



*Dr.-Ing. Roland Krippner
Architekt, wiss. Assistent
TU München, Lehrstuhl für
Gebäudetechnologie
Deutschland, München*

Potentiale mehrgeschossiger Hochbauten in Holz- und Holz- verbundwerkstoffen

**The potential for multistorey struc-
tures in wood and wood composites**

**Potenziale di edifici a più piani in
legno e compositi derivati dal legno**

Dokument in Deutsch

Potentiale mehrgeschossiger Hochbauten in Holz- und Holzverbundwerkstoffen

1 Holzverbundkonstruktionen

Im Zuge der Zielsetzung nach einem energieeffizienten und ressourcensparenden Bauen, richten sich die Bestrebungen gleichermaßen auf die Baustoffe und die Bauweisen bzw. Konstruktionen. In diesem Zusammenhang gewinnen die so genannten hybriden Verbundbauweisen mit unterschiedlichen Werk- und Baustoffkombinationen an Stellenwert. So auch die Kombination von Holz und Holzwerkstoffen mit hydraulischen Funktionsschichten, eine Bauweise, die bereits „eine sehr lange Entwicklungsgeschichte“ aufweist.ⁱ

Des weiteren bestimmen zurzeit zwei Tendenzen den innovativen Holzbau:

- Verstärkter Einsatz in mehrgeschossigen Gebäuden und in städtischen Bebauungen
- Kombination mit Glas und anderen transparenten bzw. transluzenten Materialien

Dabei ist eine fast paradigmatische Neuausrichtung des industrialisierten Holzbaus zu verzeichnen, von stabförmigen Elementen zu scheibenförmigen Bauteilen.ⁱⁱ

Gerade in mehrgeschossigen öffentlichen wie privaten Wohn- und Verwaltungsbauten bestehen zahlreiche Möglichkeiten, (Massiv-)Holz und/oder Holzverbundwerkstoffe auch in großen Mengen einzusetzen.

Holzverbundkonstruktionen (HBV) werden im Hochbau bereits seit Jahren als wirtschaftliche und zeitsparende Bauweisen betrachtet und vor allem im Deckenbereich eingesetzt. Dabei werden in der Regel Holzträger mit einer relativ dünnen Betonschicht (Aufbauhöhen ≥ 6 cm) schubfest verbunden. D.h. der Beton bzw. die Betonplatte wird in der Druckzone und das Holz, in Form von Balken oder als Massivkonstruktion, in der Zugzone angeordnet. Zielsetzung derartiger Konstruktionen ist die Reduzierung der Durchbiegung und die Erhöhung der Traglast von Holzdecken.ⁱⁱⁱ

Die HBV-Deckensysteme zeichnen sich durch gute Systemeigenschaften in den Bereichen der Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit aus.^{iv}

- bei niedrigen Gewicht lassen sich große Spannweiten erzielen
- große Steifigkeit (gegenüber Holzbalkendecken) bei geringeren Bauhöhen
- Wirtschaftlichkeit durch weitgehend automatisierte Teilvorfertigung
- Geringer Transport- und Montageaufwand
- Geringe Schwingungsanfälligkeit und
- Gute akustische Eigenschaften
- Hohe Brandwiderstandsdauer

Demgegenüber werden insbesondere für Deutschland Hemmnisse aufgrund „unklare(r) bauordnungsrechtliche(r) Rahmenbedingungen“ herausgestellt.^v

Somit lässt sich feststellen, dass es sich bei Holzverbundkonstruktionen um eine marktreife Bauweise handelt, bei der für einen weiterreichenden Einsatz im Hochbau vor allem Fragen zu Verbindungsmitteln und Verbundaufbauten bzw. -elementen noch zu klären sind. In diesem Zusammenhang weisen jedoch Brettstapel-Beton-Elemente zusätzliche Vorteile auf, da durch unterschiedlich lange Brettlamellen z.B. auf Verbindungsmittel verzichtet werden

kann, da die Schubübertragung durch den Haftverbund zwischen dem Holz – mit der vergrößerten

Oberfläche – und der Betondeckschicht gewährleistet werden kann. Diese Aufbauvariante verbessert zusätzlich das Tragverhalten bei Brandeinwirkung.^{vi} Darüber hinaus besteht ein großes Weiterentwicklungspotential in der Kombination mit Leichtbetonen, z.B. Holzleichtbeton, und der Erweiterung der Einsatzmöglichkeiten auf den (Außen-)Wandbereich.

