

Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 115 (1997)
Heft: 7

Artikel: Holzrahmenbau und verwandte Aufbauten
Autor: Gerber, Stefan
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-79202>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 06.02.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Stefan Gerber, Hallau

Holzrahmenbau und verwandte Aufbauten

Im folgenden werden Systeme und Aufbauten beschrieben, die sich bei Holztragwerken im Wohnungsbau bewährt haben. Die Gliederung folgt dem Ablauf und den Abklärungen, wie sie sich bei der Anwendung stellen. Es folgen Hinweise über Details, die – im Unterschied zur Massivbauweise – frühzeitig studiert werden müssen, sowie Empfehlungen bezüglich Bau- und Qualitätskontrolle und zu einigen statischen Besonderheiten.

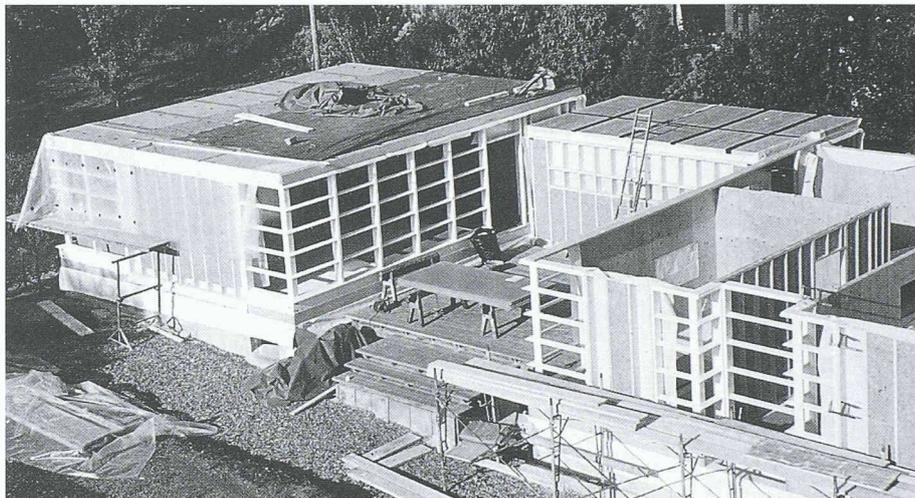
Anwendungsgebiete

Der Entscheid für eine Bauweise mit Holztragwerk hängt letztlich von der Zustimmung der Bauherrschaft ab. Daraus ergeben sich für verschiedene Anwendungsgebiete unterschiedliche Ausgangslagen und Anwendungspotentiale:

Bei Einfamilienhäusern ist die Bauherrschaft Holzanwendungen gegenüber verbreitet positiv eingestellt. Der Entscheid für die Bauweise wird vor allem durch die Empfehlung und den zuerst eingeschlagenen Weg des Architekten beeinflusst. Im EFH-Bereich ist die gestalterische Freiheit gross. Holzbauweisen lassen andere Aussagen zu als Massivbauten; als Stichworte seien hier feingliedrige Strukturen oder naturbelassene Holzfassaden genannt (Bilder 1 und 2).

Bei Reiheneinfamilienhäusern liegen die Verhältnisse grundsätzlich anders. Der Markt und die Kosten sind sehr eng. Der Bauherr tritt erst im Laufe der Erstellung in Erscheinung. Die Wohneinheit soll möglichst an jeden Interessenten verkaufbar sein, also keine gewagten Extravaganzen zeigen. Andererseits kann eine Holzbauweise sich bei einer überzeugten Käuferschaft als das Entscheidungskriterium erweisen. Massgebend ist das lokale Marktumfeld; punkto Preis, Schall, Brandschutz usw. sind die Spiesse etwa gleich lang.

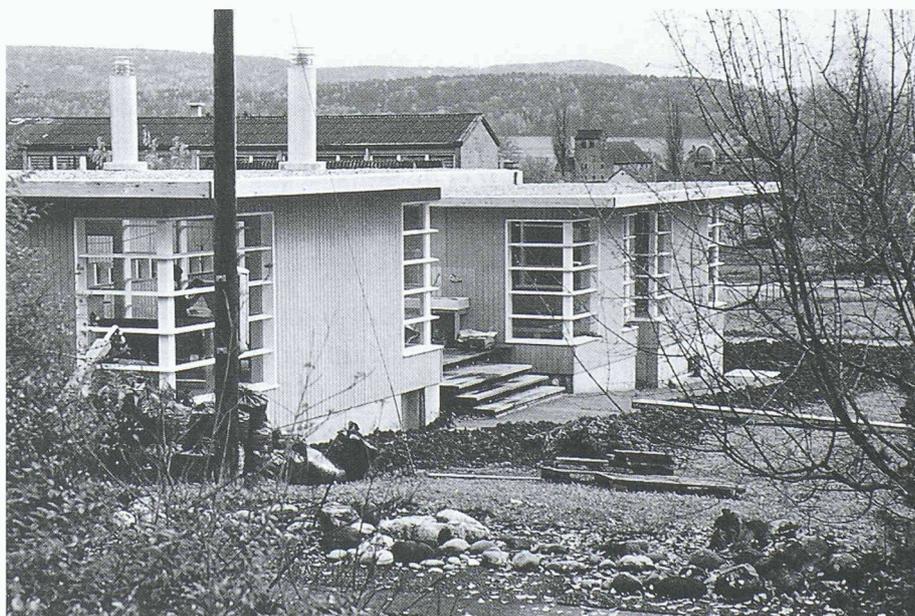
Bei mehrgeschossigen Mehrfamilienhäusern in Holzbauweise sind klare Grenzen angezeigt: Es lassen sich Gebäude bis zu drei Geschossen konkurrenzfähig erstellen, was durch Beispiele auch in der Schweiz belegt wird. Aber Brandschutz, Schallschutz, die Windaussteifung und die Belastbarkeit der Wände bestimmen den



1

Bau eines eingeschossigen EFH in Hallau aus lediglich zwei Querschnitten: Hinter den horizontalen Sprossen laufen die Gläser durch. Der

Holzrost erlaubt einen idealen Abstand aller Holzteile zum Terrain, ohne auf einen niveaugleichen Aussenraum zu verzichten



2

Gleicher Bau zwei Monate später. Fassade aus naturbelassenen Douglasie-Sperrholzplatten mit eingefrästen Nuten. Platten in der Zwischenzeit,

ohne Schaden zu nehmen, je nach Exposition unterschiedlich vergraut

Entwurf mit. Der Architekt muss mit engagiertem Willen und Überzeugung an die Arbeit gehen. Es fehlt hier eine diesbezügliche Tradition.

