

6_ Zusammengesetzte Bauteile (Verbundelemente)



6.1. _ Brettstapel-/Dübel- Elemente

6.1.1. _ Allgemeines/Anwendungsbereiche

Brettstapelelemente sind massive, großflächige Bauteile, die aus hochkant nebeneinander gestellten Brettern oder Bohlen zusammengefügt sind (Abb. 6.2). Als Verbindungsmittel kommen dabei meist Nägel oder Stabdübel aus Hartholz (z.B. Buche Abb. 6.4) zum Einsatz. Werden Hartholzdübel verwendet, so spricht man häufig auch von Dübelholz.

Brettstapelelemente kommen als Dach-, Decken- und Wandelemente zum Einsatz. Während noch vor einigen Jahren Brettstapelelemente vornehmlich als Decke eingesetzt wurden, liegt der Anteil Wand zu Decke heute bei etwa 50 zu 50, mit steigender Tendenz zu den Wandelementen.

Haupteinsatzbereich ist der Wohnungsbau. Durch die Möglichkeit, größere Spannweiten zu

überbrücken, ist aber auch eine Verwendung im Geschoss-Wohnungsbau, Verwaltungs- und Industriebau oder im landwirtschaftlichen Bereich möglich. Weitere Einsatzmöglichkeiten sind öffentliche Bauten wie Sporthallen, Schulen, Landratsämter (Abb. 6.6) und Kindergärten.

Bei größeren Spannweiten (z. B. ab 6 m) empfiehlt es sich, Decken mit einem schubfest angeschlossenen Aufbeton zu versehen (Brettstapel-Beton-Verbunddecken- siehe Kapitel 6.2.). In diesem Fall ist eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung oder eine Zustimmung im Einzelfall erforderlich. Werden Brettstapelelemente quer zur Brettlage vorgespannt entstehen scheibenartig beanspruchbare Bauteile, die hauptsächlich im Brückenbau als Fahrbahnplatte eingesetzt werden (Abb. 6.1).

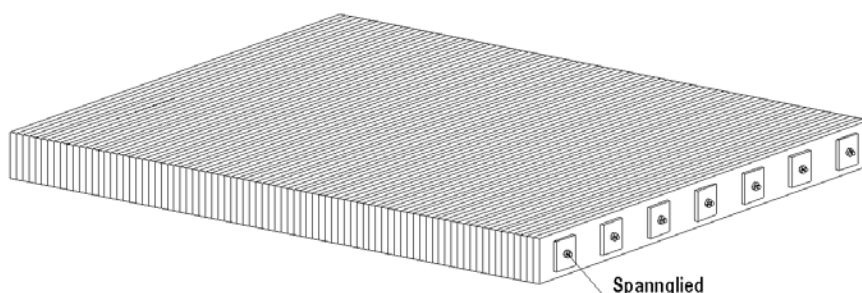


Abbildung 6.1:
Fahrbahnplatte
(vorgespanntes Element)

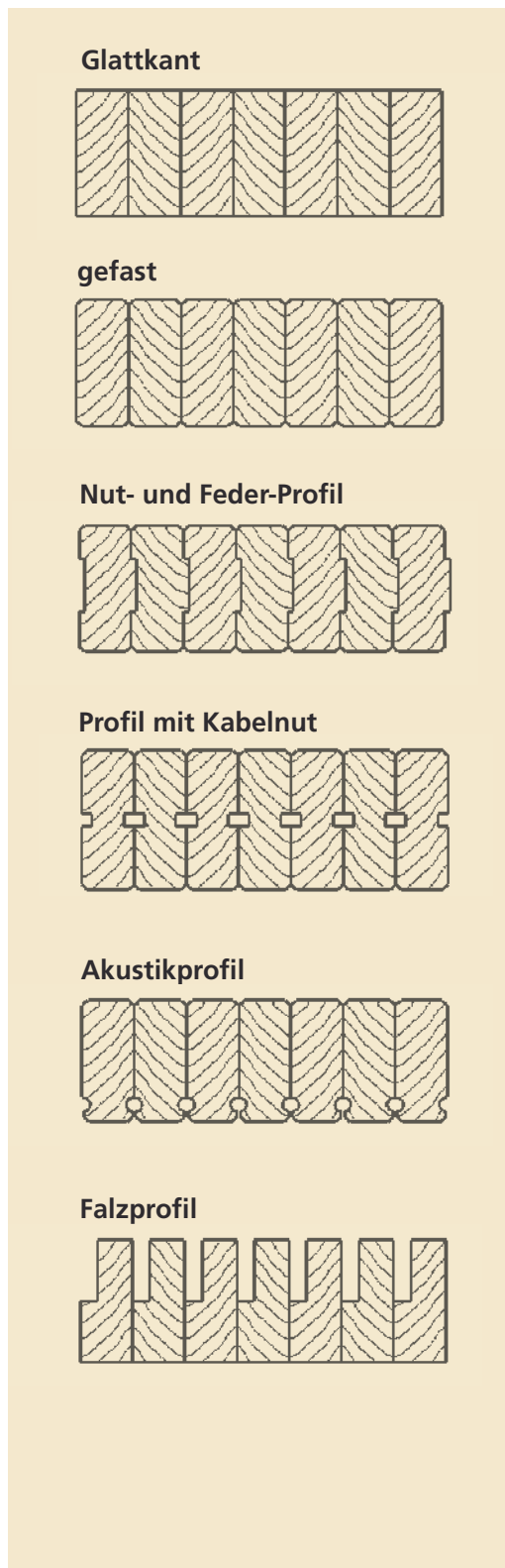


Abbildung 6.2:
Profilgestaltung von
Brettstapelelementen

6.1.2. _ Herstellung Material

Als Material kommen Bretter/Bohlen aus Nadelhölzern (Fichte, Tanne, Kiefern, Lärche, Douglasie) mit Dicken von 24 – 60 mm zum Einsatz. Bei Wandelementen kommen Brettbreiten (= Wanddicken) von etwa 80 – 120 mm zum Einsatz, bei Deckenelementen liegen die Brettbreiten (= Deckenstärke) meist zwischen 120 und 200 mm. Bei einer Deckenstärke von 200 mm sind Spannweiten von maximal 6 m möglich.

Bei den meist nicht sichtbaren Wandelementen werden Bretter mit einer Sortierklasse von S 7 nach DIN 4074 verwendet. Sind die Deckenelemente in Einbaulage sichtbar gelten gegebenenfalls besondere optische Anforderungen. Besondere optische Anforderungen sind in den Ausschreibungsunterlagen zu benennen und gesondert vertraglich zu vereinbaren.

Da die fertigen Elemente meist länger sind als die verfügbaren Brettlängen von ca. 4,50 m, werden die Bretter an den Stirnenden überwiegend mittels Keilzinkung verbunden. Hierzu ist ein „Nachweis der Eignung zum Kleben von tragenden Holzbauteilen“ nach DIN 1052:2008 erforderlich.

Werden die Bretter nicht keilgezinkt, sondern stumpf gestoßen, so muss im Bereich des Stoßes enger genagelt werden, um die Kräfte übertragen zu können. Stumpf gestoßene Bretter vermindern die Steifigkeit der Elemente, so dass größere Durchbiegungen zu erwarten sind.

Verbindungen

Zur Verbindung der Bretter/Bohlen werden meist Nägel oder Stabdübel aus Hartholz verwendet. Die Nägel und deren Abstände werden nach statischen Gesichtspunkten festgelegt (Lastabtragung in vertikaler Richtung infolge der Lastverteilung und in horizontaler Richtung infolge von Scheibenkräften, übliche Nagelabstände liegen etwa bei 300 mm).

Bei Hartholzdübeln wird der Zusammenhalt der Bretter über reine Klemmwirkung sichergestellt. Der Dübel wird mit einer geringeren Holzfeuchte als die zu erwartende Gleichgewichtsfeuchte passend eingebaut, so dass durch das Aufquellen im Gebrauchszustand die Klemmwirkung entsteht.

Fertigung

Während noch vor einigen Jahren eine (Vor-) Fertigung der Brettstapelelemente im handwerklichen Betrieb oder gar auf der Baustelle erfolgen konnte, ist heute eine wirtschaftliche Fertigung nur noch im industriellen Maßstab mit vollautomatischen Maschinen möglich. Die Verbindung der Bretter wird heute überwiegend mit Hartholzdübeln vorgenommen. Die Breiten solcher Brettstapelelemente liegen üblicherweise bei etwa $B = 0,625$ m, die längsseitig miteinander verbunden werden müssen. Die Längen der Elemente betragen bis zu etwa 14 m.

