

HOLZ-BETON-VERBUNDDECKEN KONSTRUKTIVSARIANTEN UND BEMESSUNG



INHALTSVERZEICHNIS

Allgemeine Anforderungen an die Konstruktionen

Anforderungen an den Schallschutz	Seite 4
Einfluss der HBV-Decke auf diese Eigenschaften	Seite 4
Anforderungen an den Brandschutz	Seite 4

Holz-Beton-Verbundwirkung mittels Schrauben

Wirkungsweise des Holz-Beton-Verbundes mittels Schrauben	Seite 5
Anordnung der Schrauben unter 90° zur Scherfuge	Seite 5
Anordnung der Schrauben unter einem Winkel von 30° oder 45° zur Scherfuge in Richtung der Scherkraft	Seite 5
Montage der Holz-Beton-Verbunddecke mit Schrauben	Seite 6

FT-Verbinder – Ein erweitertes Schraubensystem

Wirkungsweise des FT-Verbinders	Seite 7
Montage des FT-Verbinders	Seite 8

Bemessung

Unterschiedliches Kriech- und Schwindverhalten der Materialien	Seite 12
Reduktion des Betonquerschnittes – Beton im Zustand II	Seite 13
Aussteifung	Seite 13
Gebrauchstauglichkeit	Seite 13
Brandschutz	Seite 13
Vergleich von HBV-Decken mit Stahlbetondecken	Seite 13

Zusammenfassung

Zusammenfassung	Seite 16
Produkt und Zulassung	Seite 17
Software/ Bemessungshilfen	Seite 17

INHALTSVERZEICHNIS

Details

Was bei der Planung zu berücksichtigen ist	Seite 18
Fixieren der FT-Verbinder auf die Schalungsplatte oder auf eingelegte Holzlatten während der Fertigung der Betonfertigteilelemente von >7cm	Seite 18
Beispielhafte Anordnung der ASSY® 3.0 SK Schrauben zum Zusammenzug des trockenen Fertigteilelementes mit einem Brettsperrholzelement	Seite 19
Zusammenführung der einzelnen Planungskomponenten bei Holz-Beton-Verbunddecken mit Betonfertigteilen	Seite 21
Transport der Betonfertigteile	Seite 22
Beispiel für ein Kopplungsdetail von trockenen Betonfertigteilelementen in Querrichtung	Seite 23
Mindestrandabstand des FT-Verbinders zur Seitenkante des Betonfertigteilelementes und Überdeckung	Seite 24
Auslegung der Gebrauchstauglichkeit	Seite 25

Durchgeführte Bauten

Seite 26

Quellen

Seite 31

HOLZ-BETON-VERBUNDECKEN

Allgemeine Anforderungen an die Konstruktionen

Die Realisierung von weit gespannten, leichten Konstruktionen, ist mit den im Holzbau zur Verfügung stehenden Materialien und Dimensionen problemlos zu realisieren. Neben der Tragfähigkeit der Konstruktionen haben Eigenschaften, die das Wohn- bzw. Nutzungsempfinden beeinflussen eine sehr hohe Bedeutung. Die Anforderungen an diese Eigenschaften müssen bereits in einem frühen Stadium der Planung festgelegt werden und haben einen maßgeblichen Einfluss auf die zu wählende Konstruktion.

Speziell dem Holzbau gegenüber existiert ein besonders kritisches Empfinden in Bezug auf die oben genannten Eigenschaften. Deshalb müssen den Nutzern für Deckenkonstruktionen eine Auswahl an effektiven und kostengünstigen Lösungen zur Verfügung gestellt werden, die die Anforderungen an den Brandschutz und den Schallschutz erfüllen und die ein gutmütiges Schwingverhalten aufweisen.

Anforderungen an den Schallschutz

Eine wichtige bauphysikalische Größe für Deckenkonstruktionen ist der Schallschutz. Dieser wird bei Decken maßgeblich durch deren Aufbau, d.h. durch Schichtfolge beeinflusst. In der Regel besteht der Aufbau aus einem Belag, einem schwimmenden Estrich und einer Trittschalldämmung. Die einzelnen Schichten bilden dabei mit der Konstruktion ein Masse-Feder-Masse-System. Die Trittschalldämmung wirkt dabei zwischen Estrich und Konstruktion wie eine Feder.

Zusätzliche, massige Schichten verbessern kontinuierlich und signifikant die schalltechnischen Eigenschaften von Holzdecken. Dennoch sind Holzbalken- und Massivholzdecken mit entsprechender Beschwerung deutlich leichter als entsprechende Stahlbetondecken. In Kombination mit Trittschalldämmungen, die eine niedrige dynamische Steifigkeit aufweisen, führt die Beschwerung der Decken zu besseren Eigenschaften bei Frequenzen oberhalb der Resonanzfrequenz. Bei tiefen Frequenzen zeigen diese Faktoren keine Auswirkungen.

Eine Verklebung der Masse mit der Holzdecke führt zwar zu einer höheren Steifigkeit, damit aber auch zu einer schlechteren Schalldämmung im Vergleich zu geschraubten Systemen.

Einfluss der HBV-Decke auf diese Eigenschaften

Im Gegensatz zu Schüttungen und Beschwerungen ist die Betonplatte nicht nur eine zusätzliche Schicht zur Erhöhung der Masse. Der Verbund der Betonplatte mit der Unterkonstruktion mittels Schrauben ist ausreichend steif um die Gesamtsteifigkeit der Konstruktion deutlich zu erhöhen, gleichzeitig ist diese Verbindung ausreichend duktil, um die Schwingungen etwas zu federn.

Anforderungen an den Brandschutz

Durch die Novellierung der länderspezifischen Bauvorschriften, können Gebäude bis acht Geschosse vollständig in Holz gebaut werden. Dadurch entstehen erhöhte Anforderungen an den Feuerwiderstand der einzelnen Bauteile.

Sofern die Decken nicht durch entsprechende Feuerschutz-Verkleidungen geschützt werden, kann der Nachweis der Bauteile für die geforderte Feuerwiderstandsdauer entsprechend der Anforderungen nach EN 1992-1-2 und EN 1995-1-2 erbracht werden. Feuerwiderstandsdauern von R190 und mehr können rechnerisch nachgewiesen werden.

HOLZ-BETON-VERBUNDECKEN

Holz-Beton-Verbundwirkung mittels Schrauben

Zur schubsteifen Kopplung der Betonplatte mit der Holzunterkonstruktion sind auf dem Markt unterschiedliche Systeme verfügbar, die zum Teil über eine Europäische technische Zulassung verfügen. Bei den unterschiedlichen Systemen kann folgende Differenzierung getroffen werden:

- ⇒ Kopplung mittels Verbindungsmittel - die Übertragung der Schubkräfte erfolgt über axial oder lateral beanspruchte Verbindungsmittel (z.B. Schrauben, eingeklebte Lochbleche,...).
- ⇒ Kopplung mittels Passform (Fräsungen im Holz, die beim betonieren mit Beton ausgegossen werden), wobei die Schubkräfte über Kontakt übertragen werden.

Die Wahl der Schubverbinder zur Kopplung der Betonplatte mit der Holzunterkonstruktion ist von mehreren Faktoren abhängig.

Eine Holz-Beton-Verbundverbindung durch Holzbauschrauben zeichnet sich dabei besonders durch deren leichte und einfache Verarbeitung aus. Für deren Verarbeitung bzw. Anwendung werden keine besonderen Anforderungen an das Personal und die Materialien gestellt. Bei den für Holz-Beton-Verbund Konstruktionen zugelassenen Schrauben handelt es sich entweder um Spezialschrauben, die ausschließlich für diesen Anwendungsfall zugelassen sind, oderwie im Fall der ASSY plus VG Vollgewindeschraube um Standardschrauben, die universell eingesetzt werden können.

Wirkungsweise des Holz-Beton-Verbundes mittels Schrauben

Schrauben als Schubverbinder können in Verbundkonstruktionen planmäßig lateral oder axial beansprucht werden. Die Ausrichtung der Schraube in Bezug auf die Scherfuge ist dabei maßgeblich für die Beanspruchungsvariante.

Anordnung der Schrauben unter 90° zur Scherfuge

Senkrecht zur Scherfuge angeordnete Schrauben werden auf Abscheren beansprucht. Solche Verbindungen haben eine vergleichsweise geringe Tragfähigkeit und Steifigkeit. Unter dem Aspekt der Wirtschaftlichkeit sollte diese Art der Schraubenanordnung nur in Ausnahmesituationen zum Einsatz kommen (z. B. bei geringem oder nur konstruktivem Verbund) oder in Kombination in Bereichen bei denen mangels Platzgründen eine schräge Montage der Schraube nicht möglich ist.

Anordnung der Schrauben unter einem Winkel von 30° oder 45° zur Scherfuge in Richtung der Scherkraft

Aufgrund der sehr hohen Tragfähigkeit und Steifigkeit axial beanspruchter Schrauben, sollten diese schräg, in einem möglichst flachen Winkel zur Scherkraft angeordnet werden. Bei dieser Anordnung wird die Kraft in zwei resultierende Lastkomponenten aufgeteilt. Ein Anteil der Kraft wirkt in Richtung der Schraubenachse und beansprucht die Schraube auf Zug. Die dazu korrespondierende Kraft wirkt senkrecht zur Scherfuge. Diese Kraftkomponente wird über Kontakt zwischen Beton und Holz übertragen und presst dabei die Betonplatte auf die Unterkonstruktion.

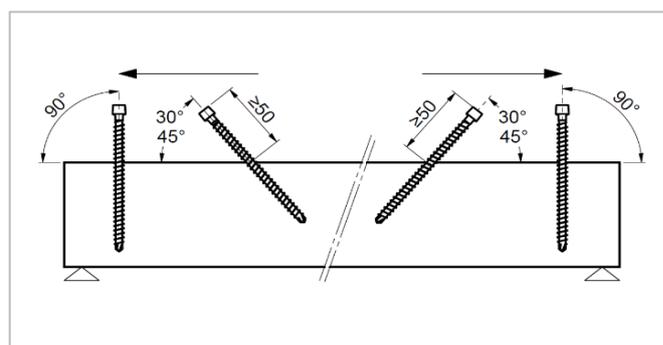


Abb. 1: Anordnung ASSY® plus VG Schrauben

HOLZ-BETON-VERBUNDDECKEN

Bei einer paar- und kreuzweisen Anordnung der Schrauben, wird die Scherkraft in zwei Lastkomponenten aufgeteilt, welche durch die beiden Schrauben der Schraubenkreuze aufgenommen werden. Dabei wird je eine der Schrauben auf Zug, die andere auf Druck beansprucht. Eine positiv wirkende Anpresskraft kann sich bei dieser Anordnung nicht ausbilden.

Bei der Montage der Schrauben werden diese so in die Holzkonstruktion eingeschraubt, dass deren Schraubenkopf in ausreichender Länge ($\geq 50\text{mm}$) in den Beton ragt. Der Beton ummantelt bei der fertigen Verbundkonstruktion die Schraube. Die Last aus der Schraube wird über Kontakt unterhalb des Schraubenkopfes bzw. über die Gewindeflanken oder Profilierungen in den Beton eingeleitet.

In Abhängigkeit von der gewählten Schraube, deren Länge bzw. der gewählten Verbindungsvariante, erfolgt die Bemessung der Verbundschraube über die Ausziehtragfähigkeit der Schraube oder über deren Abreißtragfähigkeit (Stahlversagen). Mit zunehmender Verankerungslänge der Schraube im Holzuntergrund steigt deren Auszieh Widerstand und die Steifigkeit der Verbindung. Mit entsprechende Wahl der Schraubenlänge und -Anordnung lassen sich Materialeinsatz und Montagezeit optimieren.