Sehr stark verbreitet sind Holzbauten im Kindergartenbereich. Warum wohl? Auch Schulbauten aus Holz stellen kein Problem dar.

Besonders häufig wird die Holzbauweise bei Aufstockungen von MFH angewendet. Brand- und Schallschutz sind problemlos, und die Vorteile vom schnellen Bauen und den geringen Eigenlasten haben einen hohen Stellenwert.

Ist die Bereitschaft zur Verwendung von Holz in der Tragkonstruktion auf

Bauherren- und Architektenseite grundsätzlich gegeben, tauchen am Horizont alsbald einige nicht aussrottbare Vorurteile auf, welche die positiven, gängigen Attribute wie behaglich, ökologisch oder biologisch zu verdrängen drohen.

Image des Holzbaus

Über die positiven Holzimage-Faktoren sei hier auf einschlägige Publikationen und Werbung verwiesen. Unter den nachfolgenden Stichworten kann nichts Neues ausgesagt, sondern können lediglich rationale Argumente wiederholt werden:

▪ Holzbauten hätten Barackenklima. Gemeint ist: Zugluft; viel Heizaufwand mit trockener Luft; und im Sommer herrsche eine Affenhitze. Dies dürfte für mobile Baracken mit 7 cm Wandstärke zutreffen, aber nicht für Konstruktionen wie sie weiter unten beschrieben werden. Luftwechselraten, Wandmassen und Heizenergiebedarf sind im Vorzeigebereich. Richtig ist jedoch, dass es bei fehlender Bedienung der sommerlichen Sonnenschutzvorrichtungen zu grösserer Überhitzung kommt als bei Massivbauten. (Holzbauten kühlen aber auch wieder rascher aus.) Bei korrekter Anwendung liegen die Differenzen im Bereich von 1 Grad Celsius.

▪ Holz faule. Was für den Ast auf dem Waldboden Tugend und Bestimmung ist, findet unter Dach aber gar nicht statt. Jedes Giebeldach und jeder Riegelbau im Land belegen dies, und was sollte für die Geschossdecke oder die Wandkonstruktion anderes gelten? Im Fassadenbereich ist es eine Frage der Know-how-Anwendung. Auch eine Westfassade einer Scheune ohne viel Vordach, mit unbehandeltem Tannenholz steht ohne weiteres 40 Jahre - wir alle kennen das Bild. Hausfassaden sind hingegen verzwickter, und die Ansprüche sind höher, entsprechend auch die Massnahmen.

▪ Und der Käferbefall? Holzrahmenbau kommt ohne jegliche Vorbeuge- oder Behandlungsmittel aus. Zum verbauten Holz haben die Schädlinge kaum Zugang, und die Konditionen entsprechen nicht ihren Bedürfnissen. Was im Wald und Sägewerk sich allenfalls schon eingenistet hat, wird in der Ofentrocknung durch die Temperaturerhöhung vollständig zerstört. Pilze sind kein Thema, weil sie im Trockenem keine Wachstumsbedingungen vorfinden.

▪ Holz brenne. Für den Bauherrn steht wohl in erster Linie die Angst um Leib und Gut im Vordergrund. Die Bedrohung aber

entsteht selten beim Brennen der Tragstruktur. Der Brand nimmt für gewöhnlich seinen Anfang bei der Einrichtung, und von dort stammen auch die giftigen Gase. Bis die Holzstruktur zu brennen beginnt, sind längst alle ausser Haus. Gelöscht wird ein Brand meistens, bevor die Tragstruktur einstürzt. Ein ausgebranntes Massivhaus ist dabei wohl nicht viel mehr wert als ein Holzrahmenbau. In den letzten Jahren hat sich bei den Brandschutzvorschriften eine Entwicklung zu Gunsten von Holzanwendungen ergeben. Bei Reiheneinfamilienhäusern lassen sich heute Brandwände F 90 in Holzbauweise realisieren.

Bauphase

In der Zeit, da der Baumeister auf dem Grundstück die Kanalisation erstellt, den Keller betonierte und das Gerüst um ein imaginäres Gebäude stellt, entstehen in der Halle des Holzbauunternehmers aus ofentrocknetem Holz Wandteile in Längen bis zu zehn Metern. Meistens beidseitig roh beplankte Teile, die fertig isoliert sind und bereits Leerrohre für Installationen enthalten. Sind für die Decken sichtbare Holzbalken vorgesehen, so werden sie eher in Einzelstücken am Bau eingebaut; bei verkleideten Deckenuntersichten werden die Deckenteile in Grössen von etwa 2,5×10 m ebenfalls vorgefertigt.

Die zeitliche Überlagerung der Ausführungsarbeiten und die Möglichkeit von Vorinstallationen von Leitungen bringen Zeitgewinne. Bei Baubeginn aber muss die Planung viel weiter fortgeschritten sein.

Ist der massive Unterbau einmal erstellt, ist ein Haus innerhalb von zwei bis drei Tagen unter Dach. Für diese Phase lohnt es sich, auf die Witterung Rücksicht

zu nehmen, und zwar ist das um so wichtiger, je mehr sichtbare, fertige Teile am Element verbaut sind. Die Vorkehrungen sind so zu treffen, dass ein Regenguss ohne Schaden überstanden werden kann, denn es ist schwierig, wenn Termin, Personal und Material bereit sind, die Montage immer wieder hinauszuschieben. Es zeigt sich aber, dass Unternehmungen und Berufsleute, wenn es kritisch wird, durchaus bereit sind, einen besonderen Effort zu leisten.

