

## **Der mehrgeschossige Holzbau – eine Schweizer Domäne**

Multistory timber construction – a Swiss speciality

Les constructions bois pluri-étage – un domaine suisse

La costruzione in legno a più piani – un settore di  
competenza svizzero

Reinhard Wiederkehr  
Dipl. Holzbau-Ing. HTL/SISH  
Mitinhaber Holzbau-Ing. Büro  
Makiol + Wiederkehr  
Beinwil am See, Schweiz





# Der mehrgeschossige Holzbau – eine Schweizer Domäne

## 1. Ausgangslage

Beim mehrgeschossigen Holzbau von einer rein schweizerischen Domäne zu sprechen, ist sicher vermessen und respektiert die Entwicklungen und Traditionen in andern Ländern zu wenig. Der Vormarsch, welcher dem Holzbau im Geschossbau in den letzten 20 Jahren in der Schweiz gelang, ist beachtenswert und darf durchaus positiv dargestellt werden.

Mit der Fertigstellung der Lehrgebäude der Interkantonalen Försterschule in Lyss und der heutigen Berner Fachhochschule in Biel (BFH-AHB) wurde in den Bereichen Brand- und Schallschutz sowie bei der Ausführung der Fassade vor über 10 Jahren Neuland betreten. Diese Schulbauten dürfen zu Recht als Pionierbauten des mehrgeschossigen Holzbaus bezeichnet werden. Gemäss den damals gültigen Brandschutzvorschriften waren maximal zwei Geschosse in Holzbauweise möglich. In enger Zusammenarbeit mit den Brandschutzbehörden wurden objektbezogene Brandschutzkonzepte erarbeitet. Heute könnten diese Gebäude aufgrund der 2005 in Kraft getretenen Brandschutzvorschriften im Rahmen eines Standardkonzepts realisiert werden.

## 2. Geänderte Einsatzmöglichkeiten

Die Einsatzmöglichkeiten von Holz haben sich seither massiv erhöht. Seit 2005 wurden in der Schweiz rund 1300 mehrgeschossige Wohn-, Schul- und Verwaltungsbauten mit einem Tragwerk aus Holz erstellt. Dieser positive Trend kann sich fortsetzen, falls die Branche weiterhin positive Zeichen setzt.

Mit dem unter der Federführung der Lignum durchgeführten und international vernetzten Forschungsprojekt „Brandsicherheit im Holzbau“ wurden wissenschaftlich abgesicherte Grundlagen erarbeitet. Daraus entstanden hervorragende Planungsinstrumente (Lignum-Dokumentation Brandschutz), die von der Vereinigung Kantonaler Feuerversicherung (VKF) als Stand der Technik anerkannt sind.

## 3. Grundlagen für den Erfolg

Als Basis für den Erfolg können folgende Punkte aufgelistet werden:

- Klare Zielsetzung bezüglich des technisch und wirtschaftlich Sinnvollen und Machbaren
- Gesamtheitliche Koordination der Entwicklung durch eine verbandsübergreifende Dachorganisation (Lignum; Holzwirtschaft Schweiz)
- Konzentration der vorhandenen Mittel und Ressourcen auf das Wesentliche
- Qualität kommt vor Quantität
- Aus- und Weiterbildung auf allen Stufen
- Zielgerichtete Forschung und Entwicklung mit direktem Bezug zur Praxis
- Tendenz zur 2000-Watt-Gesellschaft
- Keine Fokussierung auf den reinen Wohnbau, sondern ebenfalls auf den Schul- und Gewerbebau.
- Glaubwürdige Public Relation
- Hohes Verantwortungsbewusstsein der planenden und ausführenden Fachleute

Die obenstehende Aufzählung kann sicher erweitert werden und stellt keine Rangfolge oder Prioritätenliste dar.

## 4. Weiterbildung und Qualitätssicherung

Die Weiterbildung gewinnt in zunehmendem Masse an Bedeutung. Ein von der Lignum initiiertes Weiterbildungsangebot wurde unter der Leitung der BFH-AHB zusammen mit Holzbau Schweiz und der Schweizerischen Bauschule Aarau aufgebaut und kann auch nächstes Jahr von Planern, Konstrukteuren und Holzbauern genutzt werden (Ausbildung Brandschutz-Fachleute Holz; Modulkurse Brandsicherheit und Holzbau). Die zunehmende Teilnahme von Behördenvertretern an dieser Holz-Branchenweiterbildung zeigt die hohe Akzeptanz und fördert das gegenseitige Vertrauen.

Das Thema Qualitätssicherung und Brandschutz muss von Planern und Ausführenden ganz oben auf die Prioritätenliste bei der Realisierung von Holzbauten gesetzt werden. Bei 5- und 6-geschossigen Bauten mit brennbaren Tragwerken ist der Einsatz eines anerkannten Fachingenieurs als Kontrollorgan obligatorisch. Es muss jedoch bei allen Bauten dafür gesorgt werden, dass die Brandsicherheit gewährleistet ist. Brandereignisse aufgrund von Planungs- oder Ausführungsfehlern dürfen während der Bau- oder Nutzungsphase von Holzbauten nicht auftreten. Der in den letzten Jahren sorgfältig aufgebaute und gute Ruf der Holzbaubranche bei den Brandschutzbehörden könnte so rasch wieder verloren gehen.

## 5. Sichtbares Holz in der Fassade

Im Fassadenbereich ist es heute möglich, Holz bis zu acht Geschossen bzw. bis zur Hochhausgrenze einzusetzen. Auch hier müssen die Brandschutzvorgaben konsequent umgesetzt werden. Es ist zu beachten, dass nicht nur brandschutztechnische Regeln bestehen, sondern dass Fassaden aus Holz ab vier Geschossen nur in Absprache mit den Brandschutzbehörden möglich sind. Zudem sind die Grundregeln des Holzschutzes zu beachten. Fassaden sind Visitenkarten von Gebäuden und lösen beim Betrachter entsprechende Gefühle aus. Schnell erkennbare Fehler, die auf eine mangelhafte Materialauswahl oder fehlende Schutzmassnahmen zurückzuführen sind, zementieren Vorurteile gegenüber dem Bau- und Werkstoff Holz.

## 6. Beispiele

Mit zwei Auszügen von Artikeln aus der Fachzeitschrift Schweizer Holzbau (Ausgaben 9/2006 und 10/2010) wird nachstehend dargelegt, wie in der Schweiz fünf- und sechsgeschossig in Holzbauweise gebaut wird. Ein Auszug aus der Lignum-Publikation Holzbulletin 86/2008 gibt einen ergänzenden Überblick einiger weiterer Bauten und zeigt eindrücklich, dass es sich heute nicht mehr um Einzelobjekte handeln kann.