Abb. 2: Zum setzen vorbereitete ASSY plus VG Ø 8mm Zylinderkopfschrauben



Abb. 3: Doppelreihig gesetzte ASSY plus VG Ø 8mm

Die Bohrspitze der Schrauben verringert die Spaltwirkung im Vergleich zu anderen Verbindungsmitteln. Aus diesem Grund dürfen für Schrauben Würth ASSY plus VG sehr kleine Abstände rechtwinklig zur Faser gewählt werden (Randabstand $3d$, Achsabstand $2,5d$). Für das Einbringen der Schrauben in Eiche muss dieses entsprechend den Vorgaben der ETA-11/0190, Tabelle 1 vorgebohrt werden.

Montage der Holz-Beton-Verbunddecke mit Schrauben

Für die Montage bzw. Herstellung der Verbunddecken mit Schrauben ergeben sich zwei Möglichkeiten:

1. Die Schrauben werden in die vorhandene oder vormontierte Holzkonstruktion (Balken oder Massivholzelemente) geschraubt. Bei der Verschraubung auf Balken muss zur Aufnahme des Betons eine Schalung oder dergleichen vorhanden sein. Bei der Verschraubung ist der in der Zulassung vorgegebene Winkelbereich einzuhalten. Es empfiehlt sich hierbei die Verwendung einer Schraubenschablone. Während der Planung sollten zur Sicherstellung der Verschraubbarkeit vorhandene aufgehende Bauteile berücksichtigt werden. Zwischen Holz bzw. Schalung und der Betonschicht muss eine Folie zum Schutz des Holzes vor der Feuchtigkeit aus dem nassen Beton angeordnet werden. Anschließend wird der Beton eingebracht. Um dauerhafte Verformungen durch die Montagelasten (Nassbeton) zu vermeiden, muss die Konstruktion für die Dauer der Betonaushärtung (in der Regel 28 Tage) abgestützt werden. Eine Zwischenlagerung von hohen Lasten auf der Verbunddecke während der Abtrocknungsphase des Betons ist zu vermeiden.

HINWEIS: Es handelt sich hier um Planungshilfen. Die Werte sind durch autorisierte Personen im Projektfall zu bemessen.

HOLZ-BETON-VERBUNDECKEN

2. Für Neubauten können die Decken elementweise vorgefertigt werden. Hierzu werden die Schrauben in einem ersten Schritt in die Holzbalken/-platten eingeschraubt. Die Balken werden anschließend umgekehrt in das Schalbett getaucht, so dass die Schrauben gerade vollständig im Beton versinken. Die Balken müssen bis zum Aushärten des Betons in dieser Position verbleiben. Anschließend können die Elemente in einem Stück auf die Baustelle transportiert und montiert werden. Diese Variante setzt ein exaktes Arbeiten bei der Vormontage der Holzkonstruktion und bei der Herstellung der Deckenelemente voraus. Schon kleine Maßabweichungen können zu Montageschwierigkeiten auf der Baustelle führen.

FT-Verbinder – Ein erweitertes Schraubensystem

Mit dem seit 2012 verfügbaren FT-Verbinder steht ein Schubverbinder für Holz-Beton-Verbund Konstruktionen zur Verfügung, durch den sich eine hohe Tragfähigkeit mit einem hohem Vorfertigungsgrad kombinieren lässt. Für die Vorfertigung kann auf die vorhandene Infrastruktur der Stahlbeton-Fertigteilindustrie zurückgegriffen werden. Die Betonplatten können in den Dicken von 7 cm bis 12 cm zum ausgeführt werden.

Wirkungsweise des FT-Verbinders

Eine kopfseitig angeordnete Stahlplatte/Unterlegscheibe, ein flacher Einschraubwinkel und eine hohe Tragfähigkeit der zum Einsatz kommenden Würth Vollgewindeschraube (ASSY® plus VG), führen bei diesem Schubverbinder zu einer sehr hohen Schubkraftübertragung bei entsprechend hoher Steifigkeit.



Abb. 4 - 5: FT-Verbinder

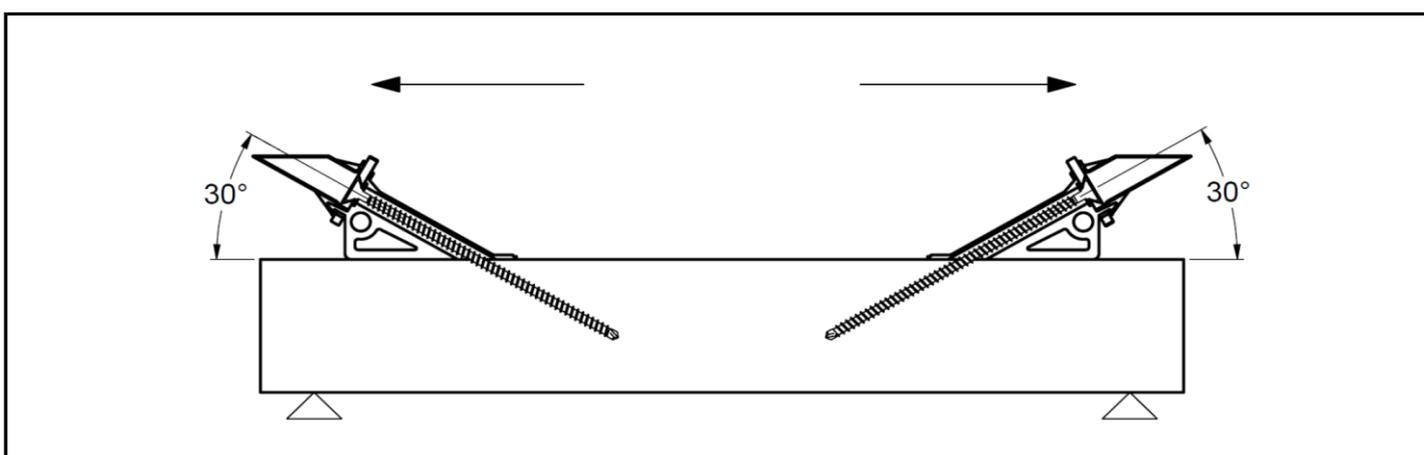


Abb. 6: Anordnung von ASSY® plus VG-Schrauben und FT-Verbindern

HINWEIS: Es handelt sich hier um Planungshilfen. Die Werte sind durch autorisierte Personen im Projektfall zu bemessen.

HOLZ-BETON-VERBUNDECKEN

Dabei gibt der Beton seine Last über Pressung an die Stahlplatte ab. Diese überträgt die Kraft in den Schraubenkopf der Würth ASSY® plus VG Vollgewindeschraube, die wiederum im darunter liegenden Holz verankert ist. Die aus der Lastumlenkung resultierende Kraft wirkt rechtwinklig zur Bauteilfuge und erzeugt einen Anpressdruck, der den Reibwiderstand zwischen Beton und Holz erhöht.

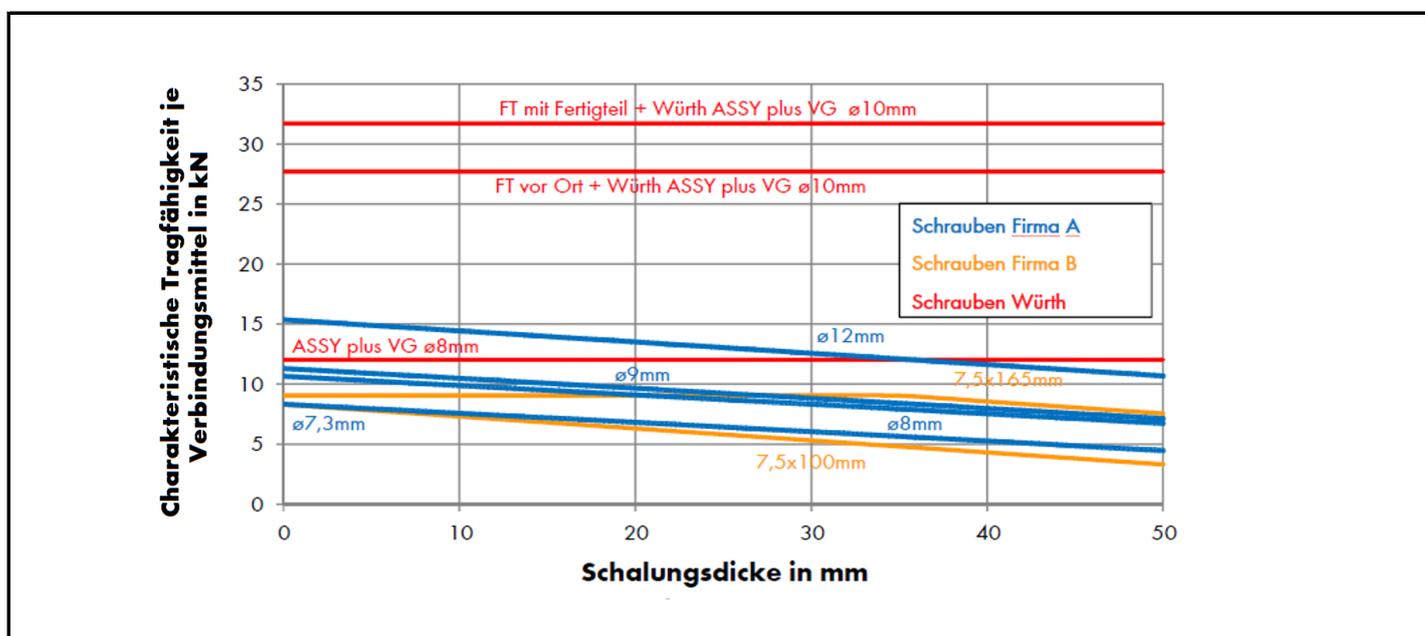


Abb. 7: Tragfähigkeiten verschiedener HBV-Schubverbinder (Schraubensysteme)

(1) FT-Verbinder in vorgefertigten Betonplatten

Während bei den „herkömmlichen“ Systemen immer der nasse Beton auf die Holzkonstruktion aufgebracht werden muss, bietet dieses System die Möglichkeit, die Betonplatte getrennt vom Holzbau vorzufertigen. Die **vorgefertigten Betonplatten** werden, wie man es vom Massivbau kennt, auf die Baustelle transportiert, dort auf der Holzkonstruktion verlegt und mit dieser nachträglich vor Ort verschraubt. Der nachträgliche Verbund zwischen Beton und Holzkonstruktion stellt sich unmittelbar mit dem Setzen der Schrauben ein, wobei das Verschrauben der Betonelemente mit der Unterkonstruktion auch zu einem späteren Zeitpunkt erfolgen kann. Aufwändiges Abstützen der Deckenkonstruktion bis zum Abbinden des Betons kann je nach Anforderungen vollständig entfallen.



Abb. 8: FT-Verbinder bei der Herstellung der Betonfertigteile

HOLZ-BETON-VERBUNDECKEN

Zur Sicherstellung des Kontaktschlusses zwischen Betonplatte und Holz, sollten zusätzlich konstruktiv, senkrechte Teilgewindeschrauben ASSY 3.0 SK $\varnothing = 10\text{mm}$ (z.B. in den Viertelpunkten) angeordnet werden.