Bei genagelten Brettstapelelementen können Breiten bis zu etwa 3 m und Längen bis zu etwa 18,5 m hergestellt werden.

Produktpalette, Varianten

Die Oberfläche von Brettstapelelementen kann sichtbar gelassen werden. Die Oberfläche kann unterschiedlich gestaltet werden, z. B. scharfkantig, gefast, verschwenkt oder als Oberfläche mit schallschluckenden Eigenschaften (Akustikprofil). In Abbildung 6.2 sind einige Profilarten dargestellt. Weitere Profilarten sind nach Anforderung erhältlich.

Die kraftschlüssige Verbindung der Brettstapelelemente erfolgt meist mittels Überfälsung, Nut- und Feder, Fremdfeder oder aufgelegtem Brett oder Streifen aus Holzwerkstoffmaterialien.



Abbildung 6.3:

Brettstapel- Decken-
Elemente (genagelt)



Abbildung 6.4:

Brettstapelelement (gedübelt)



Abbildung 6.5:

Flachdachkonstruktion aus
Brettstapel - Elementen



Abbildung 6.6:

Erweiterungsgebäude der
Bardoschule in Fulda

6.1.3. _ Wissenswertes für die Planung

Schwinden/Quellen

Brettstapelelemente bestehen aus parallel angeordneten Brettern oder Bohlen. Sie sind somit anfällig gegenüber Feuchteänderungen, die Schwind und Quellverformungen verursachen. Werden die Bretter mit zu geringer Feuchte eingebaut, so führen die Quellverformungen dazu, dass die Brettstapelelemente breiter werden und die angeschlossenen Wände auseinander schieben können (Schrägstellung der Wände). Daher sind die Brettstapelelemente mit einer Holzfeuchte einzubauen (z.B. $u = 12-15\%$), die geringfügig über der erwarteten Gleichgewichtsfeuchte liegt. Schwindverformungen können von der Konstruktion im Allgemeinen problemlos aufgenommen werden. Angesichts der Anfälligkeit gegenüber Feuchtezunahmen sind Brettstapelelemente im Bauzustand vor Feuchte zu schützen, z. B. durch Abdeckung mit einer Folie. Auch eine länger ungeschützte Lagerung ist unbedingt zu vermeiden.

Wegen der Schwind- und Quellproblematik ist eine Anwendung von Brettstapelelementen in der Regel nur in der Nutzungsklasse 1 nach DIN 1052:2004, d. h. in beheizten Innenräumen möglich.

Statische Anforderungen

Die Verbindungsmittel und deren Abstände sind nach statischen Anforderungen festzulegen. Die Scheibentragfähigkeit der Brettstapelelemente wird auf der sicheren Seite liegend nicht in Rechnung gestellt: Die Gebäudeaussteifung wird zusätzlich aufgebracht (z. B. aufgeklammerten) Holzwerkstoffplatten zugewiesen. Diese Holzwerkstoffplatten stellen auch die luftdichte Hülle des Gebäudes dar.

Oberflächenqualitäten

Oberflächenqualitäten:

- _ Sichtqualität mit hohen Anforderungen
- _ Sichtqualität mit geringen Anforderungen
- _ Industriequalität ohne Anforderungen

6.1.4. _ Bauphysik

Die Fugen zwischen den Brettern sind nicht luftdicht, so dass in jedem Fall eine zusätzliche luftdichte Schicht, wie z. B. zusätzliche Holzwerkstoffplatten, erforderlich ist. Diese Holzwerkstoffplatten werden ohnehin meist zur Gebäudeaussteifung aufgebracht. Bezüglich des Schallschutzes ist zu erwähnen, dass Brettstapeldecken trotz größerer Holzmasse keine bessere Schalldämmung als normale Holzbalkendecken aufweisen. Dies ist auf die größere Steifigkeit der Bauteile zurückzuführen. Prüfzeugnisse mit geprüften Deckenaufbauten liegen vor. [6.4]

Die große Holzmasse der Brettstapelelemente wirkt sich positiv auf den Wärmeschutz aus, trägt sie doch zu einer Amplitudendämpfung der Innenraumtemperaturen und einer beträchtlichen Phasenverschiebung bei. An heißen Sommertragen wird dadurch ein angenehmes Wohnklima erzeugt.



Abbildung 6.7:

Automatisierte Fertigung
genagelter Brettstapelelemente

6.2 _ Holz-Beton-Verbundbau

6.2.1_ Allgemeines/ Anwendung

Ein Verbund zwischen Beton und Holz ist eine wirkungsvolle Hybrid-Lösung für Brücken und Balken- oder Brettstapeldecken mit hohen Beanspruchungen. Durch die Nutzung der Verbundkonstruktion Holzbalken oder Brettstapel und Betonplatte kann die Tragfähigkeit und die Steifigkeit wesentlich erhöht werden. Eine Erhöhung der Tragfähigkeit und Steifigkeit um das 2- bis 5-fache im Vergleich zum einfachen Balken-Tragwerk ohne Verbund ist möglich.

Gleichzeitig verbessern sich beim Einsatz als Deckenkonstruktion die Schall- und Brandschutzeigenschaften der Decke.

Grundsätzlich können mit den existierenden Verbundsystemen auch Altbaudecken mit den vorgenannten Vorteilen ertüchtigt werden.

Der Wirkungsgrad des Verbundes – und damit die wirksame Biegesteifigkeit des Gesamtquerschnittes – ist abhängig von der Steifigkeit (Nachgiebigkeit und Kraftaufnahme) der verwendeten Verbindungsmittel.

Treten zwischen den beiden Verbundquerschnitten Verschiebungen auf (Abb. 6.8) ist die wirksame Verbundsteifigkeit in der Schubfuge geringer als bei Verwendung einer starren Verbindung.

Mit Verschiebungen in der Verbundfuge ist bei Verwendung von Nägeln, Schrauben, Betonstählen, Bolzen oder speziell entwickelten Verbunddübeln zu rechnen. Eine Aussage über das Maß der Verschieblichkeit gibt der Verschiebungsmodul des gewählten Verbindungsmittels.

In Deutschland wurden bis jetzt insgesamt sechs Verbindungslösungen bauaufsichtlich zugelassen (Tab. 6.1).

