

Konstruktions-Systeme für den Holzhausbau

Es gibt zwei Arten von Bausystemen: Als Bausysteme bezeichnet man sowohl solche, die aus flächigen Elementen (Platten und Scheiben) für Wände, Decken und Dächer bestehen, die man zu einem Haus zusammensetzt, als auch Konstruktionssysteme, die eher das tragende Skelett eines Gebäudes bilden, dessen Zwischenräume ausgefüllt werden müssen, um eine geschlossene Gebäudehülle zu erhalten. Das klassische Beispiel für Letzteres ist die Fachwerkkonstruktion eines Fachwerkhauses.

Bei Bau- bzw. Konstruktionssystemen gibt es also:

- **flächige Systeme** aus massiven und zusammengesetzten Bauelementen, und
- **aufgelöste, stabförmige Systeme**

Die verschiedenen flächigen und stabförmigen Systeme unterscheiden sich in Konstruktion, Montage und Erscheinungsbild wie im Folgenden gezeigt wird.

Flächige Systeme aus massiven Elementen

Blockbau

Der Blockbau – auch Strickbau genannt – ist eine der ältesten Bauweisen. Er ist bis heute eine beliebte Bauweise, die großes Fachwissen erfordert, damit konstruktionsgerechte Bauwerke entstehen. In alten Zeiten wurden Blockbauten mit liegenden Stämmen aus Fichten- oder Tannenholz gefügt. Sie bestanden anfangs aus Rundhölzern, später wurden Halblinge verwendet, Balken aus durch den Kern halbierten Baumstämmen. Erst ab dem 19. Jahrhundert verwendete man Kanthölzer.

Heute sind mehrschichtige, wärmegeämmte Wandaufbauten mit innen oder außen sichtbarem Blockbau üblich. So erreichen die Häuser eine höhere Wärmedämmung und bessere Fugendichtheit.

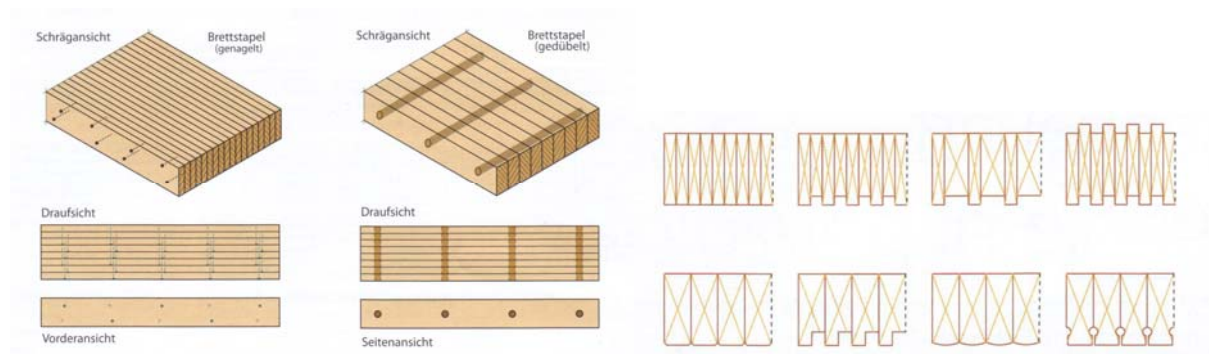


Modernes Blockhaus Außen- und Innenansicht (Bilder: Rubner)

Brettstapelbau

Eine dem Blockbau verwandte Technik ist der Brettstapelbau. Decken mit nebeneinander gelegten Balken zu bauen, dürfte die älteste Deckenbauart sein. Bei der Brettstapelbauweise wurde das ‚Balken an Balken‘-Prinzip durch das ‚Brett an Brett‘-Prinzip variiert: Hochkant gelegte Bretter minderer Holzqualität werden hier zu tragfähigen Wand- und Deckentafeln zusammengenagelt oder mit Holzdübeln zu solchen verbunden.

Die Vorteile dieser Variante liegen in der Verwendung kostengünstiger Schwach- und Resthölzer, die sogar kürzer sein können als die Stützweite des Bauteils selbst, und der einfachen Herstelltechnik. Brettstapel-Decken sind im Vergleich zu Balkendecken sehr steife Bauteile.



