

SIMPSON

Strong-Tie



Konstruktive Lösungen
zum Anschluss von
Brettsperrholz (CLT).

Verbindungen für die Zukunft



Vorwort	3
Brettsperrholz (CLT)	4
Besonderheiten und Randbedingungen bei Brettsperrholz	6
Schubverankerung bei Brettsperrholzwänden	7
A. Verankerung von Holz an Beton bei mittleren Schubkräften	8
B. Verankerung von Holz an Beton bei hohen Schubkräften	10
C. Verankerung auf Schwellen oder niedrigen Betonaufkantungungen	12
D. Verankerung von Holz bei hohen Zug- und Schubkräften	13
E. Verdeckte Verankerung von Holz bei hohen Zug- und Schubkräften	14
Schallgetrennte Decken- und Wandaufbauten	16
Brettsperrholz-Wände auf schalltechnisch nicht relevanten Lagern	17
Zugverbindungen an Brettsperrholz-Wandenden	17
Zugverbindungen von Wandtafeln untereinander	18
SSH Schrauben – zur konstruktiven Verbindung von CLT Elementen	19

Unsere innovativen Verbindungslösungen sind ein unerlässlicher Partner bei zukunftsweisenden Projekten im Massivholzbau (CLT).

Wir bieten unseren Kunden als besonderen Service eine kostenlose technische Hotline an. Dabei haben wir festgestellt, dass die Anzahl der Anfragen zu Brettsperrholzverbindungen im Laufe der letzten Jahre kontinuierlich zunimmt. Das zeigt einerseits den enormen Erfolg des modernen Werkstoff Brettsperrholz, aber auch, dass noch zu viele Informationen bezüglich der Besonderheiten zur Bemessung von Verbindern resp. Verbindungsmitteln mit diesem Werkstoff nicht weitreichend bekannt sind.

Brettsperrholz (CLT) unterscheidet sich hinsichtlich der statischen Bemessung aufgrund seines spezifischen Aufbaus in vielen Bereichen von unidirektionalen Vollholzprodukten. Hier sind einerseits die Festigkeitsnachweise (z.B. Rollschubnachweis, Schichtennachweis, etc.) zu nennen, andererseits müssen bei stiftförmigen Verbindungsmitteln besondere Randbedingungen eingehalten werden. Die derzeitige allgemein anerkannte Grundlage zur Bemessung von stift-

förmigen Verbindungsmitteln in Brettsperrholz ist Band 8 der Reihe Karlsruher Berichte zum Ingenieurholzbau: H.J.Blaß, T.Uibel „Tragfähigkeit von stiftförmigen Verbindungsmitteln in Brettsperrholz“, Universitätsverlag Karlsruhe. Diese Quelle wird im weiteren Text als [1] bezeichnet.

In einigen ETAs für Brettsperrholz wird bzgl. der Bemessung stiftförmiger Verbindungsmittel auf den EC5 verwiesen. Bei unserer Beratungstätigkeit fiel auf, dass diese Aussage oftmals falsch interpretiert wurde. Nämlich, dass für Brettsperrholz dieselben Randbedingungen wie für unidirektionale Vollholzprodukte gelten. Tatsächlich bezieht sich dieser Verweis auf den nationalen Anhang zum EC5 desjenigen Landes, in dem die herausgebende technische Bewertungsstelle beheimatet ist. Dieser Nationale Anhang zitiert die Angaben aus [1], es sind jedoch nicht alle weitergehenden Informationen aus [1] hierin zu finden.



Eine neue Art von Befestigung erfolgt mit dem ABAI Winkelverbinder. Es entsteht eine statisch tragende Verbindung zwischen den Wänden und den Deckenplatten aus CLT-Elementen, die durch eine 12 mm dicke Dämmschicht aus PUR Elastomeren schalltechnisch vollständig getrennt werden. (weitere Informationen auf Seite 16)

Wir entwerfen und fertigen Verbindungslösungen, die zu 100% den Bedürfnissen und Erwartungen unserer Kunden entsprechen.





Brettsperrholz (Cross Laminated Timber-CLT) ist ein Plattenwerkstoff, mit hervorragenden statischen Eigenschaften

Brettsperrholz wird unter verschiedenen Bezeichnungen angeboten. Gebräuchliche Bezeichnungen sind Dickholz (dieser Name wird auch für anderes Material verwendet), Kreuzlagenholz, Mehrschichtige Massivholzplatte, X-Lam oder CLT (Cross Laminated Timber). Regional gibt es noch weitere Bezeichnungen. In dieser Broschüre wird die Abkürzung CLT, die mittlerweile auch in Normen Einzug gehalten hat, durchgehend verwendet.

CLT ist ein Holzwerkstoff der aus miteinander verklebten Brettlagen besteht. Während die Flachseiten der Bretter immer untereinander verklebt sind, können die Schmalseiten, je nach Hersteller, auch unverklebt sein. Zur Herstellung wird eine ungerade Anzahl von mindestens drei flachliegender Massivholzbrettlagen kreuzweise angeordnet und miteinander verklebt. Aus der ungeraden Anzahl der Brettlagen ergibt sich, dass die Faserrichtung der beiden Decklagen immer in die gleiche Richtung verläuft. Die einzelnen Brettlagen

können verschieden dick sein, müssen jedoch von der Mittellage ausgehend, zu beiden Seiten nach außen jeweils symmetrisch angeordnet sein.

CLT ist im Grundsätzlichen in EN16351 genormt, jedoch kann das individuelle Produkt im Detail herstellerabhängig unterschiedlich sein. Daher besitzt jeder CLT-Hersteller eine eigene ETA für sein individuelles Produkt.

Der Aufbau von CLT bietet ähnlich wie bei Sperrholz den Vorteil, dass das Quellen und Schwinden, sowie das Spalten der einzelnen Holzlagen durch die kreuzweise flächige Verklebung behindert und auf ein Minimum beschränkt wird. Weitere Vorteile sind die große Formstabilität und die Produktionsmöglichkeit enormer Abmessungen von zum Teil über 20 m Länge und 3,50 m Breite einer einzelnen Platte. So können ganze Gebäudewände in einem Stück vorgefertigt, zur Baustelle transportiert und dank des relativ geringen Gewichtes mit kleineren Kränen versetzt werden.

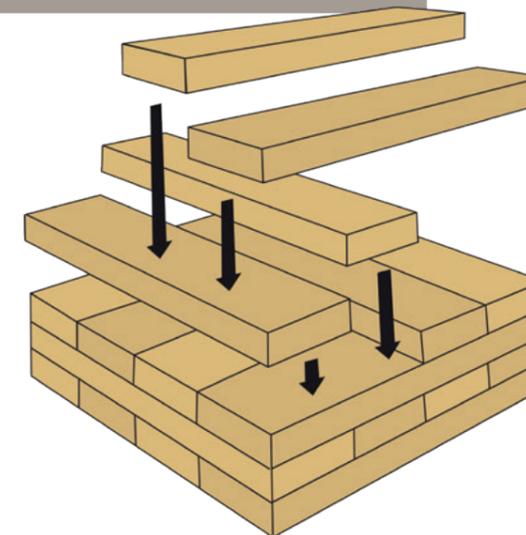
Aus CLT lässt sich daher, ohne zeitraubende Trocknungs- oder Aushärtungsphasen, in kürzester Zeit ein Gebäude erstellen. CLT ist ein Plattenwerkstoff, mit hervorragenden statischen Eigenschaften und lässt Belastungsmöglichkeiten in verschiedene Richtungen zu. Daher ist CLT als Wand- oder Deckenelement gleichermaßen einsetzbar. Damit können alle Vorzüge, die Massivholz zu bieten hat voll ausgenutzt werden. Dazu gehören unter anderem die einfache mechanische Bearbeitbarkeit, einfache Verbindungsmöglichkeiten auf der Baustelle, günstige bauphysikalische Eigenschaften wie eine gute Wärmedämmung, positiver Einfluss auf die Raumfeuchte und günstiges Brandschutzverhalten. Darüber hinaus sind die gute Ökobilanz und ein hohes CO₂-Speichervolumen wichtige Argumente für die Entscheidung, ein Gebäude aus CLT zu bauen.