Noch in der gleichen Woche werden die Fenster angeschlagen und das Gebäude ist dicht, abschliessbar und heizbar, und der Innenausbau kann - unabhängig von der Witterung und den Aussenarbeiten - nach festem Plan in Angriff genommen werden.

Für die Installateure ergibt sich der Vorteil, dass sie mehr an einem Stück erledigen können, weil der ganze Rohbau auf einmal erstellt wird. Etwas ungewohnt ist für manche unter ihnen, dass sie mehr an Hand von Plänen und im voraus festlegen müssen. Dies aber schlägt sich in der heutigen, angespannten Bauwirtschaftslage rasch zum Vorteil der Bauherrschaft nieder.

Kosten

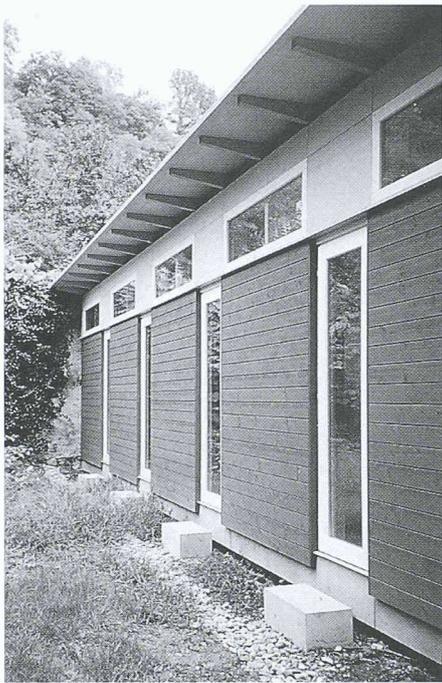
«Billig» ist fast zum Schimpfwort geworden, «kostengünstig und intelligent» aber ist alles, was verbaut wird. Halten wir uns an die Zahlen. Ausgehend von einer Rohbauwand - der vorgefertigten Wand, die trägt und isoliert, die aber am Bau selbst aussen und innen noch mindestens eine letzte Schicht erhält - ergeben sich bei Holzrahmenbauwänden typische Kosten (s. Bild 3).

Die Preise entsprechen qualitativ vergleichbaren Konstruktionen im Massiv-

Gute Rohbauwand mit schwerer, 160 mm starker Isolation und beidseitiger Beplankung	Fr./m ²	160.-
Äussere Verkleidung z.B. hinterlüftete Holzschalung lasiert	Fr./m ²	100.-
Innere Verkleidung z.B. zusätzliche Gipskartonplatte und Putz	Fr./m ²	40.-
Total, ca. 255 mm stark	Fr./m ²	300.-
Billige Rohbauwand mit leichter, 120 mm starker Isolation, Beplankung innen und Windpapier aussen (in der Schweiz nicht verbreitet)	Fr./m ²	120.-
Äussere Verkleidung z.B. hinterlüftete Holzschalung natur	Fr./m ²	60.-
Innere Verkleidung z.B. Spachteln und Weissputz gestrichen	Fr./m ²	30.-
Total, ca. 185 mm stark	Fr./m ²	210.-
Luxuriöse Rohbauwand mit schwerer, 160 mm starker Isolation, beidseitiger Beplankung, aussen mit zusätzlicher durchgehender 60-mm-Holzfasersplattenisolation	Fr./m ²	215.-
Äussere, hinterlüftete und aufwendigere Verkleidung	Fr./m ²	145.-
Innere Verkleidung z.B. zusätzliche Trägerplatte und Lehmputz	Fr./m ²	65.-
Total, ca. 315 mm stark	Fr./m ²	425.-

3

Typische Kosten bei Holzrahmenbauwänden



4

Wohntrakt von 6×12 m als Annex eines kleinen Altbaus (ehem. Wäschehaus) hinter der Stadtmauer von Brugg. Die sichtbare Wand wurde fertig verkleidet und gestrichen versetzt. Im Sockelbereich zementgebundene Spanplatten (Bild: Architektin M. Hartmann Vaucher, Aarau)

bau. Gleiches gilt für Geschossdecken. Kostenvorteile ergeben sich aber indirekt:

- Kürzere Bauzeit erlaubt Bauen praktisch ohne Baukreditspesen und -zinsen.

- Größere Wandstärken ergeben einen Raumgewinn, der bei einem EFH bald einmal 12 m³ ausmachen kann.

- Hohe Genauigkeit reduziert teure Anpassungsarbeiten und damit manchen Ärger über nicht behebbare Kompromisse, auch für die Bauleitung.

- Installationen werden einfacher: Ein im Werk eingelegtes Leerrohr ist billiger als ein zugespitzter Mauerschlitze samt aller Abfallbeseitigungen.

Wandaufbauten

Auf dem Markt haben sich in den letzten Jahren verschiedene gute Wandaufbauten mit Holztragstruktur etabliert. Gemeinsam ist allen Systemen, dass die Wände in der Höhe über ein Geschoss laufen und in der Länge über 6 bis 10 Meter messen. Seltenere sind die relativ kleinen Fertigelemente, die wie Legosteine aneinandergereiht werden.

Wievoll Vorfertigung ist sinnvoll? Ob Fensterrahmen, Lattung und die Fassadenschalung bereits im Werk angebracht werden sollen, ist von Fall zu Fall zu prüfen (Bild 4). Im Werk können die Arbeiten, je nach Ausrüstung der Unternehmung, günstiger und besser ausgeführt werden als auf der Baustelle. Andererseits stellen der Transport und das Versetzen der grossen und schweren Stücke eine Beschädigungsgefahr dar, und die Reparaturkosten bei Beschädigungen können übermässig sein.