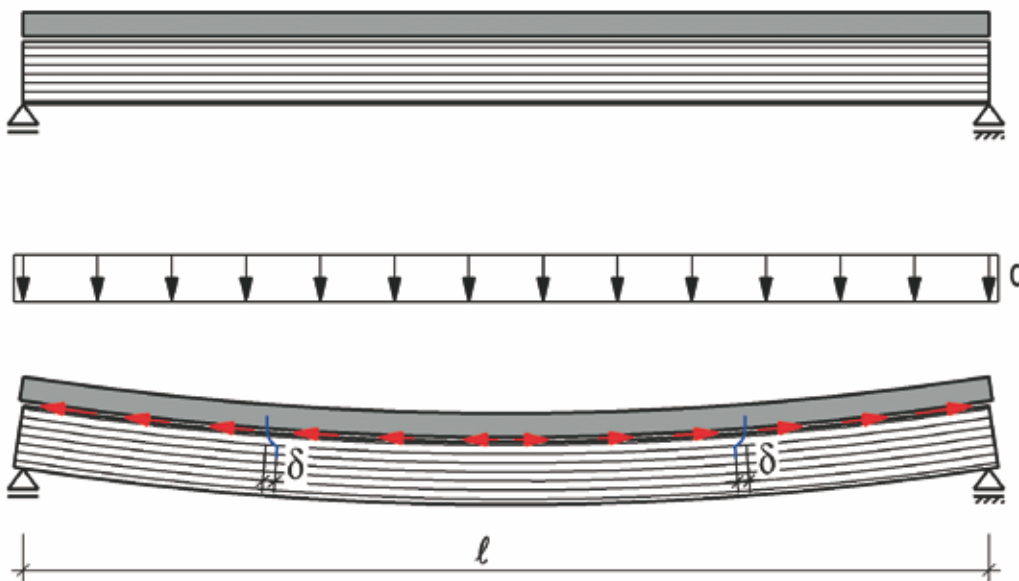
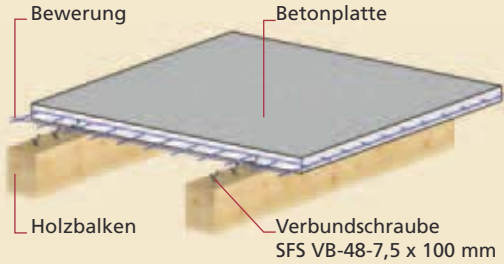
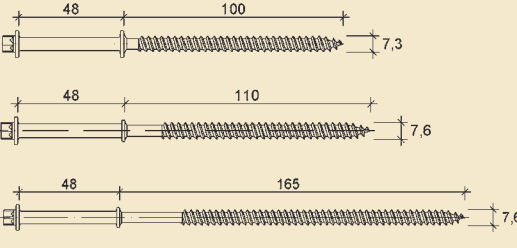
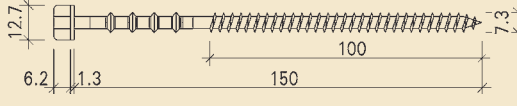
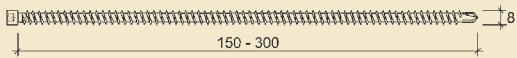
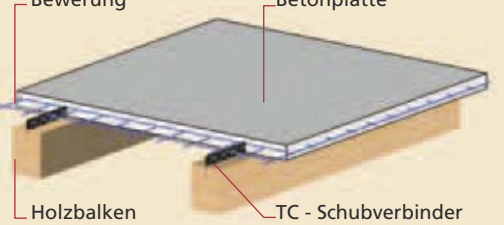
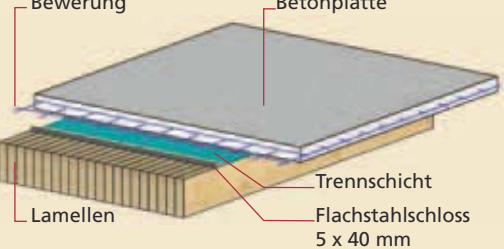
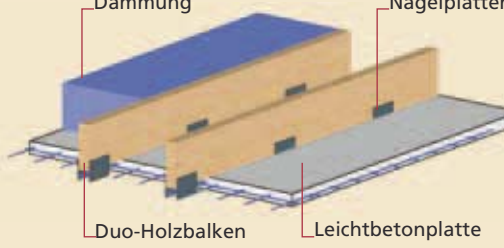


Abbildung 6.8:
Tragverhalten Verbundquerschnitt

Tabelle 6.1:

Holz-Beton-Verbundlösungen
mit allgemeiner bauaufsicht-
licher Zulassung
(Stand 12/2008)

Konstruktive Lösung	Zulassungsnummer
 <p>Bewehrung</p> <p>Betonplatte</p> <p>Holz balken</p> <p>Verbundschraube SFS VB-48-7,5 x 100 mm</p>	<p>Verbundschrauben nach Z - 9.1 - 342</p>  <p>Verbundschrauben nach Z - 9.1 - 603</p>  <p>Verbundschrauben nach Z - 9.1 - 648</p> 
 <p>Bewehrung</p> <p>Betonplatte</p> <p>Holz balken</p> <p>TC - Schubverbinder</p>	<p>HBV -Schubverbinder nach Z - 9.1 - 557</p>
 <p>Bewehrung</p> <p>Betonplatte</p> <p>Lamellen</p> <p>Trennschicht</p> <p>Flachstahlschloss 5 x 40 mm</p>	<p>Flachstahlschlösser für Brettstapeldecken Z - 9.1 - 473</p>
 <p>Dämmung</p> <p>Nagelplatten</p> <p>Duo-Holz balken</p> <p>Leichtbetonplatte</p>	<p>Dennert Holz-Beton-Verbundelemente Z - 9.1 - 474</p>

6.2.2. _ Herstellung/ Material/ Verbindungstechnik/ Fertigung

Die Betonplatte wird in den meisten Fällen monolithisch ausgeführt. Auf die Brettstapeldecke oder die Fußbodenbretter der traditionellen Holzbalkendecke wird eine Folie aufgebracht. Nach dem Einbringen der Verbindungstechnik kann der Beton aufgebracht werden. Hauptsächlich wird Beton normaler Güte C25/30 nach DIN 1045-1 verwendet. Die Plattendicke liegt im Allgemeinen zwischen 60 und 140 mm.

Es können besonders bei Neubauten auch Fertigteil-Betonplatten zur Anwendung gelangen. Neuerdings werden zunehmend auch Holz-Beton-Fertigteilelemente bei Bauvorhaben eingesetzt.

Holz-Beton-Verbund mit Verbundschrauben:

Eine inzwischen ausgereifte und bewährte Technik sind spezielle Verbundschrauben mit einem Durchmesser von 7,3 bis 8 mm (Tab. 6.1, Zeile 1 und 2). Der Vorteil dieser Verbindungslösung liegt darin, dass die Schraube ohne Vorbohren in das Holz eingeschraubt wird. Pro Arbeitskraft lassen sich 200 Verbundschrauben pro Stunde einbringen. Die Verbundschrauben werden paarweise im Winkel 45°/ 135° gegeneinander versetzt eingeschraubt. Zwischen Betonplatte und Holzbalken darf beim Verbundsystem nach den Bestimmungen der bauaufsichtlichen Zulassungen eine bis maximal 30 mm dicke Schalung eingebaut werden bzw. bei Altbaudecken vorhanden sein.

Grundsätzlich können mit diesem Verbundsystem Altbaudecken im Spannweitenbereich zwischen 4,0 bis 6,0 m auf eine Verkehrslast von 5,0 kN/m² ertüchtigt werden (Abb. 6.9). Für Neubauten können bei Balkenabständen bis 3,5 m Deckenspannweiten bis 8 m mit Deckenlasten von 5 kN/m² hergestellt werden. Möglich ist auch eine Holz-Beton-Verbundlösung mit Brettsperrholzplatten (Abb. 6.11) Die Praxistauglichkeit des mit den Schrauben nach Zulassung Z-9.1-342 herstellbaren

Verbundsystems konnte zum Beispiel in Deutschland anhand von bisher 180 ausgeführten Objekten und in Europa bei über 500 Objekten unter Beweis gestellt werden.

TC-Schubverbinder: Die in Zeile 3, Tabelle 6.1 dargestellte Entwicklung kann auch bei Brettstapeldecken angewendet werden. Der TC-Schubverbinder aus perforierten Streckmetallstreifen (Materialdicke 2,5 mm) wird in das Holz in eine 3,2 mm breite Nut eingeklebt. Anwendbar ist die Lösung im Alt- und Neubau. Bei Neubauten können Deckenspannweiten bis 8 m mit einer Verkehrslast von 5 kN/m² und mit geringeren Verkehrslasten bis 15 m Spannweite realisiert werden. In Verbindung mit Lignotrend-Elementen sind auch Fertigteildecken möglich.

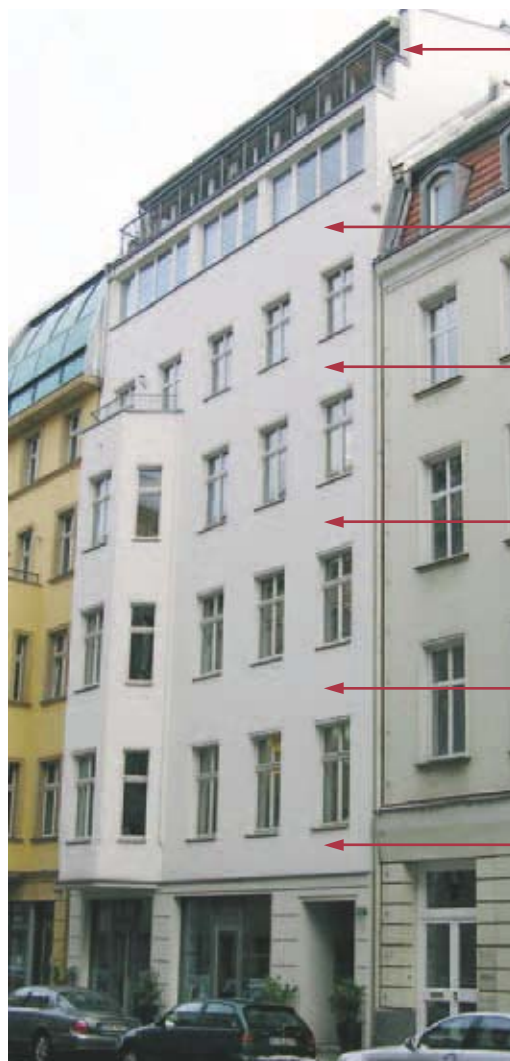
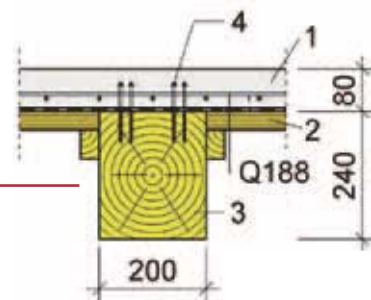