Während der Bauphase ist CLT vor allzu großem Feuchtigkeitseintrag zu schützen. Die Verwendung von CLT ist nur in den Nutzungsklassen 1 und 2 zugelassen. Bei großen, lang andauernden Feuchtigkeitsänderungen können in Deckenbauteilen in Nutzungsklasse 2 konstruktionsbedingt extreme Verformungen auftreten.

Unterschiedliche visuelle Ansprüche an die Oberflächen werden bei CLT mit den Kategorien Industriequalität und Sichtqualität beschrieben. Während die Industriequalität als Standard für viele Bauteile verwendet wird, die später verkleidet werden, ist der Anspruch an die Oberfläche einer Sichtqualität deutlich höher. Bei der Auftragsvergabe muss genau vereinbart werden, welche Anforderungen erfüllt werden sollen. Bei sehr hohen Ansprüchen können z.B. Dreischichtplatten aus dem Innenausbausektor als Decklage eine gute Alternative sein.

Um einzelne Bauteile aus CLT mit anderen Bauteilen mechanisch zu verbinden sind einige Randbedingungen einzuhalten und entsprechend geeignete Verbinder und Verbindungsmittel einzusetzen. Auf den folgenden Seiten werden einige Verbinder und deren Anwendung mit besonderer Eignung für die Brettsperrholzbefestigung aufgeführt und vorgestellt.

i CLT wird hergestellt, indem man Kleber dazu verwendet, Schichten aus massivem Schnittholz miteinander zu verbinden. Jede Brettsschicht ist senkrecht zur angrenzenden Schicht ausgerichtet, die auf die breite Fläche geklebt ist.



Der Aufbau der CLT-Massivplatten besteht aus mindestens drei Lagen kreuzweise verklebter Einschichtplatten.

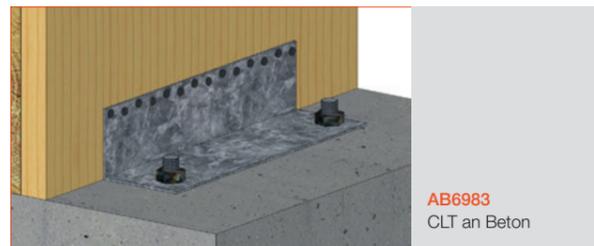


Besonderheiten und Randbedingungen bei mechanischen Verbindungsmitteln mit CLT

Holz ist ein anisotroper Werkstoff, das heißt er weist unterschiedliche mechanische Eigenschaften in Abhängigkeit der Faserrichtung auf. Aus diesen Eigenschaften ergeben sich die unterschiedlichen, faserrichtungsabhängigen Abstandsanforderungen für stiftförmige Verbindungsmittel. Bei CLT bewirkt die kreuzweise Anordnung der einzelnen Brettlagen zwar eine Reduktion der erforderlichen Abstandsmaße gegenüber denen bei Vollholz, man kann deswegen aber nicht davon ausgehen, dass ein Anschluss der bei Vollholz funktioniert entsprechend auch bei einer CLT-Verbindung angewendet werden kann.

Zum Beispiel erfolgt ein Wandanschluss an eine Betondecke bei einer Holzrahmenbauwand mit einer Vollholzschwelle (Faserrichtung horizontal), mit einem Mindestrandabstand von $a_{4,t} \geq 7d$ nach unten, jedoch bei einer CLT-Wand, direkt an die mit vertikaler Faserrichtung verlaufende Decklamelle, mit einem Mindestrandabstand $a_{3,t} \geq 10d$ nach unten (d = Nenndurchmesser des Verbindungsmittels). Bei solchen Anschlüssen ist in der Regel die Dicke der Höhenausgleichsschicht aus Mörtel zusätzlich zu berücksichtigen.

Als weiteres Beispiel muss ein hochbelasteter Zugankeranschluss an die oben beschriebenen Wandarten ebenfalls differenziert betrachtet werden. So ist bei der Holzrahmenbauwand der Stiel für eine entsprechende außermittige Zugkraft nachzuweisen, jedoch kann mit demselben Zuganker mit den gleichen Nägeln beim Anschluss an eine CLT-Wand das Blockscherversagen der Decklamelle maßgebend werden. Dabei schert ein ganzer Holzblocklock mit der Nagelgruppe zum belasteten Rand hin heraus. Zusammenfassend kann festgestellt werden: Holzverbinder, die keine CLT-konforme Nagelbilder aufweisen, sollten mit CLT in statisch relevanten Verbindungen nicht verwendet werden.

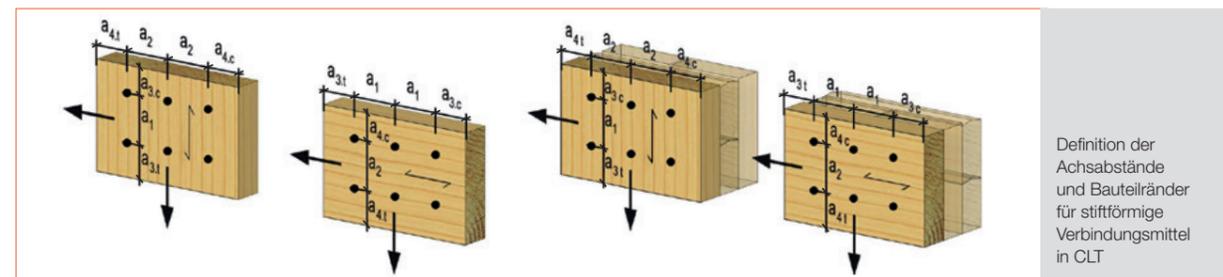


AB6983
CLT an Beton



ABR100
CLT an Beton

i **Genauere Angaben und Verweise dazu,** welche Abstände, Mindesteinschlagtiefen bei welchen Verbindungsmitteln auf welchen Bauteilseiten zugrunde zu legen sind und wie diese bemessen werden, sind in der jeweiligen ETA für das CLT, bzw. in [1] zu finden.