Mit der Montage der weiteren Konstruktion kann unmittelbar fortgefahren werden. Aushärtungs- und Trocknungszeiten entfallen. Durch die Vorfertigung der Elemente kommt es zu keinem Feuchtigkeitseintrag und zu keiner Verschmutzung der Holzbauteile durch Wasserausscheidungen des Betons.

Eine Trennlage zum Schutz des Holzes ist nicht erforderlich. Transport- und Montagekosten sowie die Bauzeiten lassen sich durch den hohen Vorfertigungsgrad drastisch reduzieren. Bei entsprechender Qualität kann die Unterseite der Betonplatten sichtbar bleiben. Mit Holz-Beton-Verbunddecken, bei denen die Betonplatten vorgefertigt wurden, lassen sich mit kurzer Montagezeit, optisch ansprechende und weit gespannte Holzbalkendecken in Sichtqualität realisieren.

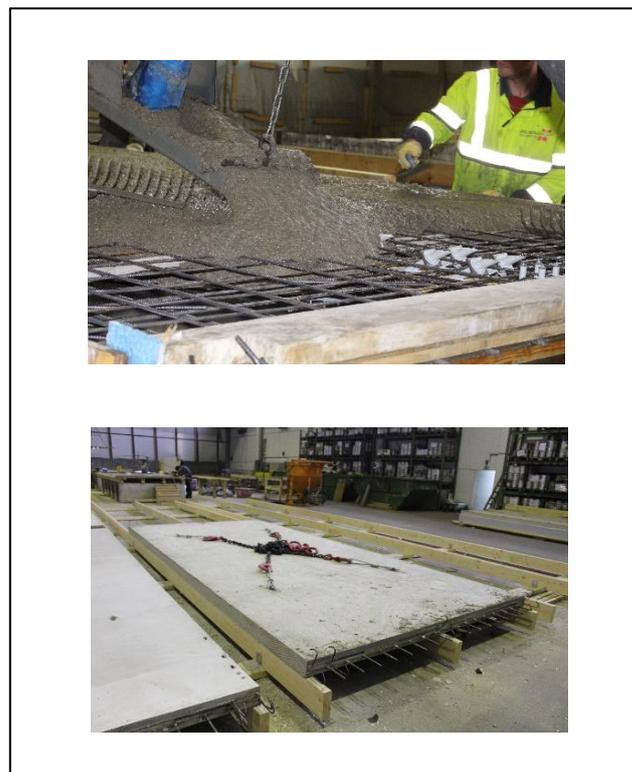


Abb. 9-10: Werksseitige Herstellung von Betonfertigteilelementen mit integrierten FT-Verbindern

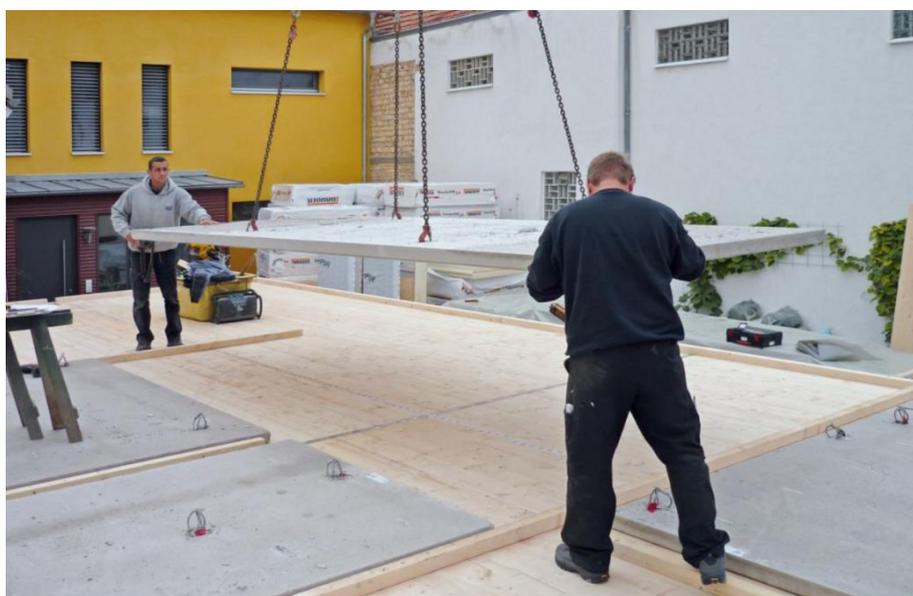


Abb. 11: Verlegung von Betonfertigteilelementen mit integrierten FT-Verbindern auf Brettsperrholz

HINWEIS: Es handelt sich hier um Planungshilfen. Die Werte sind durch autorisierte Personen im Projektfall zu bemessen.

HOLZ-BETON-VERBUNDECKEN

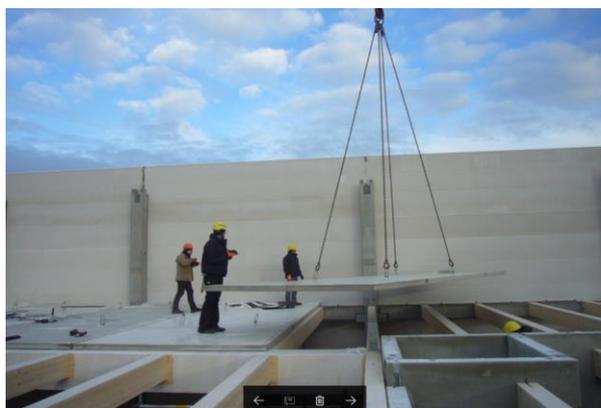


Abb. 12-13: Verlegung von Betonfertigteilelementen (sichtbare Unterdecke mit integrierten FT-Verbindern auf einer Balkenlage)

Zur Verschraubung der vorgefertigten Betonfertigteilelemente wird die Verwendung eines 110mm AW 50 Bits empfohlen.



Abb. 14: Verschraubung der ASSY plus VG Schrauben

(2) FT-Verbinder in Kombination mit Ortbeton

Alternativ kann der FT-Verbinder auch „konventionell“ für den Verguss mit Nassbeton vor Ort zum Einsatz kommen. Bei beiden Verfahren kann durch die Kombination der entsprechenden Bauteilquerschnitte, Materialgüten und durch die hohe Tragfähigkeit der FT-Verbinder bereits mit wenigen Schubverbindern eine hohe Verbundtragfähigkeit erreicht werden.

Die Vorteile bei der Montage (Geschwindigkeit) ergeben sich aus dem folgenden Flussdiagramm, das den Montageablauf der beiden Varianten veranschaulicht.



Abb. 15: Verlegung von FT-Verbindern zur Verguss mit Nassbeton auf Brettsperholz

HOLZ-BETON-VERBUNDDECKEN

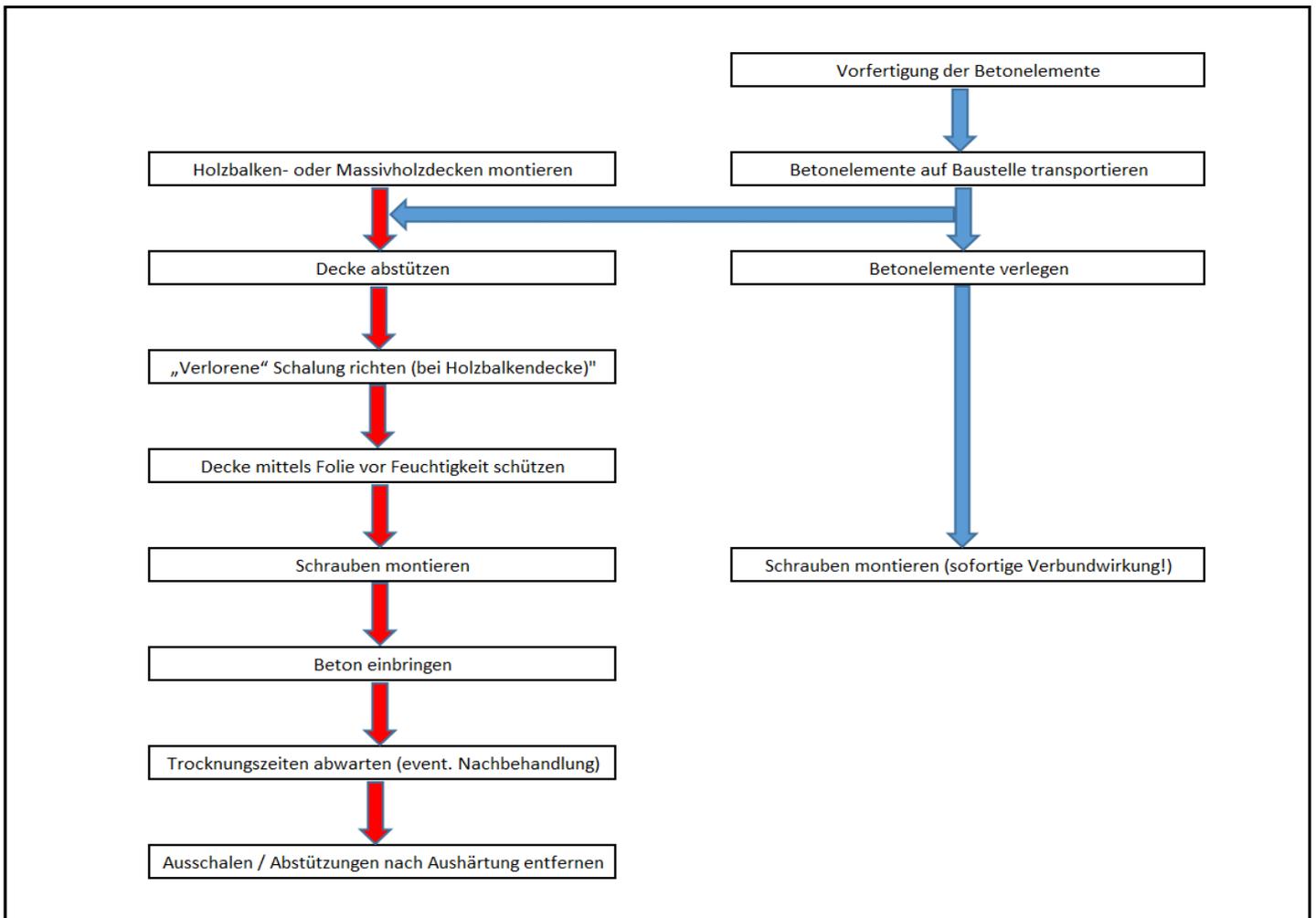


Abb. 16: Montageablauf konventioneller, „nass“ montierter (links), und vorgefertigter „trocken“ montierter Holz-Beton-Verbunddecken

In der Praxis empfiehlt sich eine kurze Pilotbohrung. Bei großen Deckenflächen haben sich individuelle Setzschablonen bereits mehrfach bewährt.

