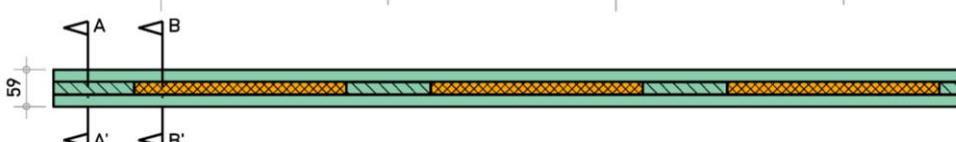
## U\*psi T ML gedämmt

Querschnitt

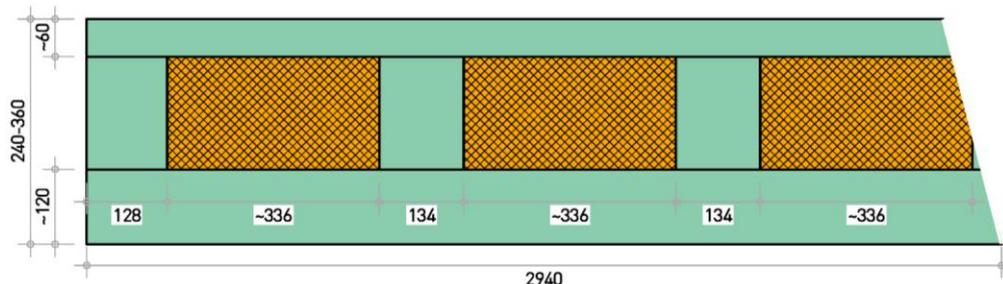
M 1:10



Längsschnitt



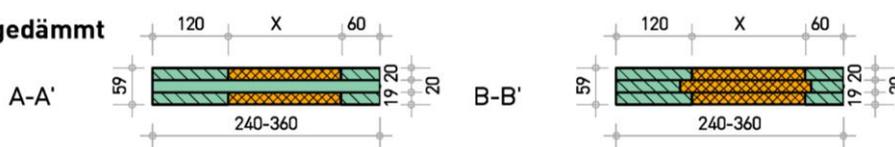
Ansicht



## U\*psi T voll gedämmt

Querschnitt

M 1:10



Legende:

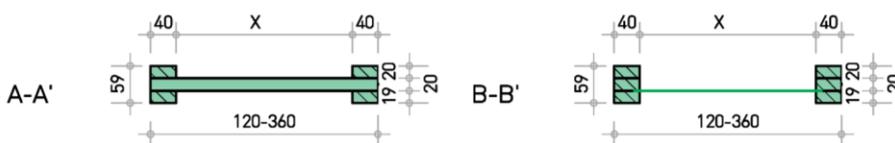
-  LIGNO Element (Längsholz)
-  LIGNO Element (Stirnholz)
-  Absorber
-  Vlies