Definition der Achsabstände und Bauteilränder für stiftförmige Verbindungsmittel in CLT

Schubverankerung von CLT-Wänden an Beton oder Stahl

Betonbauteile weisen oft so große Höhentoleranzen auf, dass eine vorgefertigte Holzkonstruktion nicht ohne Höhenausgleichsmaßnahmen hieran angeschlossen werden kann. Daher muss das Nagelbild eines Holzverbinders, der an dieser Stelle eingebaut wird, nicht nur den erforderlichen Mindestrandabstand von $a_{3,t} \geq 10d$

zum unteren Rand der CLT-Wand einhalten, sondern darüberhinausgehend eine Höhenausgleichsschicht überbrücken können, ohne die Abstandsanforderung zu unterschreiten. Dieser Anschlussstyp kann in unterschiedliche Kategorien gegliedert werden:

Schubverankerung von CLT-Wänden an Beton oder Stahl

Verbinder für rein konstruktive Anschlüsse bis hin zu mittleren Lastbereichen für alle Lastrichtungen

CLT-Wände müssen eine konstruktive Befestigung zum Boden hin erhalten, je nach Empfehlung des Herstellers sollte ein Verankerungspunkt alle 1,50 m bis 2,50 m geplant werden.

Aus folgenden Gründen eignet sich der Winkelverbinder ABR100 im Besonderen für diese Anwendung:

- Sowohl für Holz-Holz, als auch für Holz-Beton Anschlüsse geeignet
- Betonanschlüsse sind mit nur einem Dübel möglich
- Höhenausgleichdicke ist bis 25mm ausführbar
- Sehr robust durch seitliche Rippen
- Hohe Tragfähigkeit
- Werte der Tragfähigkeit für CLT-kompatible Nagelbilder sind in der ETA-06/ 0106 dokumentiert
- Preiswert



Weitere Winkelverbinder die hier einsetzbar sind: Typ AE116, und die Typen AKR95 und AKR135. (AKR nur für Anschlüsse an Beton).

i Der ABR100 stellt hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit, Tragfähigkeit, Flexibilität und Verarbeitbarkeit für diesen Anwendungsfall den optimalen Verbinderanschluss dar.



Bemessungsbeispiele:

ABR100 → CLT an CLT

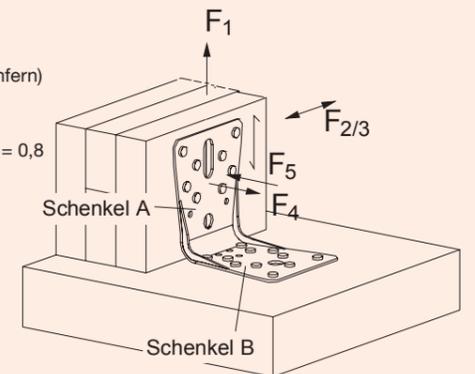
CLT-Wandtafel d=140 (3-lagig 50/40/50) ; Faserverlauf der Decklamellen: senkrecht; Anordnung der Verbindungsmittel = fugenfern)
an CLT-Bodenplatte d=120; gewählter Verbinder: 1Stück ABR100
Nagelbild 6 gemäß ETA mit CNA4,0x50 Kammnägeln => Nägel nur in Deckenlamelle
Belastung: F_{1,d} = 2,8 kN; F_{2,d} = 1,6 kN ; F_{5,d} = 1,4 kN, NKL.2; KLED mittel → k_{mod} = 0,8
Die Werte sind der ETA-06/0106 entnommen.

$$R_{1,d} = 7,9 \times 0,8 / 1,3 = 4,86 \text{ kN}$$

$$R_{2,d} = 8,7 \times 0,8 / 1,3 = 5,35 \text{ kN}$$

$$R_{5,d} = 4,6 \times 0,8 / 1,3 = 2,83 \text{ kN}$$

$$\text{Nachweis: } \sqrt{\left(\frac{2,8}{4,86} + \frac{1,6}{5,35}\right)^2 + \left(\frac{1,4}{2,83}\right)^2} = 1,0 \leq 1,0 \rightarrow \text{OK}$$



ABR100 → CLT an Beton

CLT-Wandtafel d=140 (3-lagig 50/40/50); Faserverlauf der Decklamellen: senkrecht; Anordnung der Verbindungsmittel = fugenfern)
an Beton d=120; gewählter Verbinder: 1Stück ABR100
Nagelbild 7 gemäß ETA mit CNA4,0x50 Kammnägeln => Nägel nur in Deckenlamelle
Belastung: F_{1,d} = 2,8 kN; F_{2,d} = 0,8 kN ; F_{5,d} = 1,2 kN, NKL.2; KLED mittel → k_{mod} = 0,8
Die Werte sind der ETA-06/0106 entnommen.

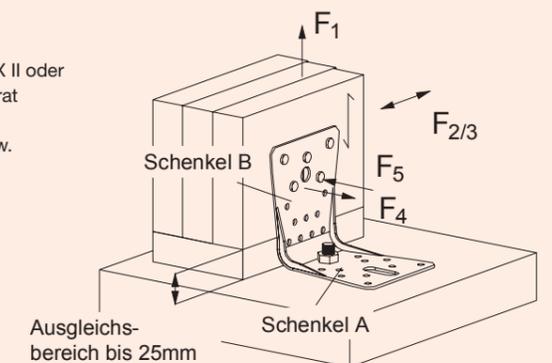
$$R_{1,d} = 8,3 \times 0,8 / 1,3 = 5,11 \text{ kN}$$

$$R_{2,d} = 4,1 \times 0,8 / 1,3 = 2,52 \text{ kN}$$

$$R_{5,d} = (3,4/k_{mod}0,7) \times 0,8 / 1,3 = 3,97 \times 0,8 / 1,3 = 2,45 \text{ kN}$$

$$\text{Nachweis: } \sqrt{\left(\frac{2,8}{5,11} + \frac{0,8}{2,52}\right)^2 + \left(\frac{1,2}{2,45}\right)^2} = 0,99 \leq 1,0 \rightarrow \text{OK}$$

Bolzenanker z.B. BOAX II oder gleichwertig sind separat nachzuweisen.
Bolzenfaktoren k_{ax} bzw. k_{lat} - siehe ETA.



Schubverankerung von CLT-Wänden an Beton oder Stahl

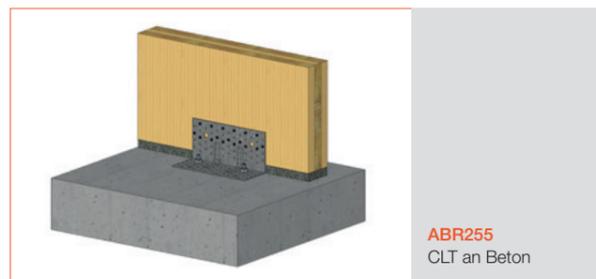
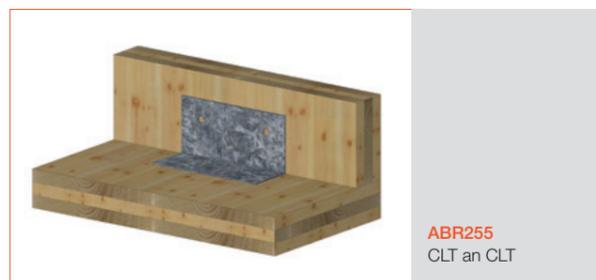
Verbinder für Schubbeanspruchung (F2/3) von CLT-Wänden unmittelbar auf CLT oder Beton aufgelagert für mittlere bis hohe Lastbereiche

Insbesondere bei größeren Gebäuden aus CLT kommt man ohne Verbinder mit hoher Schubtragfähigkeit kaum aus, gerade wenn aus architektonischen Gründen in den unteren Geschossen die Anzahl aussteifender Wände gering gehalten wird.