Die verschiedenen Schichten müssen sauber verbunden werden können (statische Verbindung, Luftdichtigkeitsebene, Wärmedämmung, Winddichtung), und die Stösse sollen am Schluss nicht sichtbar sein, was gegen eine zu weitgehende Vorfertigung spricht. Anzustreben ist ein Optimum im Hinblick auf die langjährige Qualität und nicht ein Maximum an Vorfertigung, welche eine spektakulär schnelle Montage ergibt.

Auf der sicheren Seite ist das Vorfertigen einer Rohbauwand, die auf dem Bau sowohl innen wie aussen mit einer zusätzlichen Schicht versehen wird. Ausgehend von dieser Grundlage kann dann mit dem ausgewählten Unternehmer festgelegt werden, ob weitere Arbeiten sinnvollerweise ins Werk verlegt werden. Dazu müssen die Details eingehend und auch an allen speziellen Ecken abgeklärt werden.

Beim Auflisten gängiger Wandaufbauten können wir zwei Hauptgruppen unterscheiden:

Flächentragwände

In einer ersten Gruppe lassen sich die Wände, die in der Fläche tragen und mit einer Aussenisolation versehen werden, zusammenfassen. Gemeinsam ist ihnen eine sehr hohe Tragfähigkeit bezüglich Vertikallasten und Scheibenkräften. Günstig wirkt die vergleichsweise hohe Masse beim Wärmeschutz. Angeboten werden sie jeweils durch eine beschränkte Anzahl spezialisierter, oft auch lizenzierter Unternehmungen.

- Homogen 80:80 mm Spanplatte mit Aussenisolation, auch mit Polystyrol und Putz.

- Brettstapelbauweise: Stehende, rohe Bretter von 30×87 mm, die über Buchenrundstäbe gepresst werden, ergeben eine 87 mm starke Wand. Sinnvolle Verwendung eines minderwertigen Holzsortimentes, kommt ohne Leim aus, dem Schwinden und Quellen des Holzes (in Wandlängsrichtung) wird nichts entgegengesetzt. Durchgehende äussere Wärmedämmung, Verkleidung üblicherweise hinterlüftet.

- Drei- oder Fünfschichtplatten, ca. 70 mm stark, auf Zimmergrösse; durch die kreuzweise Anordnung der Holzlagen wird das Arbeiten des Holzes stark reduziert. Mehrere durchgehende Leimschichten. Durchgehende äussere Wärmedämmung, Verkleidung üblicherweise hinterlüftet.

- Lignotrend: Ähnlich wie die Drei- und Fünfschichtplatten aus kreuzweise verleimten Brettlagen, aber in den einzelnen Lagen sind die Bretter nicht satt gestossen. Damit ist die Platte kreuzweise mit Schlitzern versehen und völlig offen. Die wandgrossen Stücke werden aus kleinen, in einem modernen österreichischen Werk hergestellten Teilelementen durch den Holzbauunternehmer zusammengestellt. Durchgehende äussere Wärmedämmung, Verkleidung üblicherweise hinterlüftet.

Holzrahmenbauwände

Eine zweite Gruppe bilden die eigentlichen Holzrahmenbauwände, bestehend aus schmalen Holzständern mit dazwischenliegender Isolation. Übliche Ständerabmessungen sind 60×160 mm im Abstand von 625 mm (Bild 5).

Die raumseitige Beplankung gibt der Wand die Scheibensteifigkeit und verhindert das Knicken der Ständer um deren schwache Achse. Normalerweise wird eine 15 mm starke Fermacellplatte verwendet, es kommen aber auch Spanplatten, Triply- oder Sperrholzplatten in Frage (aber keine Gipskartonplatten für aussteifende Funktionen).

Im Falle der häufig verwendeten Zellulose-Isolation wird eine äussere Beplankung aus bitumierter Holzfaserverplatte oder ebenfalls aus Fermacell aufgebracht. Sie muss dem Druck, der durch das Einblasen entsteht, widerstehen können; bei Faserplattenisolationen genügt aussen ein Windpapier. Werden mehr als 160 mm Isolation gewünscht, so lohnt es sich nicht, die Ständer und die Isolation dazwischen zu verstärken, besser ist es, aussen zusätzliche Lagen Holzfaserverplatten als durchgehende und stossversetzte Schichten (wovon mindestens eine am Bau) anzubringen. Eingeblassene Zellulose-Isolation hat den Vorteil, dass sie um Installationen (z.B. Elektrodosen) luftdicht abschliesst; sie müssen nicht raumseits einer Luftdichtigkeitsebene verlegt werden.

Die äussere Verkleidung wird üblicherweise hinterlüftet. Die Hinterlüftung hat den Vorteil, dass die sehr dampfföhne Konstruktion gut atmen kann, Toleranzen können ausgeglichen werden und unperfekt ausgeführte Details, bei denen Wassertropfen hinter die Verkleidung gelangen, finden Vergebung.

Innen wird mit Vorteil eine Lage Gipskartonplatten, ohne Lattung, direkt auf die Wand aufgebracht. Diese Lage ist nicht zwingend, hat aber manche Vorteile: Über Stösse und Ecken der Rohbauwand kann als Luftdichtung mit Streifen abgeklebt werden, die Rissgefahr wird durch die versetzten Plattenstösse praktisch eliminiert, und bei Leibungen und dergleichen sind ohnehin Ergänzungen erforderlich.

Deckenaufbauten

Sichtbare Holzbalkendecken sind nur für Leute, die sehr viel Holz mögen. Da die Balken durchgehend und in einheitlicher Richtung laufen sollen, sind die Grundrisse auf den Balkenraster abzustimmen. Im MFH-Bereich werden die Schalldämmwerte kaum wirtschaftlich erreicht. Man täusche sich nicht über die Balkenhöhen, zeitgemässe Deckensteifigkeiten erfordern Höhe.