HOLZ-BETON-VERBUNDECKEN

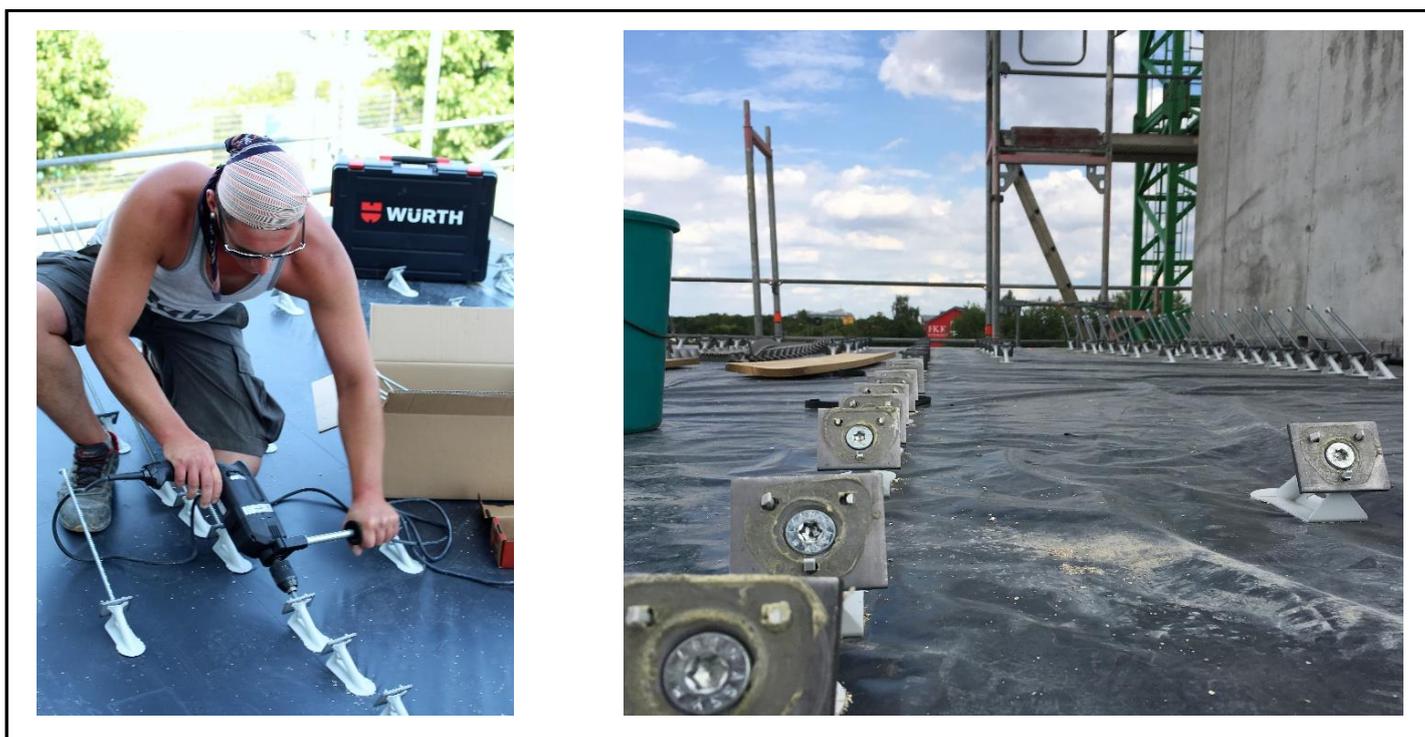


Abb. 17-18: Montage der FT-Verbinder bei einer Vor-Ort Betonierung

Bemessung

Für die Berechnung der Schnittkräfte stehen verschiedene praxistaugliche Rechenmodelle zur Auswahl. Neben dem in der EN1995-1-1 vorgeschlagenen Rechenverfahren für „nachgiebig verbundene Biegestäbe“ kann eine Bemessung ebenso mit einem Stabwerkmodell, nach der Schubanalogie, dem Verfahren der finiten Differenzen etc. erfolgen.

Bei der Bemessung von HBV-Decken gilt es zudem unterschiedliche, wichtige Einflussfaktoren zu berücksichtigen:

Unterschiedliches Kriech- und Schwindverhalten der Materialien

Hierzu erfolgt die Untersuchung der Spannungs- und Verformungsverhältnisse zu Beginn der Nutzung ($t = 0$) und zu einem Zeitpunkt der die gesamte geplante Lebensdauer der Tragwerkes erfasst ($t = \infty$). Das unterschiedliche Kriechverhalten wird dabei durch eine entsprechend materialdifferenzierte Reduktion der Steifigkeitsparameter berücksichtigt.

Der Betonschwind wird durch den Ansatz einer zusätzlichen äußeren Last simuliert. Dies kann beim Einsatz der FT-Verbinder mit vorgefertigten Betonplatten entfallen da das Schwinden des Betons zum Zeitpunkt der Montage größtenteils abgeschlossen ist.

HOLZ-BETON-VERBUNDECKEN

Reduktion des Betonquerschnittes – Beton im Zustand II

Auf die Betonplatte wirken in Abhängigkeit der Geometrie, der Einwirkungen, der Querschnittsabmessungen und des statischen Systems sowohl Biegemomente als auch Normalkräfte (beim Einfeldträger nur Druckkräfte) ein. Sofern die Zugspannungen aus dem Biegemoment durch die Normalkräfte nicht überdrückt werden und dabei das kritische Moment überschritten wird (Überschreitung der Zugfestigkeit des Betons), kommt es zur Rissbildung im Beton, das heißt Übergang vom Zustand I zu Zustand II des Betonquerschnittes. Dies führt zu einer Reduktion der Betonquerschnittsfläche und unter Umständen zu einer Verringerung der Steifigkeit. Diese Veränderung der wirksamen Querschnitte kann zu einer Veränderung der Steifigkeitsverhältnisse zwischen Beton und Holz führen, wodurch es zu einer Verschiebung der Schnittkräfte kommen kann.

Aussteifung

Soll die Aussteifung über den Beton der Verbunddecke erfolgen, so müssen am Rand der Betonscheibe entsprechende Schubverbinder angeordnet werden, die die aus der Scheibenwirkung resultierenden Kräfte in die eigentliche Tragkonstruktion ableiten. Zudem müssen diese Randbauteile für die Aufnahme und Durchleitung der Gurtlasten dimensioniert sein. Stöße müssen unter Umständen entsprechend druck- und zugsteif ausgeführt sein und die Lasteinleitung in die vertikal, aussteifenden Bauteile muss sichergestellt sein.

Gebrauchstauglichkeit

Bei der Gebrauchstauglichkeit gilt neben dem Einhalten der Verformungsgrenzwerte ein besonderes Augenmerk dem Prüfen der Schwingungsanfälligkeit der Decken. Eine wirtschaftliche Deckenkonstruktion im Holzbau, mit Spannweiten über 5 bis 6 Meter, bei der das geforderte Grenzkriterium für die Eigenfrequenz von 8 Hz eingehalten wird, ist nicht möglich.

Eine sinnvolle Kombination von Holz mit Beton führt zu hoch tragfähigen, leichten Deckenkonstruktionen, die die für Wohnungstrenndecken erforderlichen erhöhten Anforderungen an das Schwingverhalten der Decken erfüllen [Hamm, P.: Schwingungen bei Holzdecken – Konstruktionsregeln für die Praxis. In: 2. Internationales Forum Holzbau Beaune 2012. 8./9. März 2012. Beaune, Frankreich. Hrsg.: Forum-Holzbau, CH-Biel].

Brandschutz

Der Nachweis der ungeschützten Bauteile und deren Verbunde kann nach EN1992-1-2 und EN1995-1-2 erfolgen. Dabei muss beim Holz die Abbrandgeschwindigkeit berücksichtigt werden, über die der für die Heißbemessung verbleibe Querschnitt bestimmt werden kann. Der Temperaturanstieg im Beton und im Holz führt zudem zu einer Reduktion der Steifigkeiten und mindert die Tragfähigkeiten der Bewehrung und der Verbindungsmittel ab.

Der Nachweis von Feuerwiderstandszeiten von 90 Minuten und mehr ist mit Hilfe dieser Verfahren möglich, sofern die Bauteilabmessungen an diese Anforderungen entsprechend angepasst werden.

Vergleich von HBV-Decken mit Stahlbetondecken

Für die Dimensionierung der Deckenstärke wird sowohl bei leichten Deckenkonstruktionen aus Holz als auch für Stahlbetondecken das Kriterium der Gebrauchstauglichkeit maßgebend. Für Decken aus Stahlbeton mit schlaffer Bewehrung gilt nach EN1992-1 zur Begrenzung der Verformungen folgende Forderung bei erhöhten Anforderungen (zur Vermeidung von Schäden an angrenzenden Bauteilen, z.B. leichte Trennwände): $(l/d)_{\max} > K^2 \times 150/l$ mit $K = 1,0$ für Einfelddecken.

Auch in EN1995-1-1 werden entsprechende Begrenzungen der Verformungen festgelegt, die ein angenehmes Empfinden für den Nutzer sicher stellen sollen (z.B. Schwingungen) aber auch gewährleisten sollen das auch hier angrenzende Bauteile durch Verformungen nicht beschädigt werden.

HOLZ-BETON-VERBUNDECKEN

Vergleichsrechnungen unter Berücksichtigung der hier genannten Kriterien führen zu den in Abbildung 19 dargestellten Deckenstärken. Für die Einwirkungen wurde neben den resultierenden Eigenlasten jeweils ein Eigengewicht des Deckenaufbaus von $1,50 \text{ kN/m}^2$ sowie eine Unterdecke mit einer Gewichtslast von $0,15 \text{ kN/m}^2$ angenommen. Die veränderlichen Lasten wurden mit $2,30 \text{ kN/m}^2$ angenommen (Wohnungsdecken zzgl. leichter Trennwände).

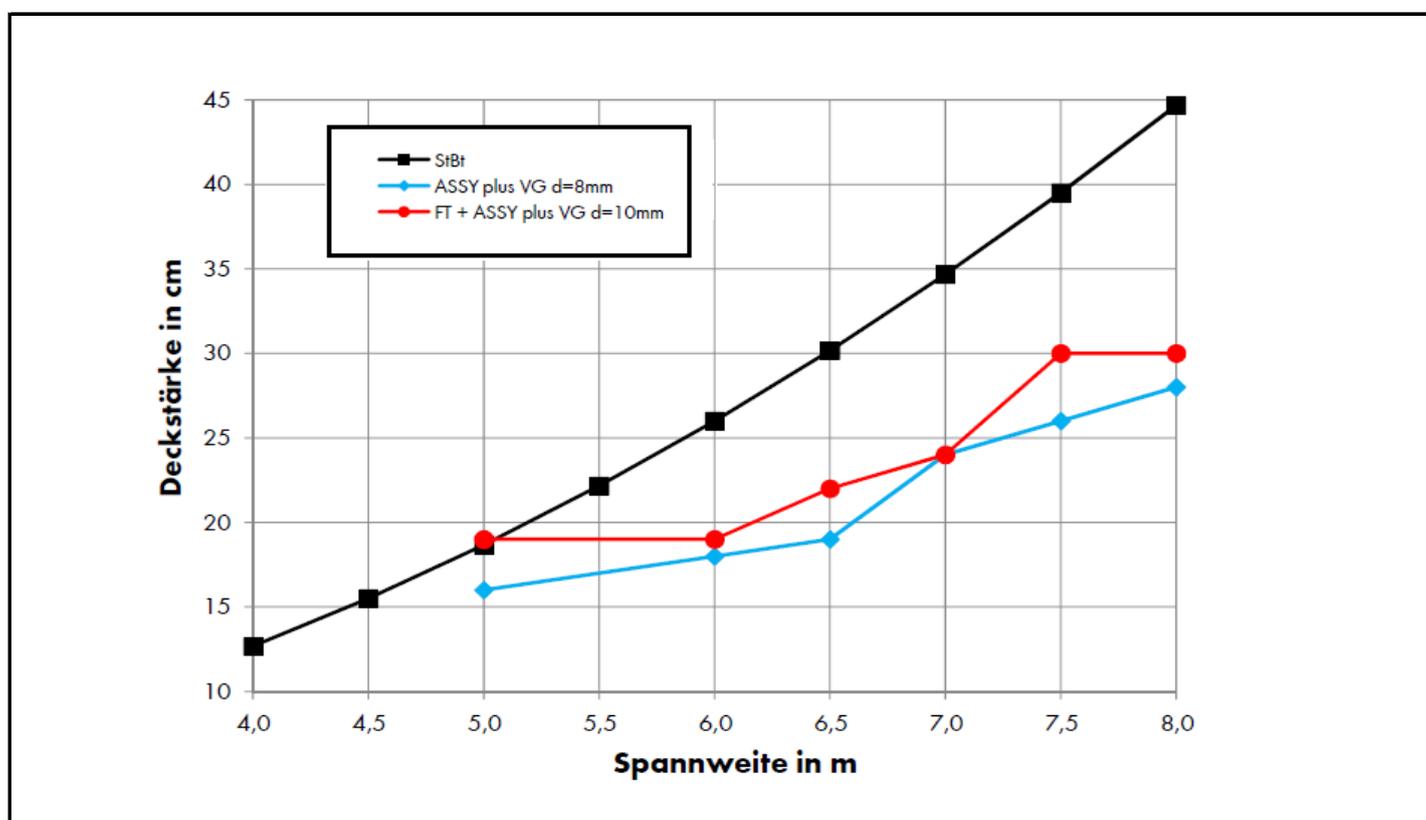


Abb. 19: Erforderliche Deckenstärken in Abhängigkeit von Spannweite und Ausführungsvariante