Abbildung 6.9:
Ertüchtigung einer Altbaudecke



- Verbundbalken mit 2-reihiger Anordnung der Verbundschrauben
- 1 - Stahlbetonplatten B25
 - 2 - Schalung 35 mm
 - 3 - Altholzbalken
 - 4 - Verbundschrauben SFS VB-48-7,5 x 100 mm nach Zulassung Z-9.1-342

Abbildung 6.10:
Brettsperrholz- Beton-
Verbundplatte



Flachstahlschlösser: Zur Herstellung eines Verbundes zwischen Beton und Brettstapeldecken wurden so genannte Flachstahlschlösser untersucht und erprobt (Tab. 6.1, Zeile 4). Die Stahlgüte des Flachstahles ist S 235. Die Flachstahlschlösser werden in quer zur Faserrichtung verlaufende untermaßige Sägeschlitzte eingetrieben. Als Betongüte kann C 25/30 bis C 60/75 verwendet werden.

Mit zunehmender Betongüte erhöht sich der Verschiebungsmodul. Die maximale Stützweite beträgt 10 m. Fertigteilenelemente sind ebenfalls möglich.

Dennert Holz-Beton-Verbundelement: Duo-Balken werden mittels Nagelplatten mit einer Leichtbetonplatte zu einem Fertigteilenelement verbunden. Die Verwendung der Elemente ist auf eine Anwendung bei Dachkonstruktionen mit unten liegender vorwiegend zugbeanspruchter Betonplatte beschränkt. Die Fertigteilenelemente sind maximal 3 m breit und maximal 10 m lang. Der Abstand der Duo-Balken untereinander beträgt 400 bis 1000 mm (Tab. 6.1, Zeile 5).

BS-Verbundanker: Es wird ein spezieller Stahlanker über Vergussmörtel in Aussparungen mit dem Holz verbunden. Zusätzlich sichern zwei Holzschrauben das Stahlteil gegen Abheben. Die Schubkraft in der Fuge zwischen Beton und Holz wird über Druck parallel zur Faser in das Holz übertragen. Das Stahlteil wird durch abgebogene Betonstähle mit dem Beton verbunden. Eine bauaufsichtliche Zulassung ist für diese Verbundlösung nicht notwendig. Das System ist für Balkendecken im Neu- und Altbau anwendbar.

6.2.3. _ Wissenswertes für die Planung

DIN 1052:2008 enthält Bemessungsgrundlagen für Holz-Beton-Verbund-Konstruktionen. Dafür stehen zwei Verfahren zur Verfügung. Das Möhler-Verfahren und die Schubanalogie nach Kreuzinger. Die für die Bemessung notwendigen Werte, wie Verschiebungs- und E-Modul, oder der charakteristische Wert der Schubtragfähigkeit des Verbindungsmittels sind der jeweils gültigen bauaufsichtlichen Zulassung zu entnehmen.

Holz-Beton-Verbund mit Verbundschrauben:

Die Bemessung erfolgt mit einer speziellen Bemessungssoftware. Die Staffelung der Verbundschrauben entsprechend des Schubflusses in der Fuge ist mit dem Programm ohne weiteres möglich. (s. www.holzbau-software.de).

TC-Schubverbinder: Lignotrend-Beton-Verbundelemente können für Tragwerke mit bis zu drei Feldern und beidseitigen Auskragungen mit einer speziellen Software bemessen werden. Für Neubauten werden verschiedene Deckenkonstruktionen angeboten, so z. B. Balkendecken, Rippendecken, Kastendecken, Variodecken, Plattendecken, Akustikdecken und Hohlkastendecken.

Flachstahlschlösser: In der Praxis bevorzugt werden Fertigteildecken, die durch die anbietende Firma dimensioniert werden.

BS-Verbundanker: Für die Bemessung stehen Bemessungstabellen zur Verfügung.

- 1 - Betonestrich
- 2 - Dämmung
- 3 - Stahlbetonplatte
- 4 - HBV - Schubverbinder
- 5 - Schraube
- 6 - BSH Unterzug

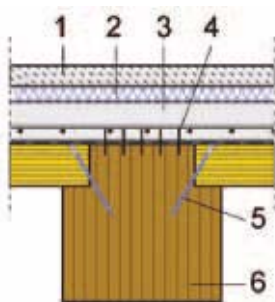


Abbildung 6.11:
Geschossdecke für ein Kaufhaus aus Lignotrend- Beton-Elementen.
Für eine 5 kN/m^2 , Spannweite $8,2 \text{ m}$ (unten: mit Unterzug aus blockverklebten Brettschichtholz - s. dazu auch Abschnitt 6.3)

6.3. _ Geklebte Tragwerke aus BSH- Trägern (Blockverklebung)

6.3.1. _ Allgemeines/ Anwendungsbereich

Werden einzelne Brettschichtholzträger zu Verbundbauteilen verklebt, entstehen große Querschnittsblöcke mit einem sehr viel höherem Tragvermögen als normale Brettschichtquerschnitte (Abb 6.12). Man spricht dann auch von blockverklebten Bauteilen. Die Klebefugen zwischen den Brettschichtträgern bezeichnet die DIN 1052:2008 auch als Blockfugen. Die Blöcke bestehen entweder aus vertikal nebeneinander stehenden oder horizontal übereinander liegenden Brettschichtträgern. Es können aber auch vertikal und horizontal angeordnete Brettschichtträger zu Hohlblöcken, zu Kasten- oder π - Querschnitten verklebt werden (Abb. 6.12). Die Herstellung von gekrümmten Tragwerken ist möglich (Abb. 6.13 bis 6.16). Bisher wurden solche Tragwerke vor allem im Brückenbau eingesetzt. Denkbar ist auch eine Anwendung im Hallenbau für Tragwerke mit besonderen Anforderungen an eine hohe Festigkeit, Feuerwiderstandsdauer, oder geringe Schwind- und Quellverformungen.

Zur Vermeidung von Rissen beschränkt die DIN 1052: 2008 die Anwendung derartiger Querschnitte auf die Nutzungsklasse 1 und 2. Eine direkte Befeuchtung der Bauteile ist zu vermeiden. Im Brückenbau kann diese Forderung dadurch erfüllt werden, dass oberseitig eine Betonplatte aufgebracht wird. Diese nimmt die Fahrbahn auf und wird so gestaltet, dass sie mit einer sehr viel größeren Breite als der Blockquerschnitt diesen gleichzeitig vor der Bewitterung schützt (s. Beispiel in Bild 6.16). Wird zwischen der Betonplatte ein Verbund hergestellt entsteht ein Holz- Beton-Verbund- Querschnitt mit sehr hoher statischer Leistungsfähigkeit.