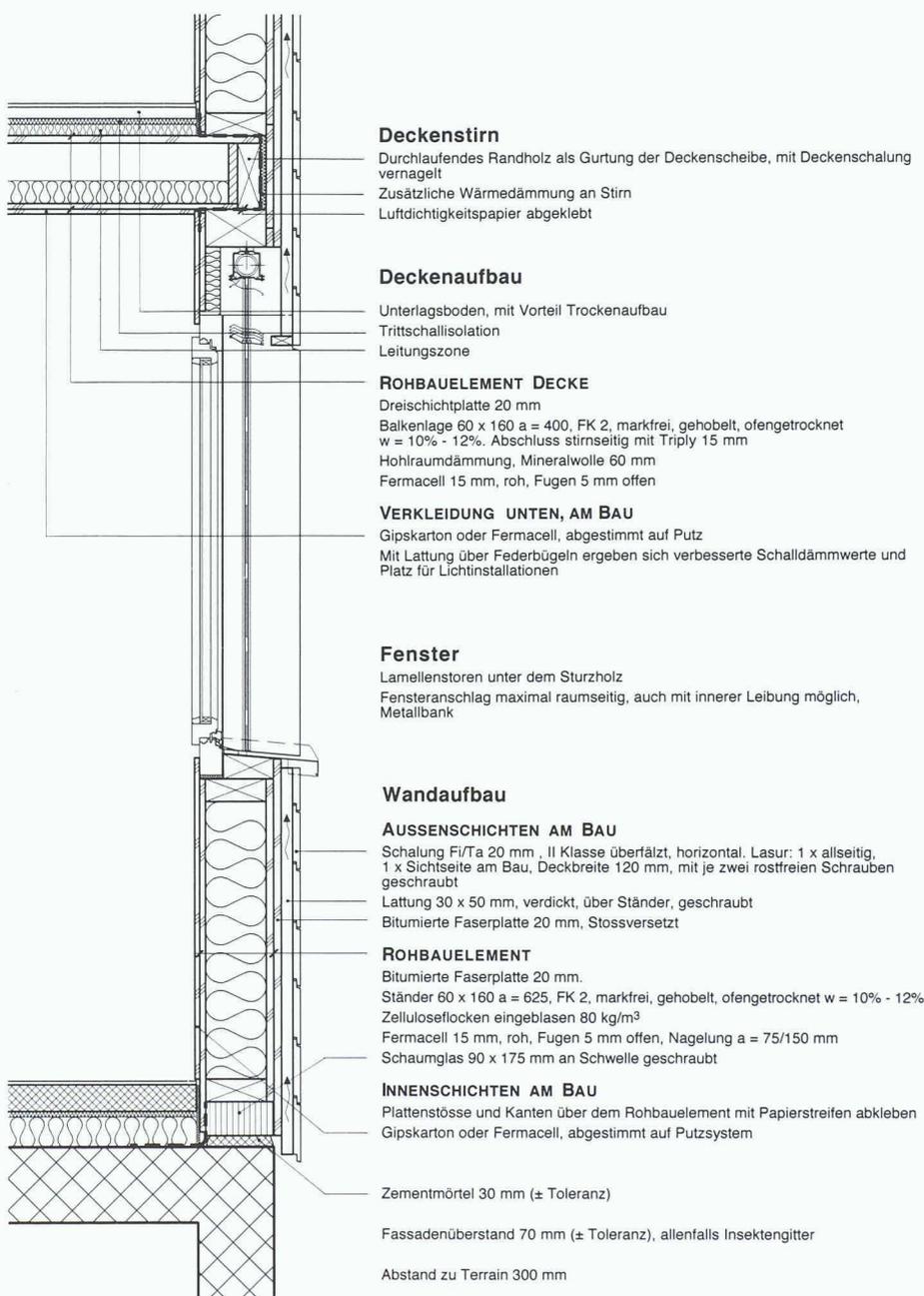
Verkleidete Decken aus beidseits beplankten Balkeulagen sind die kostengünstigste, aber nicht die niedrigste Lösung. Durch Variation der Holzquerschnitte und -abstände sind sie sehr anpassungsfähig und wirtschaftlich. Wird die Deckenverkleidung über Federbügel montiert, sind auch die Schallanforderungen im MFH-Bereich zu erfüllen.

Viele Systemlösungen, die unter den Wänden aufgeführt sind, eignen sich auch für Decken: Dreischichtplatten, Brettstapelbauweise, verleimte Brettlagen als Blockplatten, aber auch Hohlkasten aus verleimten Bohlen. Sie zeichnen sich durch geringe Bauhöhe aus und haben unterschiedliche Stärken und Schwächen betreffend Möglichkeiten in der Detailausbildung, Installationen, Schalldämmwerte und vor allem Kosten. Die am intensivsten beworbenen Systeme sind nicht zugleich die kostengünstigsten.

Planungsgrundsätze

Systementscheid für Wand und Decken

Wer Kenntnisse und Erfahrungen mit verschiedenen Systemen hat und sich von Beginn weg auf ein System, allenfalls auch auf einen Unternehmer, festlegen will, fährt am günstigsten, wenn er diesen ausführenden Unternehmer beizieht. Planungskosten werden dadurch kaum eingespart - geschenkt wird einem diesbezüglich nichts - aber gewisse Überschneidungen können vermieden werden. Will man bezüglich System und Unternehmerwahl frei sein oder ist die Detailplanung mit holzbaufremden Teilen oder Details



5

Schnitt durch Holzrahmenbauwand mit 280 mm Stärke; k-Wert von 0,18 W/m²K

wichtig, ist der Bezug eines unabhängigen Planers angezeigt.

Entscheidende Detailfestlegungen der ersten Stunde sind im Kasten auf S. 122 aufgezählt (s. auch Bilder 6 und 7).