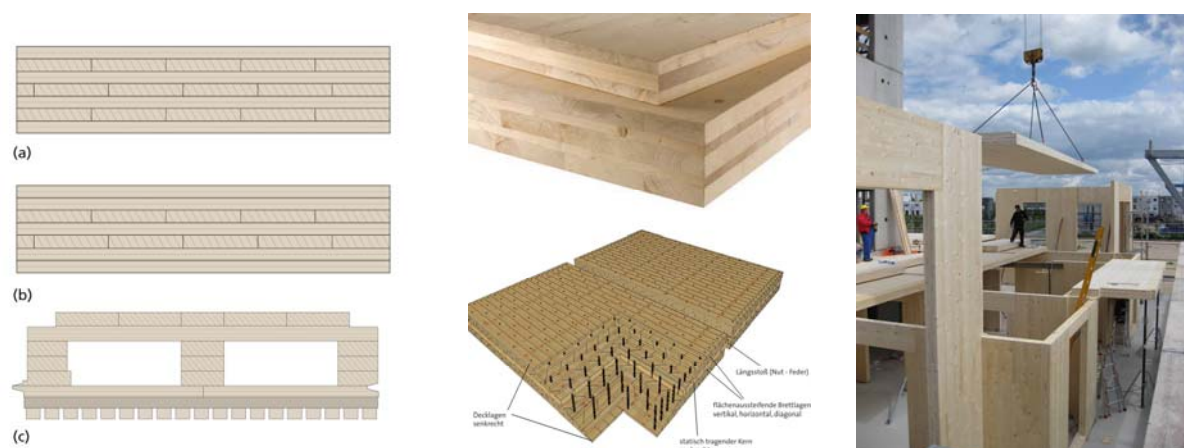
Links: Schemadarstellung mechanisch mit Nägeln oder Holzdübeln verbundener Brettstapel

Rechts: Typische Gestaltungsmöglichkeiten von Brettstapeldecken. Die einzelnen Bretter können beliebig versetzt angeordnet sowie die Unterseiten beliebig gefräst werden (und dienen so gleichzeitig als Akustikdecke). (Bildquelle: bauen mit holz, Bruderverlag)

Brettsperrholz (Mehrschichtige Massivholzplatten)

Brettsperrholz (BSP) ist ein flächiges, massives Holzprodukt für tragende Anwendungen. Es besteht aus einer ungeraden Anzahl kreuzweise miteinander verklebter (oder verdübelter) Brettlagen aus Nadelholz. Der Querschnitt muss symmetrisch aufgebaut sein. Die herstellernerneutrale deutsche Produktbezeichnung lautet Brettsperrholz (BSP), die englische Bezeichnung Cross Laminated Timber (CLT oder auch X-Lam).

Die Massivbauweise mit Brettsperrholz erlaubt die Vorfertigung ganzer Wand-, Decken- und Dachelemente mit bereits eingefrästen Fenster- und Türöffnungen. Charakteristisch ist, dass diese Elemente sowohl eine tragende als auch eine raumbildende Funktion haben. Vorteilhaft sind die so reduzierten Bauteilschichten, denn Tragwerk, Dichtigkeit und Raumbildung entstehen allein durch die massiven Holzplatten. Die Brettsperrholzbauweise eignet sich für eingeschossige, aber besonders auch für mehrgeschossige Bauten.