Eine Auswahl an unterschiedlichen, praxisnahen Ausnagelungsvarianten ermöglicht eine wirtschaftliche Lösung für jeden Anwendungsfall.

In diesem Anwendungsfall zeigt sich der ABR255 Winkelverbinder als die beste Wahl:

- Sowohl für Holz-Holz, als auch für Holz-Beton Anschlüsse geeignet
- Betonanschlüsse mit zwei Dübeln mit einem großen Abstand untereinander ausführbar
- Höhenausgleichsdicke bis 28mm möglich
- Sehr robust durch doppelte Innenrippe
- Hohe Tragfähigkeit
- Tragwerte für CLT-kompatible Nagelbilder sind in der ETA 06/0106 dokumentiert



Weitere Produkte für diesen Anwendungsfall sind AG922 und ACW155



i ABR255 Winkelverbinder eignen sich gut zur Aufnahme von hohen abhebenden und horizontalen Kräften.

Bemessungsbeispiele:

ABR255 → CLT an CLT

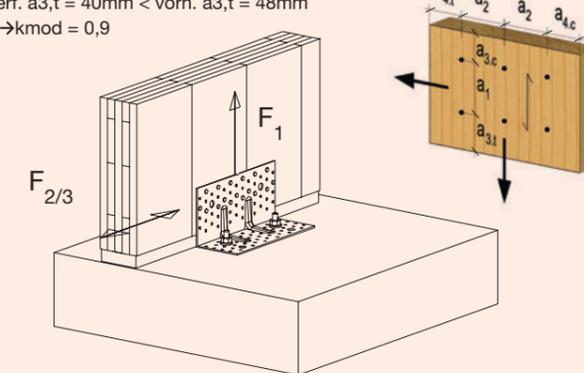
CLT-Wandtafel d=100 an CLT-Bodenplatte d=100, (5-lagig 20/20/20/20 ; Faserverlauf der Decklamellen: senkrecht)
 Gewählter Verbinder: 1 Stück ABR255, mit CNA4,0x60 Kammnägel => 3 Lamellen werden von den Nägeln erfasst.
 Mindestabstand bestimmt gewähltes Nagelbild 4 gemäß ETA: erf. a_{3,t} = 40mm < vorh. a_{3,t} = 48mm
 Belastung: F_{1,d} = 10,1 kN; F_{2,d} = 13,6 kN , NKL.2; KLED kurz → k_{mod} = 0,9
 Die Werte sind der ETA-06/0106 entnommen.

$$R_{1,k} = \min(18,1/k_{mod}0,4 ; 26,2/k_{mod}) = 18,9 \text{ kN}$$

$$R_{1,d} = 18,9 \times k_{mod}/\rightarrow M = 18,9 \times 0,9 / 1,3 = 13,08 \text{ kN}$$

$$R_{2,d} = 31,4 \times 0,9 / 1,3 = 21,74 \text{ kN}$$

$$\text{Nachweis: } \left(\frac{10,1}{13,08}\right)^2 + \left(\frac{13,6}{21,74}\right)^2 = 0,99 \leq 1,0 \rightarrow \text{OK}$$



ABR255 → CLT an Beton

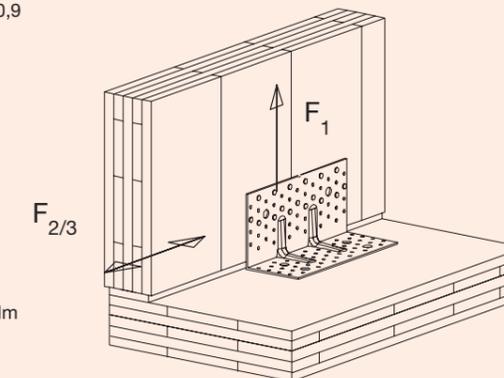
CLT-Wandtafel d=100 an Beton (5-lagig 20/20/20/20 ; Faserverlauf der Decklamellen: senkrecht)
 Gewählter Verbinder: 1 Stück ABR255
 Nagelbild 8: 17 Kammnägel CNA4,0x60 => 3 Lamellen werden von den Nägeln erfasst., 2 Bolzenanker Ø12; Randabstand 68mm
 Höhe der Mörtelschicht = 25mm → vorh. a_{3,t} = 68mm - 25mm = 43mm > 40mm = erf. a_{3,t}
 Belastung: F_{1,d} = 10,4 kN; F_{2,d} = 13,6 kN , NKL.2; KLED kurz → k_{mod} = 0,9
 Die Werte sind der ETA-06/0106 entnommen.

$$R_{1,d} = \min(27,3 ; 22 / k_{mod}) \times k_{mod}/\rightarrow M = 24,4 \times 0,9 / 1,3 = 16,9 \text{ kN}$$

$$R_{2,d} = \min(26,5 ; 57,6 / k_{mod}) \times k_{mod}/\rightarrow M = 26,5 \times 0,9 / 1,3 = 18,35 \text{ kN}$$

$$\text{Nachweis der Überlagerung: } \left(\frac{10,4}{16,9}\right)^2 + \left(\frac{13,6}{18,35}\right)^2 = 0,93 \leq 1,0 \rightarrow \text{OK}$$

Die Bolzengruppe muss separat nachgewiesen werden für:
 N_{S,d} = 8,5kN x 1,1 = 9,35kN ; V_{YS,d} = 9,2kN
 M_{YS,d} = 9,2kN x 0,02m = 0,18kNm ; M_{ZS,d} = 9,2kN x 0,038m = 0,35kNm
 Abstandsangaben zur Momentenberechnung der Bolzen sind in der ETA-06/0106 unter Tabelle D58-4.2 aufgeführt.





Schubverankerung von CLT-Wänden an Beton oder Stahl

Verbinder für Schubbeanspruchung (F2/3) von CLT-Wänden auf Schwelle oder kleiner Betonaufkantung aufgelagert für mittlere bis hohe Lastbereiche

Im Bereich des Übergangs von einer Beton- auf eine CLT-Konstruktion gibt es aus planerischen oder bauphysikalischen Gründen immer wieder Fälle, in denen die CLT-Wände auf Betonaufkantungungen oder Richtschwellen aus Vollholz aufgesetzt werden. Häufig kann es auch sinnvoll sein, eine solche Richtschwelle oder kleine Betonaufkantung (maximale Gesamthöhe 88 mm) statisch zu überbrücken. Für diesen Anwendungsfall wurde der Winkelverbinder ABR255SO entwickelt.