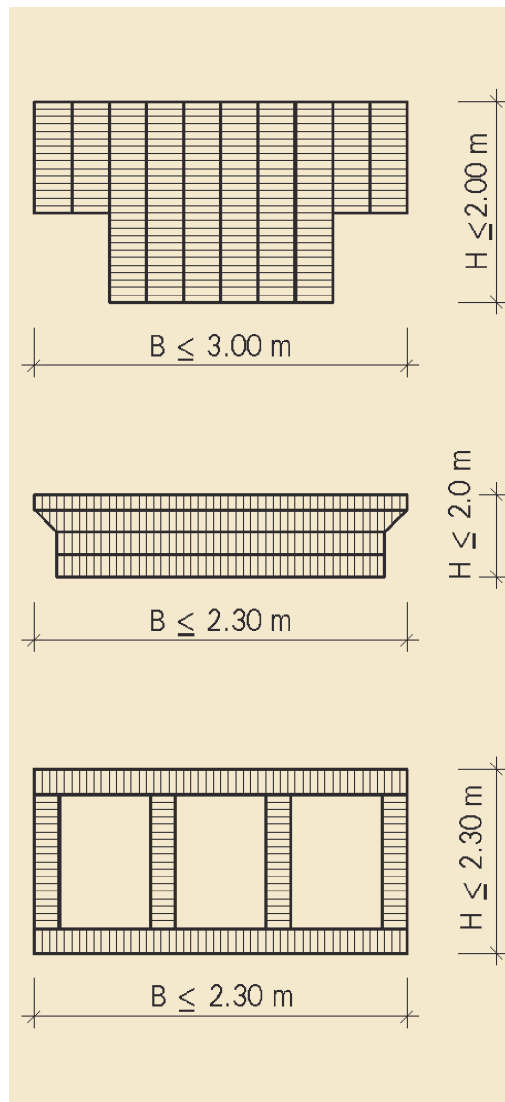


Abbildung 6.12:

Trägerquerschnitte in Blockverklebung

- a) Verklebung aus senkrecht stehenden BSH- Querschnitten
- b) Verklebung aus liegenden BSH- Querschnitten
- c) Verklebung aus liegenden und stehenden BSH- Querschnitten (Hohlkastenblock)

Abbildung 6.13:

Blockverklebung aus senkrecht stehenden BSH-Querschnitten





Abbildung 6.14:
„Drachenschwanzbrücke“
über das Gessental in
Ronneburg

6.3.2. _ Herstellung

(Material/Verbindung/Fertigung)

Die zu Blöcken zu verklebenden Brettschichtholzquerschnitte haben eine Dicke von ≥ 60 mm. Die Holzfeuchte der zu verklebenden Querschnitte darf maximal 15% betragen.

Die Klebstoffe müssen für derartige Verklebungen anerkannt und zugelassen sein. Eine Liste über amtlich geprüfte und zugelassene Klebstoffe kann unter www.mpa-uni-stuttgart.de eingesehen werden.

Eine ausreichende Dauerhaftigkeit der Verklebung wird nur über einen gleichmäßigen Pressdruck über die gesamte Klebefläche erreicht. Je nach Größe und Gestalt der Blöcke ist das technologisch nicht ganz einfach zu bewerkstelligen. Deshalb kommen auch neuerdings Epoxidharzklebstoffe zum Einsatz, die geringere Pressdrücke erfordern und gleichzeitig größere Klebefugen problemlos überbrücken können.

Die Querschnitte werden entweder vollflächig oder streifenartig verklebt.



Abbildung 6.15:
„Drachenschwanzbrücke“
auf dem Gelände der
Bundesgartenschau 2007

6.3.3. _ Wissenswertes für die Planung

Hergestellt werden dürfen solche Blockverklebungen nur von Firmen, die ihre Eignung zum Kleben tragender Holzbauteile nachgewiesen haben. Erforderlich ist eine gültige Bescheinigung A oder B entsprechend DIN 1052:2008, Anhang A. Beim Entwurf und der Tragwerksplanung ist eine frühzeitige Abstimmung mit den Herstellern von Blockverklebungen notwendig.

Bei einer Blockverklebung aus vertikalen Brett-schichtholzquerschnitten können zurzeit Blöcke von 3 m Breite, 2,0 m Höhe und 30 m Länge hergestellt werden. Der Radius für Krümmungen beträgt senkrecht zur Trägerebene mindestens 35 m. Blöcke mit liegend verklebten Brettschichtträgern gestatten Breiten bis 2,3 m, Höhen bis 2,0 m und Längen bis 30 m. Der Radius für Krümmungen beträgt hier mindestens 10 m. Hohlkastenblöcke können mit der gegenwärtigen Fertigungstechnologie in Breiten bis 2,3 m, Höhen bis 2,3 m und Längen bis 31 m hergestellt werden (Abb. 6.16). Der Biegeradius für Krümmungen beträgt mindestens 33 m.

Überwachung

Hersteller von blockverklebten Holz unterliegen im Rahmen der in der DIN 1052:2008, Anhang H3 und H4 festgelegten Regeln einer Eigen- und Fremdüberwachung. Die Kennzeichnung erfolgt mit einem ÜZ- Zeichen mit Angaben des Herstellers, der Festigkeitsklasse nach DIN 1052 und der fremdüberwachenden Stelle.

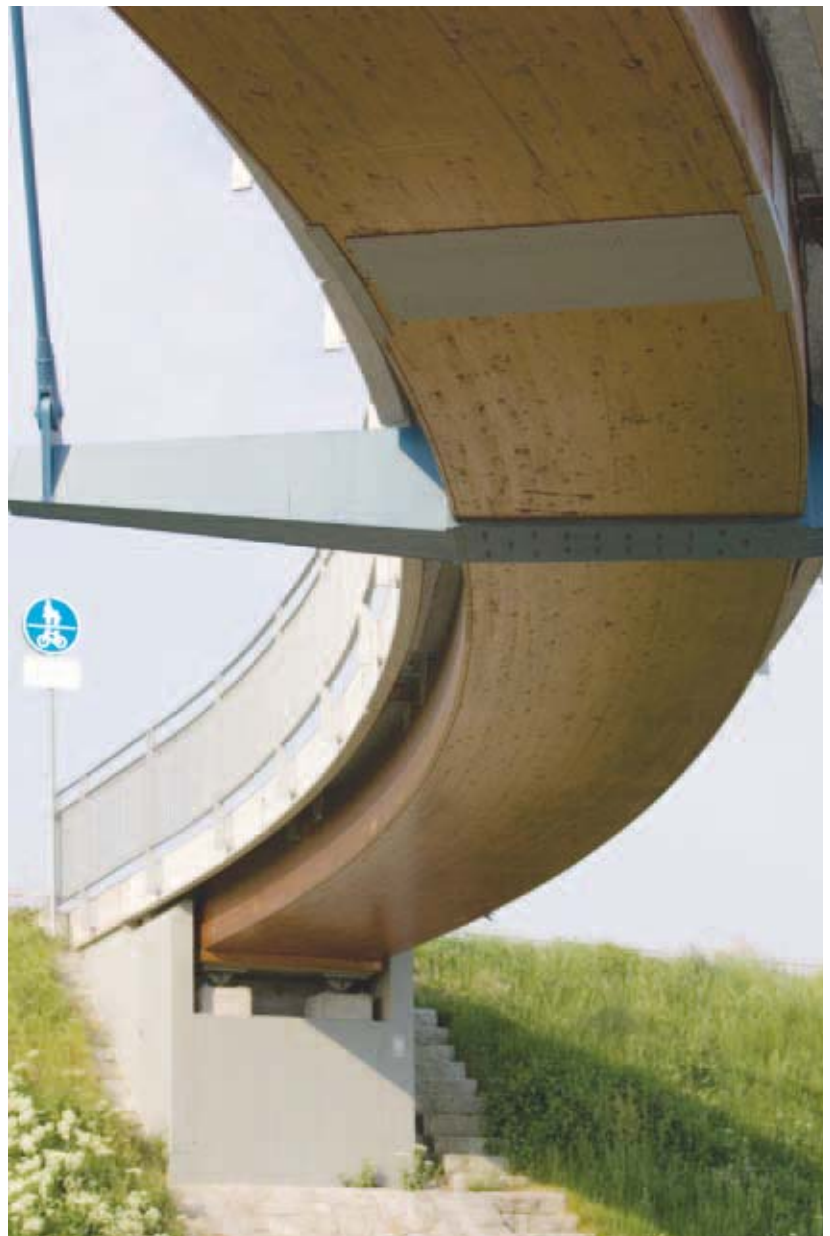


Abbildung 6.16:
Brücke Hochstetten

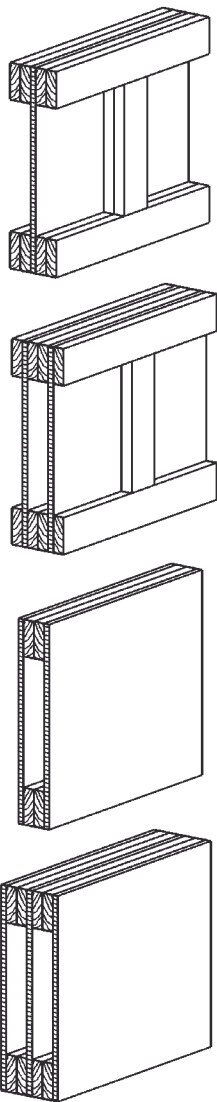


Abbildung 6.17.:
Holzwerkstoffträger für
größere Spannweiten im
Hallenbau

6.4 _ Hybridträger

6.4.1. Allgemeines/Anwendung

Hybridträger sind Träger oder Balken aus unterschiedlichen Werkstoffen. Ziel der Werkstoffkombination ist eine höhere Leistungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit als vergleichbaren Trägern aus Vollholz oder Brettschichtholz.