# LIGNO U\*psi F

## U\*psi F Vlies

Querschnitt

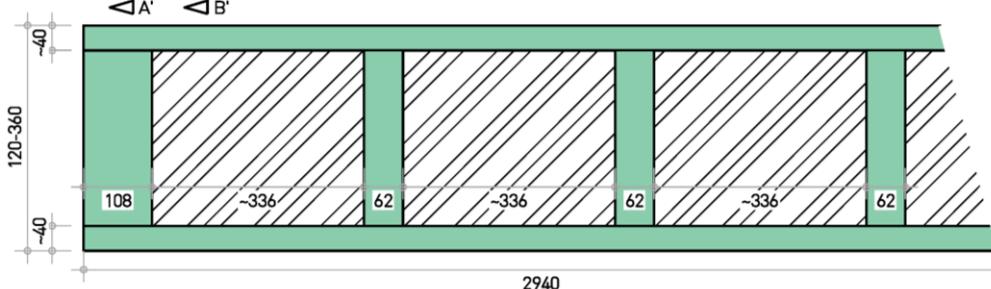
M 1:10



Längsschnitt



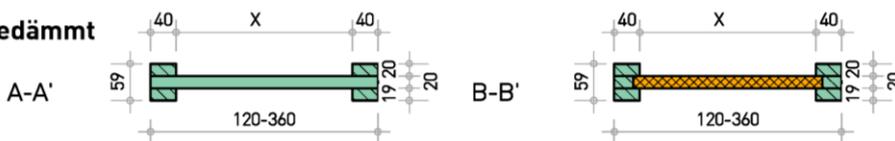
Ansicht



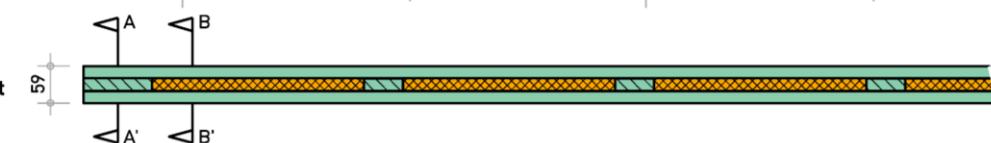
## U\*psi F ML gedämmt

Querschnitt

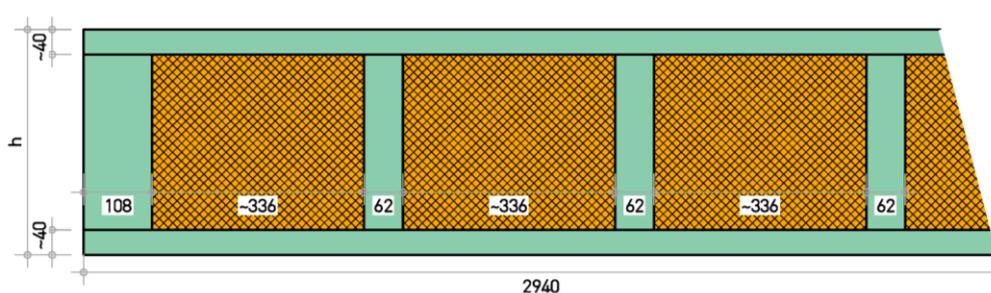
M 1:10



Längsschnitt



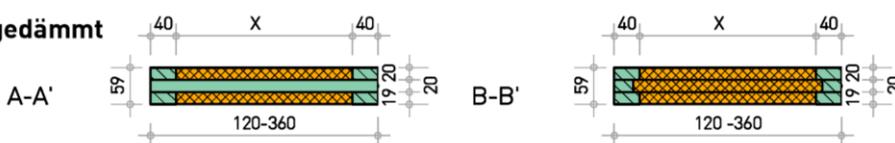
Ansicht



## U\*psi F voll gedämmt

Querschnitt

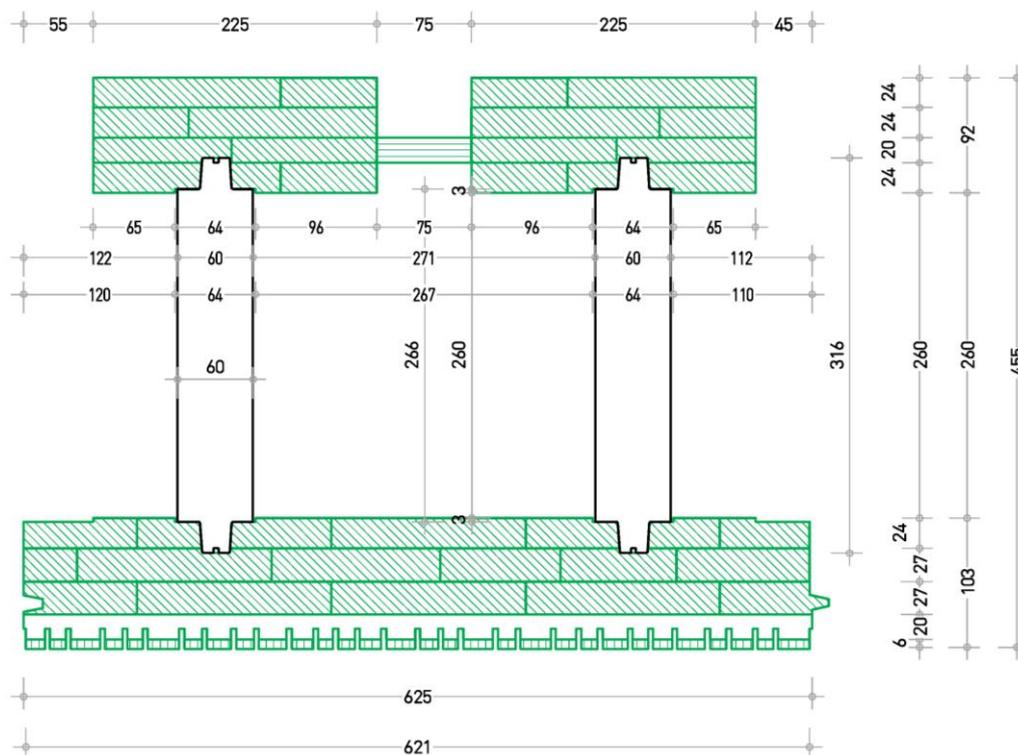
M 1:10



Legende:

-  LIGNO Element (Längsholz)