Man muss den Kopf schon recht in den Nacken legen, um dem Auge von der Gebäudekante aus den vollen Blick auf die sechs Geschosse des in Holzbauweise ausgeführten Wohn- und Geschäftshauses in Steinhausen zu ermöglichen.

**Erstmals in der Entwicklungsgeschichte des Schweizer Hausbaus erfolgte bei einem sechsgeschossigen Projekt die Realisierung mit der Materialkomponente Holz, und zwar ab betonierter Decke des Sockelgeschosses. Der nahe dem Dorfkern von Steinhausen (Kanton Zug) gelegene, 20 m hohe Wohn- und Gewerbebau deutet mit seiner weit sichtbaren Zedernholzverkleidung dem Betrachter an, dass hinter der Fassade noch mehr an hölzerner Materialverwertung stecken dürfte. Der nachfolgende Beitrag liefert klärende aufschlussreiche Informationen dazu.**

## Ein Sechsgeschosser markiert eine neue Aera im Holzhausbau

Für die Projektverfasser hat es sich angeboten, auf der lang gezogenen Parzelle einen Gebäudekörper zu entwerfen, der eine dreiseitige Orientierung der Wohnungen zulässt. Wie im Konzept vorgesehen, wird die optimale Ausnutzung des Sonnenlichts durch die 2,57 m hohen Wohnräume und die grossen, nach Südwest bzw. Südost orientierten Balkone unterstützt. Dadurch kommt jede Wohneinheit in den Genuss von möglichst viel Tageslicht und Wärme, was ganz im Sinne des Minergie-Gedankens ist.

### Architektonische Reflexionen

Der Grundriss reagiert auf die beiden primären Orientierungen und vereint je Geschossfläche zwei unterschiedliche Wohnungstypen mit je 5 1/2-Zimmern: eine grössere Einheit (166 m<sup>2</sup>) mit dem Wohnraum gegen Süden und eine kleinere (149 m<sup>2</sup>), welche mit den Haupträumen gegen Westen ausgerichtet ist. Die meisten Zimmer der beiden Varianten profitieren von der Morgensonne. Jede Wohnung verfügt über einen grossen, teilweise einge-

zogenen Aussenraum, der die Ausrichtung der beiden Typen verdeutlicht. Die Normgrundrisse lassen sich mit einfachen Massnahmen zu individuellen Lösungen modifizieren. Die acht Eigentumswohnungen in den Obergeschossen wie auch die Attikawohnung können sowohl über die Treppe als auch via den Lift erreicht werden. Das «Haus auf dem Dach», das ganz auf die speziellen Wünsche und Vorstellungen der Bauherrschaft ausgerichtet ist, bietet spannende räumliche Bezüge und differenzierte Ausblicke in die Landschaft, wodurch abwechslungsreiche Wohnenerlebnisse vermittelt werden. Das Raumprogramm umfasst ferner zwei Atelier- bzw. Praxisräume, einen Gemeinschaftsraum im Erdgeschoss sowie Kellerräume, zwei Archivräume und Einzelgaragen im Untergeschoss.

Der für die Projektmaterialisierung gewählte Holzbau verlangte in dieser Dimension eine grosse Disziplin hinsichtlich der vertikalen Lastabtragung. Deshalb liegen die Fensteröffnungen übereinander und vermitteln den Eindruck einer klaren Struktur. Der Gegensatz zwischen der präzisen Setzung und Ausführung der Fenster (Format: 1,80 m x 1,80 m) und der natürlich verwitternden Fassade verspricht eine spannende Entwicklung. Beim Farb- und Materialkonzept wurde darauf geachtet, dass der attraktive Baustoff Holz sinnvoll eingesetzt wird und ein harmonisches Zusammenspiel mit anderen hochwertigen Materialien, Formen und Farben schafft. Da das Gebäude eine Sonderstellung im Bereich des mehrgeschossigen Holzbaus einnimmt, war es nahe liegend, dass sich das Konstruktionsmaterial Holz in der Fassade zeigt, quasi als Kontrast und nicht im Kontext mit den umliegenden, durchwegs verputzten Gebäuden. Es war der Wunsch der Bauherrschaft, für die Aussenfassade eine vertikal angeschlagene Holzschalung aus Rotzeder kanadischer Provenienz zu verwenden. Die notwendigen Brandschutzmassnahmen führen in der Fassade zu einem die Vertikale unterteilenden Ornament. Denn: Die Brandabschottungen im Fassadenbereich

Report

sind nicht auf Höhe der jeweiligen Geschossdecken, sondern dazwischen angeordnet.

**Ingenieurmässiges Kernstück: der Holzbau**

Abgesehen vom massiven Untergeschoss und dem massiven Erschliessungskern (Treppenhaus und Lift), ist das sechsgeschossige Wohn- und Geschäftshaus als qualitativ hochstehender Holzbau konzipiert und ausgeführt worden. Das 20 m hohe Gebäude weist eine Länge von etwa 30 Metern und eine Breite von 14 Metern auf. In den Obergeschossen kragen zwei lange Balkone pro Geschoss zusätzlich etwa 1,2 m aus; das Attikageschoss verfügt über eine grosszügig angelegte Terrasse.

**• Grundsätzliches**

Bereits zum Zeitpunkt des Projektentwurfes für das sechsgeschossige Gebäude in Holz wurden – neben anderen Fachplanern (Bauphysik, HLK) – die Tragwerkplaner des Holzbaus einbezogen. So konnten frühzeitig statisch relevante Aspekte eingebracht und diskutiert werden, was u. a. zur Lösung führte, dass die statisch tragenden Bauteile stets übereinander angeordnet sind. Dies stellte für Gebäude in dieser Grösse eine absolute Notwendigkeit dar. In enger Zusammenarbeit mit dem Stahlbetoningenieur wurden die erarbeiteten statischen Konzepte mit Lastabtragung in das massive Untergeschoss und das Treppenhaus besprochen und bezüglich Erdbbensicherheit überprüft. Beliebig positioniert werden konnten die nichttragenden Wände, was der individuellen Grundrissgestaltung der Wohnungen entgegen kam.

**• Wahl des Deckentragsystems**

Ausgehend vom architektonischen Projekt, das mit dem gewählten Grundriss und der Anordnung der Balkone sehr individuell und statisch anspruchsvoll ist, musste seitens der Tragwerkplaner ein dafür geeignetes Deckentragsystem gefunden werden. In die Evaluation einbezogen waren zehn unterschiedliche Deckentypen.

Die Untersuchungen ergaben, dass sich für dieses Projekt ein beschwerter Hohlkasten am besten eignet, zumal bei den meisten Deckenvarianten Probleme im Bereich Schallschutz auftraten. Die schallschutztechnisch optimale Masse ist zwar bei Holz-Beton-Verbundsystemen oder bei Stahlbetonelementen vorhanden, dafür weisen diese Systeme Nachteile im Bereich Flexibilität, Bauablauf und Bauzeit auf.