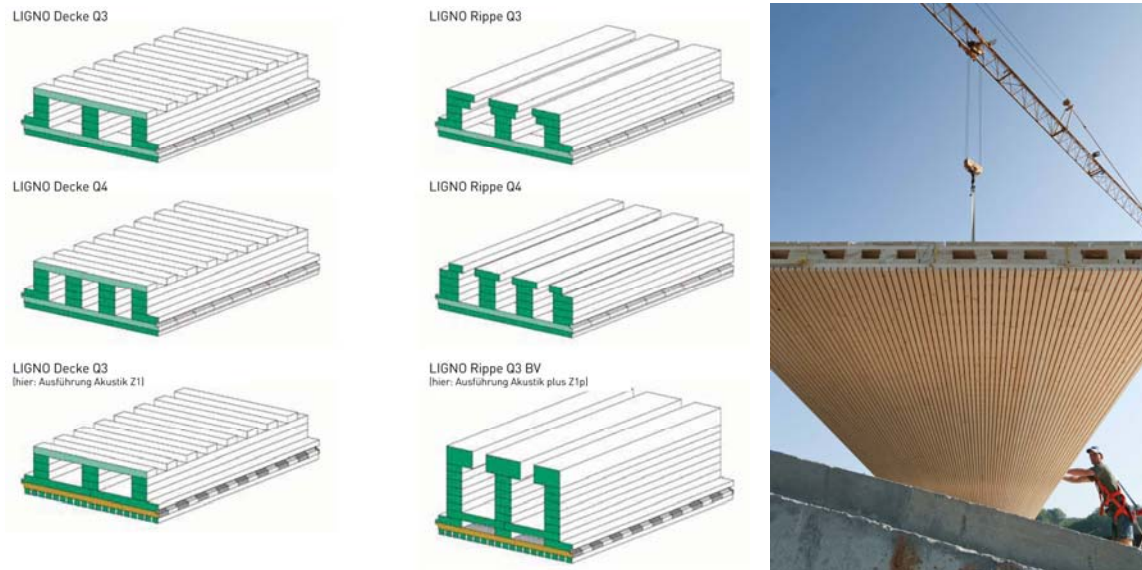


Links: Auswahl möglicher Aufbauten: a) kreuzweiser Aufbau in Lagen, b) teilweise faserparallel Verklebung benachbarter Lagen, c) planmäßiger Abstand der Bretter einzelner Lagen (Bildquelle: Studiengemeinschaft Holzleimbau e.V.)

Mitte oben: verklebtes Brettsperrholz (BSP) (Standard) (Bildquelle: Stora Enso),

Mitte unten: gedübeltes (klebstofffreies) BSP (Bildquelle: Thoma Holz)

Rechts: Ein Haus aus BSP-Decken und -Wänden wird montiert (Bildquelle: ABA Holz van Kempen)



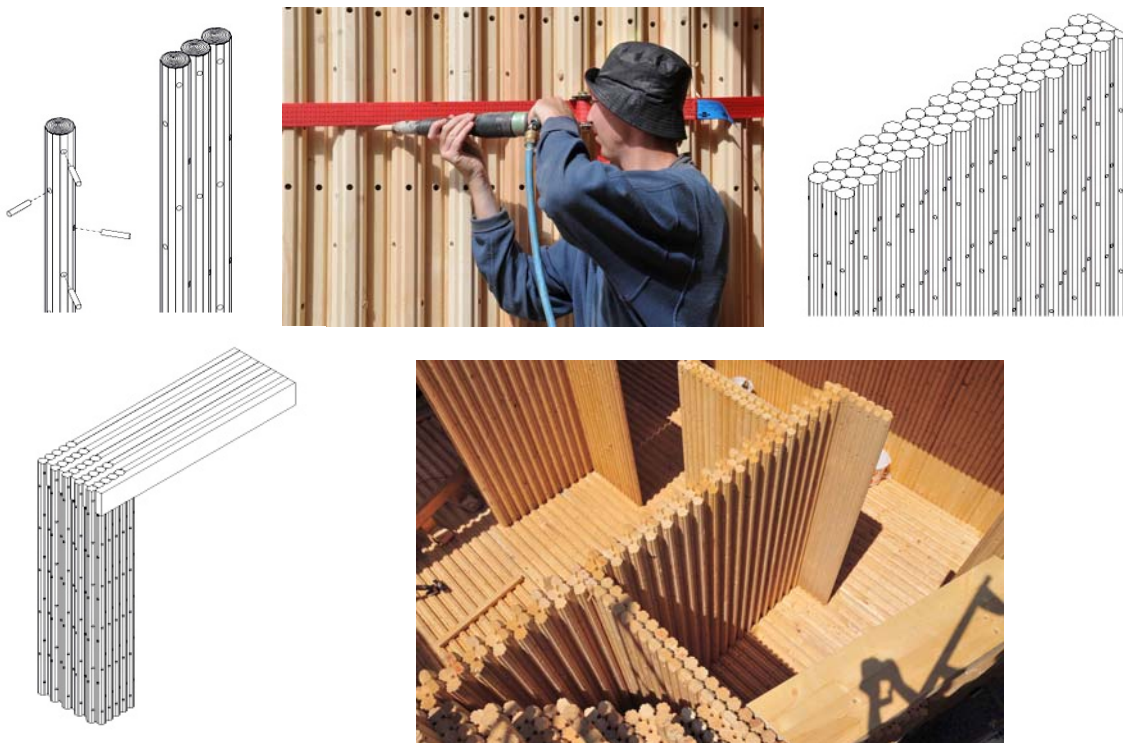
Bekanntester Anbieter von BSP-Elementen mit planmäßig auf Abstand verlegten Brettern ist Lignotrend.
 Links: Verschiedene Elementtypen für Geschossdecken
 Rechts: Montage einer LIGNO-Decke (Bildquelle: LIGNOTREND)

