

KonstruktionsSysteme für den Holzhausbau gestern – heute – morgen

Susanne Jacob-Freitag
Dipl.-Ing. (FH) und freie Journalistin (DJV)
manuScriptur – atelier für texte nach maß
DE-Karlsruhe

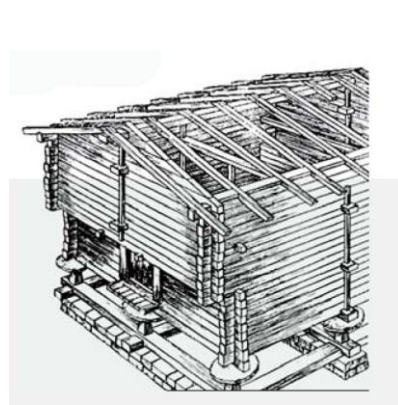


KonstruktionsSysteme für den Holzhausbau gestern – heute – morgen

1. Gestern: Vom Unterstand zur Behausung

Im Laufe seiner Geschichte hat sich der Mensch vom Höhlenbewohner zum Hausbewohner entwickelt. Je nach klimatischen Bedingungen an seinen Aufenthaltsorten suchte er zuerst natürliche Unterstände auf, später baute er Zelte oder Hütten.

Die Bauprinzipien der ersten Zelte und Hütten ähneln einander. Denn eine Behausung zu errichten – und sei sie noch so einfach – verlangt nach einem Plan und Basiskenntnissen über die Konstruktion von tragenden Rahmen und ihr statisches Verhalten. So findet man als Urform für eine Behausung fast überall das Zelt und die Hütte. Die einzelnen Modelle unterschieden sich meist nur hinsichtlich der Materialien für die „Wände“: Bei den ersten Zelten handelte es sich um aneinander gestellte Hölzer bzw. Felle oder Textilien, bei den frühen Hütten um miteinander verflochtene Äste.



Links und Mitte: Zelt und Hütte aus Hölzern und Holz-„Latten“ (gesehen im Messner Mountain Museum, MMM ripa, Schloss Bruneck), rechts: einfaches Blockhaus (Bildquelle: Rubner)

Die Vorläufer des modernen Hauses boten ihren Bewohnern nicht nur Schutz vor Wind, Kälte und Nässe, sondern dienten auch dazu, die Feuerstelle zu kontrollieren. Funktionierten die Behausungen gut, boten sie den Menschen einen Anreiz, sich an geeigneten Plätzen dauerhaft niederzulassen.

In Regionen und Klimazonen, wo Menschen sesshaft wurden und es Nadelwälder gab, nutzten sie vor allem Holz als Baustoff für ihre Häuser. Aus grob behauenen Baumstämmen konnten sie relativ einfach massive Holzhäuser bauen. Und so steht am Ursprung des systematischen Bauens mit Holz der so genannte Blockhausbau.

1.1. Was heißt systematisch Bauen und was zeichnet ein System aus?

Systematisch Bauen heißt nach bestimmten Regeln und einer planmäßigen Gliederung zu bauen, um ein Ergebnis mit einer bestimmten Ordnung zu erhalten.

Die wissenschaftliche Definition sagt: „Der Begriff System bezeichnet eine Gesamtheit von Elementen, die so aufeinander bezogen sind und in einer Weise wechselwirken, dass sie als eine aufgaben-, sinn- oder zweckgebundene Einheit angesehen werden können. Bau- und Konstruktionssysteme bilden eine solche Einheit.“

Bausysteme für den Hausbau bieten z. B. Bauelemente wie Wände und/oder Decken und/oder Dächer, deren Abmessungen und Aufbauten standardisiert sind und dadurch definierte Eigenschaften bezüglich Tragfähigkeit, Wärme-, Schall- und Brandschutz aufweisen. Solche Elemente können beliebig kombiniert werden, da ein Bausystem meist wie ein Baukasten funktioniert und alle Einzelemente nach einem bestimmten Anschlussprinzip miteinander verbunden werden können.

Ein Holzhaus, das ein Bausystem nutzt, kann aufgrund der standardisierten Elemente sehr rationell und damit wirtschaftlich vorgefertigt werden. Das gilt besonders bei der industriellen Fertigung.