**• Das Statikkonzept**

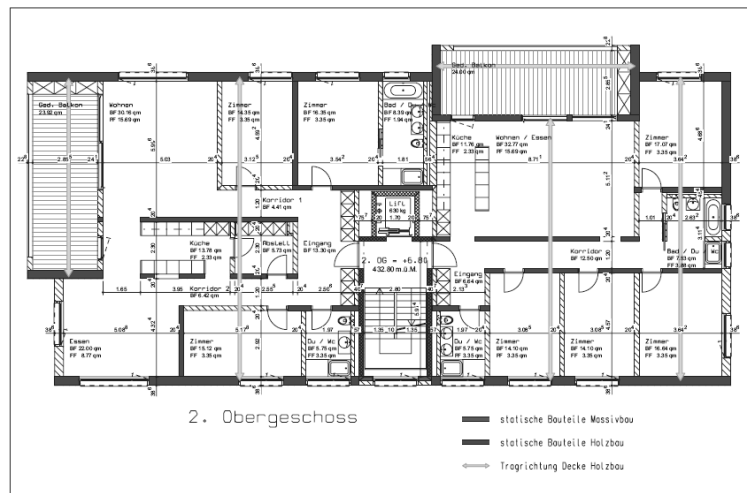
Die aus mehrfeldrigen, durchlaufenden Hohlkastenträgern gebildeten Decken erstrecken sich mit einer Länge von maximal 13,5 Metern quer über das ganze Gebäude. Tragende Wandscheiben bilden die beiden Längsausserwände sowie jeweils zwei Innenwände. Die zwei Balkone sind entkoppelt ausgebildet und spannen über die längere Seite. Die Stabilität des Gebäudes wird durch aussteifende Wände des Massivbaus und Einbinder, welche auf den Stützen aufliegen, gewährleistet. Die Lastabtragung erfolgt direkt über eine Stirnholzverbindung in die unteren Geschosse. Bei den Innenwänden sind kurze Querträger angeordnet, welche die Lastabtragung von Einzellasten zulassen. In diesen Punkten sind stehende Balken in den Decken integriert, um die Lasten setzungsfrei durch die durchlaufende Bodenkonstruktion zu leiten. Die



Die beiden Längswände und je zwei Innenwände (links) sind als tragende Wandscheiben ausgebildet.



Gemäss statischem Konzept (unten) sind die aussteifenden Wandbereiche schubfest mit den Decken verbunden worden (oben).



Deckenscheiben leiten die Kräfte jeweils horizontal ein. Die Kräfteinleitung des Holzbaus in den Treppenhausturm erfolgt punktuell mit schallschutzmässig entkoppelten Verankerungen. Die aussteifenden Innen- und Aussenwände sind schubfest mit den Decken verbunden. Vertikale Be- und Entlastungen werden durch spezielle Stahlteile übertragen und in den Massivbau eingeleitet.

#### • Lastfälle und ...

Nachdem das statische Konzept feststand, das Deckentragsystem evaluiert war und die genauen Architektenpläne vorlagen, konnten die verschiedenen Lastfälle in das Stabstatikmodell eingegeben werden. Folgende Lastfälle galt es zu berücksichtigen: Eigengewicht und Auflast sowie Schnee, Nutzlast, Wind, Erdbeben und Brand.

Zeitlich aufwendig gestaltete sich die Dimensionierung der Holzbauteile, da reichlich Abklärungen anstanden, so u. a. auch hinsichtlich der massgebenden Lastkombinationen für die Stützen:

#### Materiallieferanten «MFH Holzhausen»

Brettstapel-Elemente:  
Tschopp Holzbau AG, Hochdorf

BSH und verleimte Ständerhölzer:  
Holz Stürm AG, Goldach

Fassade (kand. Zedernholz):  
Holz Stürm AG, Goldach

Grobspanplatten (OSB):  
HWZ Kuratle & Jaeger AG, Leibstadt

Mehrschichtplatten (27 und 42 mm):  
HWZ Kuratle & Jaeger AG, Leibstadt

Mehrschichtplatten (40 mm):  
Schilliger Holz AG, Küssnacht a. R.

Gipsfaser- und Gipskartonplatten:  
Rigips AG, Mägenwil

Wärmedämmung (Steinwolle):  
Flumroc AG, Flums

Trittschalldämmung («Isocalor»):  
Saint-Gobin Isover AG, Lucens

- Liegen ständige Lasten mit Nutzlast und/oder Schnee vor?
- Können ständige Lasten und Nutzlasten in Kombination mit Windlasten massgebend werden?
- Wird der ausserordentliche Lastfall Erdbeben oder der Lastfall Brand (Nachweis der Stütze an einem ideellen, reduzierten Querschnitt) die definitive Dimension der Stützen bestimmen?

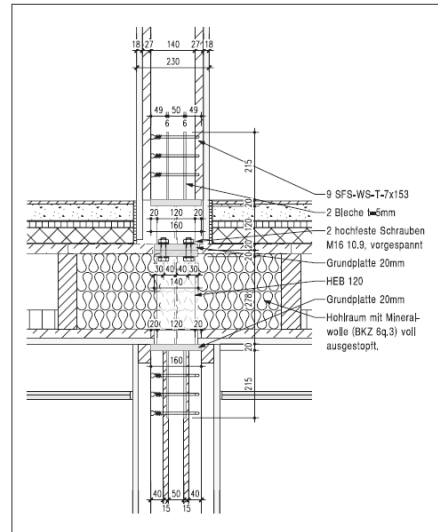
#### • ... die Dimensionierung der Bauteile

Die lastabtragenden Stützen konnten mit Querschnitten bis maximal 160 mm x 380 mm ausgeführt werden. Die aussteifenden Wände wurden je nach Beanspruchung mit OSB- oder Dreischichtplatten beplankt. In den untersten zwei Geschossen wurden 7- bzw. 5-schichtige Massivholzplatten eingesetzt. Der Schichtaufbau richtete sich nach der Beanspruchung in der Platte (Druck, Zug und Schub).

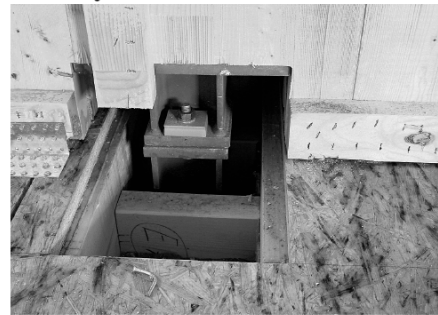
Bei der Herstellung der Hohlkastendecken wurden die Balken (Höhe: 240 mm) und die Beplankungen (OSB-Platten: 30 mm) mittels statischer Pressverleimung zusammengefügt. Auf Ebene der Attikaterrassen kamen Brettstapелеlemente (System «Bresta») zum Einsatz, da die statische Höhe möglichst klein gehalten werden musste.