-  LIGNO Element (Stirnholz)
-  Absorber
-  Vlies

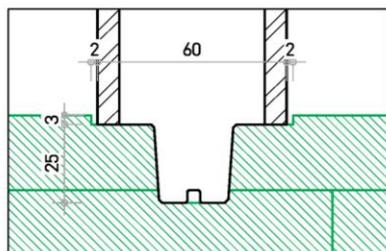
## LIGNO Rippe D2



### Detail Zapfen

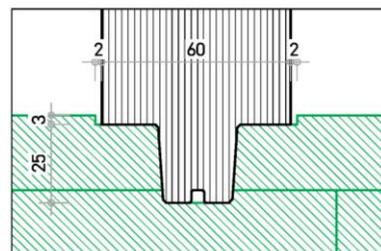
Die Zapfenlänge beträgt  $l = 25\text{mm}$

#### Detail für Stege aus 3S-Platte



M. 1 : 2

#### Detail für Stege aus LVL-Platte



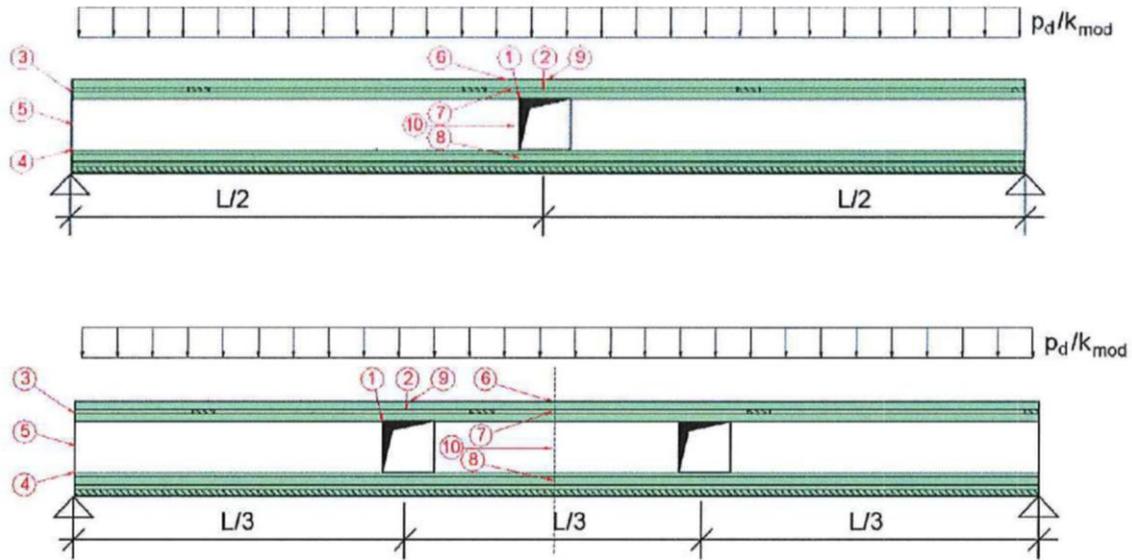
M. 1 : 2

LIGNOTREND-Elemente

Beispielquerschnitt Trägerelement (Die Stege können aus Dreischichtplatten oder LVL-Platten ausgebildet sein.)