Anbieter von Bausystemen entwickeln ihre Bauteile i. d. R. auch weiter und verbessern sie ständig, so dass dem Nutzer im Idealfall ein ausgereiftes System zur Verfügung steht, das ein genau kalkulierbares Ergebnis in Kosten und Qualität ermöglicht.

Ein Bausystem erlaubt trotz standardisierter Bauteile und Bauteilanschlüsse die Planung individueller Häuser.

2. Heute: Bau- und Konstruktionssysteme im Überblick

Wenn man von einem Bausystem spricht, meint man häufig sowohl Systeme, die aus flächigen Elementen bestehen wie Wände, Decken und Dächer, die man zu einem Haus zusammensetzt, als auch Konstruktionssysteme, die eher das tragende Skelett eines Gebäudes, also das Tragwerk, bilden, das dann ausgefüllt werden muss, um eine geschlossene Gebäudehülle zu erhalten. Das klassische Beispiel für Letzteres ist die Fachwerkkonstruktion eines Fachwerkhauses.

Bei Bau- bzw. Konstruktionssystemen gibt es also

- massive Systeme

und

- aufgelöste Systeme

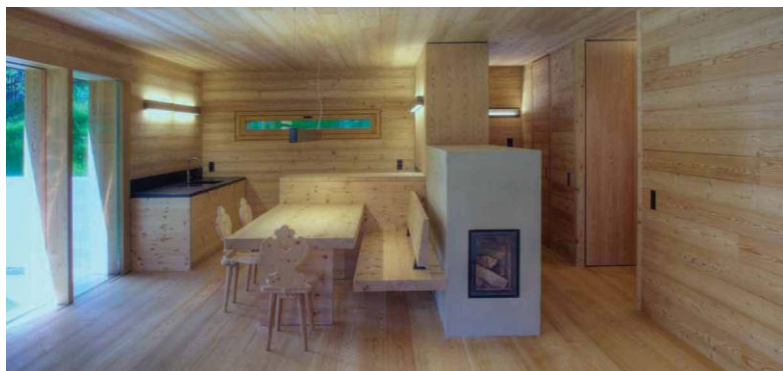
Die verschiedenen Systeme unterscheiden sich in Konstruktion, Montage und Erscheinungsbild. Im Folgenden wird eine Übersicht gegeben.

2.1. Massive Bau- und Konstruktionssysteme

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.



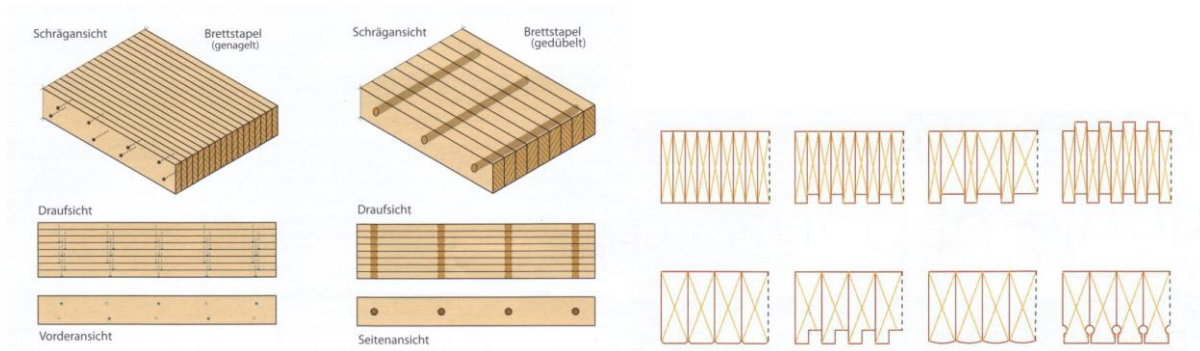
Modernes Blockhaus Außen- und Innenansicht (Bilder: Rubner)

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.