Ausschreibung und Unternehmerwahl

Für den Holzrahmenbau sind keine Standardtexte vorhanden. Mit Vorteil werden die Wände als Rohbauelement per m² ausgeschrieben und der Wandaufbau, die Materialqualitäten (Holzfeuchte) und die Verbindungsmittel der Schichten im Element detailliert aufgelistet. Fenster und alle Kanten und Ränder sind per Stück resp. Laufmeter auszusetzen, wobei aus dem Be-

schrift klar hervorgehen muss, was diese Positionen genau entschädigen. Eine Pauschale für Transport, Installation und Hebelmittel ist auszusetzen.

Um dem Unternehmer eine faire Kalkulationsgrundlage bereitzustellen, müssen wichtige Details herausgezeichnet und zusammen mit Grundriss und Schnitt beigelegt werden. Beton und Mauerwerk sind diesbezüglich einfacher zu handhaben. Ans preisliche Limit kann ein Unternehmer nur gehen, wenn er erkennen kann, was ihn erwartet.

Die Differenzen bei den Preiseingaben sind manchmal sehr gross. Dies ist unter anderem auf einen funktionierenden Markt zurückzuführen, der überdies nicht

Detailfestlegungen bei Planungsbeginn:

Die Höhenlage zwischen umgebendem Terrain und den Holzbauteilen ist über die ganze Abwicklung sorgfältig zu studieren. Der Grundsatz von 30 cm Abstand kommt aus bewährter Tradition und soll nicht unbesehen übergangen werden (s. Bilder 2, 4, 6). Für die Ausführung «fertig innen = fertig aussen» sind aber mit Mehraufwand einwandfreie Lösungen möglich.

Die Decken tragen in einer Richtung, das grösste Feld bestimmt die Deckenstärke. Über den Auflagern sollen die Decken durchlaufen, um die Durchbiegungen klein zu halten, allfällige Unterzüge kommen dann unterhalb zu liegen und müssen, wenn sie schlank bleiben sollen, in relativ kleinen Abständen (2 bis 3 m) unterstellt werden (s. Bild 10). Auskragungen übers Eck sind aufwendig.

Der sommerliche Sonnenschutz mit aktiven oder passiven Massnahmen hat eine erhöhte Bedeutung, und allfällige Rolläden müssen bei den im Holzbau etwas dünneren Wänden früh eingeplant werden.

Eine klare und einfache Trennung (man halte sich das Küchenmesser vor Augen) zwischen Massiv- und Holzbauweise ist anzustreben.

Ein geeignetes Rastermass für Holzrahmenbau ist 625 mm ($\frac{1}{2}$ Beplankungsbreite). Abweichungen vom Raster sind unproblematisch. Bei nur einlagiger innerer Beplankung sogar von Vorteil, weil bei Fenstern die Ausschnitte aus der Platte ausgeschnitten werden sollen. Die Rissgefahr wird damit kleiner als wenn für Sturz und Brüstung ein Stück eingesetzt wird.

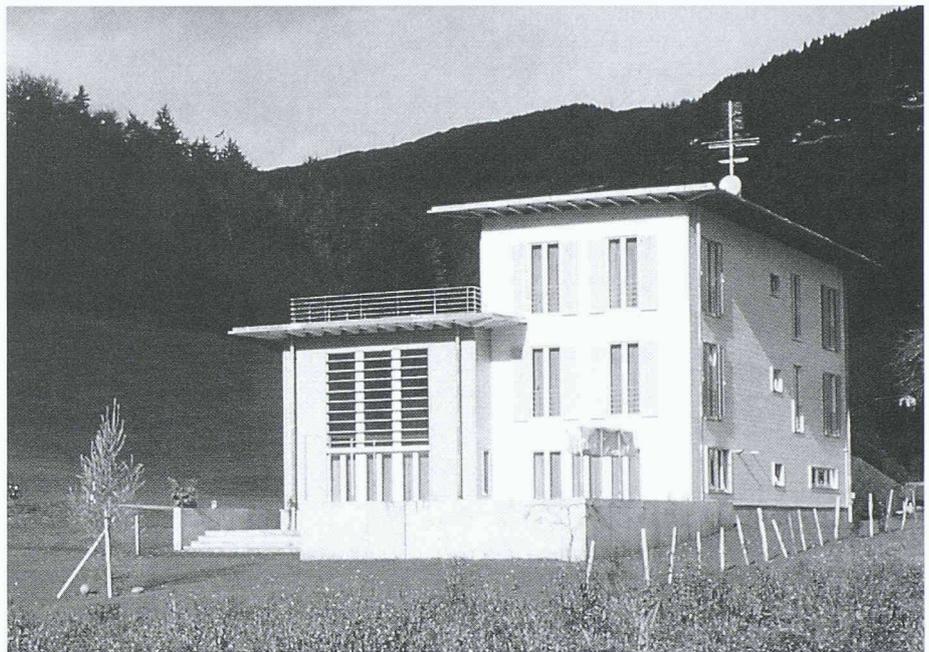
Bewitterte tragende Teile im Aussenbereich sind zu verkleiden. Durchdringungen von Balken durch die Gebäudehülle (auskragende Balkone) sind aufwendig und stellen stets ein Risiko dar.

Das Detail Fenstersturz, Rolläden, Luftdichtigkeit und Randholz der Deckenscheibe ist frühzeitig zu lösen.

Beim Installationskonzept werden in Nasszellen Vorsatzschalen und Schächte vorgesehen, vereinzelte Leitungen werden bei den Aussenwänden eingelegt, die Innenwände kommen einseitig offen auf den Bau und werden konventionell mit Leitungen belegt. Metallständer-Gipskartonwände sind eher günstiger bezüglich Kosten und Schall als solche mit Holzständern, sie können aber nicht tragend ausgebildet werden.