Für Verbunddecken sind grundsätzlich mehrere Varianten möglich, da die Gesamtsteifigkeit einer Decke und damit die Verteilung der Schnittgrößen, durch die Zahl der eingesetzten Schubverbinder beeinflusst werden kann.

Für die Berechnungen der HBV-Decken wurden jeweils vollflächige Brettstapeldecken angenommen. Dies führt im Mittel zu einer Ausnutzung von nur 62% der Holzquerschnitte.

Die Anordnung und Anzahl der Schubverbinder wurde optimiert, sodass diese immer annähernd zu 100% ausgenutzt sind. Für die Varianten mit den unmittelbar einbetonierten ASSY® plus VG $\varnothing 8\text{mm}$ Schrauben, ergeben sich hier in Abhängigkeit von Spannweite und dem Verhältnis der Bauteilsteifigkeiten ein Bedarf von ca. 10,5 bis 16,6 Schrauben je Quadratmeter (im Mittel 13,6 Schrauben/ m^2). Für Decken mit Fertigteilplatten und nachträglichem Verbund mittels FT-Verbinder und Schrauben ASSY® plus VG $\varnothing 10\text{mm}$ ergeben sich Schraubenstückzahlen von 2,4 bis 9,3 Schrauben je Quadratmeter. Daraus folgt im Mittel ein Bedarf von ca. 5,1 Schrauben/ m^2 . Auch hierbei sind oben genannten Randparameter maßgebliche Einflussgrößen für die erforderliche Anzahl der Schubverbinder.

Soll die horizontale Aussteifung über die Betonplatte erfolgen, so werden für die Lasteinleitung der aus der Scheibenwirkung resultierenden Kräfte, umlaufend der Platten, weitere Schubverbinder erforderlich.

HOLZ-BETON-VERBUNDECKEN

HBV-Decken, deren Verbund durch Verwendung von FT-Verbindern hergestellt wird, benötigen tendenziell minimal höhere Bauteildicken als HBV-Decken deren Verbund mittels ASSY plus VG \varnothing 8mm hergestellt wird (vgl. Abbildung 19). Dies ist damit zu begründen, dass nur knapp 35-40% an Schubverbindern zum Einsatz kommen und dass die Steifigkeit der Kombination FT-Verbinder mit ASSY® plus VG \varnothing 10mm geringer ist, als die der ASSY® plus VG \varnothing 8mm. Diese geringere Steifigkeit lässt sich u.a. mit der freien Schraubenlänge innerhalb des FT-Verbinders erklären.

In Tabelle 1 und 2 ist eine Zusammenstellung der Berechnungsergebnisse für verschiedene Deckenspannweiten, wobei jeweils alternative Lösungen (Bauteildicken und Anzahl Schubverbinder) möglich sind.

L	g	Stk.	Stk./m ²	t _{Tim}	t _{Con}	t _{ges}	I _{Tim}	I _{Con}	$\frac{(EI)_{Tim}}{[(EI)_{Tim} + (EI)_{Con}]}$	η_{Tim}	F _{VM,Ed}	w(t=0)	w(t=∞)
m	kN/m ²	-	-	cm	cm	cm	cm ⁴	cm ⁴	-	-	kN	cm	cm
5,0	3,65	82	16,4	10	6	16	8333	1800	0,63	60 %	4,26	1,29	1,89
6,0	3,85	92	15,3	12	6	18	14400	1800	0,75	66 %	5,54	1,78	2,63
6,5	4,00	108	16,6	12	7	19	14400	2858	0,65	72 %	5,69	2,05	3,13
7,0	4,45	76	10,9	16	8	24	34133	4267	0,75	56 %	7,65	1,52	2,32
7,5	4,95	88	11,7	16	10	26	34133	8333	0,60	59 %	7,84	1,65	2,63
8,0	5,05	84	10,5	18	10	28	48600	8333	0,68	58 %	8,85	1,69	2,70

Tabelle 1: Deckenstärken für HBV-Decken mit Schubverbindern ASSY® plus VG \varnothing 8mm; Bemessungsergebnisse für verschiedene Deckenspannweiten; Betonplatte auf Brettstapel

L	g	Stk.	Stk./m ²	t _{Tim}	t _{Con}	t _{ges}	I _{Tim}	I _{Con}	$\frac{(EI)_{Tim}}{[(EI)_{Tim} + (EI)_{Con}]}$	η_{Tim}	F _{VM,Ed}	w(t=0)	w(t=∞)
m	kN/m ²	-	-	cm	cm	cm	cm ⁴	cm ⁴	-	-	kN	cm	cm
5,0	4,00	12	2,4	12	7	19	14400	2858	0,65	60 %	9,21	1,54	2,19
6,0	4,00	56	9,3	12	7	19	14400	2858	0,65	70 %	10,1	1,98	2,86
6,5	4,35	40	6,2	14	8	22	22867	4267	0,66	65 %	11,9	2,08	3,01
7,0	4,45	40	5,7	16	8	24	34133	4267	0,75	63 %	14,0	2,05	2,93
7,0	4,95	36	5,1	16	10	26	34133	8333	0,60	62 %	12,3	2,02	3,03
7,5	5,15	18	2,4	20	10	30	66667	8333	0,75	54 %	16,9	1,95	2,80
8,0	5,15	38	4,8	20	10	30	66667	8333	0,75	59 %	16,3	2,02	2,96

Tabelle 2: Deckenstärken für HBV-Decken mit FT-Verbindern und ASSY® plus VG \varnothing 10mm; Bemessungsergebnisse für verschiedene Deckenspannweiten; Betonplatte auf Brettstapel

Der optimale Einsatz der FT-Verbinder wird erreicht, wenn statt der vollflächigen Brettstapelelemente Deckenbalken zum Einsatz kommen. Dabei kann die Überspannung in Querrichtung ausschließlich über die Stahlbetonplatte erfolgen. Der Verbund wird nur in die Hauptspannrichtung in Ansatz gebracht.

Durch die Querschnittshöhe der Deckenbalken wird die Steifigkeit konzentriert in das System eingebracht. Der Materialbedarf „Holz“ kann dadurch auf unter 40% reduziert werden. Auch die erforderliche Anzahl an Schubverbindern lässt sich bei gleichen Ergebnissen noch einmal deutlich reduzieren.

HINWEIS: Es handelt sich hier um Planungshilfen. Die Werte sind durch autorisierte Personen im Projektfall zu bemessen.

HOLZ-BETON-VERBUNDDECKEN

L	g	Stk.	Stk./m ²	(b/h) _{Tim}	e	t _{con}	t _{ges}	I _{Tim}	I _{con}	$\frac{(EI)_{Tim}}{[(EI)_{Tim} + (EI)_{con}]}$	η_{Tim}	F _{VM,Ed}	w(t=0)	w(t=∞)
m	kN/m ²	-	-	cm/cm	m	cm	cm	cm ⁴	cm ⁴	-	-	kN	cm	cm
8,0	5,15	22	2,2	24/32	1,25	10	42	65536	10417	0,73	92 %	24,1	2,02	2,70

Tabelle 3: Deckenstärken für HBV-Decken mit FT-Verbindern und ASSY® plus VG Ø 10mm; Bemessungsergebnisse für verschiedene Deckenspannweiten; Betonplatte auf Deckenbalken mit Abstand e

Zusammenfassung

Mit geeignet angeordneten ASSY® plus Vollgewindeschrauben sind wirtschaftliche Holz-Beton-Verbunddecken mit großen Spannweiten problemlos realisierbar. Dabei können auch hohe Anforderungen an den Brandschutz und das Schwingverhalten der Decke eingehalten werden.

Der FT-Verbinder überzeugt in Verbindung mit ASSY® plus Vollgewindeschrauben durch eine hohe Tragfähigkeit im Vergleich zu anderen geschraubten Verbundsystemen. In Kombination mit vorgefertigten Betonelementen wird die Bauzeit deutlich verkürzt, lange Trocknungszeiten durch das Betonieren auf der Baustelle entfallen, ein Feuchteintrag in den Holzbau wird unterbunden und die Montagezeiten reduzieren sich deutlich.

Der FT-Verbinder kann in Fertigteilplatten der Dicken 70mm bis 120mm eingebaut werden. In Kombination mit Ortbeton sind auch dickere Plattenstärken realisierbar (z.B. in Kombination mit Filigrandecken). Die erforderliche Dicke der Betonplatte richtet sich nach den Anforderungen bzgl. Tragfähigkeit, Gebrauchstauglichkeit und Schallschutz.

Bei entsprechender Anordnung und Bemessung können die Schrauben mit und/oder ohne FT-Verbinder zur Übertragung aussteifender Scheibenkräfte herangezogen werden. Dies ist für alle hier vorgestellten Varianten an HBV-Konstruktionen möglich, ob mit vorgefertigten Betonplatten und nachträglichem Verbund oder mit Ortbeton ausgeführt.

HOLZ-BETON-VERBUNDECKEN

Weiterführende Informationen

Produkt und Zulassung

Die Verwendung von ASSY® plus VG Schrauben und FT-Verbindern zur Herstellung von Holz-Beton-Verbunddecken ist in der Europäischen Technischen Zulassung ETA-13/0029 geregelt. Produktinformationen finden Sie im Würth Online-Shop (www.wuerth.de) unter der Artikelnummer 0165 300 10 oder auf der ASSY® Service Seite www.wuerth.de/ASSY®. Eine CAD-Zeichnung der Produkte können Sie der Sammeldatei für ASSY® Holzbauschrauben aus Stahl auf der ASSY® Service Seite entnehmen.

Bemessungshilfen/Software

Auf der Service Seite für ASSY® Schrauben www.wuerth.de/ASSY finden Sie auch das Online Bemessungsprogramm zum Thema Holz-Beton-Verbund.

DETAILAUSBILDUNGEN / HINWEISE

Detailausbildung und Hinweise

Was bei der Planung zu berücksichtigen ist

Um einen reibungslosen Ablauf des Projektes zu gewährleisten sind verschiedene Punkte zu berücksichtigen.