#### • Detailstatik und Detailausbildung

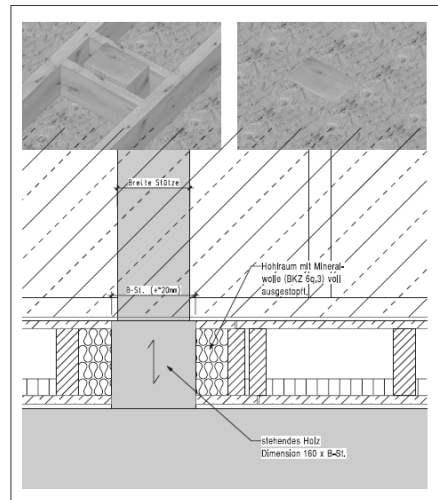
Die Lastabtragung durch die durchlaufenden Geschossdecken erfolgt mit stehenden Hölzern, welche in den Deckenelementen eingebaut sind. Dies entspricht einer auf Setzungen unempfindliche Lösung. Die Verbindungen von aussteifenden Wänden erwiesen sich als anspruchsvoll, da sie Druck- und Zugkräfte übertragen müssen und zu dem ihr Einbau passgenau in die Holzbauteile zu erfolgen hatte. Ferner sollte sich die Verbindung schnell und einfach auf der Baustelle montieren lassen. In der Folge ist ein Stahlteil entwickelt worden, welches sich kraftschlüssig und passgenau mit dem Holz verbinden liess. Auf der Baustelle mussten nur noch hochfeste Stahlbauschrauben angebracht und mit einem Momentenschlüssel angezogen werden.



Schematisch (oben) und ausgeführt (unten):  
die Verbindung von aussteifenden Wänden.



Die Lastabtragung (unten) durch  
die Geschossdecke.



• **Werkplanung, Produktion und Montage**  
Durch eine systematische Kontrolle der Werkpläne, in die alle statischen Angaben integriert waren, und der Arbeitsabläufe während der Produktion ist dem Erfordernis der Qualitätssicherung in hohem Masse Rechnung getragen worden. Und auch auf der Baustelle wurden kontinuierlich die Arbeiten begutachtet und die Montage der statischen Verbindungsmittel überprüft.

#### Ein Vorzeigobjekt

Der imposante Holzbau in Steinhausen ist ein Wohn- und Arbeitsgebäude mit höchstmöglichem Komfort bei tiefstmöglichem Energieverbrauch. Er erfüllt mit der Nutzung von Erdwärme mit 72 Energiekörpern, der hochdichten Gebäudehülle, der kontrollierten Komfortlüftung mit Wärmerückgewinnung und den dreifach verglasten Fenstern sämtliche Anforderungen des Minergie-

Standards. Die grosszügigen Balkone sind zudem nach Süden oder Südwesten ausgerichtet und profitieren von viel Licht und kostenloser Sonnenenergie. Verglichen mit einem analogen Gebäude, welches die Grenzwerte des Energiegesetzes erfüllt und mit Öl beheizt wird, erweist sich der in Holz realisierte Sechsgeschosser von Steinhausen als ökologisches Vorzeigobjekt: Dank besserer Wärmedämmung der Gebäudehülle (240 mm) und der kontrollierten Lüftung lässt sich eine jährliche Energieeinsparung von umgerechnet ca. 7700 Litern Heizöl erzielen, was merklich zur Senkung der Nebenkosten beiträgt. -bo-



#### Am Bau Beteiligte:

##### Bauherrschaft:

Dölf und Maria Gubser-Furrer, Steinhausen ZG

##### Generalunternehmung:

Renggli AG, Sursee LU; Projektleiter: Tom Späti

##### Projekt:

Scheitlin Syfrig + Partner Architekten AG, Luzern; Andi Scheitlin

##### Ingenieurarbeiten/Holzbau:

Makiol + Wiederkehr, dipl. Holzbau-Ingenieure HTL/SISH, Beinwil a. See AG; Projektsegment Konstruktion: Peter Makiol und Kurt von Felten; Projektsegment Brandschutz: Reinhard Wiederkehr und Beat Bart

##### Montagebau in Holz/ Elementherstellung:

Renggli AG, Holz-Systembau, Schötz LU  
Projektleiter: Martin Jordi

##### Ingenieurarbeiten/Massivbau:

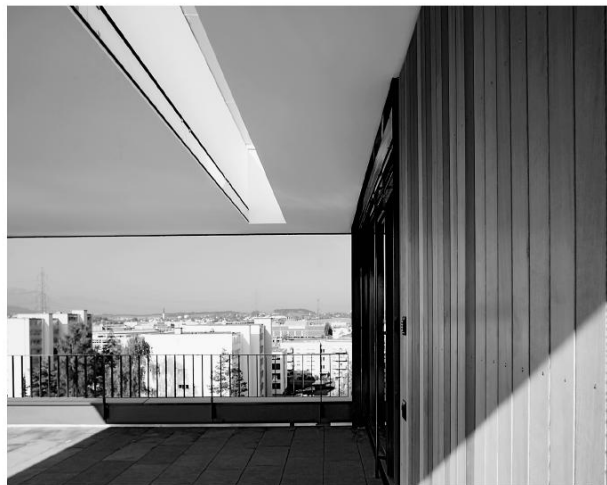
Emch & Berger AG, Zofingen AG

##### Bauphysik:

Ragonesi Strobel & Partner AG, Luzern

##### Neutrale Qualitätskontrolle/ Externer Fachingenieur:

Josef Kolb AG, Uttwil TG



In der Nordost- bzw. Südostansicht (oben gut erkennbar: die über den fünf Obergeschossen angeordnete Attikawohnung mit einem weit auskragenden Vordach über der Terrasse [links]).

Fotos und Zeichnungen:  
Renggli AG;  
Makiol + Wiederkehr;  
W. Bogusch



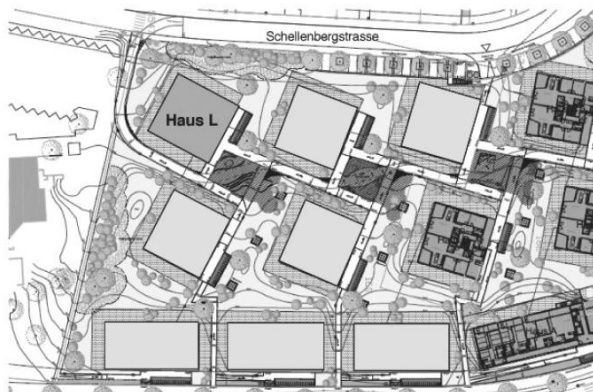
Nun hat auch der Kanton Graubünden ein sichtbares Zeichen dafür, dass die ökologische Holzrahmenbauweise auf dem Gebiet des mehrgeschossigen Bauens als eine veritable Option für gebaute Nachhaltigkeit zu betrachten ist. Im Wohnquartier «Heiligkreuz» der Stadt Chur ist in lediglich neun Tagen die Holzbaustruktur eines 5-geschossigen Wohnhauses im erweiterten Standard «Minergie optimiert» erstellt worden.