7

Flachdach mit Hinterlüftung. Dachlattung liegt frei auf Isolation, nur über Blechteile an der Fassadenlattung fixiert, um innerhalb Dachfläche Schraubenverbindungen zu vermeiden. So bildet die mit Schaumglas abgedeckte V60-Schweissbahn ein dichtes Not- und Unterdach bei kommenden Renovationen



6

Dreigeschossiges Wohnhaus in Ilanz ausgangs Valsertal. Decken über 6 m Gebäudebreite frei gespannt. Garten und Wohnbereich niveaugleich. Sockel gegen Rohbauwand nachträglich

vorbetoniert, wodurch Bautoleranzproblem praktisch gelöst wurde (Bilder 6, 7, 9 und 10: alle vom gleichen Bau, vom Architekten J. Hoskyn, Zürich)

auf die Region begrenzt ist, Distanzen spielen eine untergeordnete Rolle. Der Preis lässt innerhalb vernünftiger Abweichungen nicht auf die Qualität schliessen. Zu prüfen sind das Engagement in der Sache (nicht nur um den Auftrag), ein gesunder Anteil von Fachkräften und ausgebildetem Kader sowie geeignete Werkstätten.

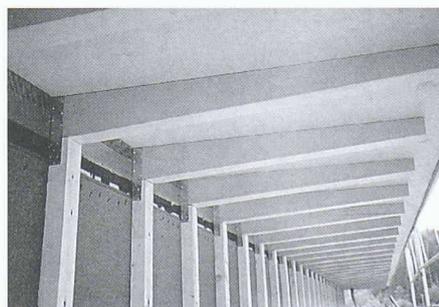
Qualitätskontrolle

Dadurch, dass ein weitgehend fertiges Produkt auf den Bau kommt und die anschliessende Zeit eng verplant ist mit Folgeunternehmern, kommt der Qualitätskontrolle eine erhöhte Bedeutung zu. Das Wichtigste ist, dass dies allen Beteiligten bewusst ist und dass sie bereit sind, diesbezüglich etwas zu leisten. Wird zum Beispiel zu feuchtes Holz verwendet, entstehen durch das Schwinden Risse im Putz. Es entstehen Undichtigkeiten, für die nur

noch Flicke und keine vollwertigen Reparaturen mehr möglich sind, und für ein falsch oder ungenau gefertigtes Teil kann nicht über Nacht Ersatz beschafft werden.

Der Eigenkontrolle durch den Unternehmer kommt die grösste Bedeutung zu, das heisst aber nicht, dass es seine Sache ist, den Kontrollumfang und die Durchführung nach eigenem Ermessen anzusetzen. Im gemeinsamen Gespräch, in Abwägung der Erfahrung des Unternehmers und der Bedeutung der Schritte sind die Massnahmen bei Vertragsabschluss festzulegen und allseits namentlich genannten Personen zuzuweisen. Eine gemeinsam erarbeitete Liste mit möglichst konkreten Prüfpunkten und -kriterien schafft einen Grossteil der Probleme bereits aus der Welt.

Die Einfüllmengen von Zelluloseflocken sind wegen der Setzungsgefahr beim Transport zu erhöhen (und zu kontrollieren). Nur ofengetrocknetes und gehobeltes Holz verwenden, Feuchtetoleranzen definieren.



Statische Probleme

Generell ist beim Holzbau kaum je der Querschnitt aus den Belastungen, sondern der Anschluss aus den Verbindungsmitteln und deren Abständen massgebend. Praktisch im ersten Stadium ist bereits die letzte Detailarbeit zu leisten, sonst muss eventuell mit zunehmender Projektierung der

Architekt in unangenehmen Telefonaten über «wachsende» Querschnitte informiert werden.

Bei den Decken sind, wie oben erwähnt, die Durchbiegungen und die Vibrationen und Schwingungen klein zu halten. Die 1/300-Regel unter der Vollast gemäss alter Norm resp. die 1/250 unter g und $p_{ser, kurz}$ sind ungenügend. Annehmbare Resultate ergeben 1/600 unter Gesamtlast resp. 1/1000 unter Nutzlast. Dadurch vermeidet man auch Schwierigkeiten mit nicht tragenden Innenwänden.

Die Geschossdecken bilden Windscheiben, die an den Rändern mit durchlaufenden Randhölzern als Gurtung versehen werden. Die Luftdichtigkeitsschicht sollte ohne Oregami-Fähigkeiten durchzuführen sein. Sind bei Öffnungen noch Rolladenkästen vorgesehen und kein Platz für ein Sturzholz vorhanden, so wird das Detail konstruktiv komplex. Auf saubere Krafteinleitung (Querzug, Ausklinkungen) ist zu achten. Blechteile sind allenfalls möglich, wo die Konstruktionen verdeckt und die Blechteile nicht zu Kältebrücken werden.

Bei Wandscheiben können pro 1,25 m Wandlänge bis 4,3 kN bei einseitiger Fermacellbeplankung und bis 7,5 kN bei beidseitiger Fermacellbeplankung aufgenommen werden. Mit Holzwerkstoffen liegen die Werte höher. Es stellt sich aber das Problem der Verankerung und der örtlichen Querholzpressung, sind doch gerade dort, wo sich die Kräfte summieren (am Wandende), wegen des meist fehlenden Vorholzes kleinere Spannungen zulässig. Bei den Verankerungen ist den Exzentrizitäten mit einem angepassten Modell Rechnung zu tragen, Dübel haben Randabstände und in Bohrlöchern von Schwellen mit millimeterweise Spiel, wird kein Lochleibungsdruck aufgebaut. Man beschränke sich auf die wirklich notwendigen Verankerungen (Häuser tendieren nicht zum Fortfahren), gestalte diese aber tauglich aus.

nach SIA 164	Schnittholz	BSH
ohne Vorholz	1,2	1,2
mit Vorholz (100 mm)	1,6 (2,0)	1,6 (2,5)

nach DIN 1052	Schnittholz	BSH
ohne Vorholz	1,6 (2,0)	2,0 (2,4)
mit Vorholz:	2,0 (2,5)	2,5 (3,0)
$h < 60, \bar{u} > 75$		
$h > 60, \bar{u} > 100$		
mit Vorholz bei 60 mm Ständerbreite	2,5 (3,1)	3,1 (3,7)

() wenn grössere Eindrückungen in Kauf genommen werden können
25% höhere Werte für den Fall HZ resp. L+K

8

Zulässige Querdruckspannungen in N/mm²

Bei Vernagelungen sind Rillennägeln vorzuziehen, dafür aber kurze, damit man Abstand zu vor- oder nachher eingebauten Installationen hat. Bei den Verbindungsmitteln ergibt die Statik ein Minimum. Holz tendiert - im Gegensatz zu Stahl - dazu, zu arbeiten. Deshalb sind kräftige Teile auch kräftig zu verbinden. So sind Universalschrauben, die nicht vorgebohrt werden müssen, für die Montage und zum Zusammenziehen von Teilen geeignet. Für grössere Kräfte können abgenagelte Holzwerkstoff-Streifen günstiger sein.