- Definierte Qualität des Untergrundes. So verfügen z.B. Brettsperthölzer, je nach Hersteller, über unterschiedliche Produkteigenschaften. Ein nachträglicher Materialwechsel führt unter Umständen zu einer Überarbeitung der schon erstellten Statik.
- Berücksichtigung von aufgehenden Bauteilen: Sofern aufgehende Bauteile vorhanden sind, müssen die Schubverbinder entsprechend so angeordnet werden, dass das Einbringen der Schrauben trotzdem möglich ist, d.h. die Positionierung der ersten Schubverbinder erfolgt in entsprechendem weiteren Abstand vom Rand.
- Markierung der Balkenpositionen: Um eine maßgerechte Position der FT-Verbinder bzw. der ASSY plus VG Schrauben zu gewährleisten empfehlen wir die Positionen der einzelnen Balken vor Aufbringung einer Schalung zu markieren oder einzumessen.
- Bei flächiger Holzunterkonstruktion eine ausreichende Überlappung zwischen Brettspertholzstufe und Betonfertigteilstufe.
- Aussparungen und Verlegekanäle im Betonfertigteil
- Frühzeitiges Einbinden des Würth Außendienstes um die Verfügbarkeit der erforderlichen Produkte zum gewünschten Zeitpunkt sicherstellen zu können.



Abb. 20: Eingabefeld zur Berücksichtigung aufgehender Bauteile (Online Software)

Fixierung der FT-Verbinder auf die Schalungsplatte oder auf eingelegte Holzlatten während der Fertigung der Betonfertigteilelemente von >7cm

Um die Positionierung der FT-Verbinder gemäß Verlegeplan zu gewährleisten ist die Fixierung der FT-Verbinder auf der Schalungsplatte notwendig. Im Falle einer Schalungsplatte aus Stahl oder einer mehrfach verwendeten hölzernen Schalungsplatte empfiehlt sich die Fixierung der FT-Verbinder mittels eines Schmelzklebers. Zur Verkürzung der Vorbereitungszeiten oder bei Betonfertigteilstärken über 7cm sind die FT-Verbinder auf einer Latte zu fixieren. Die Fixierung der FT-Verbinder, auf der möglichst gehobelten geraden Latte, kann durch ASSY® plus MDF Rückwandschrauben erfolgen. Die Fixierung der hölzernen Latte auf der Schalungsplatte erfolgt mittels Schmelzkleber.

DETAILAUSBILDUNGEN / HINWEISE

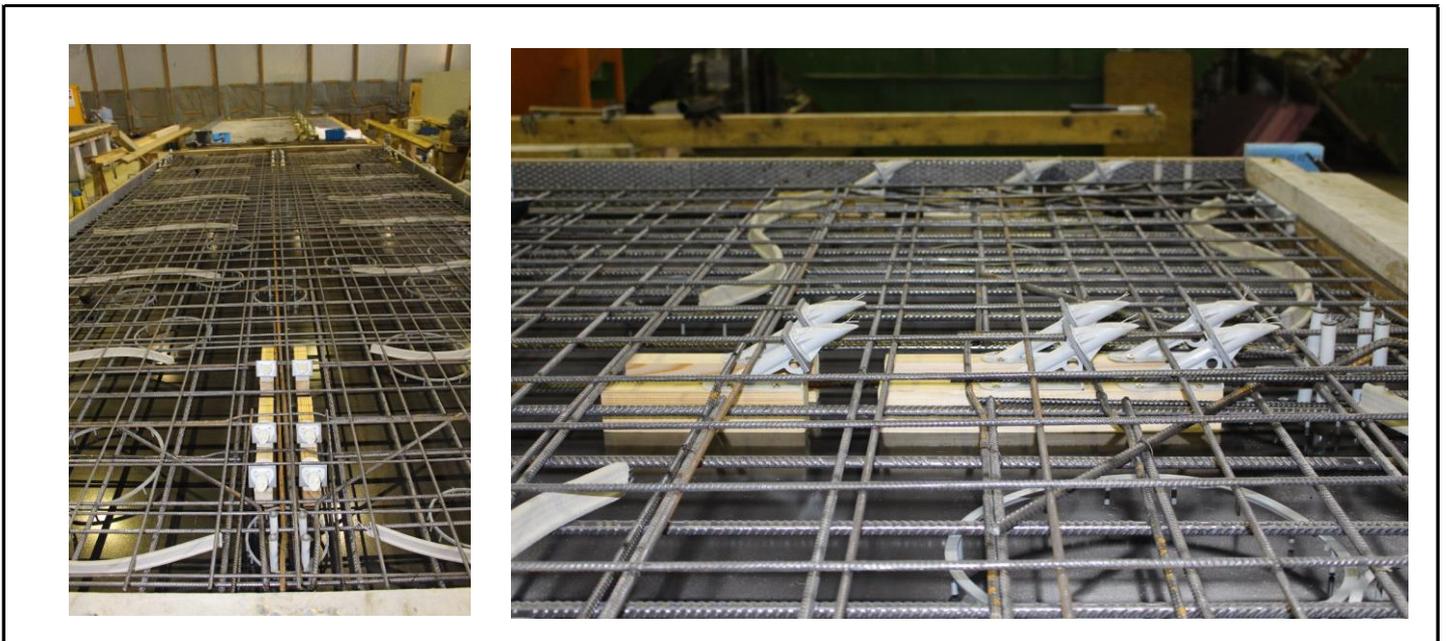


Abb. 21 - 22: Beispielhafte Anbringung von FT-Verbindern im Fertigteilwerk

Beispielhafte Anordnung der ASSY® 3.0 SK Schrauben zur Vormontage und Positionierung des trockenen Fertigteil-elementes mit einem Brettsperrholzelement

Zur Sicherstellung des Kontaktschlusses zwischen Betonplatte und Holz, sollten zusätzlich konstruktiv, senkrecht angeordnete Teilgewindeschrauben ASSY 3.0 SK d=10mm (z.B. in den Viertelpunkten) angeordnet werden.

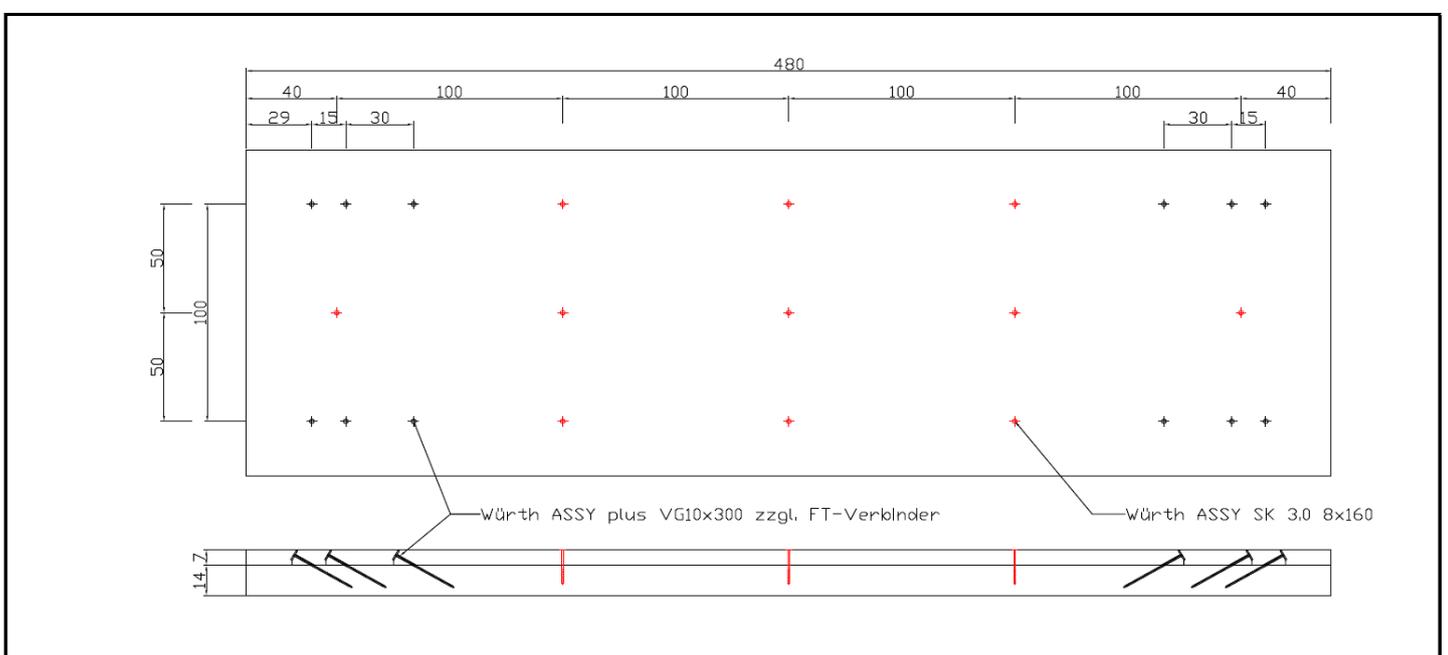


Abb. 23: Beispielhafte Anordnung der ASSY® 3.0 SK Schrauben

HINWEIS: Es handelt sich hier um Planungshilfen. Die Werte sind durch autorisierte Personen im Projektfall zu bemessen.

DETAILAUSBILDUNGEN / HINWEISE

Der Maßpunkt stellt im Ausgabeplan den Einstichpunkt der Schraube in die Oberfläche des **tragenden** Holzelementes dar. Bei einer Verwendung einer Zwischenschalung verlagert sich die entsprechende Positionierung um die geometrischen Faktoren im Betonelement.

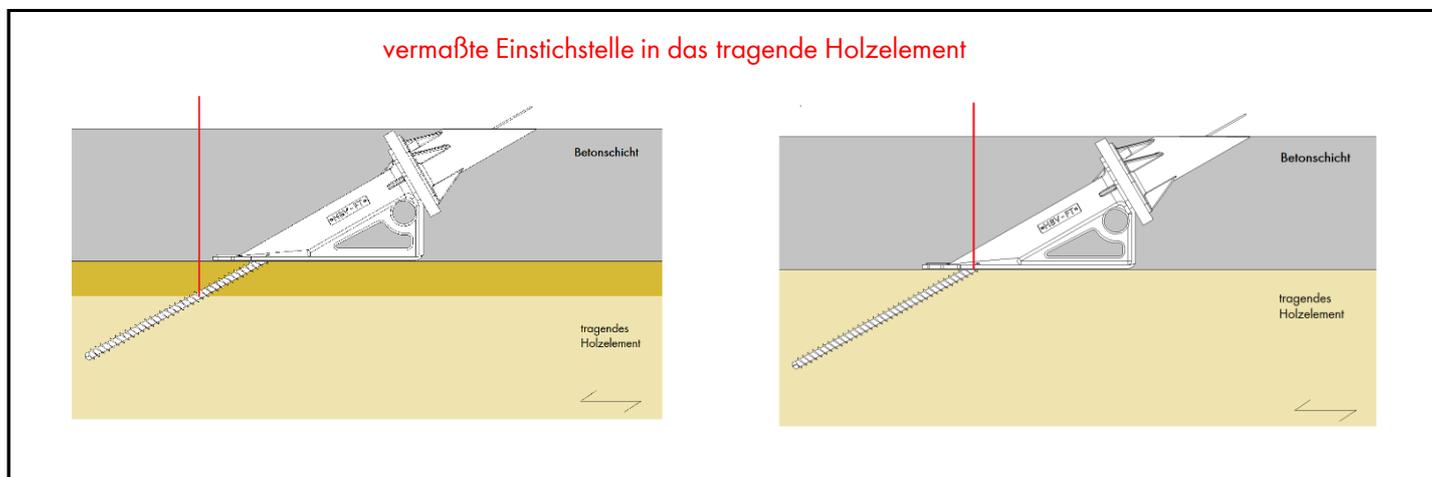


Abb. 24: Einstichstelle der ASSY@ plus VG Schrauben entsprechend der Ausgabegraphik

Die Aussparung - / Verschraubungskanäle für die ASSY® 3.0 SK Schraubung müssen in der Produktion der Betonfertigteile berücksichtigt werden. Hierzu empfiehlt sich die Verwendung herkömmlicher leerer Kunststoffhülsen. Diese werden mittels Schmelzkleber auf der Schalungsplatte fixiert. Um das Vollaufen der Kunststoffhülsen beim Betonieren zu verhindern, müssen diese oberseitig abgedeckt/verschlossen werden. Praxis-Tipp: In die Kunststoffhülsen können für die Dauer des Betonniervorganges mit Senkkopfschrauben abgedeckt werden (siehe Bild).