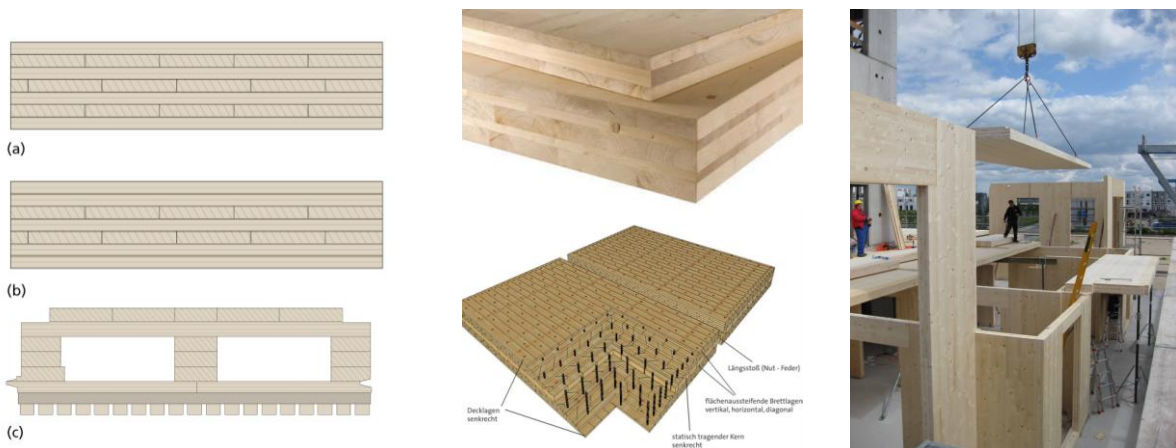


Links: Schemadarstellung mechanisch verbundener Brettstapel, rechts: Typische Gestaltungsmöglichkeiten von Brettstapeldecken. Die einzelnen Bretter können beliebig versetzt angeordnet und die Unterseiten beliebig gefräst werden. (Bildquelle: bauen mit Holz)

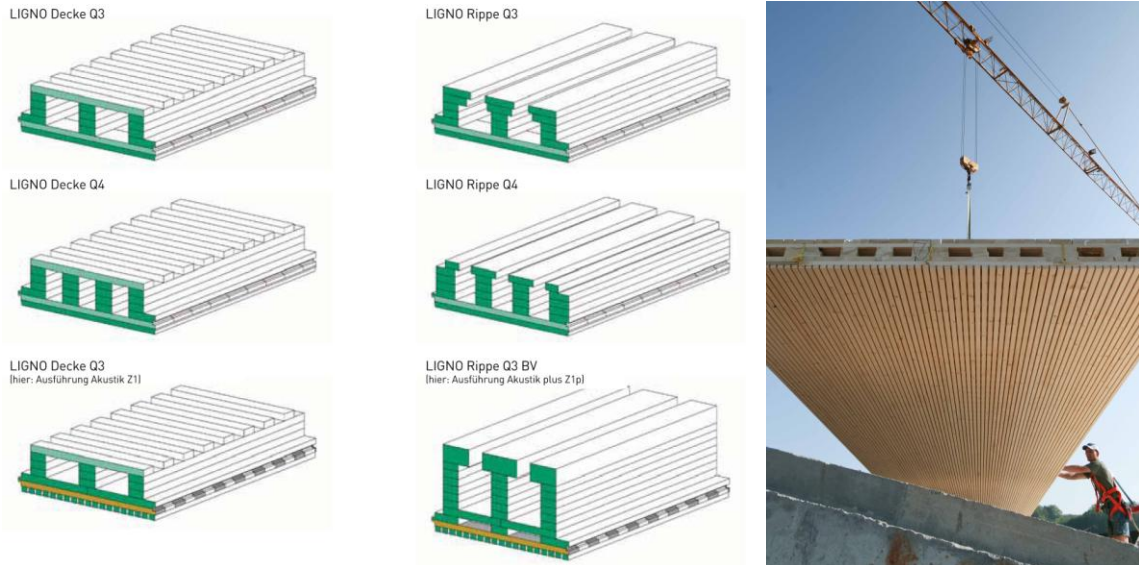
Brettsperrholz (Mehrschichtige Massivholzplatten)

Brettsperrholz 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 wie 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 (Standard) (Bildquelle: Stora Enso), Mitte unten: gedübeltes Brettsperrholz (Bildquelle: Thoma Holz) - Rechts: Ein Haus aus BSP-Decken und -Wänden wird montiert (Bildquelle: ABA Holz van Kempfen)