In einem laufenden FuE-Projekt an der Technischen Universität München werden z.Zt. im Rahmen von experimentellen Untersuchungen insbesondere herstellungstechnische und baukonstruktive Parameter zur Holzleichtbeton-Massivholz-Verbundbauweise bearbeitet.^{vii} Diese Form der Holzverbundbauweise verknüpft baukonstruktive und bauphysikalische Vorteile mit einem hohen Grad an Vorfertigung und einer guten Bilanz hinsichtlich der Stoff- und Energieströme. Ferner sind Reststoffe von (regionalen) Holzarten im Vergleich zu vielen technischen Materialien (bei der Leichtbetonherstellung) sowohl ein kostengünstiger Roh- als auch Zuschlagsstoff.

2 Massivholzbauweisen und Holzleichtbeton

Holzleichtbeton-Massivholz-Verbundkonstruktionen stellen ein (Weiter-) Entwicklungspotenzial gleichermaßen im Bereich des innovativen Holz- und Betonbaus dar.^{viii} Solche Verbundkonstruktionen führen zu einer erheblichen Verbesserung der statischen und schalltechnischen Eigenschaften von Decken- und Wandbauteilen.

Der hohlraumarme Aufbau ermöglicht:

- besseres Wärmespeichervermögen
- ausgeglichenen Feuchtehaushalt
- unterbindet die "innere" Brandweiterleitung

In Verbundkonstruktionen bestehen neben Witterungs- und Brandschutz eine Vielzahl von herstellungstechnischen Vorteilen. Sowohl Vollholzprodukte als auch Holzleichtbeton eröffnen große konstruktive und gestalterische Möglichkeiten. Dabei kommt der Kombination von leistungsfähigen Kompositmaterialien mit innovativer Fertigung als Basis für ausgereifte Bau(teil)systeme eine große Bedeutung zu.

2.1 Aufbauten und Schichtenfolgen

Im Rahmen einer Dissertation und weiterer, parallel laufender FuE-Projekte^{ix} am Lehrstuhl für Gebäudetechnologie (Prof. T. Herzog) der Technischen Universität München,^x wurden Einsatzmöglichkeiten von Holzleichtbeton-Massivholz-Verbundkonstruktionen im Bereich von Gebäudefassaden untersucht.^{xi}

Bei den konzipierten Wandaufbauten wird eine funktionale Trennung zwischen Lastabtragung und Wärmedämmung sowie Wärmespeicherung vorgenommen. Bei Holzleichtbeton als statisch beanspruchbares Bauteil ($\rho > 1500 \text{ kg/m}^3$) beträgt der Holzmasseanteil weit unter 10 %. Mit der erhöhten Dichte steigt die Wärmeleitfähigkeit und der Wärmeschutz nimmt deutlich ab.

Daher ist zur Lasttragung eine massive Holzschicht – in den nachfolgenden Beispielen Brettstapelelemente – vorgesehen. Hierbei werden die Vorteile der Massivholzbauweise, hohe Traglasten unter vertikaler und horizontaler Beanspruchung aufnehmen zu können, genutzt.

In den mehrschichtigen Wandaufbauten übernimmt der Holzleichtbeton als thermisch passiv wirksames Bauteil wärmedämmende und wärmespeichernde Funktionen und könnte darüber

hinaus auch als thermisch aktives wirksames Bauteil – z.B. als Massivabsorber in der Außenwand – zur Unterstützung der Brauchwassererwärmung oder Kühlung eingesetzt werden.

Holzleichtbeton kann in mehrschaligen und/oder mehrschichtigen Konstruktionen mit konventionellen, hinterlüfteten (Holz-) Bekleidungen als Witterungsschutz bzw. als raumseitiger Abschluss verwendet werden. Die Aufbauten können je nach funktionaler Anforderung, z.B. bei der Ausführung als thermisch aktives Bauteil mit Gläsern oder Transluzenter Wärmedämmung abgedeckt bzw. mit transparenten Materialien wie Polycarbonat-Doppel-Stegplatten kombiniert werden. (Abb. 1 - 3)

Gerade in mehrgeschossigen öffentlichen wie privaten Wohn- und Verwaltungsbauten bestehen vielfältige Möglichkeiten Holzverbundwerkstoffe im Bereich der Primärkonstruktion in großen Mengen einzusetzen.