Abb. 25 - 26: Schraubkanäle 90° für ASSY® 3.0 SK Schrauben

HINWEIS: Es handelt sich hier um Planungshilfen. Die Werte sind durch autorisierte Personen im Projektfall zu bemessen.

DETAILAUSBILDUNGEN / HINWEISE

Zusammenführung der einzelnen Planungskomponenten bei Holz-Beton-Verbunddecken mit Betonfertigteilen

Zur Erstellung der Betonfertigteilenelemente für eine Holz-Beton-Verbunddecke ist es notwendig die bestehenden Planungsdetails zusammenzuführen.

1. Detailplanung der tragenden Holzdeckenkonstruktion
2. Detailplanung der zu fertigenden Betonfertigteilenelemente
3. Detailplanung der statischen Anordnung der FT-Verbinder (siehe Abb. 23 Verlegeplan der Ausgabe der Online Software)

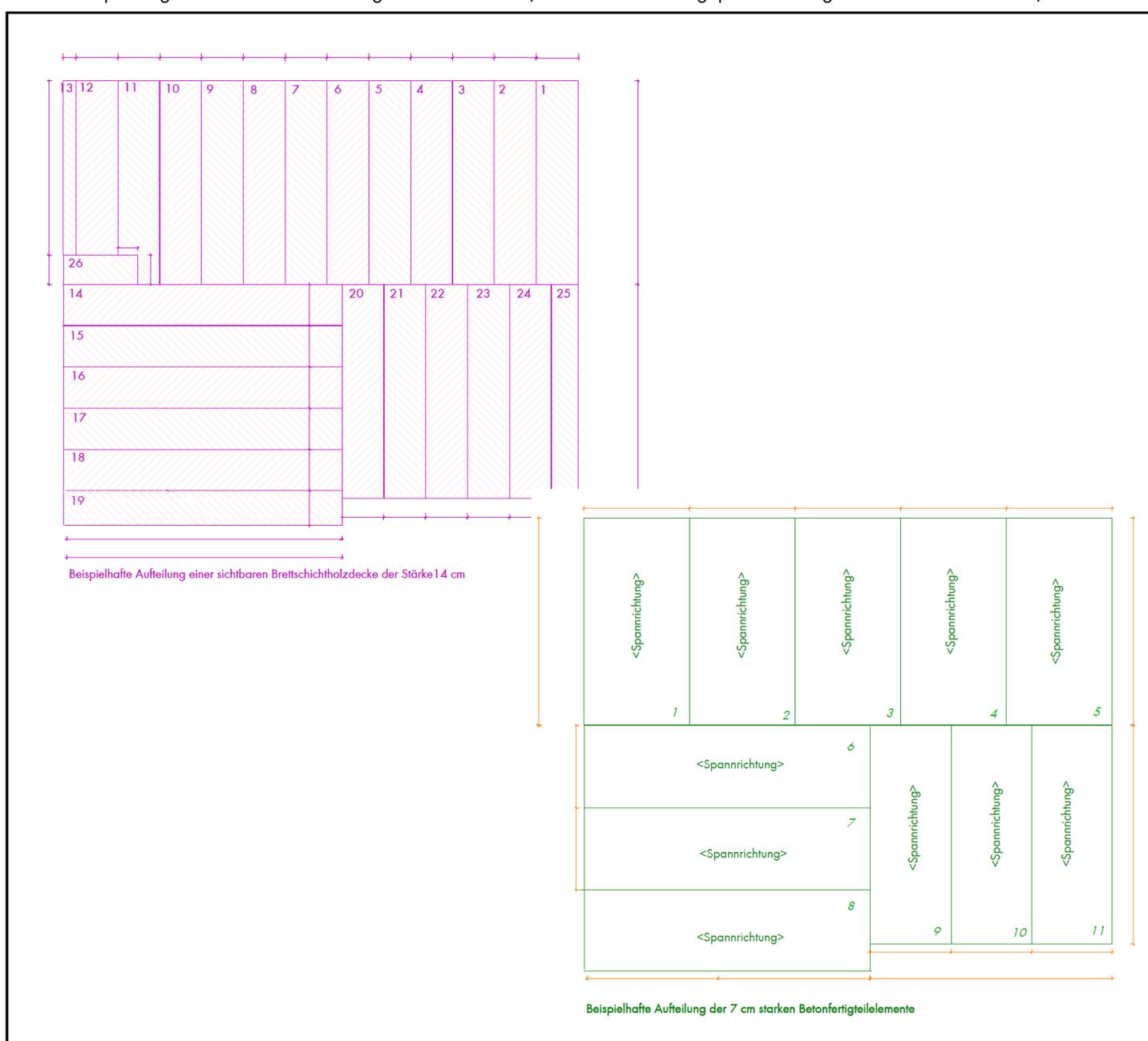


Abb. 27 - 28: Beispielhafte Detailplanung der Holzkonstruktion und der Betonfertigteile

HINWEIS: Es handelt sich hier um Planungshilfen. Die Werte sind durch autorisierte Personen im Projektfall zu bemessen.

DETAILAUSBILDUNGEN / HINWEISE

Bei der Einteilung der Holzelemente und der Betonplatten ist die korrekte Positionierung der FT-Verbinder zu berücksichtigen. Rand- und Achsabstände müssen entsprechend ETA eingehalten werden. Stöße der Holzelemente und der Betonplatten sollten mit ausreichend Versatz geplant werden. Bei einer Verlegung der Betonplatten auf Balkenlagen, sollen die FT-Verbinder möglichst mittig angeordnet sein.

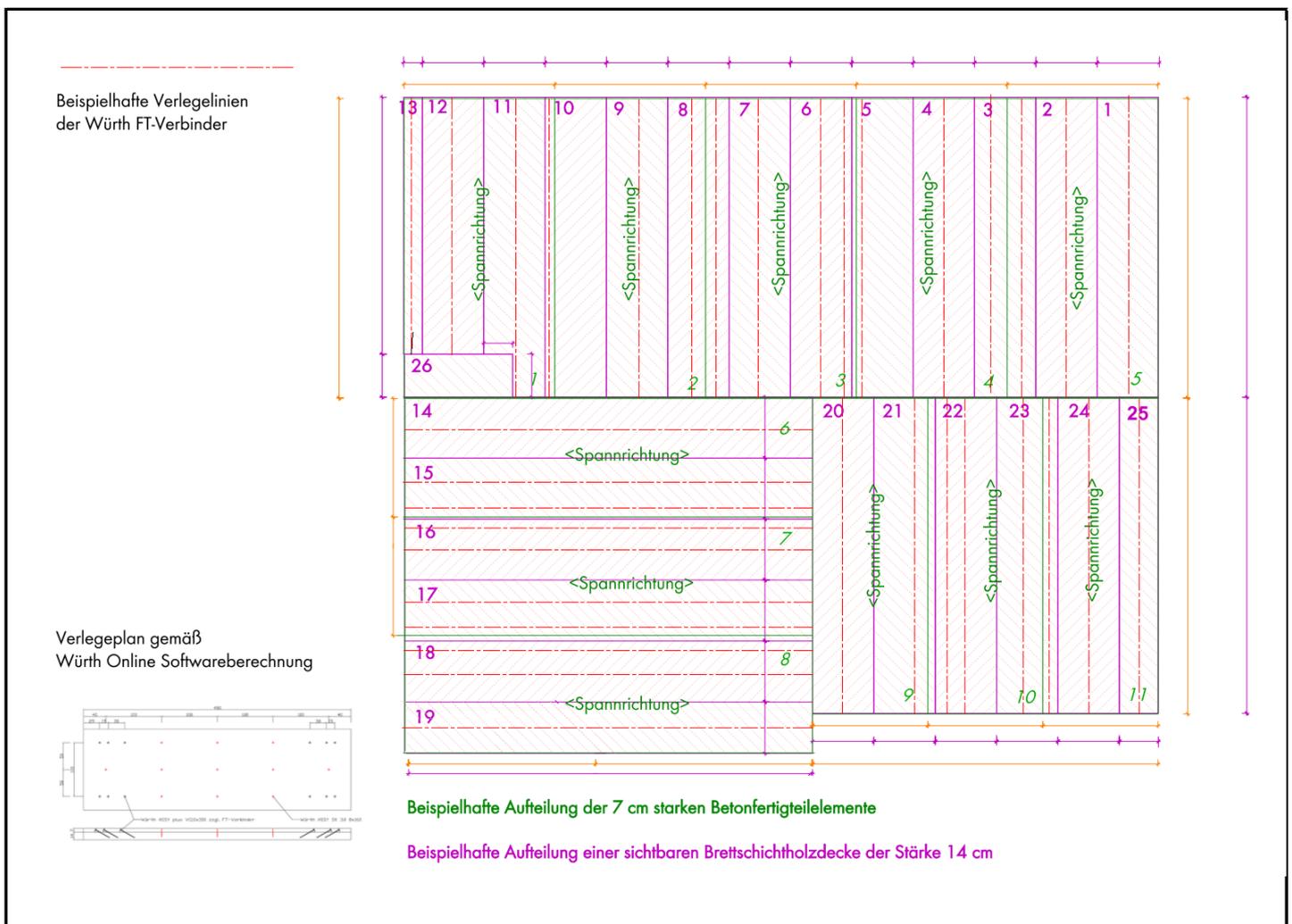


Abb. 29: Beispielhafte Anordnung der FT Verbinder in den Betonfertigteilelementen

Transport der Betonfertigteile

Zum Transport der orgefertigten Betonplatten empfiehlt sich eine 4-Punkt Befestigung inklusive einer lastverteilenden Traverse. Die in der Armierung verankerten Transportschlaufen können nach Verlegung der Elemente entfernt werden. Werden Aussparungen in der Platte zur Hakenbefestigung an der Armierung vorgesehen, sind nach nach der Verlegung zu verschließen.

HINWEIS: Es handelt sich hier um Planungshilfen. Die Werte sind durch autorisierte Personen im Projektfall zu bemessen.