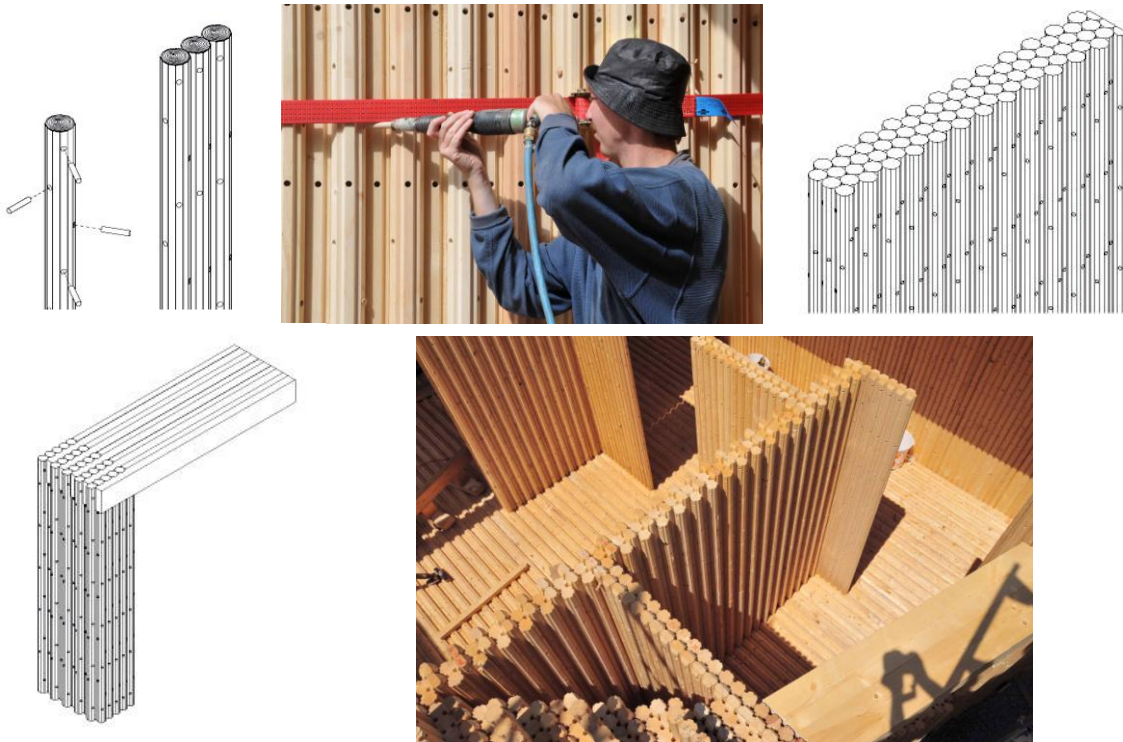
Bekanntester Anbieter von Brettsperrholz-Elementen mit planmäßig auf Abstand verlegten Brettern ist Lignotrend. Links: Verschiedene Elementtypen für Geschossdecken, rechts: Montage einer LIGNO-Decke (Bildquelle: LIGNOTREND)

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)

2.1.1. Zusammengesetzte Bauteile

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), -Flächenelementen (LFE) und -Schalenelementen (LSE) handelt es sich um ein- und beidseitig 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), LIGNATUR-Kastenelement (LKE) und LIGNATUR-Schalenelement (LSE) (Bildquelle: LIGNATUR)

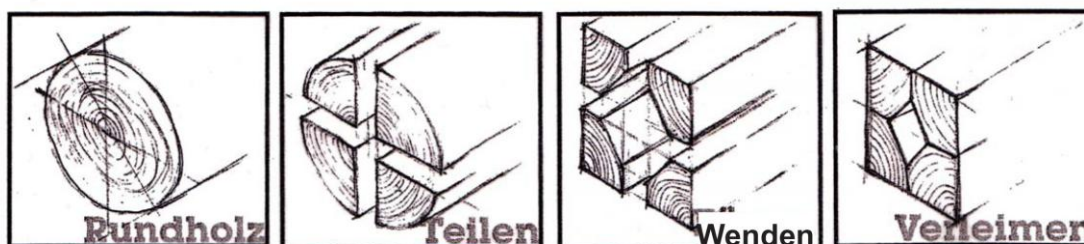


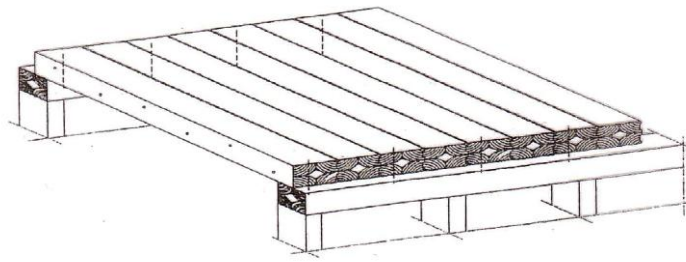
Links: LIGNATUR-Flächenelemente werden montiert. Rechts: LIGNATUR nutzt auch für das eigene Bürogebäude seine Decken- bzw. Dachelemente, hier mit Akustiklochung. (Bildquelle: LIGNATUR)