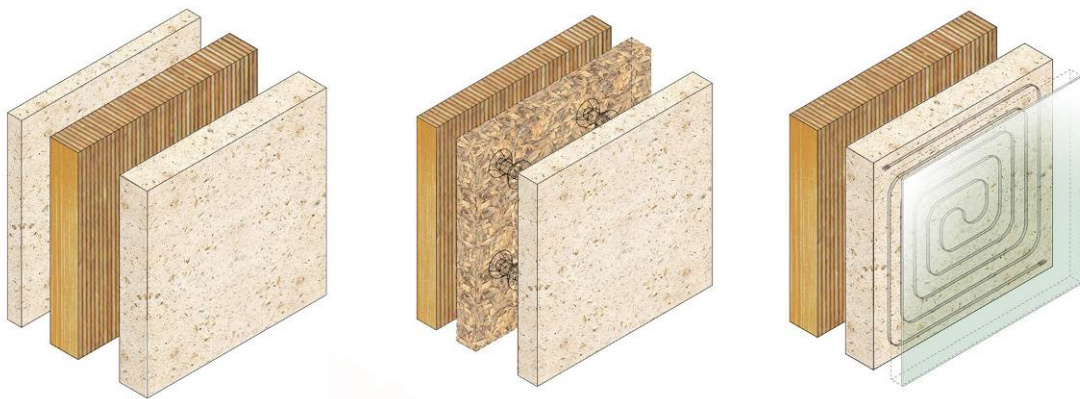


Abbildung 1: Konzepte unterschiedlicher Wandaufbauten in der Holzleichtbeton-Massivholz-Verbundbauweise



Abbildung 2: Außenwandbaukasten (60 x 60 cm): Dreischichtiger Aufbau, Brettstapel (BS) + zusätzliche Dämmung + Holzleichtbeton (HLB außen)



Abbildung 3: Außenwandbaukasten (60 x 60 cm): Vierschichtiger Aufbau, HLB (innen) + Brettstapel (BS) + zusätzliche Dämmung + HLB (außen, rot eingefärbt)

3 Holzeichtbeton

Holzeichtbeton ist ein Verbundwerkstoff, der sich aus Sägespänen oder Sägemehl (als Abfallmaterial holzverarbeitender Betriebe), Zement und Wasser sowie Additiven zusammensetzt. Der organische Zuschlagsstoff (Masseanteil bis etwa 15 %) führt zu einer Reihe von funktionalen und konstruktiven Vorteilen: Deutliche Gewichtsreduktion bei verbesserten wärme- und feuchtetechnischen Eigenschaften. Diese gelten in Verbindung mit akustischen Anforderungen an Materialien in den raumumschließenden Flächen als wichtige Parameter für ein behagliches Raumklima.

3.1 Materialeigenschaften

Je nach Mischung liegt die Rohdichte zwischen 400 und 1700 kg/m³. Das Material lässt sich sehr gut verarbeiten, per Hand und mit gängigen Mischgeräten, sowie sägen, nageln und schrauben.

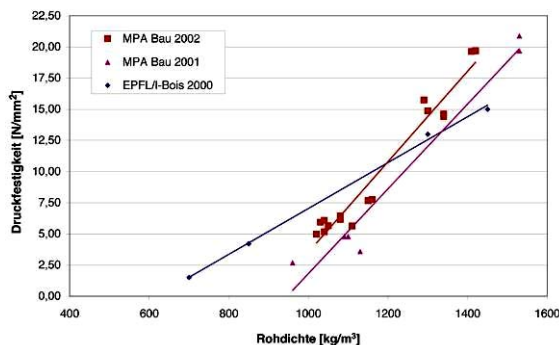


Abbildung 4: Gemittelte Druckfestigkeitswerte von Holzeichtbeton (HLB) und HLB mit PCM