Palisadio

Ein massives 12-eckiges Holzprofil mit 72 mm Durchmesser bildet die kleinste Einheit des PALISADIO-Systems und wird aus Schwach- oder Starkholz gehobelt. Durch dichte Verdübelung in drei Achsen entstehen stabile und belastbare Elemente.

Viele Massivholz-Profile werden zu einzelnen, mehrschichtigen Elementen gebündelt und mit Buchenholz-Dübeln zu Holz-Modulen fest verbunden. Wand-Elemente sind vertikal, Dach- und Deckenelemente horizontal ausgerichtet.

Für größere Bauelemente werden Profile hydraulisch zusammen gepresst und zu mehrschichtigen Blöcken verdübelt. Die Größe des Transportfahrzeugs begrenzt die Dimension der Elemente auf etwa 15 m x 2,4 m.



Aus 12-eckigen Holzprofilen entstehen unterschiedlich dicke Wand- und Decken-Elemente. Holzdübel verbinden sie (Bildquelle: PALISADIO NintegrA gmbH)

Flächige Systeme aus zusammengesetzten Elementen

Kasten- und Flächenelemente

Auch optimierte kastenförmige oder modulartig vorgefertigte Elemente, die sich zu einem Flächentragwerk zusammensetzen lassen, führen zu Massivholzbauten. Bekanntester Anbieter solcher Elemente ist Lignatur. Bei den großflächigen Decken- und Dachelementen aus Nadelholz namens LIGNATUR-Kastenelemente (LKE) und -Flächenelemente (LFE) handelt es sich um unterseitig beplankte Rippenplatten, deren Hohlräume je nach Anforderung an Wärme-, Brand- und Schallschutz mit Dämmstoffen oder Beschwerungen wie z. B. Kalksandsteine gefüllt werden können.



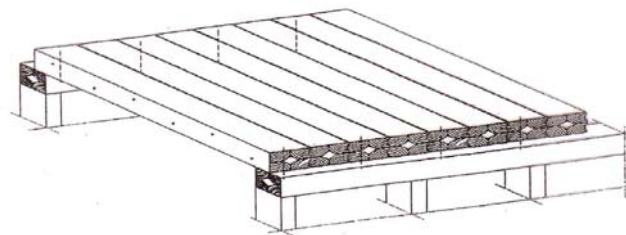
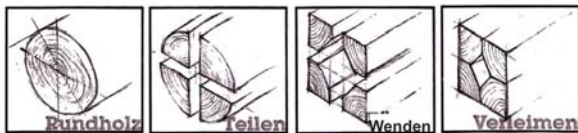
V.l.n.r.: LIGNATUR-Flächenelement (LFE) und LIGNATUR-Kastenelement (LKE) (Bildquelle: Lignatur AG)



Links: LIGNATUR-Flächenelemente werden montiert. Rechts: LIGNATUR nutzt auch für das eigene Bürogebäude seine Decken- bzw. Dachelemente, hier mit Akustiklochung. (Bildquelle: Lignatur AG)