## Bündner Holzbau-Premiere: Minergie-Mehrfamilienhaus in Rekordzeit aufgerichtet

Mit dem ehrgeizigen Ziel, sich in die Reihe der Schweizer Energie-Städte (Stichwort: 2000-Watt-Gesellschaft) einzuordnen, ist die Kantonshauptstadt Chur bemüht, das im Jahre 2008 lancierte Energiekonzept 2020 in die gegenwärtige Energiepolitik einfließen zu lassen. Leitlinien dafür sind eine ausreichende, wirtschaftliche und umweltschonende Energieversorgung, die Vermeidung oder Verminderung einer einseitigen Abhängigkeit von einzelnen Energieträgern, die Förderung der effizienten Energienutzung, Förderung der Nutzung von erneuerbaren Energien und die Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen. Dass es die Stadt ernst damit meint und sie sich ihrer Vorbildfunktion be-

wusst ist, bekundet sie mit dem Bekenntnis zu Minergie-Bauten, zu denen u.a. auch das «Wohnhaus L» im Stadtquartier Heiligkreuz zählt. Im Rahmen der dritten Etappe hat die Wohnbaugenossenschaft der Stadt Chur (WSC) das letzte Baufeld für die Realisierung eines Minergie-Mehrfamilienhauses in Holzbauweise reserviert. Die Ausschreibung im November 2008 (Konzept und Ausarbeitung: Architekt Robert Albertin) hatte einen Gesamtleisterauftrag zum Inhalt, der die Übernahme der erarbeiteten Projektpläne, deren Ausarbeitung zum bewilligten Projekt und schliesslich die Projektrealisierung bis zur schlüsselfertigen Übergabe umfasste.

Situation: Die letzte Parzelle der Quartierüberbauung «Heiligkreuz» in Chur war für das Mehrfamilienhaus L in Holzbauweise reserviert.



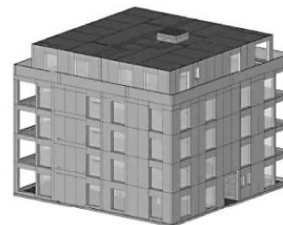
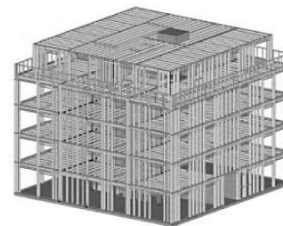
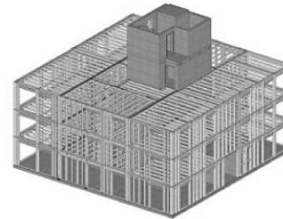
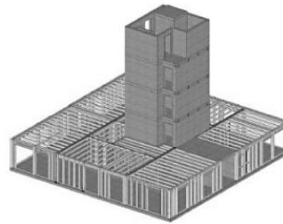
### Architektur mit optischer Anpassung

Architektonisch fügt sich der Baukörper des Mehrfamilienhaus L harmonisch in das bestehende Quartierbild ein. Seine Farben, Formen und Funktionen sind annähernd identisch mit den umliegenden Häusern in Massivbauweise. Das Gebäude umfasst 13 Wohnungen verschiedener Grössen in gehobenem Standard (u. a. Wohnungstüren und Wandschränke in Holz; Parkettböden in Eichenholz, massiv). Sämtliche Balkone sind in den Baukörper integriert und werden räumlich als erweiterter Wohnraum wahrgenommen. Die Ausrichtung der Wohnungen nach Südwesten und die erhöhte Lage des Hauses garantieren eine optimale Besonnung und Aussicht. Die Gestaltung der Grün- und Spielzonen ist sehr familienfreundlich ausgerichtet. Ein Farbkonzept zielt darauf ab, der Überbauung den optischen Eindruck von Geschlossenheit zu vermitteln. Auch deshalb stand von Anfang an fest, den Holzkörper mit einer zementgebundenen Bauplatte («Aquapanel outdoor»/Knauf) zu verkleiden, um eine mural wirkende Fassadenhaut in Erscheinung treten zu lassen.



Auf gleicher Augenhöhe wie die benachbarten Massivbauten tritt das in Holzbauweise erstellte, fünfgeschossige «Haus L» mit der festgelegten Aussenoptik auf.

Fotos, Pläne und 3-D-Darstellungen: Künzli Holzbau AG; Maklöl + Wiederkehr Holzbauingenieure



Von der ursprünglichen Idee, den Passivhaus-Standard mit dem Label Minergie-P zu erreichen, musste zwar abgesehen werden, weil dafür zu viele Kompromisse notwendig gewesen wären. Konsequenterweise wurde jedoch eine thermisch hochgedämmte Gebäudehülle ausgeführt: 280 mm dicke Dämmung in den Wandelementen (U-Wert:  $0,13 \text{ W/m}^2\text{K}$ ) und 340 mm dicke Dämmung in den Dachelementen (U-Wert:  $0,115 \text{ W/m}^2\text{K}$ ). Die Verifizierung «Minergieoptimiert» erfüllt die Verantwortlichen der Bauherrschaft daher mit Genugtuung. Schliesslich wurden die auf Energieeffizienz ausgerichteten Investitionen in eine Wärmepumpe und in eine kontrollierte Wohnungslüftung vorgenommen. Die Überprüfung der thermischen Gebäudehülle (Blower-Door-Test) auf ihre Luftdurchlässigkeit (Dichtheit) hat für  $n_{50, \text{st}} = 0,34/\text{h}$  einen Wert ergeben, der weit unter dem Minergie-Referenzwert von  $\leq 1,0/\text{h}$  liegt. So kamen die Prüfexperten zur Beurteilung, dass «die Luftdichtheit der gesamten Baukonstruktion sehr hoch ist, überdurchschnittlich hoch».

Viel wurde für das Wohlbefinden der künftigen Mieter unternom-

men. So gingen die Vorgaben der Bauherrschaft etwa beim Schallschutz oder bei der kontrollierten Wohnungslüftung deutlich über den normalen Standard hinaus. Wohnkomfort geht auch von den Geschossdecken aus, die mit einer Trittschalldämmung von 50 dB und einer Luftschalldämmung von 60 dB den erhöhten Anforderungen im Wohnungsbau gerecht werden.