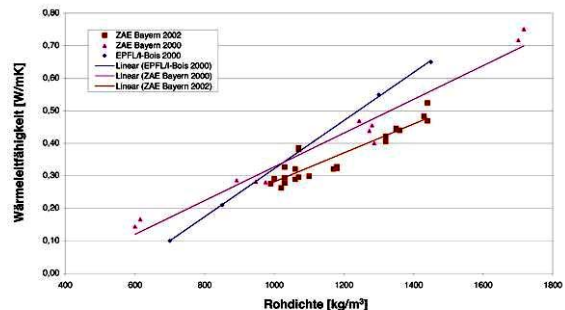


Abbildung 5: Gemittelte Wärmeleitfähigkeitswerte von Holzeichtbeton (HLB) und HLB mit PCM

Gegenüber herkömmlichen Holz- und Holzverbundwerkstoffen unterscheidet sich Holzeichtbeton durch höhere Rohdichten, Spröbruchverhalten und geringe hygrische Längenänderung; im Vergleich zu Normalbeton kennzeichnet das Kompositmaterial ein höherer Bindemittelseinsatz. Bei Rohdichten > 800 kg/m³ und Zementgehalten > 750 kg/m³ werden Druckfestigkeiten bis 15 N/mm² und Biegefestigkeiten bis 5 N/mm² sowie E-Moduli bis 6000 N/mm² erzielt. Der Holzeichtbeton weist gute Anpassungsmöglichkeiten in den Mischungen auf und kann sowohl einen wirksamen sommerlichen Überhitzungsschutz als auch winterlichen Wärmeschutz leisten.

Als hygroskopisch dampfdurchlässiger Baustoff ist das thermische Verhalten positiv zu bewerten, sowohl hinsichtlich der Wärmedämmung als auch der Wärmespeicherfähigkeit. Bei Wärmeleitfähigkeitswerten zwischen 0,15 ($\rho = 610 \text{ kg/m}^3$) und 0,75 W/mK ($\rho = 1710 \text{ kg/m}^3$) liegt das Material bezüglich der Dämmwirkung im Bereich von Poren- und Leichtbeton. Ferner gilt Holzeichtbeton als diffusionsoffen und weist eine geringe kapillare Feuchtigkeitsleitung auf.

Überschlägige Berechnungen zeigen bei mehrschichtigen Wandaufbauten ($d = 30 \text{ cm}$, U-Werte zwischen 0,45 und 0,33 W/m²K) die Möglichkeit zur Ausbildung eines leistungsfähigen, thermisch passiv wirksamen Bauteil Außenwandbauteils.

3.2 Holzleichtbeton mit Latentwärmespeichermaterialien (PCM)

Insbesondere bei Leichtbauten, bestehen aufgrund fehlender Speichermassen Probleme vor allem mit der sommerlichen Überhitzung. Für die Aufgabe, überschüssige Wärme zwischenzuspeichern und zu einem späteren Zeitpunkt an dem Raum wieder abzugeben, sind PCM, die in einem annähernd konstanten Temperaturbereich große Wärmemengen speichern können, viel versprechende neue Baustoffe.

Bei den in umfangreichen Versuchs- und Testreihen zum Verbund von Holzleichtbeton mit organischen Latentwärmespeichermaterialien (auf Paraffin-Basis) hergestellten Mischungen lagen die erreichten Rohdichten (Holzmasseanteil 6 bis 17 % und Anteil des PCM-Material 11 bis 29 %) zwischen 1000 und 1450 kg/m³. Mit den gegenüber Holz dreimal schwereren PCM waren auch Änderungen in den Festigkeitswerten zu erwarten.

Untersuchungen zur Druckfestigkeit ergaben höhere Werte (bis zu 20 N/mm²) gegenüber 'normalem' Holzleichtbeton. (Abb. 4) Darüber hinaus zeigen vor allem die Ergebnisse der E-Modul-Messungen, dass die Mischungen trotz sehr unterschiedlicher Zuschlagsstoffe einen sehr homogenen Aufbau aufweisen.

Die bauphysikalischen Untersuchungen zeigen ebenfalls die Eignung des Materials sowohl für Anwendungen im Außenbereich als auch im Innenraum. Die Wärmeleitfähigkeit (λ -Werte zwischen 0,28 und 0,50 W/mK) liegt bei höheren Rohdichten unter dem Bereich des Holzleichtbeton-Ausgangsmaterials. (Abb. 5) Weitere Vorteile bestehen im Bereich der Wärmespeicherfähigkeit Untersuchungen zum Feuchteausgleichsverhalten zeigen für den Holzleichtbeton sehr gute Resultate, so schneidet dieser gegenüber Sperrholz nur geringfügig schlechter ab. Erste Versuche der Feuerwiderstandsdauer in einem Kleinbrandofen ergaben gute Brandschutzeigenschaften. Allerdings ist für Holzleichtbeton in Kombination mit PCM-Materialien Baustoffklasse A 2 (wohl) nicht zu erreichen.