Kreuzbalken

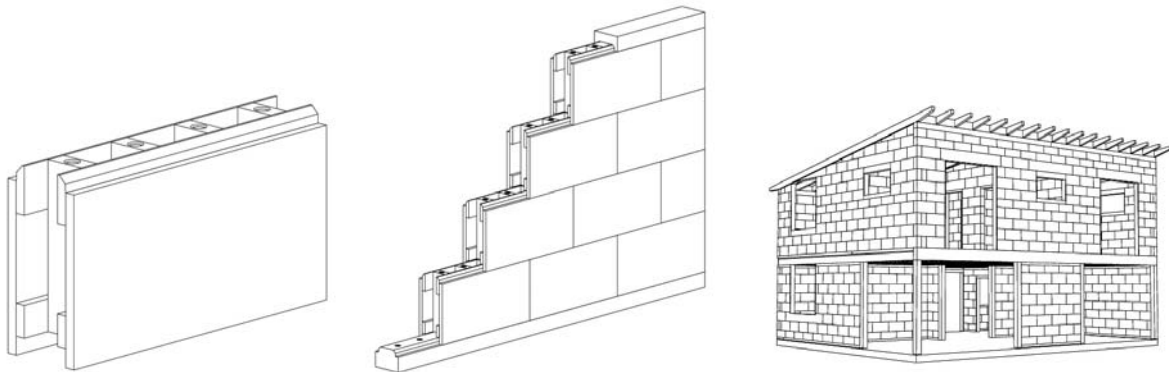
Kreuzbalken bestehen aus vier faserparallel miteinander verklebten Viertelholz-Segmenten aus Nadelholz. Dabei wird die Außenseite der Rundholzsegmente nach innen gewendet, so dass innerhalb des Rechteckquerschnittes eine zentrische, über die gesamte Länge durchlaufende Röhre entsteht. Aufgrund der hohen Formstabilität und der niedrigen Holzfeuchte sind Kreuzbalken besonders für den Holzhausbau geeignet.



Kreuzbalken neben Kreuzbalken verlegt ergeben besonders formstabile Geschossdecken

Holzbausteine Steko

Steko ist ein Baukastensystem aus standardisierten, industriell gefertigten Holzbausteinen. Sie sind das Kernstück des Steko-Wandsystems. Sie lassen sich auf einfachste Art und Weise wie im Mauerwerksbau lagenweise zu ganzen Wänden zusammenstecken. Die einzelnen als Module bezeichneten Holzbausteine sind durch einen speziellen Steckverbund miteinander gekoppelt.



V.l.n.r.: Das Steko-Grundmodul, der Steko-Wandaufbau, das Steko.Haus (Bildquelle: Steko Holz-Bausysteme AG)

Aufgelöste, stabförmige Bau- und Konstruktionssysteme

Fachwerkbau

Die in ganz Europa verbreitete Fachwerkarchitektur entwickelte sich in Regionen, in denen der Holzverbrauch begrenzt werden musste. Es entstanden reich gestaltete Fachwerkbauten, die noch in vielen historischen Stadt- und Dorfkernen erhalten sind. Aus der Vergangenheit sind Stockwerksbauten mit vier und mehr Geschossen überliefert. Sie zeigen, dass sogar Geschoßwohnbauten und gewerbliche, mehrgeschossige Holzbauten in Deutschland und den angrenzenden Ländern eine lange Tradition haben.

Die Balken für ein Fachwerk werden je nach Bedarf getrocknet und zugeschnitten, mit Verbindungselementen versehen und in der Werkstatt provisorisch zusammengesetzt. Die Konstruktion wird, zerlegt oder teilweise vormontiert, zum Bauplatz transportiert und aufgerichtet. Massive Konstruktionshölzer übernehmen Kräfte im Fachwerk, schräg eingebaute Hölzer steifen Wände aus.

Fachwerk wird heutzutage u. a. mit Wärmedämmstoffen ‚ausgefacht‘ und die Wand beidseitig bekleidet. Weil diese Bekleidung keine tragende Funktion hat, können die dafür verwendeten Werkstoffe frei gewählt werden und damit auch die Gestaltung der Oberflächen.