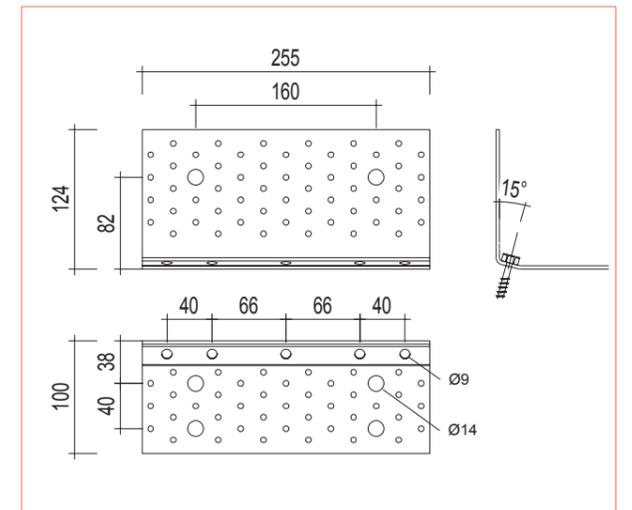
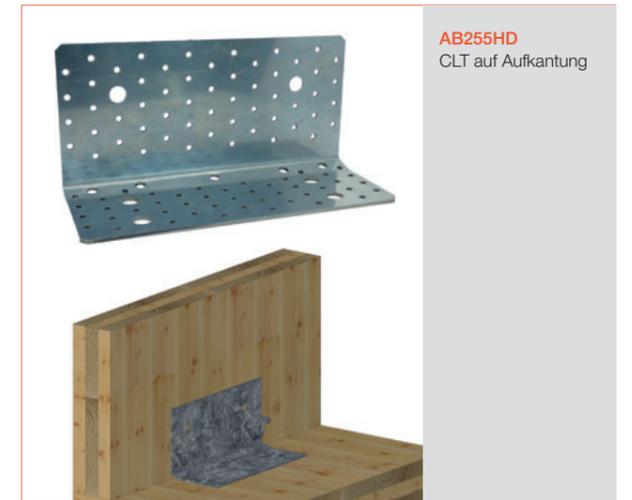
Wenn die Betonaufkantung höher ausgeführt werden muss, ist es unumgänglich, dass die CLT-Wand an der Aufkantung direkt angeschlossen wird. Wegen der unterschiedlichen, geometrischen Randbedingungen ist es schwierig eine Standardlösung für diesen Fall anzubieten.



Schubverankerung von CLT-Wänden an Beton oder Stahl

Verbinder für Schub- und Zugbeanspruchung von CLT-Wänden unmittelbar auf CLT-Decke gelagert für hohe Lastbereiche

Der AB255HD ist speziell für hochbelastete Wandbereiche konzipiert. Unmittelbar vor der Biegekante eingebrachte Schrauben Ø8 sorgen für eine extrem hohe Belastbarkeit. Um der Biegekante möglichst nahe zu kommen, werden die Schrauben Ø8 planmäßig unter einer Neigung von 15° eingebaut. Wichtig ist, dass die Schraubenköpfe plan auf dem Stahl aufliegen um eine exzentrische Belastung der Schraube zu vermeiden. Daher weist dieser Bereich des Winkelverbinders eine entsprechend geneigte Fläche auf.



Schubverankerung von CLT-Wänden an Beton oder Stahl

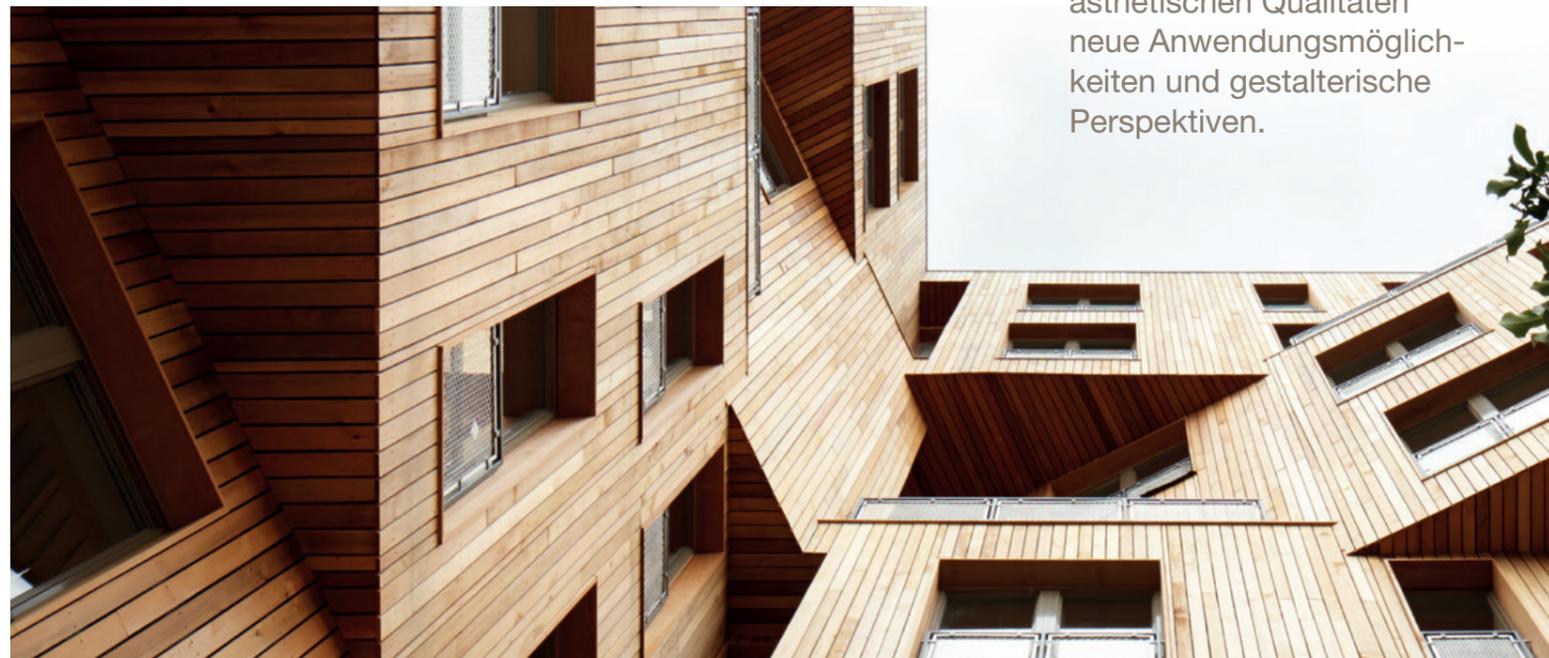
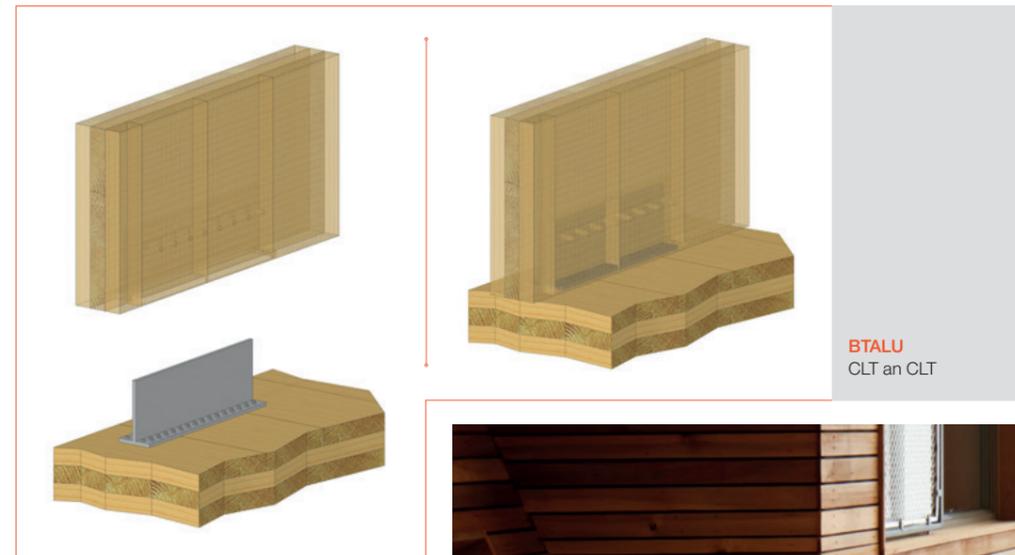
Verdeckte Verbinder zur Aufnahme von Schub- und Zugkräften

Verdeckt liegende Anschlüsse werden mit dem Balkenträger BTALU ausgeführt und für Holz-Holz-Anschlüsse verwendet.