6.4.2. BSH-Träger:

Ersetzt man die üblicherweise aus Nadelholz bestehenden äußeren Brettlagen durch Brettlagen aus anderen Holzarten mit höherer Rohdichte und Festigkeit (z. B. der einheimischen Buche) entsteht ein Hybrid- Brettschichtträger mit höherer Festigkeit als ein vergleichbarer Brettschichtträger aus Nadelholz. Eine Festigkeitserhöhung um 50 bis 75% ist möglich. Solche Hybridträger sind zurzeit bauaufsichtlich nicht geregelt und bedürfen einer Zustimmung im Einzelfall.

6.4.3. Doppel-T- oder Kastenträger:

Eine andere Entwicklung stellt die Herstellung von Doppel-T- oder Kastenquerschnitten aus verschiedenen Holzwerkstoffen oder aus Holz und Stahl dar. Für die Stege verwendet man Holzwerkstoffe, wie zum Beispiel Sperrholz, OSB, Hartfaser oder profiliertes Stahlblech und für die Gurte Vollholz, Brettschichtholz oder Furnierschichtholz.

Bei größeren Spannweiten werden zumeist Hohlkastenträger eingesetzt (Abb. 6.2). Die heute über eine bauaufsichtliche Zulassung geregelten Hybridträger mit vorrangigem Einsatz als Deckenträger oder Wandstiel zeigt Tabelle 1. Dabei handelt es sich ausschließlich um Doppel-T-Träger. Sie werden vor allem in ein- oder zweigeschossigen Wohnbauten und in Geschoßbauten als Decken, Dachsparren und Wandträger bei vorwiegend ruhenden Belastungen eingesetzt.

Abbildung 6.18:
Herstellung von Hybridträgern

Einige Träger dürfen auch als Stiel im Hausbau eingesetzt werden, wenn sie im eingebauten Zustand beidseitig beplankt sind. Ihre Anwendung ist gemäß den bauaufsichtlichen Zulassungen auf die Nutzungsklasse 1 und 2 beschränkt.

Hybridträger werden auch im modernen Beton-Schalungsbau eingesetzt. Ihre ausschließliche Verwendung für die bei Betonschalungen auftretenden Beanspruchungen ist in speziellen bauaufsichtlichen Zulassungen geregelt.

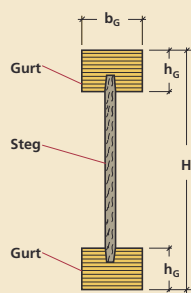
Die nachfolgenden Hinweise gelten nicht für Hybridträger im Schalungsbau.

Herstellung/Material/Verbindung

Die Gurte bestehen aus Nadelvollholz und bei zwei Trägern aus Furnierschichtholz. Die Vollholzgurte sind in der Länge durch Keilzinkenverbindungen gestoßen. Die Stegmaterialien sind sehr unterschiedlich und reichen von harten Holzfasertafeln (Dicke 8 mm), Spanplatten (Dicke 6 bis 27 mm), OSB-Platten (Dicke 8 bis 22 mm), bis zu Dreischichtplatten (Dicke 20 bis 32 mm) oder in einem Fall besteht der Steg aus profiliertem Stahlblech (Dicke 0,5 mm). Je nach statischer Beanspruchung stehen Trägerhöhen zwischen 160 und 610 mm zur Verfügung (Tab. 6.2).



Tabelle 6.2: Hybridträger für den Holzbau mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung (Stand 12.2008)

Zulassungsnummer	Material			Trägerhöhe H in mm	Anwendung/Hersteller 
	Stegdicke t_s in mm	Steg	Gurt b_G/h_G in mm/mm		
Z-9.1-123	8 15	OSB	Hartfaser/ 47/47 70/47	Vollholz 150 bis 400/500 90/60	Balken: Deckenbalken/Dachsparren/ Wandstiel, Länge nach Statik/ Swelite AB, Schweden, www.masonite-beams.se
	8	Hartfaser/ OSB	Vollholz 47/47 70/45	Stiele: 150 - 300	
Z-9.1-262	0,5	Stahlblech (Einzel- oder Doppelsteg)	Vollholz 80/60 bis 200/120	210- 510	Deckenbalken/Dachsparren/ Wandstiel; Länge nach Statik/ www.hightech-traeger.com
Z-9.1-277	9,5 9,5 11,1	OSB	Micro- Lam- Furnierschichtholz 44,5/38,1 58,4/38,1 88,9/38,1	241,3-406,4 254,0-508,0 254,0-609,6	Deckenbalken/Dachsparren/ Wandstiel; Länge nach Statik/ Trus Joist sprl. Genval, Belgien www.trusjoist.com
Z-9.1-395	6 - 22 8 - 22 20 - 30	Dreischicht- K1-Multiplan	Vollholz 50/130 -130/65	160-400	Deckenbalken/Dachsparren/ Wandstiel, Länge nach Statik/ Kaufmann Holz AG www.kaufmann-holz.com
Z-9.1-416	9,5	OSB	Vollholz 39/38 89/64	241,3- 301,6	Deckenbalken/Dachsparren/ Wandstiel, Länge nach Statik/Nascor Incorporated, Kanada, www.nascor.com
Z-9.1-432	22 - 27 27 - 32	Spanplatte Dreischichtplatte	Vollholz 60/35 -100/60	160- 360	Deckenbalken/Dachsparren/ Wandstiel, Länge < 15 m/ Doka Industrie- A, Österreich, www.doka.com
Z-9.1-533	10	OSB	Kerto- S-Furnierschichtholz 45/39, 58/39 89/39	Balken: 200- 600	Deckenbalken/Dachsparren/ Wandstiel, Länge < 14,5 m Finforest Corporation, Finnland www.finnforest.de
			58/39 89/39	Stiele: 200-400	
Z-9.1-580	10	OSB	Vollholz 89/38, 58/38 45/45	Balken: 200- 406 Stiel: 160- 240	Deckenbalken/Dachsparren/ Wandstiel, Länge < 7,2/12 m; Kronopol, Polen www.kronopol.com

Wissenswertes zur Planung

Die Hybridträger sind hinsichtlich ihrer Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit nach DIN 1052:2008 nachzuweisen. Sofern die Festigkeitswerte für die in den Trägern verbauten Werkstoffe nicht in der Norm enthalten sind, können sie der jeweiligen Zulassung entnommen werden. Für die Planung stehen Bemessungshilfen in Form von Tragfähigkeitstabellen oder spezieller Bemessungssoftware zur Verfügung. Alle Hersteller bieten auch Regel-details für die Planung von Konstruktionen einschließlich von speziellen Verbindungen an.

Kennzeichnung

Die Hersteller geklebter Hybridträger müssen über einen gültigen Nachweis zum Kleben tragender Holzbauteile verfügen.

Die Fertigung von Doppel-T-Trägern erfolgt mit Eigen- und Fremdüberwachung. Die Träger werden mit dem ÜZ-Zeichen mit Angaben des Herstellers, der Zulassung und der fremdüberwachenden Stelle auf den Trägern gekennzeichnet.



Abbildung 6.19:
Herstellung von Wand-
elementen

Abbildung 6.20:
Einsatz als Dachsparren

6.5. _ Fachwerkkonstruktionen

6.5.1. _ Allgemeines/Anwendung/Binderformen/Stabanschlüsse

Fachwerkkonstruktionen sind ebene oder räumliche Konstruktionen aus geraden, starren, in sich unverschiebbaren Holzstäben, die in mehreren, als Knotenpunkte (Knoten) bezeichneten reibungsfreien Gelenken zusammenlaufen. Nachfolgend werden nur ebene Fachwerke behandelt.