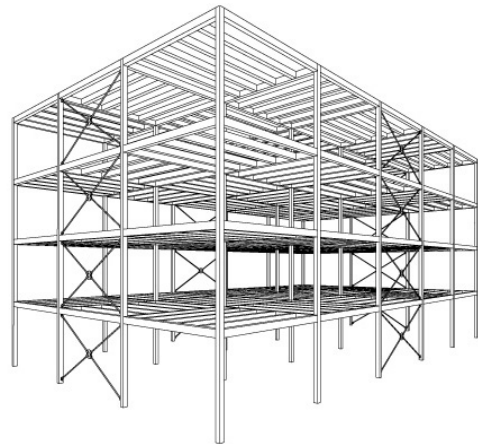
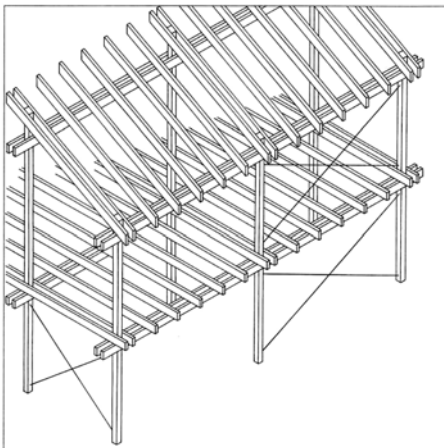
Fachwerkbauten können dank moderner Abbundmaschinen heute rationeller konstruiert und montiert werden. Durch handwerklich auszuführende Zapfen und Versätze bleibt die Herstellung jedoch zeitaufwändig. Der traditionelle Fachwerkbau wird daher heute nur in Einzelfällen praktiziert. Typische Einsatzbereiche sind Altbauerneuerungen und Dachausbauten.



Links: Liegendes Fachwerk ohne Ausfachungen
Rechts: Viergeschossiges altes Fachwerkgebäude

Skelettbauweise

Charakteristisch für den Skelettbau ist seine in einem Großraster geordnete Tragstruktur aus stabförmigen Teilen, die von nichttragenden, raumbildenden Wänden ergänzt wird. Die Aussteifung wird meist durch Deckenscheiben und Verbände erreicht.



Da die tragende Struktur von den raumabschließenden Bauteilen unabhängig ist, ist auch die Grundrissgestaltung sehr flexibel. Trennwände können, je nach Wunsch, zwischen die tragenden Stützen gestellt und bei veränderter Nutzung wieder leicht entfernt werden.

Neue Verbindungsmittel sowie der Einsatz von Brettschichtholz (BS-Holz) erlauben es, die Zahl der Knotenpunkte zu reduzieren, was weit gespannte und dennoch filigrane Holzskellette ermöglicht. Andererseits erfordern große Ständerabstände und meist über mehrere Stockwerke durchlaufende Stützen eine anspruchsvolle Detaillierung und Montagetechnik. Häufig bleibt das Tragwerk sichtbar. Die offene Tragstruktur prägt dann die architektonische Gestalt des gesamten Bauwerks.

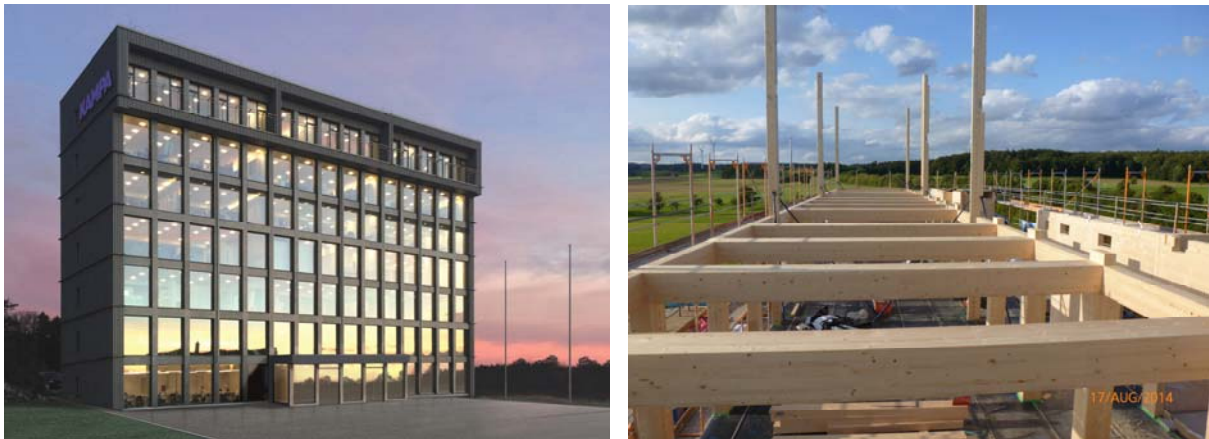
Die Transparenz und der flexible Ausbau der Skelettstruktur wird mit einem gewissen Mehraufwand erkauft, da raumbildende Wände, die eine tragende und aussteifende Funktion übernehmen, i. d. R. fehlen. Der Skelettbau wird daher im Wohnungsbau meist nur für anspruchsvolle Einzelbauten eingesetzt.