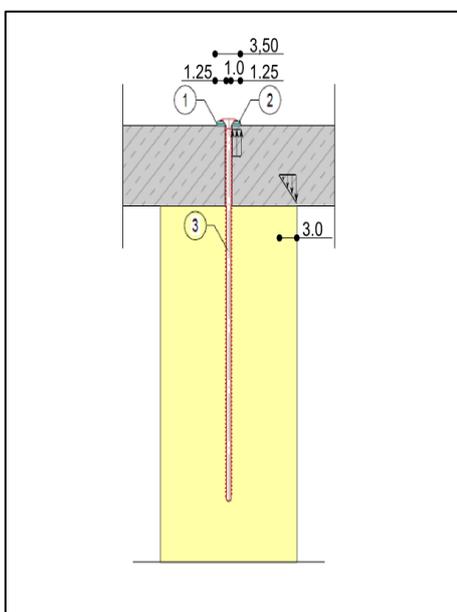
DETAILAUSBILDUNGEN / HINWEISE



Abb. 30 - 31: Beispielhafte Anbringung von Transportschlaufen.

Um Montagezeiten und Transportkosten zu gewährleisten sowie den reibungslosen Ablauf zwischen Fertigteilwerk, Transportunternehmen/Anlieferung und Montage sicher zu stellen, ist eine räumliche Begrenzung des Lieferradius zu berücksichtigen. Bei Lieferung der Elemente durch Fahrzeuge des Betonfertigteilwerkes empfiehlt sich ein Lieferradius von bis zu 200km. Größere Entfernungen reduzieren die Wirtschaftlichkeit des Systems. Bei der Anlieferungen in oder durch Ballungsräume sind zur Reduzierung der Mietkosten der Krananlage mögliche Stauzeiten einzuplanen. **Im Falle einer Vortagsanlieferung ist sicherzustellen das die Holzkonstruktion vor Regen und einer daraus resultierenden Feuchtigkeitsaufnahme des Holzes geschützt wird.**

Beispielhafte Kopplung von trockenen Betonfertigteilelementen in Querrichtung



Vorhanden:

- Holzquerschnitt $b/h = 20/36$, GL32c, $L = 6,00\text{m}$
- Stoß mit 10mm Fuge zwischen den Plattenelementen

Gewählt:

- 11 x Kopplungspunkte im Abstand $e \leq 68\text{cm}$ mit:
- (1) Würth Flachverbinder Typ 95mm x 35mm, zzgl.
 - (2) 2 x [ASSY Senkscheibe $\varnothing 33\text{mm}$
 - (3) + Würth ASSY plus VG 10x360mm)

Abb. 32: Kopplung der Fertigteildecken auf einer Balkenlage in Querrichtung

HINWEIS: Es handelt sich hier um Planungshilfen. Die Werte sind durch autorisierte Personen im Projektfall zu bemessen.

DETAILAUSBILDUNGEN / HINWEISE



Abb. 33: Kopplung der Fertigteildecken auf einer Balkenlage in Querrichtung

Mindestrandabstand des FT-Verbinders zur Seitenkante des Betonfertigteilelementes und Überdeckung

Für die FT-Verbinders sollte eine seitliche Überdeckung von mindestens 20mm geplant werden. Weitere Anforderungen bzgl. der Schrauben bzw. FT-Verbinders im Beton müssen nicht berücksichtigt werden. Für die Anforderungen an die Stahlbetonplatte in Bezug auf Bewehrung, Beton, Dauerhaftigkeit usw. gelten die Angaben der maßgeblichen Stahlbetonnormen.

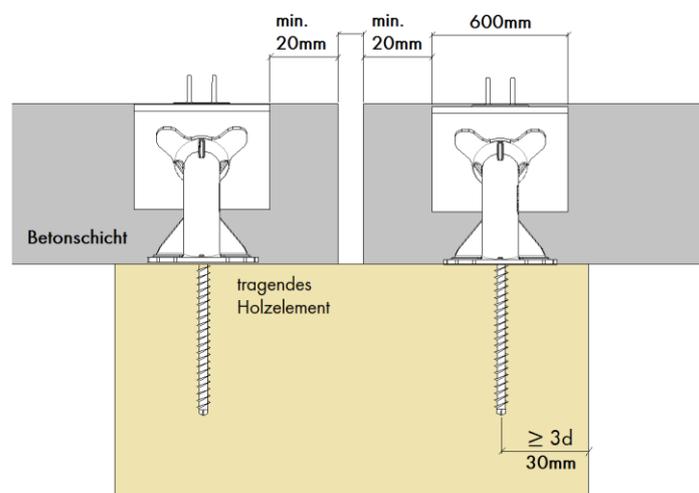


Abb. 34: Zu beachtende Mindeststrandabstände

HINWEIS: Es handelt sich hier um Planungshilfen. Die Werte sind durch autorisierte Personen im Projektfall zu bemessen.

DETAILAUSBILDUNGEN / HINWEISE

Auslegung der Gebrauchstauglichkeit

Im Bemessungsprogramm kann zwischen drei unterschiedlichen Nachweisen gewählt werden:

1. Begrenzung der Verformungen

Es wird ausschließlich ein Verformungsnachweis geführt. Ein Grenzwert der Verformung relativ zur Spannweite kann für ständige und quasi-ständige Einwirkungen eingegeben werden.

2. Genormte Nachweisverfahren nach DIN 1052 oder EN 1995-1-1/NA

Der Nachweis nach DIN 1052:2004-12 beinhaltet einen Verformungsnachweis, einen vereinfachten Schwingungsnachweis sowie den in den Erläuterungen zur DIN 1052 angegebenen genauen Schwingungsnachweis. Der vereinfachte Schwingungsnachweis begrenzt die Durchbiegung in Feldmitte bei quasi-ständiger Einwirkung auf 6mm. Wird die Durchbiegung nicht eingehalten, sind genauere Untersuchungen notwendig.

Der Nachweis nach EN 1995-1-1/NA beinhaltet einen Verformungs- und einen Schwingungsnachweis mit den im Nationalen Anwendungsdokument empfohlenen Grenzwerten. Die Eigenfrequenz der Decke muss über dem Grenzwert von 8Hz liegen. Außerdem sind Grenzwerte für die Steifigkeit und die Schwingbeschleunigung einzuhalten.

2. Empfehlung nach Hamm / Richter

In Brettsperrholz-Handbuch – Holz-Massivbauweise in Brettsperrholz [1] wird ein Berechnungsverfahren für den Schwingungsnachweis von Decken vorgestellt. Abhängig von den Anforderungen an das Schwingverhalten der Decke werden Grenzwerte für die Eigenfrequenz und die Verformung vorgeschlagen. Unterschieden wird zwischen Decken innerhalb einer Nutzungseinheit und Decken zwischen unterschiedlichen Nutzungseinheiten. Bei Decken innerhalb einer Nutzungseinheit sind die Anforderungen an die Mindesteigenfrequenz, Schwingbeschleunigung und die Mindeststeifigkeit geringer als bei Decken zwischen unterschiedlichen Nutzungseinheiten.

DURCHGEFÜHRTE BAUTEN

Objekt: H7
Verarbeiter: Brüninghoff GmbH & Co. KG
Planung: Arup Deutschland GmbH
Produkte: ASSY® plus VG + FT-Verbinder
Verfahren: Werksseitig vorgefertigte Fertigteilelemente



HINWEIS: Es handelt sich hier um Planungshilfen. Die Werte sind durch autorisierte Personen im Projektfall zu bemessen.

DURCHGEFÜHRTE BAUTEN

Objekt: Bürogebäude in Stade
Planung: Gebr. Schütt Ingenieur-Büro GmbH
Verarbeiter: Gebr. Schütt KG
Produkte: ASSY® plus VG 10x480mm + FT-Verbinder
Verfahren: Werksseitig vorgefertigte Fertigteilelemente, Verlegung auf Balkenlage, max Spannweite 6,5m



HINWEIS: Es handelt sich hier um Planungshilfen. Die Werte sind durch autorisierte Personen im Projektfall zu bemessen.

DURCHGEFÜHRTE BAUTEN

Objekt: Deutsches Biomasseforschungszentrum Leipzig
 Planung: Mathes Beratende Ingenieure GmbH
 Verarbeiter: Kunert Dächer und Bau GmbH
 Produkte: ASSY® plus VG + FT-Verbinder
 Verfahren: Vor-Ort Betonierung, 10000m², 4 geschossig



Bildquelle Mathes Beratende Ingenieure



HINWEIS: Es handelt sich hier um Planungshilfen. Die Werte sind durch autorisierte Personen im Projektfall zu bemessen.

DURCHGEFÜHRTE BAUTEN

Objekt: Haus der Bauern, Freiburg
Planung: Göppert Bauingenieure, Lahr
Verarbeiter: Werkgruppe Lahr
Produkte: ASSY® plus VG + FT-Verbinder
Verfahren: Vor-Ort Betonierung, 4-Geschosser



Bildquelle Werkgruppe Lahr



HINWEIS: Es handelt sich hier um Planungshilfen. Die Werte sind durch autorisierte Personen im Projektfall zu bemessen.

DURCHGEFÜHRTE BAUTEN

Objekt: Denkmalgeschütztes Sanierungsobjekt in Lahr
Planung: Göppert Bauingenieure, Lahr
Verarbeiter: Fa. Wirth
Produkte: ASSY® plus VG + FT-Verbinder
Verfahren: Vor-Ort Betonierung, 4-Geschosser



HINWEIS: Es handelt sich hier um Planungshilfen. Die Werte sind durch autorisierte Personen im Projektfall zu bemessen.

QUELLEN

- [1] Hamm, P., Richter, A.: Schwingung von Brettsperrholzplatten. In: BSPhandbuch – Holz-Massivbauweise in Brettsperrholz. Hrsg.: G. Schickhofer, T. Bogensperger, T. Moosbrugger, TU Graz. 2009. S. D-57 – D-112.
- [2] Hamm, P.: Schwingungen bei Holzdecken – Konstruktionsregeln für die Praxis. In: 2. Internationales Forum Holzbau Beaune 2012. 8./9. März 2012. Beaune, Frankreich. Hrsg.: Forum-Holzbau, CH-Biel
- [3] Winter, S.; Hamm, P.; Richter, A.: Schwingungs- und Dämpfungsverhalten von Holz- und Holz-Beton- Verbunddecken. Schlussbericht Juli 2010. TU München, Lehrstuhl für Holzbau und Baukonstruktion. Forschungsvorhaben gefördert aus den Haushaltsmitteln des BMWA über die AiF.
<http://patricia-hamm.de/Winter%20Hamm%20Richter%20Abschlussbericht.zip>
- [4] Blaß, H.J.; Ehlbeck, J.; Kreuzinger, H.; Steck, G.: Erläuterungen zur DIN 1052: 2004-08. Bruderverlag 2005

ASSY® PLUS VG

DIE SCHRAUBE FÜR HOLZ-BETON- VERBUNDELEMENTE

Adolf Würth GmbH & Co.KG
D-74650 Künzelsau
T +049 7940 15-0
F +49 7940 15-1000
info@wuerth.com
www.wuerth.de

© by Adolf Wuerth GmbH & Co. KG
Printed in Germany
Alle Rechte vorbehalten
Verantwortlich für den technischen Inhalt
Henning Ernst, SWG Schraubenwerk Gaisbach GmbH
-Geschäftsbereich Engineering-
Abt. PCV Udo Cera

Nachdruck nur mit Genehmigung
Wir behalten uns das Recht vor, Produktveränderungen, die aus unserer Sicht einer Qualitätsverbesserung dienen, auch ohne Vorankündigung oder Mitteilung jederzeit durchzuführen. Abbildungen können Beispielabbildungen sein, die im Erscheinungsbild von der gelieferten Ware abweichen können. Irrtümer behalten wir uns vor. Für Druckfehler übernehmen wir keine Haftung. Es gelten die allgemeinen Geschäftsbedingungen.