Der BTALU wird auf der CLT oder BSH Deckenplatte an zuvor festgelegten und über die Wanddicke hinausgehenden genau markierten Stellen mit CNA Kammnägeln oder CSA Verbinderschrauben befestigt. Die hieran anzuschließende Wand weist eine entsprechende Aussparung auf der Unterseite auf. Der Schlitz zur Aufnahme des Balkenträgerstegs ist 7-8mm breit. Die Aussparung für den Flansch am Boden ist 70mm breit und 10mm tief.

In Wandlängsrichtung dürfen die Aussparungen in beiden Richtungen bis 20mm über die Nennlänge des Balkenträgers hinausreichen um beim Einheben und Platzieren des CLT-Wandelementes genügend Spielraum zu haben.

Nachdem das Wandelement ausgerichtet wurde, werden die Stabdübelbohrungen im Holz und im Aluminiumsteg im Nenndurchmesser der Stabdübel ausgeführt. Danach wird mit dem Einbringen der Stabdübel die Verbindung fertiggestellt. Bei Bedarf können die Stabdübel verpropft werden.



CLT-Elemente eröffnen durch ihre statischen sowie ästhetischen Qualitäten neue Anwendungsmöglichkeiten und gestalterische Perspektiven.

Bemessungsbeispiele:

BTALU → CLT an CLT

CLT-Wandtafel d = 100 (5-lagig 20/20/20/20/20 ; Faserverlauf der Decklamellen: senkrecht in F4-Richtung)
an CLT-Bodenplatte d = 120 (5-lagig 30/20/20/20/30 ; Faserverlauf der Decklamellen: senkrecht in F1-Richtung);
gewählter Verbinder: 1 Stück BTALU160
Nagelbild "4 row-column" gemäß ETA mit 4 Stk. Stabdübel Ø 10 x 120 und 32 Stk. CNA 4,0 x 60 Kammnägeln
Belastung: F1,d = 15,6 kN; F4,d = 8,3 kN , NKL.2; KLED kurz → k_{mod} = 0,9
Die Werte sind der ETA-07/0245 entnommen

$$R_{1,d} = R_{1,k} \times k_{mod} / \gamma_M$$

$$R_{1,k} \rightarrow \text{siehe ETA-07/0245, Tabelle 83} \rightarrow R_{1,k} = 40,5 \text{ kN}$$

$$R_{1,d} = 40,5 \times 0,9 / 1,3 = 28,04 \text{ kN}$$

$$R_{4,d} = R_{4,k} \times k_{mod} / \gamma_M$$

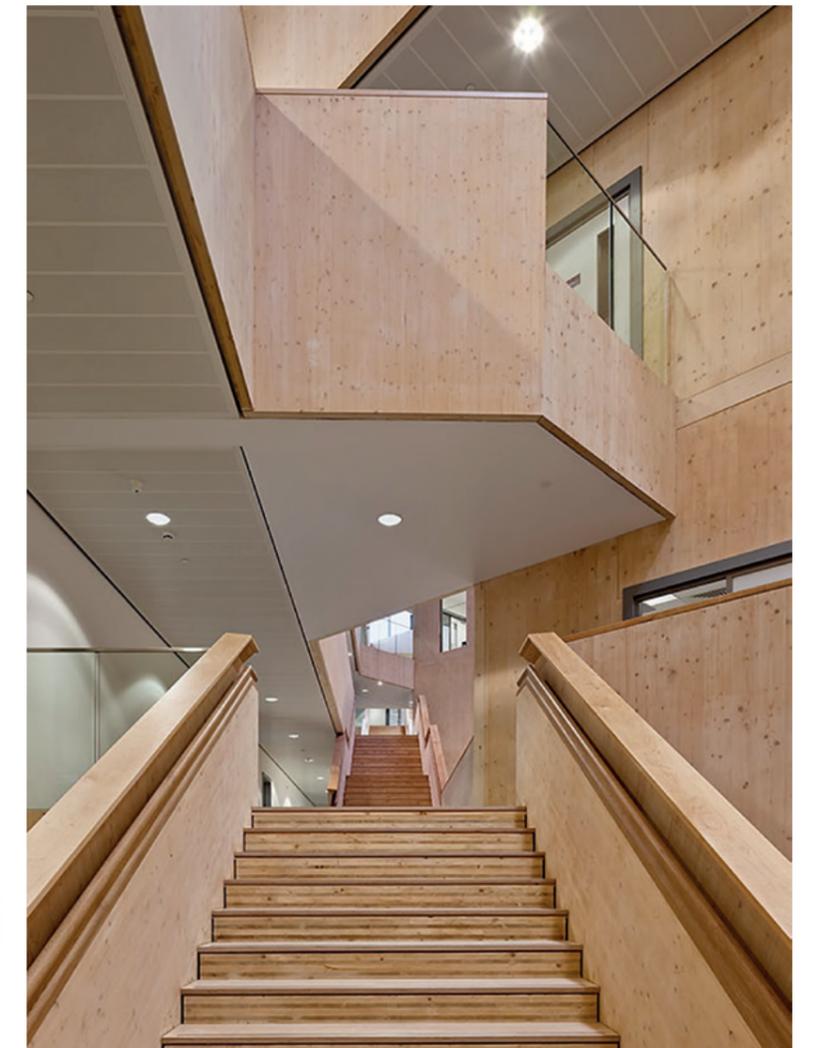
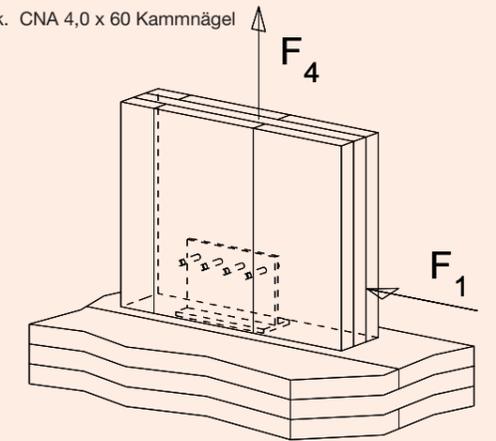
$$R_{4,k} \rightarrow \text{siehe ETA-07/0245, Berechnungsformel für Zugkraft}$$

$$R_{4,k} = \min(n_d \times F_{lat,SD,Rk} ; n_N \times F_{ax,Rk})$$

$$R_{4,k} = \min(4 \times 6,88 ; 32 \times 2,45) = 27,52 \text{ kN}$$

$$R_{4,d} = 27,52 \times 0,9 / 1,3 = 19,05 \text{ kN}$$

$$\text{Nachweis: } \left(\frac{15,6}{28,04} \right) + \left(\frac{8,3}{19,05} \right) = 0,99 \leq 1,0 \rightarrow \text{OK}$$



Schallgetrennte Wand-Decken-Verbindungen

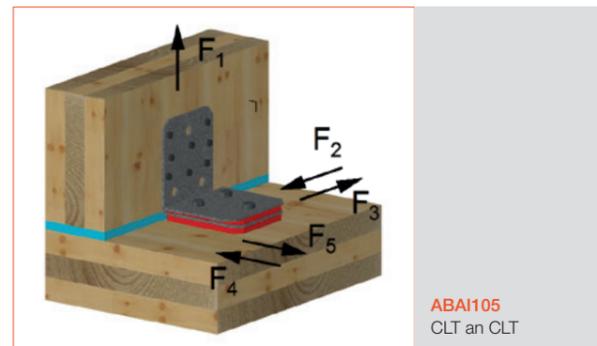
Mit CLT lassen sich relativ einfach Decken- und Wandaufbauten erstellen, die beim Bauteilnachweis den erhöhten Anforderungen des Schallschutzes genügen. Der schalltechnische Schwachpunkt ist die Flankenübertragung in den Wand-Decken-Knoten.