#### Die Statik als Knacknuss

Neben der Haustechnik, dem Brandschutz und der Bauphysik stellte die Statik der fünf Stockwerke eine besondere Herausforderung dar. Als knifflig erwies sich vor allem die statische Lastableitung, bedingt durch die Rahmenbedingungen:

- Die Ausgangslage resultierte aus einer sehr frei gestalteten Architektur: unterschiedliche Wohnungsgrößen/Wohnungstrennwände nicht übereinander liegend (keine Lastabtragung möglich)/örtlich einspringende Balkone. Die von den bestehenden Massivbauten übernommene Grundrissgestaltung erwies sich für den Holzbau als nicht optimal. Zudem waren Geschosshöhen und Deckenniveau bereits

So wie in der perspektivischen Zustandsfolge (links) dargestellt, wurde die Montage der Holzbaustruktur rund um den Betonturm (unten) sowie im Taktfahrplan (ein Geschoss pro Tag) vorgenommen.



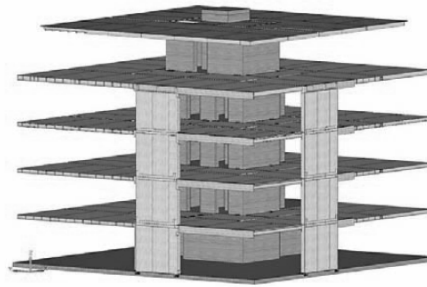
fix festgelegt, sodass die Statik in der verbleibenden Konstruktionshöhe (etwa 240 mm) eingebracht werden musste. Sehr grosse Spannweiten waren daher nicht möglich.

- Wahl des Deckensystems: Durch die einspringenden Balkone und das rückversetzte Attikageschoss entstanden unterschiedliche Anforderungen an die Decken (oben kalt und unten warm oder umgekehrt, oder beidseitig warm). Die Wahl fiel auf Hohlkasten-Elemente, da voll ausdämmbar in den vereinzelten Bereichen. Absolut tabu war, Stahlträger durch die Balkonbereiche zu führen, um Wärmebrücken zu vermeiden. Der Boden des Attikageschosses musste aus statischen Gründen (Last aus Dach/Wand im Feld) stärker dimensioniert werden.
- Vertikale Lastabtragung: Bei fünf Geschossen funktioniert die Lastabtragung nur mit übereinander liegenden Wänden/Stützen. Es lag daher nahe, diese – wenn auch nur vereinzelt vorhanden – für die Abtragung der Lasten zu nutzen. Als notwendig erwies sich, in die Decken Stahlträger zu integrieren, um die geforderten freien Spannweiten (flexible Grundrissgestaltung) überbrücken zu können.

Zur Lastabtragung werden sowohl die Aussen- und Innenwände als auch die hoch belasteten Stützen (meist Stahlstützen mit maximaler Bemessungslast etwa 750 kN) herangezogen. Die Lastabtragung erfolgt ebenfalls über den Treppenhauturm (vorgängige Stahleinlagen und bauseits angeschweisste Stahlträger). Über den Fenstern der Aussenwände kamen FSH-Träger (Kerto-Q) zum Einsatz. Die tragenden Holzstützen wurden direkt (Stirnholz auf Stirnholz) aufeinander gestellt; vermieden wurde liegendes Holz (z. B. Schwelle/Einbinder), da sonst mit Eindrückungen infolge Querdruk hätte gerechnet werden müssen.

Was die Aussteifung bzw. die Stabilisierung des Baukörpers angeht, so übernimmt der massive Treppenhauturm den Hauptanteil der Wind- bzw. Erdbebenlasten. Da der Turm nicht gerade in zentrischer Vollkommenheit platziert ist, galt es, das Verdrehen der Holz-

**Statik und Stabilität:**  
Die Computer-Visualisierung (rechts) lässt – neben der Ausbildung von horizontalen Scheiben – erkennen, wie als Scheiben ausgebildete Aussenwände zur Aussteifung beitragen.



baustrukturen zu verhindern. So wurden zwei etwa 4 m lange Aussenwände als Scheiben – mit beidseitig angebrachten Dreischichtplatten (d = 27 mm) – aussteifend ausgebildet und entsprechend im Beton verankert (max. Verankerungslast infolge Erdbeben: etwa 200 kN). Die ebenfalls als Scheiben ausgebildeten Decken wurden mit Stahlwinkeln am Treppenhauturm befestigt.

#### Aufbau in Rekord

Erstellt wurde die Holzbaustruktur über einem Untergeschoss (18,5 m x 18,5 m) in Massivbauweise. Um einen Betonkern, der Lift und Treppenhauturm umfasst, entstand in moderner Holzrahmenbauweise, bei der vorgefertigte Wand-, Decken- und Dachelemente in raschen Abläufen aufgerichtet wurden, das fünfgeschossige Mehrfamilienhaus. In Kombination mit einer ausgeklügelten Transport-Logistik – mit 19 Anhängerzügen gelangten 219 Bauelemente (Einzelgewichte: 1,5–2,2 t) von Davos nach Chur – sind pro Stockwerk neun Aussenwände und zehn Innenwände gestellt sowie

25 Bodenplatten eingebaut worden. Dank optimaler Witterungsbedingungen (kein einziger Regentag) und einem hochmotivierten Team von Zimmerleuten konnte der fünfstöckige Holzrahmenbau in nur neun Tagen errichtet werden. Der Baufortschritt im Rekordtempo war für Interessierte tagtäglich auf einer mit Webcam-Bildern aufgeladenen Internetseite nachvollziehbar.

Die Holzbauweise löst energetische und baubiologische Anliegen zugleich ein. Für die Herstellung der 219 Holzbauelemente gelangte in grossen Mengen Holz aus den Bündner Wäldern zum Einsatz. Auf der Materialliste waren vermerkt: 40 Kubikmeter Brettschichtholz in Fichte für die Wand- und Bodenkonstruktionen, 15 Kubikmetern Furnierschichtholz (Kerto Q-Platten) für die Bereiche mit höherer statischer Belastung, weitere 85 Kubikmeter Ständerholz für die Aussen- und Innenwände sowie Bodenkonstruktionen. Um die Anforderungen des Brandschutzes zu erfüllen, sind die Wand- und Deckenelemente mit 5100 Quadratmetern Gipsfaserplatten («Vidiwall»/Knauf) verkleidet