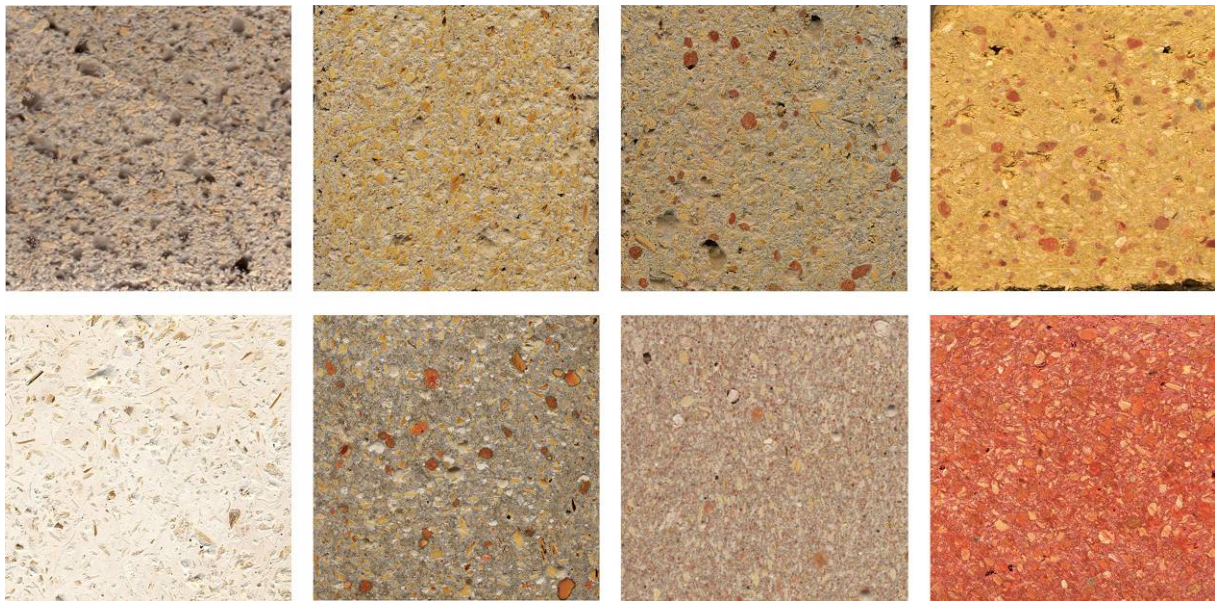


Abbildung 6: Holzleichtbeton-Oberflächen: HLB (links oben), HLB mit Weißzement (links unten), unterschiedliche Mischung von HLB und PCM (mitte links und rechts), eingefärbter HLB und PCM 5 % Gelb (rechts oben), 5 % Rot (rechts unten)

Holzleichtbeton weist sowohl beim Ausgangsmaterial als auch in der Kombination mit Latentwärmespeichermaterialien (PCM) große Potentiale im thermodynamischen Verhalten auf. Eine Potenzialabschätzung zeigt, dass mit Holzleichtbeton eine deutliche Reduktion von Überhitzungsstunden in einem Büroraum – bei effizienten passiven Lüftungs- und Kühlungs-

strategien – möglich ist. Mit weiterer Erhöhung der thermischen Speicherfähigkeit durch Verwendung von PCM-Material kann der sommerliche Überhitzungsschutz noch verbessert werden. Damit liegen die Ergebnisse in der Tendenz im Bereich anderer Untersuchungen mit PCM-haltigen Baustoffen.^{xii}

3.3 Oberflächen

Das Kompositmaterial weist trotz seiner offenporigen Struktur eine hohe Witterungsbeständigkeit auf. Darüber hinaus ermöglicht das organische, feinkörnige Zuschlagsmaterial ästhetisch reizvolle Oberflächen, die mit weiteren Zusätzen noch akzentuiert werden können. Aufgrund dessen eignet sich der Holzleichtbeton im besonderen Maße für sichtbare Anwendungen.