Kreuzbalken

Kreuzbalken bestehen aus vier viertelholzähnlichen, faserparallel miteinander verklebten 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.

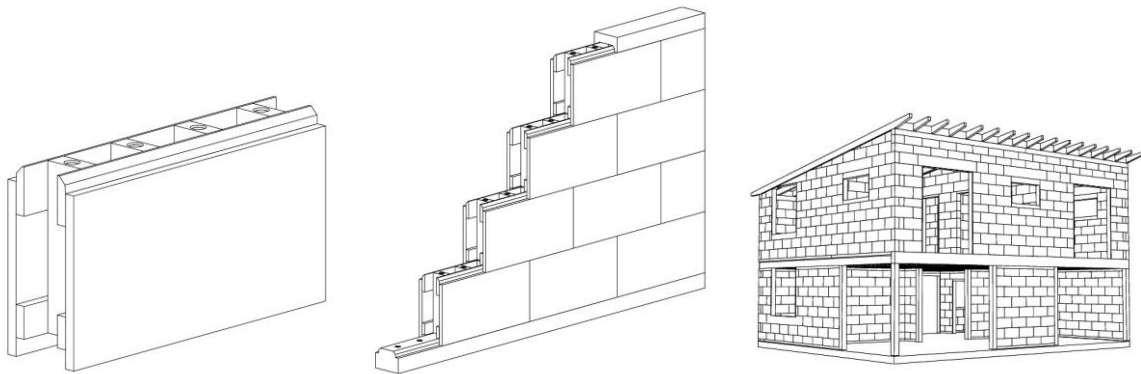




Kreuzbalken neben Kreuzbalken verlegt ergeben besonders formstabile Geschossdecken

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)

2.2. Aufgelöste 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.

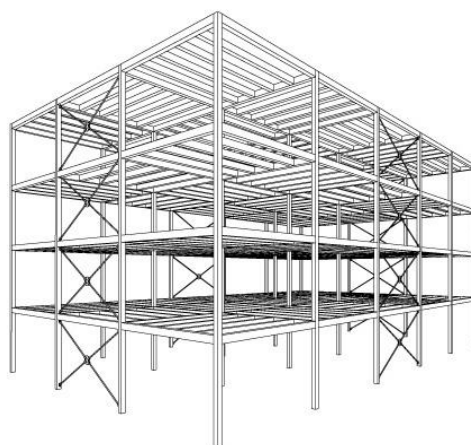
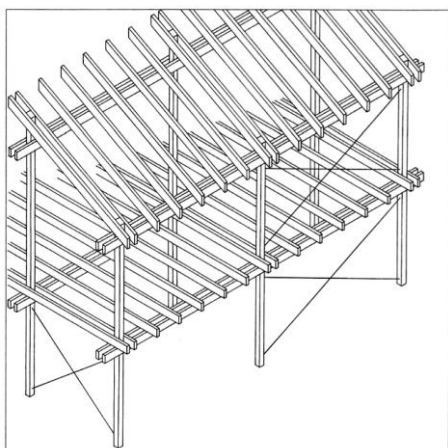
Die Balken für ein Fachwerk werden je nach Bedarf getrocknet und zugeschnitten, mit Verbindungselementen versehen und in der Werkstatt provisorisch zusammengesetzt. Die Konstruktion wird, zerlegt oder teilweise vormontiert, zum Bauplatz transportiert und aufgerichtet. Massive Konstruktionshölzer übernehmen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



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. In vielen Fällen 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.