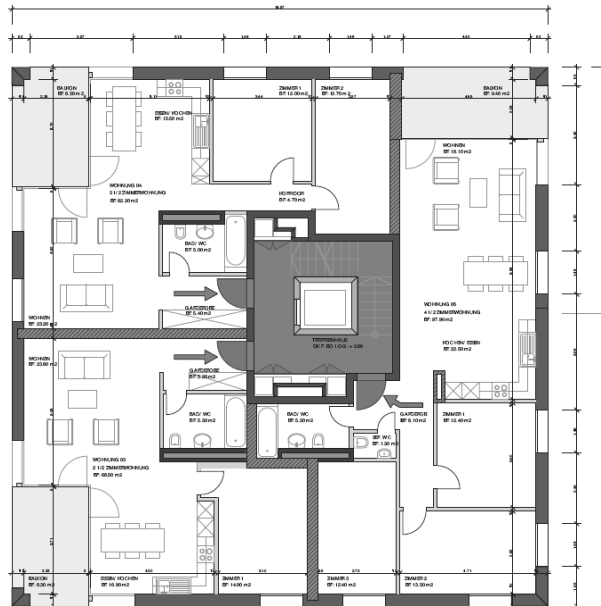


Die vorgegebene, flexible Grundrissgestaltung reduzierte den Einbau von Stützen auf ein Minimum. Tragende Funktionen hatten somit die Innenwände wie auch die Aussenwände zu übernehmen.

worden. Die zur Gebäudedämmung verwendete Mineralwolle (U-Wert von 0,031 W/m<sup>2</sup>K) erreichte ein Volumen von 350 Kubikmetern.

**Aspekte des Brandschutzes**

Die Schweizerischen Brandschutzvorschriften der Vereinigung Kantonaler Feuerversicherungen (VKF) bedingen, dass für 5- und 6-geschossige Holzbauten vor Baubeginn ein Brandschutzkonzept als Bestandteil der Baueingabe vorzuliegen hat und die mit der Ausführung beauftragte Holzbau-Unternehmung über ein Qualitätssicherungssystem verfügen muss. Zudem wird verlangt, dass der Bau von einem anerkannten Fachingenieur als Kontrollorgan begleitet wird. Als Geschosse zählen für den Brandschutz alle Voll-, Dach- und Attikageschosse. Beim baulichen Brandschutzkonzept



Statik und Brandschutz im Kontext: Das in Massivbauweise ausgeführte Treppenhaus mit Lift (grün) dient der Aussteifung des Baukörpers sowie als Fluchtweg. Türen/Tore (rot) erfüllen die Anforderung EI30. Differenzierten Kriterien haben die Aussenwände in Holzbauweise mit den Feuerwiderständen R60/EI30(nbb) bei tragender Funktion und dem Feuerwiderstand EI30 bei nichttragender Verwendung zu entsprechen.

**Baufotel «Wohnüberbauung Heiligkreuz Haus L», Chur**

**Bauherrschaft:**  
Wohnbaugenossenschaft der Stadt Chur

**Consulting + Controlling/ Holzbau allgemein:**  
Timbatec GmbH Holzingenieure, Thun

**Gesamtleiter (Architektur und GU):**  
Adrian Büsser AG, Chur

**Ingenieurarbeiten/Holzbau und Brandschutzkonzept:**  
Makiol + Wiederkehr, dipl. Holzbauingenieure HTL/SISH, Beinwil am See;  
Projektbearbeitung: Peter Makiol, Kurt von Felten, Raphael Greder

**Holzrahmenbau/Montage:**  
Künzli Holz AG, Davos

**Fachingenieur Brandschutz als Kontrollorgan:**  
Josef Kolb AG, Uttwil

**Bauphysik:**  
Ragonesi Strobel & Partner, Luzern

**Material-Generallieferant:**  
Josias Gasser Baumaterialien AG, Chur

richten sich die Anforderungen an Feuerwiderstand und Brennbarkeit tragender und brandabschnittsbildender Bauteile insbesondere nach Lage, Geschosszahl, Nutzung und Ausdehnung von Bauten und Anlagen oder Brandabschnitten.

Brandschutztechnisch ist das Haus L als ein Gebäude mit fünf Geschossen über Terrain – vier Vollgeschosse und ein Attikageschoss mit bekiestem Flachdach – eingestuft worden. Die Baukonstruktion war so angelegt, dass das Untergeschoss und das Treppenhaus in massiver Bauweise (Stahlbeton) und die Struktur des Baukörpers in Holzbauweise ausgeführt wurden. Für letzteren und dessen Tragwerk (Erdgeschoss bis 3. Obergeschoss) sind die relevanten Bauteile auf der Grundlage der VKF-Brandschutzvorschriften brandschutztechnisch wie folgt ausgeführt worden:  
– Innenwände, tragend: REI60/EI30(nbb) – Holzbauweise mit nicht brennbarer Bekleidung; Beplankung EI30(nbb)  
– Aussenwände, tragend: R60/EI30(nbb) – Holzbauweise mit nicht brennbarer Bekleidung; Beplankung EI30(nbb)  
– Aussenwände, nicht tragend: EI30 – Holzbauweise

- Feuerwiderstand R60(nbb) / EI60(nbb) / REI60(nbb)
- Feuerwiderstand REI60/EI30(nbb)
- Feuerwiderstand R60/EI30(nbb)
- Konstruktion nicht brennbar (nbb) / Oberflächennbb
- Konstruktion ohne Feuerwiderstand
- Sanittreteigzone gemäss Beschrieb
- Türen / Tor EI30
- Wasserhähnciposten, Standort / Schlauchänge in Meter
- Fluchtrichtung
- Fluchttreppenhaus

Beim Attikageschoss bestanden brandschutztechnisch keine Anforderungen an den Feuerwiderstand des Tragwerks; die Ausführung erfolgte in Holzbauweise.

**Pilotprojekt mit Signalwirkung**

Mit dem fünfgeschossigen Mehrfamilienhaus L in Holzbauweise setzt die Stadt Chur bzw. ihre Wohnbaugenossenschaft ein wichtiges Zeichen für energieeffizientes und nachhaltiges Bauen mit einem nachwachsenden Naturbaustoff. Es ist sehr zu begrüssen, dass die Bauherrin eine Vorreiterrolle übernommen hat, um im Kanton Graubünden eine Signalwirkung zur Umsetzung des Konzeptes für eine 2000-Watt-Gesellschaft zu erzielen. -bo-

Report

## Mehrgeschossige Wohnbauten in

Mehrgeschossiges Bauen mit Holz ist nicht mehr die singuläre Pioniertat, als die es noch vor zwei, drei Jahren galt – es ist mittlerweile kontinuierlich geübte interdisziplinäre Zusammenarbeit erfahrener Spezialisten. In den konstruktiven Bereichen setzen Holzbauingenieure die gestellten Anforderungen in Konzepte und Konstruktionen um. Sie stützen sich dabei auf das gesicherte Wissen und die Effizienz der Holzbauer sowie auf vorzügliche Grundlageninformationen der Baustoff- und Systemanbieter.