Wohnhaus in Skelettbauweise mit transparenter Gebäudehülle. Außen- und Innenwirkung.
(Bildquelle: HUF Haus)

Er eignet sich besonders für Bauten mit großen Spannweiten wie zum Beispiel für öffentliche und gewerbliche Gebäude wie Schul-, Büro- und Verwaltungsbauten sowie für Industrie- und Gewerbehallen.

Ein solches Gebäude steht etwa seit dem Frühjahr 2015 im baden-württembergischen Aalen-Waldhausen: Das Büro- und Ausstellungsgebäude „K8“ des Fertighaus-Herstellers Kampa. Das Tragwerk des siebengeschossigen Holzbaus, der auf einem Stahlbeton-Untergeschoss aufsetzt (= 8 Geschosse), ist ein Holz-Skelettbau mit Wänden und Decken aus BSP.



Links: Die innen und außen ablesbare Holzkonstruktion prägt die strenge Gliederung des Baukörpers
(Foto: Kampa)

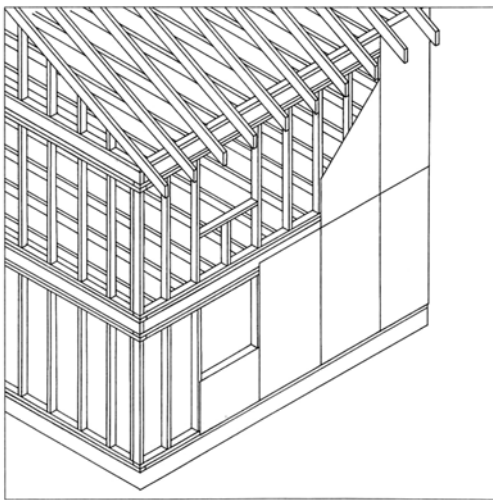
Rechts: Brettschichtholz-Stützen und -Träger bilden das Holzskelett des K8 (Foto: Kampa)

Holzrahmenbauweise / Holztafelbauweise

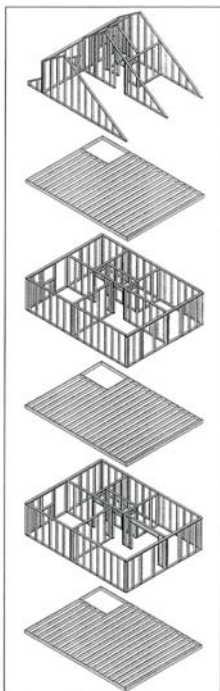
Die Holzrahmenbauweise hat sich seit Beginn des 20. Jahrhunderts in Nordamerika und später in Skandinavien mit neuen Produktionstechniken und Materialien zu einem wirtschaftlichen Bausystem entwickelt. Im Unterschied zur Fachwerk- und Skelettbauweise sind tragende und raumabschließende Teile nicht getrennt.

Kennzeichnend für die Holzrahmenbauweise ist ein feingliedriges Gerippe aus tragenden Rahmen, bestehend aus senkrechten und stumpf gestoßenen Hölzern, die flächig mit Holzwerkstoff- oder Gipsfaserplatten beplankt werden. Die Beplankungen werden mit Nägeln, Klammern oder Schrauben befestigt und die Hohlräume mit Wärmedämmung gefüllt. So entsteht ein hochbelastbares und formstabiles Bauwerk, das keine zusätzlichen Aussteifungselemente benötigt.