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

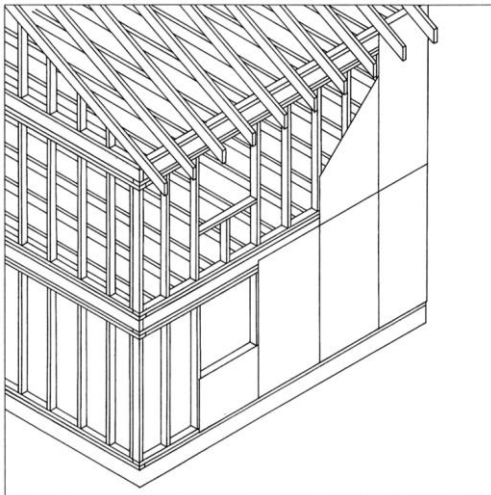
Er eignet sich besonders für Bauten mit großen Spannweiten wie zum Beispiel für öffentliche und gewerbliche Gebäude wie Schul-, Büro- und Verwaltungsbauten sowie für Industrie- und Gewerbehallen.

Holzrahmenbauweise / Holztafelbauweise

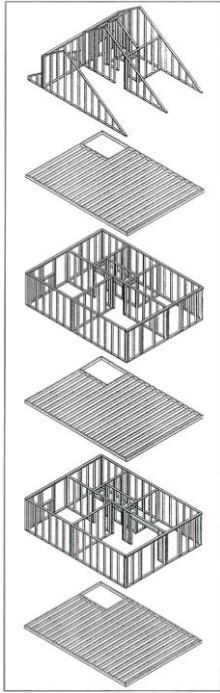
Die Holzrahmenbauweise hat sich seit Beginn des 20. Jahrhunderts in Nordamerika und später in Skandinavien mit neuen Produktionstechniken und Materialien zu einem wirtschaftlichen Bausystem entwickelt. Im Unterschied zur Fachwerk- und Skelettbauweise sind tragende und raumabschließende Teile nicht getrennt.

Kennzeichnend für die Holzrahmenbauweise ist ein feingliedriges Gerippe aus tragenden Rahmen, bestehend aus senkrechten und stumpf gestoßenen Hölzern, die flächig mit Holzwerkstoff- bzw. 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)

3. Morgen: Von der BSP- zur Hybridbauweise

Der Holzbau boomt, insbesondere dank eines ‚Bausystems‘: Der Brettsperrholz(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. Da wächst zum Beispiel das neunstöckige Aushängeschild des sozialen Wohnungsbaus in der Via Cenni am westlichen Stadtrand von Mailand – es ist derzeit das größte Wohnprojekt aus Brettsperrholz in Europa und soll im März 2013 fertig werden.



Links: Beim neuen Leuchtturmprojekt in der Via Cenni in Mailand sind Wände und Decken aus BSP-Platten. Sie bilden eine Wabenstruktur mit hoher Steifigkeit. Rechts: Balkone und Loggien lockern die Fassaden auf und schaffen ein modernes Flair. (Bildquelle: Architetti Associati Rossi Prodi, Florenz)

Auch in Wien wird gerade an dem bisher höchsten Wohngebäude Österreichs gebaut: Ein Siebengeschoßiger Wohnbau, ebenfalls in BSP, in der Wagramer Straße. Die Fertigstellung des Projekts ist für 2013 geplant.



(Bildquelle Bruno Klomfar)

Vor kurzem wurde außerdem mit dem LifeCycleTower One (LCT ONE) ein Achtgeschoßer in Vorarlberg montiert. Er 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 Brettschicht-(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 nun der Prototyp für die entwickelte Holz-Systembauweise.



4. 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 9-Geschoßer – 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.

Voraussichtlich wird jedoch die Misch- bzw. Hybridbauweise, bei der Holz mit Beton (wie beim LCT) oder Holz mit Stahl kombiniert werden, weiter an Bedeutung gewinnen. Denn wenn zukünftig die Nutzung von Holz beim Bauen, wie von vielen Seiten gewollt und gewünscht, stark zunehmen sollte, könnte der Holzpreis aufgrund der Verknappung des Materials – Stichwort ‚nachhaltige Forstwirtschaft‘: es wird nicht mehr Holz eingeschlagen als nachwächst – steigen, und die Hybridbauweise als kostengünstigere Variante in den Fokus rücken.

Aber vielleicht entwickeln wir eines Tages noch viel leistungsfähigere Holzwerkstoffe als wir sie heute schon haben. Das würde zu einem hocheffizienten und damit sparsamen Einsatz von Holz führen, so dass dann mit weniger Holz mehr Holzbauten errichtet werden könnten.