Weil das mehrgeschossige Bauen mit Holz bereits diese Geläufigkeit in der Umsetzung gewonnen hat, entstehen nun über die ganze Schweiz verteilt laufend drei- und viergeschossige Gebäude, in Ballungszentren und deren Agglomerationen vereinzelt fünf- und sechsgeschossige oder noch höhere Volumen. Dabei fällt eine Tendenz auf: Das gesamte Tragwerk wird in Holz ausgeführt – zumindest dort, wo es im gesetzlichen Rahmen möglich ist. Am augenscheinlichsten wird dies bei den Geschossdecken. Dieses Bauteil wird vermehrt in Holz ausgeführt, wobei Kastenelemente, Brettstapel- und Holz-Beton-Verbundlösungen klar favorisierte Systeme sind. Das Vertrauen in die Leistungsfähigkeit von Decken in Holz scheint also zugenommen zu haben. Im Vergleich mit dem vor einigen Jahren festgehaltenen Stand – etwa in den «Holzbulletins» 73/2004 «Vier und mehr Geschosse», 59/2001 «Mehrgeschossiger Holzbau» oder 55/2000 «Wohnsiedlungen» – ergibt sich bei der Durchsicht der in diesem Heft versammelten Objekte auf jeden Fall ein Überraschungseffekt: In kurzer Zeit ist in der Schweiz eine ansehnliche Zahl mehrgeschossiger Wohnbauten entstanden, in denen tendenziell ein immer grösserer Anteil des Tragwerkes durch den Holzbauer ausgeführt werden kann.

Roland Brunner  
Technische Kommunikation Lignum



Zürich/ZH, Wohn- und Geschäftshaus an der  
Badenerstrasse (2010)  
pool Architekten, Zürich  
SJB.Kempter.Fitze AG, Herisau



Sechs MFH im Rheintal (2007–2008)  
archinova, Buchs  
Liesch Ingenieure AG, Chur  
Schöb AG, Gams



Starrkirch-Wil/SO, MFH Dörfli Eich (2007)  
Peter Studer Holzbau AG, Hägendorf  
Pirmin Jung Ingenieure für Holzbau GmbH, Rain  
Peter Studer Holzbau AG, Hägendorf



Davos/GR, Überbauung Dtschmabach (2006)  
Giubbini Architekten ETH SIA, Bonaduz  
Makiol+Wiederkehr, Beinwil am See  
Künzli Holz AG, Davos

# Holz für die ganze Schweiz



Bern/BE, Wylerpark (2008)  
Baumag Generalbau AG, Liebefeld-Bern  
Rolf Mühlethaler Architekt BSA SIA, Bern  
HRB Ingenieurbüro für Holzbau GmbH, Thun  
Boss Holzbau, Thun, Hector Egger Holzbau,  
Langenthal, und Mosimann Holzbau, Köniz



Lausanne/VD, MFH ·Victor Ruffy (2008)  
Bonhôte-Zapata architectes, Genf  
Chabloz et partenaires SA, Lausanne  
Amédée Berrut SA, Collombey



Lugano/TI, MFH Montarina (2008)  
Lorenzo Felder, Lugano  
Borlini & Zanini SA, Pambio-Noranco  
Laube SA, Biasca



Beatenberg/BE, Bebauung Silberhorn (2007)  
Fahrni Heinz, Steffisburg  
Timbatec GmbH, Steffisburg  
Künzi + Knutli AG, Adelboden



Plan-les-Ouates/GE, MFH mit Genossenschafts-  
wohnungen (2007)  
Atba – Stéphane Fuchs architecte et collabora-  
teurs, Genf  
EDMS SA, Petit-Lancy  
Racines Carrées Charpente, Meinier



Sisseln/AG, MFH ·Stichmatt (2007)  
Kaufmann Holz und Bau AG, Wallbach  
Zimmermann Architekten, Rheinfelden  
Makiol + Wiederkehr, Beinwil am See



Appenzell/AI, Überbauung Oberbad (2006)  
HTS Architekten, Cham  
Blumer-Lehmann AG, Gossau



Basel/BS, MFH Amerbachstrasse (2006)  
Simon Rösch, Basel, und Seiberth + Moser GmbH,  
Arlésheim  
Lauber Ingenieurbüro für Holzbau, Luzern  
Hector Egger Holzbau, Langenthal



Buttisholz/LU, MFH ·Bösgass (2005)  
AG Architekten AG, Buttisholz  
Pirmin Jung Ingenieure für Holzbau GmbH, Rain  
Haupt AG, Ruswil, und Roos Walter Holzbau,  
Buttisholz



Escholzmatt/LU, MFH Althusmatte (2007)  
Peter Portmann Architekturbüro GmbH,  
Escholzmatt  
Pirmin Jung Ingenieure für Holzbau GmbH, Rain  
ARGE ·hölziges aus escholzmatt, Escholzmatt



Fully/VS, MFH Morisod (2006)  
W.+R. Leuenberger AG, Rain  
Pirmin Jung Ingenieure für Holzbau GmbH, Rain  
Morisod et Fils SA, Troistorrens



Zollikofen/BE, Terrassenhäuser (2005)  
Will + Partner Architekten AG, Worb  
HRB Ingenieurbüro für Holzbau GmbH, Thun  
Boss Holzbau, Thun

## 7. Literatur

- Vereinigung kantonaler Feuerversicherungen, Schweizerische Brandschutzvorschriften VKF, gültig seit 01.01.2005; VKF; Bern
- Lignatec, Lignum-Dokumentation Brandschutz: Bauten in Holz – Brandschutzanforderungen, Lignum, Zürich, 2005
- Lignum-Dokumentation Brandschutz: 4.1 Bauteile in Holz – Decken, Wände und Bekleidungen mit Feuerwiderstand, Lignum, Zürich, 2007
- Lignum-Dokumentation Brandschutz, 7.1 Aussenwände- Konstruktion und Bekleidungen, Lignum, Zürich, 2009
- SIA/Lignum Dokumentation 83, Ausgabe 1997 „Brandschutz im Holzbau“; Lignum, Zürich, 1997
- Makiol + Wiederkehr: Konstruieren mit Holz 1992 – 2007, Lignum, Zürich, 2008
- Holzbulletin div.: Publikationsreihe der Lignum, Zürich  
Ausgaben 44/1997, 46/1997, 54/2000, 67/2003, 73/2004, 86/2008, 90/2009
- Bogusch W.: Ein Sechsgeschosser markiert eine neue Aera im Holzhausbau, im Schweizer Holzbau 9/2006, Zürich, 2006
- Bogusch W.: Bündner Holzbau-Premiere: Minergie-Mehrfamilienhaus in Rekordzeit aufgerichtet, im Schweizer Holzbau 10/2010, Zürich, 2010
- Kolb H.P.: Mehrgeschossiges Bauen mit Holz – Chance und Herausforderung, im Schweizer Holzbau 9/2010, Zürich, 2010
- Jung P., Wiederkehr R.: Mehrgeschossige Gebäude mit Holzbekleidungen an Aussenwänden, im Schweizer Holzbau 9/2009, Zürich, 2009