Die aus standardisierten Holzbauteilen ausgeführten Wandelemente können sowohl auf der Baustelle als auch im Werk vorgefertigt werden. Letzteres ist heute die Regel.



Holzrahmenbau-Elemente werden heute überwiegend im Werk vorgefertigt, entweder einseitig offen (Wärmedämmung wird vor Ort eingelegt) oder beidseitig geschlossen.



Links: Explosionszeichnung eines klassischen Holzrahmenbaus. Rechts: Montierte, einseitig offene Holzrahmenbau-Elemente. Die Wärmedämmung wird vor Ort eingelegt. (Bildquelle: Klumpp Holzbau)

Vom Massivholzbau aus BSP zur Hybridbauweise

Der Holzbau boomt, insbesondere auch dank eines "Bausystems": Der Brettspertholz(BSP)-Bauweise. Sie ermöglicht nicht nur mehrgeschossige Bauwerke, sondern taugt auch für deren erdbebengerechte Ausführung.

Aktuell entstehen viele Leuchtturmprojekte, die der Welt zeigen, was in Holz alles möglich ist. Eines der ersten Großprojekte entstand 2013 in Mailand/Italien: Vier neungeschossige Hochhäuser bilden den sozialen Wohnbaukomplex in der Via Cenni – es ist eines der größten Wohnprojekte aus Brettspertholz in Europa.



Links: Beim Leuchtturmprojekt in der Via Cenni in Mailand sind Wände und Decken aus BSP-Platten. Sie bilden eine Wabenstruktur mit hoher Steifigkeit.

Rechts: Visualisierung der vier neungeschossigen Wohntürme. (Bildquelle: Architetti Associati Rossi Prodi, Florenz)

Auch der siebengeschossige soziale Wohnbau in der Wagramer Straße in Wien/Österreich zählt zu den großen Aushängeschildern in Sachen urbanem, mehrgeschossigem Holzbau. Es war lange das höchste Wohngebäude aus Holz in Österreich.



(Visualisierung: Schluder Architektur, Foto: Schluder Architektur/Bruno Klomfar)

Ihn löste der LifeCycleTower One (LCT ONE) in Vorarlberg ab. Der Achtgeschossiger ist das erste ungekapselte Holzgebäude an der Hochhausgrenze in Österreich. Das Gebäude ist allerdings ein so genannter Hybridbau (Verbundbauweise aus zwei Baustoffen): Holz-Beton-Verbund-Rippendecken mit Rippen aus Brett-schicht(BS-)Holz sowie BS-Holz-Stützen bilden das Tragwerk. Das 27 m hohe Bauwerk ist aus einem Forschungsprojekt hervorgegangen, das die Entwicklung eines baureifen Holz-Baukastensystems zur Errichtung von Bauten bis zu 20 Geschossen zum Ziel hat. Der LCT ONE ist der Prototyp dieser Holz-Systembauweise.



Links: LifeCycleTower (LCT One) in Vorarlberg

Mitte: Tragwerk: BS-Holz-Stützen und Holz-Beton-Verbund-Rippendecke

Rechts: Visualisierung: Zwischen die Rippen können Leitungen verlegt werden
(Bildquellen: Cree/Hermann Kaufmann Architekten)

Fazit

Jedes Bau- und Konstruktionssystem hat seine Berechtigung. Alle vorgestellten Systeme werden seit Jahren bzw. Jahrzehnten vielseitig eingesetzt. Einen besonderen Boom erlebt derzeit zwar die BSP-Bauweise, mit der sich fast jeder Gebäudetyp – vom Einfamilienhaus bis hin zum Mehrgeschossiger – realisieren lässt. Welches System jedoch die „richtige“ Wahl ist, hängt außer von Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen auch von vielen anderen Rahmenbedingungen ab wie z. B. individuelle Vorlieben für bestimmte Bauweisen, dem ästhetischen Anspruch, dem Platzbedarf auf der Baustelle, dem Wunsch nach Eigenleistung oder auch, ob man einen Planer zur Hand hat, der sich auf die gewünschte Bauweise versteht u. v. m.

Link-Tipps:

www.holzbau-deutschland.de
www.informationsdienst-holz.de
www.institut-holzbau.de
www.fertigbau.de
www.d-h-v.de