Zur Lösung dieses Detailproblems gibt es zwei Ansätze:

- 1 Zweischaliger Wandaufbau: Es wird raumseitig eine zweite, mit der CLT-Wand elastisch verbundene Schale aufgebracht, z.B. aus Gipskartonplatten mit einer aufwändigen Unterkonstruktion.
- 2 Unter den Wänden werden Schallschutzlager aus mindestens 12 mm dickem, geschäumtem Dämmmaterial eingebaut, deren Festigkeit auf die Streckenlasten der Wandtafeln abgestimmt sein muss.

Standardverbinder dürfen beim zweiten Ansatz weder zur Lastübertragung noch konstruktiv zum Einsatz kommen. Zum einen weil bei einem Standardverbinder eine Schallbrücke entsteht, zum anderen tritt wegen der Nachgiebigkeit der Schalldämmung eine ungünstige und unplanmäßige Überlastung der Verbinder unter Last auf. Simpson Strong-Tie® hat für diese Anwendung den speziellen Winkelverbinder ABAI105 entwickelt. Der ABAI105 überträgt Lasten ohne die schalltechnische Trennung von Decke und Wand zu stören und erlaubt dabei eine direkte Übertragung der vertikalen Lasten von der Wand auf die Decke.

Vergleicht man beide Lösungsansätze, so ist, die Ausführungskosten alleine betrachtet, die erste Variante leicht günstiger. Rechnet man jedoch den Verlust der Wohnfläche hierbei mit ein, ist die zweite Variante klar die vorteilhaftere Lösung. Simpson Strong-Tie® hat zum zweiten Ansatz eine separate Broschüre veröffentlicht die unter www.strongtie.eu zu finden ist. Wohngebäude mit PUR-Schalldämmung mit $t \geq 12\text{mm}$ sollten auf Grund der einhergehenden Verformungen in der Regel 4 Stockwerke nicht überschreiten. Eine genaue Ermittlung der Verformungen am individuellen Bauwerk kann eine erhöhte Stockwerksanzahl ermöglichen.



Bei CLT- (Brettsperrholz-) bauten, speziell im Wohnungsbau, sollte die Schallübertragung nach Möglichkeit vermieden werden. Darum muss die Schallübertragung an den entscheidenden Übergangsstellen wirkungsvoll unterbrochen werden.



Der ABAI105 ist ein Winkelverbinder, der für statisch tragende Verbindungen zwischen Wand- und Deckenelementen aus Brettsperrholz verwendet wird. Durch den besonderen Aufbau des ABAI wird ein statischer Anschluss der Holzteile, ohne Einbußen beim Schallschutz, ermöglicht.



CLT-Wände auf schalltechnisch nicht relevanten Lagern

Bisweilen werden CLT-Wände auf 5 bis 8 mm dicke, weiche Lagerstreifen unterschiedlichen Materials gestellt. Dies kann aus verschiedenen Gründen erfolgen, z.B. Toleranzausgleich, Winddichtigkeit, usw. In diesen Fällen gilt es die Elastizität des Lagermaterials bei der Auswahl der Verbinder ebenfalls zu berücksichtigen. Ansonsten würde auch hier, sobald zusätzliche Lasten nach dem Einbau der Verbinder auftreten, eine unplanmäßige Überbelastung der Verbinder erfolgen. Simpson Strong-Tie® bietet hierfür den ABR255 Winkelverbinder mit einer SIT Zwischenlage an. Dieser Verbinderaufbau ist für schalltechnisch relevante Anschlüsse wenig geeignet.

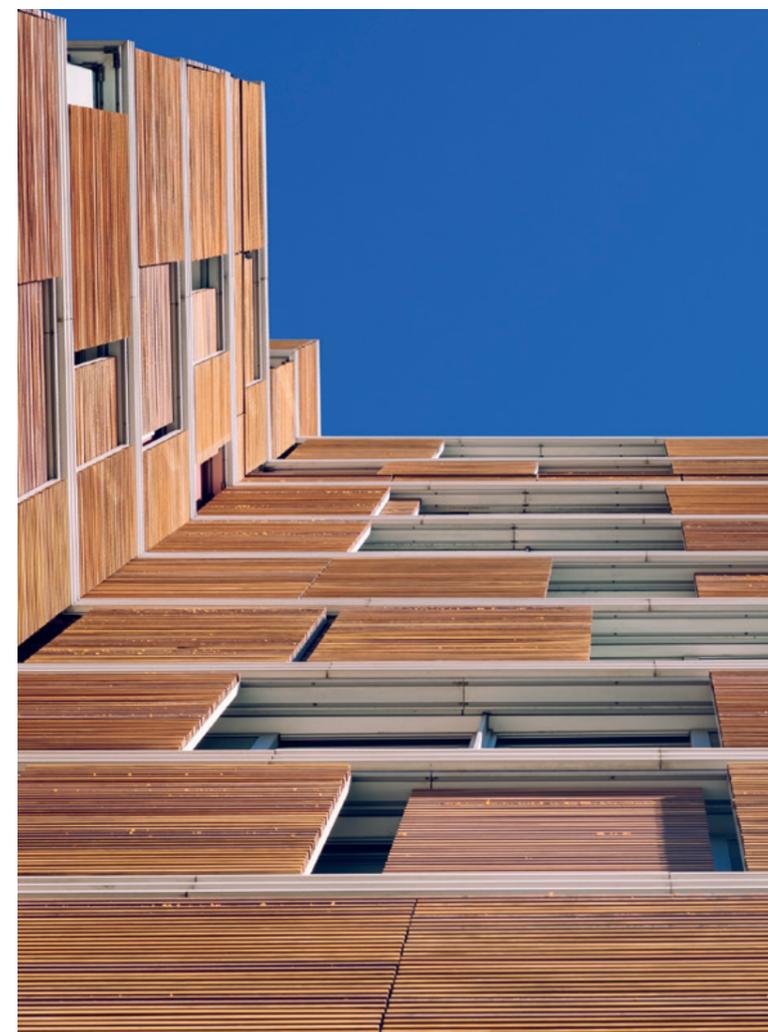
Der Einfluss der nicht-entkoppelten Verbindungsmittel ist gegenüber dem ABAI105 deutlich wahrnehmbar.