Die Formen der Fachwerkbinder sind unterschiedlich; sie hängen u. a. ab von

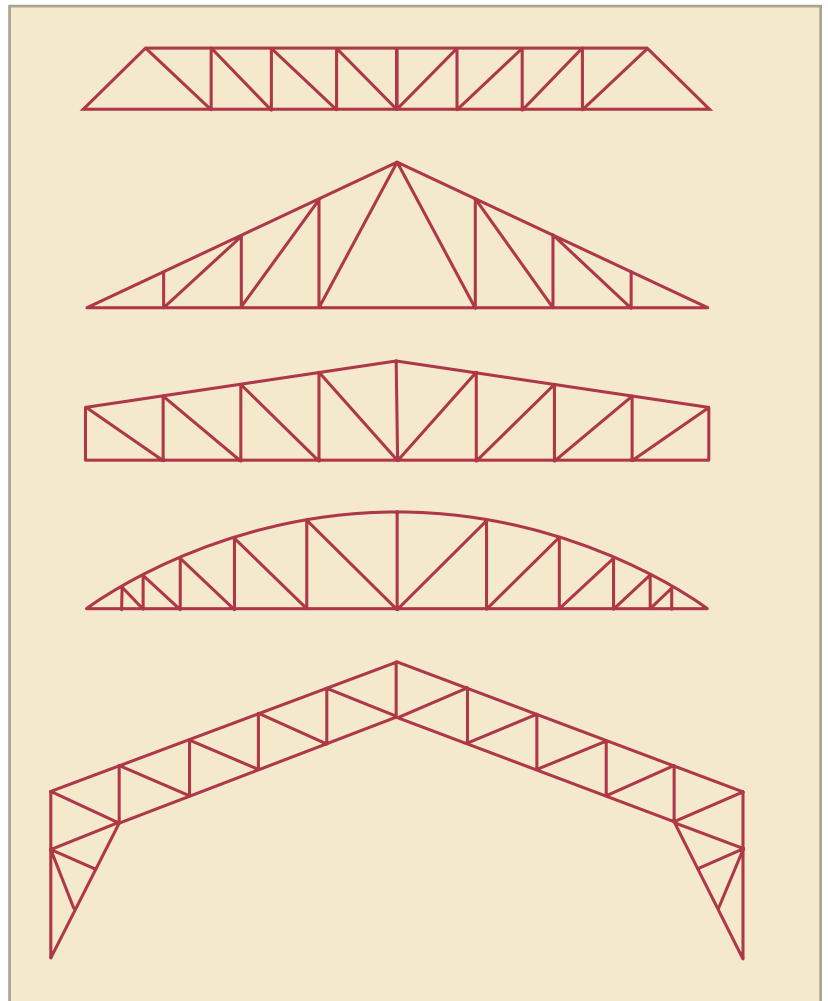
- der Dachform
- der Spannweite
- der Belastung
- den zur Verfügung stehenden Holzquerschnitten und
- den Verbindungsmitteln.

Die Grundformen der Fachwerkbinder oder Fachwerkträger (Abb. 6.21) sind:

- Parallelfachwerkbinder
- Dreieckfachwerkbinder
- Trapezfachwerkbinder
- Parabelfachwerkbinder
- Rahmenfachwerkbinder.

Alle anderen Formen sind Varianten oder Kombinationen mit z. T. unterschiedlichen Felderteilungen.

Fachwerkbinder auf zwei Stützen kommen am meisten vor. Die konstruktive Durchbildung der Stabanschlüsse bestimmt die Wirtschaftlichkeit der Konstruktion.



Ausreichend tragfähige Stabanschlüsse lassen sich mit den folgenden Verbindungsmitteln:

- Nägel (Spannweite < 35 m)
- Nägel in Verbindung mit eingeschlitzten Blechen (Spannweite < 40 m)
- Nagelplatten (Spannweite < 35 m)
- Multi - Krallendübel (Spannweite < 60 m)
- Stabdübel in Verbindung mit eingeschlitzten Blechen (Spannweite < 70 m)

Es gibt auch Fachwerkträger mit geklebten Knotenpunkten (Spannweite < 20 m), die aber heute nicht mehr angewendet werden.

Abbildung 6.21:
Grundformen von
Fachwerkbindern

6.5.2. Fachwerkbinder mit Nägeln

Für Spannweiten bis 35 m sind Brettbinder mit Nagelverbindungen wirtschaftlich. Der Binderabstand beträgt 1 bis 3 m.

Herstellung/Material/Verbindung

Üblicherweise werden parallel besäumte Bretter aus Nadelholz S 10 oder S13 nach DIN 4074-1 von 25 bis 30 mm Dicke unterschiedlicher Breite verwendet. Die Bretter sollen für die Untergurt- und andere hoch belastete Zugstäbe möglichst astrein sein. Holzfeuchte maximal $u \leq 20\%$. Es sind möglichst nur zwei unterschiedliche Nagelgrößen bei einer Binderform zu verwenden. Die Brettstäbe können

- einteilig
- mehrteilig oder
- mit Verstärkungen

ausgebildet sein. Die erforderliche Nagelanzahl wird für jeden Stabanschluss berechnet und ist in den Detailzeichnungen vorgegeben.

6.5.3. _ Fachwerkbinder mit Nagelplatten

Nagelplatten- Fachwerkbinder (Abb. 6.22, 6.23) sind in verschiedenen Fachwerkformen herstellbar. Nagelplatten- Konstruktionen bestehen aus festigkeitssortiertem Nadelholz nach DIN 4074 mit einer Holzfeuchte von maximal 20%. Nagelplattenbinder dürfen nur bei vorwiegend ruhenden Belastungen nach DIN 1055, Teil 3 eingesetzt werden. Der Binderabstand beträgt im Allgemeinen 1,0 bis 1,25 m. Die Spannweite regelt die jeweilige Nagelplatten-Zulassung. Je nach bauaufsichtlichen Zulassung ist die Spannweite auf 20 bis 35 m begrenzt.

Verbindungsmittel

Nagelplatten sind flächige Verbindungsmittel. Die Platten bestehen aus mindestens 0,94 bis 2,0 mm dicken verzinkten oder korrosionsbeständigen Stahlplatten mit nagelförmigen Ausstanzungen, die einseitig, rechtwinklig zur Plattenebene abgebogen sind.

Die Verwendung der Nagelplatten regeln Allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen (www.nagelplatten.de).

Ein zusätzlicher Korrosionsschutz ist erforderlich, wenn verzinkte Nagelplatten im Freien oder in Räumen mit einem ständigen Anfall von Wasserdampf angewendet werden. Bei Anwendung von Nagelplatten in Räumen mit chlorhaltiger Atmosphäre können die üblichen Stahlsorten nicht eingesetzt werden.

Fertigung

Auf speziellen Vorrichtungstischen werden die Holzstäbe gleicher Dicke passgenau entsprechend der Binderform zusammengefügt. Hydraulische Spezialpressen drücken die beiderseitig angeordneten Nagelplatten gleichzeitig und gleichmäßig in das Holz, wodurch eine tragende Verbindung entsteht. Beim hydraulischen Einpressen der Nagelplatten werden die Hölzer nicht geschwächt. Bei der Fertigung, sind die Regeln der DIN 1052: 2008 Abschnitt 13 zu beachten.

Abbildung. 6.22:
Montage eines Fachwerkbinders, Länge 36 m



Wissenswertes für die Planung

Bemessung

Nagelplattenverbindungen werden nach den Regeln der DIN 1052:2008 bemessen. Die Platten-tragfähigkeiten erhält man aus den Zulassungen der Nagelplatten. Die Herstellerbetriebe verfügen über eigene spezielle Programme für die Bemessung der Binderkonstruktionen. Mit der Lieferung der Nagelplattenkonstruktion erhält der Besteller eine detaillierte statische Berechnung.

Überwachung

Die Fertigung von Fachwerkbindern mit Nagelplatten erfolgt in güteüberwachten Betrieben. Die Betriebe unterliegen der werkseigenen Produktionskontrolle und werden von bauaufsichtlich zertifizierten Materialprüfanstalten überwacht. Die Produkte werden deshalb mit dem ÜZ- Zeichen mit Angaben des Herstellers, der DIN 1052 und der fremdüberwachenden Stelle gekennzeichnet. Auf den Nagelplatten muss die in den Zulassungen vorgegebene Kennzeichnung für den Nagelplattentyp eingeprägt sein.