Anlage 18

### Berechnung von Trägerelementen mit einem Steg aus Dreischichtplatten



1. Nachweis an der Durchbruchsecke

$$V_d(x) \leq \frac{k_{mod}}{\gamma_M} \cdot R_{DB,k} \quad \text{mit } x \text{ an der Durchbruchsecke}$$

2. Nachweis der maximalen Schubspannung im Gurt am Durchbruch

$$\tau_d(x) = 76,8 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{V_d(x)}{2} \leq \frac{k_{mod}}{\gamma_M} \cdot 2,5 \quad \text{mit } x \text{ am Durchbruch}$$

3. Nachweis der maximalen Schubspannung im Gurt im Vollquerschnitt

$$\tau_d(0) = 17,6 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{V_d(0)}{2} \leq \frac{k_{mod}}{\gamma_M} \cdot 2,5$$

4. Nachweis der maximalen Schubspannung zwischen dem Gurt und dem Steg

$$\tau_d(0) = 44,6 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{V_d(0)}{2} \leq \frac{k_{mod}}{\gamma_M} \cdot \frac{2 \cdot 25 \cdot f_{R,k}}{60}$$

5. Nachweis der maximalen Schubspannung im Steg im Vollquerschnitt

$$\tau_d(0) = 45,5 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{V_d(0)}{2} \leq \frac{k_{mod}}{\gamma_M} \cdot 2,7$$

6. Nachweis der maximalen Biegerandspannung im Gurt im Vollquerschnitt

$$\sigma_d(x) = 165 \cdot 10^{-9} \cdot \frac{M_d(x)}{2} \leq \frac{k_{mod}}{\gamma_M} \cdot 24 \quad \text{mit } x \text{ in Trägermitte im Vollquerschnitt}$$

$V, R_{DB,k}$  in N  
 $M$  in Nmm  
 $\sigma, \tau$  in N/mm<sup>2</sup>

### Berechnung von Trägerelementen mit einem Steg aus Dreischichtplatten

7. Nachweis der maximalen Drucknormalspannung im Gurt im Vollquerschnitt

$$\sigma_d(x) = 133 \cdot 10^{-9} \cdot \frac{M_d(x)}{2} \leq \frac{k_{\text{mod}}}{\gamma_M} \cdot 21 \quad \text{mit } x \text{ in Trägermitte im Vollquerschnitt}$$

8. Nachweis der maximalen Zugnormalspannung im Gurt im Vollquerschnitt

$$\sigma_d(x) = 98,1 \cdot 10^{-9} \cdot \frac{M_d(x)}{2} \leq \frac{k_{\text{mod}}}{\gamma_M} \cdot 14 \quad \text{mit } x \text{ in Trägermitte im Vollquerschnitt}$$

9. Nachweis der maximalen Biegerandspannung im Gurt im am Durchbruch

$$\sigma_d(x) = 169 \cdot 10^{-9} \cdot \frac{M_d(x)}{2} + 1,70 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{V_d(x)}{2} \leq \frac{k_{\text{mod}}}{\gamma_M} \cdot 24 \quad \text{mit } x \text{ am Durchbruch}$$

10. Nachweis der maximalen Drucknormalspannung im Steg im Vollquerschnitt

$$\sigma_d(x) = 25,6 \cdot 10^{-9} \cdot \frac{M_d(x)}{2} \leq \frac{k_{\text{mod}}}{\gamma_M} \cdot 6,90 \quad \text{mit } x \text{ in Trägermitte im Vollquerschnitt}$$