Zugverbindungen an Brettsperrholz-Wandenden

Zugverbindungen an CLT-Wandenden

Es lässt sich nahezu das gesamte Produktportfolio an Zugankern ohne Einschränkungen an CLT wie an Vollholz verwenden. Die Mindesteinschlagtiefen der Verbindungsmittel sind jedoch immer zu beachten. Bei großen Lasten kann das auf Seite 6 erwähnte Blockscherversagen einer Decklamelle bei CLT maßgebend werden, daher wird im Hochlastbereich die Anwendung der Zuganker HTT22E oder HTT31 nur zusammen mit ZYKLOP-Verbindern empfohlen.



Bemessungsbeispiele:

HTT22E mit Zyklus → CLT an Beton

Zuganschluss CLT-Wandtafel d = 100 (5-lagig 20/20/20/20/20 ; Faserverlauf der Decklamellen: senkrecht) an Beton
 Gewählter Verbinder: 1Stück HTT22E
 Anschluss mit 3 x ZYK10 + 5 x CSA5,0x80-DE im Holz und 1 x Bolzen Ø 16 im Beton
Es sind stets die 3 Langlöcher und die untersten 2 runden Löcher mitzuverwenden.
 Belastung: $F_{1,d} = 18 \text{ kN}$, NKL.2; KLED kurz → $k_{mod} = 0,9$

Die Werte sind der ETA-07/0285 entnommen.

$$R_{1,d} = R_{1,k} \times k_{mod} / \gamma_M$$

$$R_{1,k} = \min(R_{k,ZYK,d} / k_{mod} \times \gamma_M ; k_2 \times R_{ax,k} ; 47,6 / k_{mod})$$

$$R_{k,ZYK,d} = 21,2 \text{ kN} - \text{siehe Nebenrechnung}$$

$$R_{ax,k} = 4,08 \text{ kN} \rightarrow \text{Bemessung CSA5,0x80-DE nach [1] Forschungsbericht Blaß \& Uibel}$$

$$R_{1,k} = \min((18,4 / 0,9 \times 1,3) ; 43,2 \times 4,08 ; 47,6 / 0,9) = 26,6 \text{ kN}$$

$$R_{1,d} = 26,6 \times 0,9 / 1,3 = 18,4 \text{ kN}$$

Nebenrechnung:

$$n = 3 ; R_{k,ZYK,d} = R_d \rightarrow \text{Bemessung Zyklus gemäß ETA-07/0317: 3 x ZYK10 + Schraube SSTØ6x200}$$

$$R_d = \min(R_{k,ZYK} \times n \times k_{mod} / \gamma_M ; R_{ax,d,Screw} \times \cos \alpha \times n_{ef})$$

$$R_{k,ZYK} = 10,8 \text{ kN} \text{ (siehe Tabelle 6 - ETA-07/0317)}$$

$$R_{ax,d,Screw} = R_{ax,k,Screw} \times k_{mod} / \gamma_M \rightarrow \text{Bemessung Schraube SSTØ6x200 nach [1] ; mit } \alpha = \epsilon = 30^\circ$$

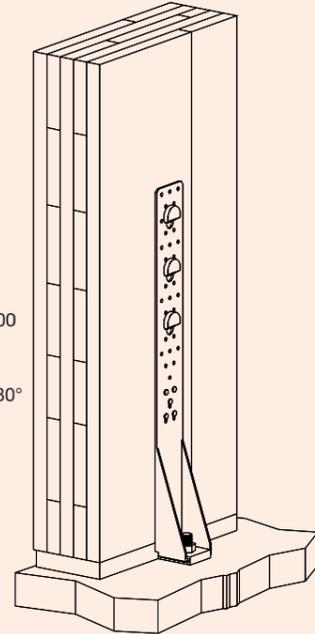
$$R_{ax,k,Screw} = (31 \times d^{0,8} \times l^{0,9}) / (1,35 \times \cos^2 \epsilon + \sin^2 \epsilon) = 11,41 \text{ kN}$$

$$R_{ax,d,Screw} = 11,41 \times 0,9 / 1,3 = 7,9 \text{ kN}$$

$$R_d = \min(10,8 \times 3 \times 0,9 / 1,3 ; 7,9 \times \cos 30^\circ \times 3 / 0,9) = \min(22,4 ; 18,4) = 18,4 \text{ kN}$$

Nachweis: $\frac{18}{18,4} = 0,98 \leq 1,0 \rightarrow \text{OK}$

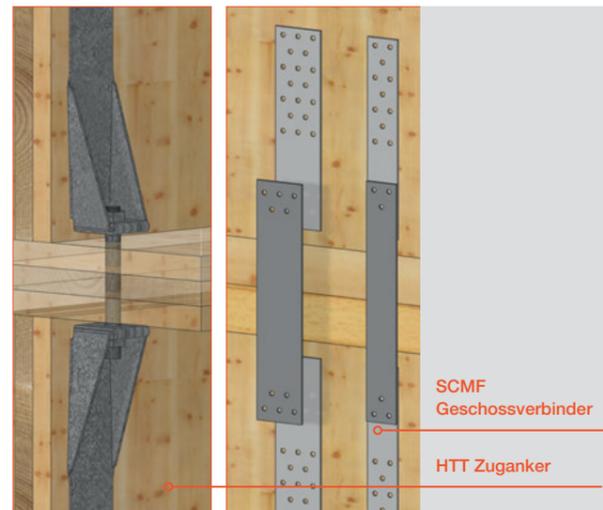
Der Bolzen muss separat nachgewiesen werden für:
 $F_{1,d} = 18 \text{ kN}$



Zugverbindungen von Wandtafeln untereinander

Zugverbindungen von Wandtafeln untereinander

Müssen an CLT-Wandenden Zugkräfte stockwerkweise übertragen werden, kann das zum einen mit Zugankern (Typenreihe HTT oder AKR) erfolgen, die mit Gewindestangen und selbstsichernden Muttern gekoppelt sind, oder zum anderen mit SCMF-Geschossverbindern aus dem Bereich der zweiteiligen Zuganker. Der SCMF trägt weniger auf und kann, wenn nötig in einer Fräsung versenkt werden. (Siehe ETA07/0285)



SSH Schrauben – zur konstruktiven Verbindung von CLT Elementen mittels Holzverbindern

Der konische Unterkopfbereich der SSH-Schrauben gewährleistet eine passgenaue Verbindung beim Anschluss an Stahlbleche. Die Typ17 Schneidspitze vermindert die Gefahr des Holzaufspaltens, der Reibschaff und die Gewindezahnung erleichtern das Einbringen der Schraube. SSH Schrauben können mit zwei unterschiedlichen Antriebsarten, nämlich mit Innensechsrund und Sechskant, eingedreht werden. SSH-Schrauben sind mit einer wesentlich höheren Tragfähigkeit eine gute Alternative zu Schlüsselschrauben. Die Wahlmöglichkeit zwischen den beiden Antriebsarten sorgt für Flexibilität auf der Baustelle. Durch die Schneidspitze erreicht man ein gutes Ansetzen im Holz bei einem gleichzeitig geringeren Eindrehwiderstand als bei Schlüsselschrauben. Bei entsprechenden Randabständen kann auf ein Vorbohren verzichtet werden. Mithilfe der SSH-Schrauben werden zusammen mit passenden Holzverbindern robuste, konstruktive Verbindungen schnell hergestellt.