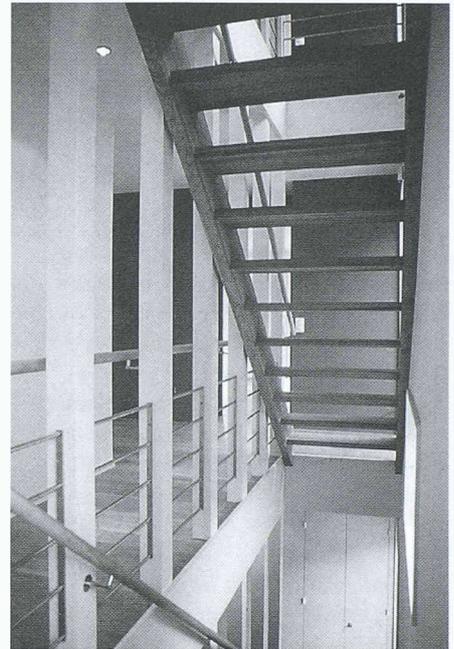
Das Vorstehenlassen von Fermacellbeplankungen bei Stössen ist bei grossen Teilen nicht geeignet, vor allem wegen der Beschädigungsgefahr bei Transport und Versetzen. Bei den Decken soll zuerst oben verschlossen werden und unten erst, wenn das Gebäude dicht ist.

Leimarbeiten am Bau sind zu vermeiden, sie sind feuchte- und temperaturempfindlich und relativ unsicher. Ausnahmen mögen für Systemanbieter gelten, die diesbezügliche Erfahrungen haben.

Die Verwendung von Schwellenhölzern, auf welche die Wände montiert werden, kann Vorteile haben. Ob die Wände direkt montiert oder auf Schwellen gestellt werden, sie sind mit trockenem Zementmörtel von 30 mm Stärke zu unterschlagen und gegen aufsteigende Feuchtigkeit durch eine V60 zu schützen. Schwellen kosten Geld, beschleunigen aber die nachfolgenden Arbeiten und stellen eine gute Verankerungsmöglichkeit dar. Bei den Systemwänden sind sie meist vorgegeben. Beim Holzrahmenbau kann darauf verzichtet werden. Unter dem Wandfuss ist eine Wärmedämmung zweckmässig, geeignete Produkte zum Beispiel aus Schaumglas sind im Handel.

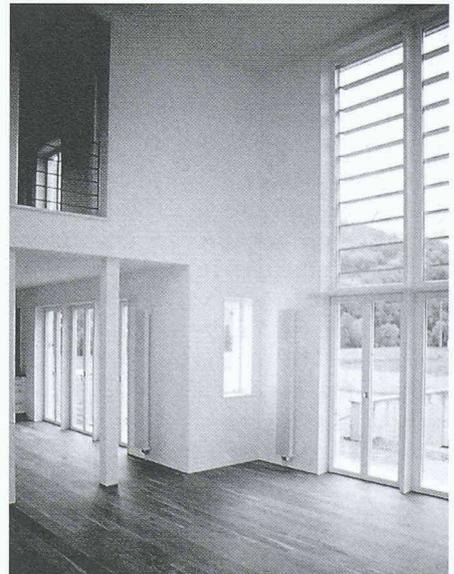
Bei Holzrahmenbauwänden ist das Kriterium für die Tragfähigkeit bei 60×160 mm Ständern und normalen Geschosshöhen immer der Querdruck zwischen Ständer und Schwelle. Die Mitwirkung der Beplankung kann nicht in Rechnung gestellt werden. Bei den Querdruckspannungen bestehen erhebliche Unterschiede zwischen den Normen verschiedener Länder (Bild 8), zudem ist die Frage, ob «grössere Eindrückungen» in Kauf genommen werden dürfen, zu beantworten. Im Tragsicherheitsfall kann dies bejaht werden. Differenzierter ist die Frage zu beantworten im Hinblick auf Vorhersagen bezüglich Aussehen der Putzabplatzungen.

Im Bereich von Galerien oder bei Treppenhäusern werden die Wände zwei Geschosse hoch. Ständer von 160 mm Stärke reichen gerade aus (Bilder 9 und 10). Die aussen isolierten Wandsysteme erfordern Trägerlösungen.



9

Treppe: Stützenreihe in Brettschichtholz von 100×100 mm, im Abstand von 600 mm



10

Der Wohnraum über zwei Geschosse zeigt die Überlegenheit des Holzrahmenbaus. Die Stützenreihe links im Bild trägt die Fassadenlast von drei Geschossen. Stützenabstand von 1,2 m ermöglicht unterzugsfreie Deckenuntersicht

Die Ausgleichsfeuchte ist mit $9\% \pm 3\%$ anzusetzen. Wenn in nahe beieinanderliegenden Querschnitten grosse Unterschiede zwischen liegendem (schaffendem) Holz und stehendem (ruhigem) Holz auftreten, sind die möglichen Folgen abzuschätzen. Dabei gilt die Regel: Putz, Plättli und Bauherren sind heikel.

Adresse des Verfassers:

Stefan Gerber, dipl. Ing. HTL/STV, Büro für Holzbauplanung, Sellhofstrasse 720, 8215 Hallau.