Transport und Montage

Die Nagelplatten-Binder werden fertig auf die Baustelle geliefert. Aufgrund des hohen Veredlungsgrad der Nagelplattentechnik sind die Binder sehr schlanke Konstruktionen, die sich sehr leicht verbiegen. Der Transport und die Montage sind sorgfältig zu planen und nur von geschultem Personal durchzuführen. Schiefstellungen und Verformungen sind unbedingt zu vermeiden. Besondere Sorgfalt ist auf die fach- und funktionsgerechte Aussteifung der Konstruktion zu legen. Die Montageempfehlungen der Hersteller und des Planers müssen beachtet und eingehalten werden.



Abbildung 6.23:
Farbige Nagelplatten



Abbildung 6.24:
Multi- Krallendübel als Verbindungsmittel zwischen Kerto- Stäben



Abbildung 6.25:
Dreifach-Sporthalle in König Wusterhausen



Abbildung 6.26:
Knoten eines Fachwerkbinders mit zwei innenliegenden Stahlblechen und vierschnittigen Stabdübeln



Abbildung 6.27:
Selbstbohrender Stabdübel

6.5.4. _ Fachwerkbinder mit Multi- Krallen-Dübeln

Eine Weiterentwicklung der Nagelplatten stellt der Multi-Krallen-Dübel dar (Abb. 6.24). Er ist eine Doppelnagelplatte mit Rechtecknägeln (Nagelquerschnitt: 3,0 x 4 mm, 50 mm lang), aufgeschweißt auf einer 10 mm dicken Grundplatte. Die Nagelplatte besteht wahlweise aus korrosionsgeschütztem oder nichtrostendem Stahl.

Der Dübel wird zwischen die stets zweiteiligen Stäbe gepresst. Die Holzstäbe können aus Nadelvollholz (außer Douglasie) mindestens der Sortierklasse S10 nach DIN 4074-1, Brettschichtholz oder „KertoS“- Furnierschichtholz nach bauaufsichtlicher Zulassung bestehen. Die Binder werden in speziellen Betrieben nach den Regeln der bauaufsichtlichen Zulassung Z-9.1-193 gefertigt. Binderspannweiten bis 60 m sind möglich. Der Binderabstand beträgt 3 bis 6 m.

Wissenswertes für die Planung

Multikrallendübel dürfen nur zwischen zwei- und dreiteiligen Querschnitten eingebaut werden. Die zu verbindenden Hölzer müssen mindestens 63 mm breit und 78 mm hoch sein. Die Bemessung der Binder erfolgt nach DIN 1052:2008. Die Tragfähigkeiten der Nagelplatten sind der bauaufsichtlichen Zulassung zu entnehmen.

Überwachung

Kennzeichnung mit dem Ü- Zeichen mit Angaben des Herstellers und der Zulassungsnummer.

6.5.5. _ Fachwerkbinder mit Stabdübeln

Weitgespannte Fachwerkträger werden vor allem aus Brettschichtholz hergestellt. Es können alle Fachwerkformen mit Spannweiten bis 70 m hergestellt werden. Der Abstand zwischen den Bindern liegt im Allgemeinen zwischen 4 und 6 m. In den Knotenpunkten sind relativ große Kräfte zu übertragen. Mit Stabdübeln in Verbindung

mit in das Holz eingeschlitzen Blechen ist dies möglich. Dadurch entstehen mehrschnittige Holz- Stahl- Verbindungen mit hoher Tragfähigkeit und es können einteilige Holzstäbe verwendet werden (Abb. 6.25, 6.26).

Zur rationelleren Fertigung von derartigen Verbindungen wurden spezielle selbstbohrende Stabdübel mit Durchmessern von 5 und 7 mm entwickelt. Diese Technik ist auch für kleine Zimmereien wirtschaftlich. In einem Arbeitsgang können bis zu drei Bleche der Stahlgüte S235 mit einer Dicke von maximal 5 mm/Blech durchbohrt werden (s. Bild 7 bis 9).

Wissenswertes für die Planung

Die Tragfähigkeit einer Stabdübelverbindung ist abhängig von der Anzahl der für die Kraftübertragung zur Verfügung stehenden Scherflächen und der Holzbreite. Der Last- Faserwinkel und die Feuchtebeanspruchung ist zu berücksichtigen. Für die Bemessung stehen Bemessungshilfen in Form von Tragfähigkeitstabellen zur Verfügung.

Transport und Montage

Je größer die Spannweite von Fachwerkbindern, um so sorgfältiger sind der Transport und die Montage durchzuführen. Eine detaillierte Planung der Baustellenprozesse ist unerlässlich. Große Konstruktionen können nur von Fachfirmen mit Erfahrungen in der Montage anspruchsvoller weitgespannter Konstruktionen durchgeführt werden.

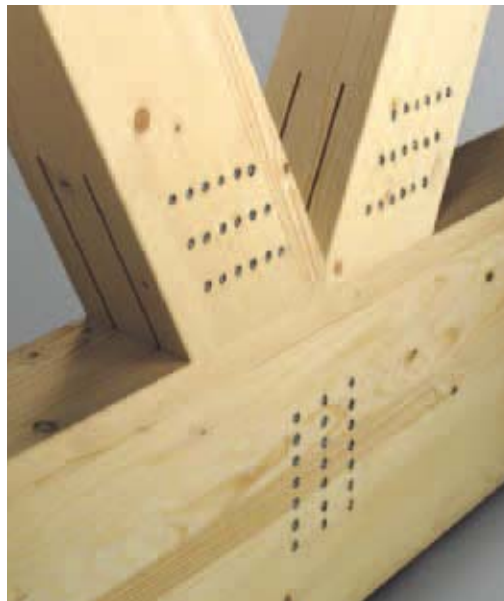


Abbildung 6.28:

Einsatz der selbstbohrenden Stabdübel, Herstellung eines Fachwerkknotens mit zwei eingeschlitzten Blechen

Abbildung 6.29:

Fertiger Knotenpunkt

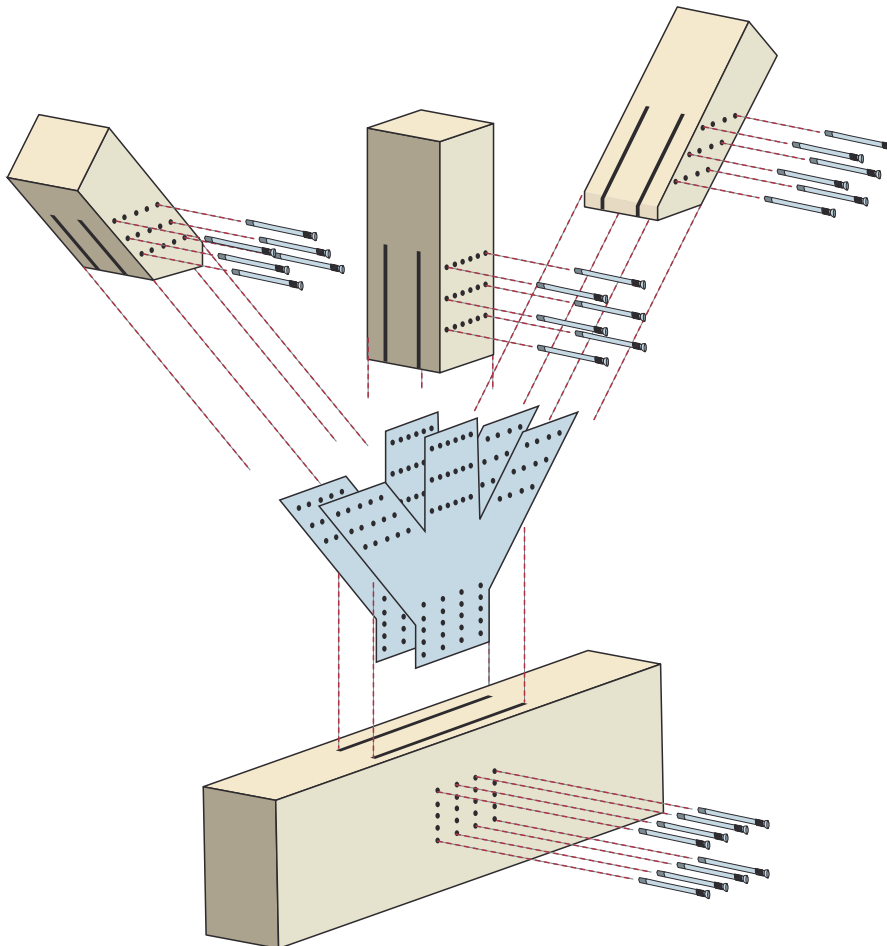


Abbildung 6.30:

Prinzip (selbstbohrende) Stabdübel