Die Oberflächen stellen einen weiteren, wichtigen Einfluss auf die "visuelle Behaglichkeit" dar. Hier zeigt sich beim Holzleichtbeton, dass das organische Zuschlagsmaterial insgesamt zu einem 'wärmeren' Grundfarbton gegenüber konventionellen Sichtbetonflächen führt. Holz gilt insbesondere bei der Nutzung von Tageslicht als guter Lichtmodulator und hier versprechen auch die Warmtöne der Holzleichtbetonoberflächen ein homogenes Farbspektrum, welches das Lichtmilieu im Raum positiv beeinflusst. Ferner ist es bei Verbundmaterialien mit PCM erstmals gelungen, diese hochleistungsfähigen Stoffe auch sichtbar, in ästhetisch reizvollen Oberflächen zur Wirkung zu bringen. (Abb. 6)

Holzleichtbeton eignet sich aufgrund der breiten Streuung seiner Materialeigenschaften in Abhängigkeit von den unterschiedlichen Mischungsverhältnissen gleichermaßen für eine Verarbeitung als Fertigteil wie auch für eine Ortbetonherstellung. Darüber hinaus können Elemente für den Wand- und Deckenbereich sowohl als Außenbauteil wie auch als Innenbauteil hergestellt werden.

Die durchgeführten Untersuchungen zeigen gute und belastbare Ergebnisse zu den Materialeigenschaften. Gleichwohl besteht noch Forschungs- und Optimierungsbedarf, insbesondere hinsichtlich der Frischbetoneigenschaften, Verbindungsmittel im Verbund mit weiteren Massivholzbauweisen und herstellungstechnischer Parameter zur Fertigung von geschoßhohen Elementen.

Die Zielsetzungen beim Holzleichtbeton sind einerseits eine bessere Ausnutzung des Holzes, d.h. die Verwertung von Schwachholz sowie Holzreststoffen, andererseits eine Optimierung baukonstruktiver und bauphysikalischer Kenngrößen von Verbundkonstruktionen, unter Beibehaltung der positiven Eigenschaften des Holzes. Holzleichtbeton ist ein (wieder entdeckter) Werkstoff, dessen baukonstruktive und bauphysikalische Materialeigenschaften sowie potentielle Einsatzmöglichkeiten im Bereich des Hochbaus noch nicht erschöpfend behandelt sind. Holz und Beton zeigen verschiedene materialspezifische Vor- und Nachteile. Bei der Primärkonstruktion (Decke, Wand) stehen beide eher in Konkurrenz miteinander. Gerade in den Verbundkonstruktionen können aber vielfältige Synergieeffekte, durch sinnvolle Nutzung der positiven Eigenschaften beider Materialien, wirksam werden.

4 Hochhaus in Holz für Zürich

Für ein Hochhaus in Holz, im Rahmen eines Planungsgutachtens für den Standort Zürich entwickelt und an der dortigen Eidgenössischen Technischen Hochschule vorgestellt,^{xiii} bildete der Anspruch an eine ressourcensparende Konstruktion unter möglichst weitreichendem Einsatz von Holz den 'programmatischen' Prospekt für den Entwurf. Von den insgesamt drei präsentierten Konzepten, wird hier der Entwurf von Prof. Dr. (Univ. Rom) Thomas Herzog mit Dr.-Ing. Matthias Sieveke, München erörtert.^{xiv}

4.1 Erläuterung des Architekten ^{xv}

“Aus der Vorgabe, jeweils nach drei Geschossen einen horizontalen Brandabschnitt nachzuweisen, wurde das Konzept einer Primärkonstruktion mit bis zu dreigeschossigen Einbauten entwickelt, deren tragende und raumbildende Bauelemente in Holz bzw. Holzverbundwerkstoffen ausgeführt sind.

Der Gebäudestruktur liegt eine durchgängige 60°-Dreiecksgeometrie zugrunde, über der die Raum-Kompartimente miteinander zu einer einheitlichen Grossstruktur zusammengefasst sind. (Abb. 7) Die beiden Nutzungsarten Wohnen und Gewerbe unterscheiden sich in vielen Beziehungen grundlegend. Ein Hauptmerkmal ist die Orientierung zur Sonne, die für Wohnbereiche gewünscht, deren Auswirkung aber bei Nutzungen für Verwaltungszwecke nach Möglichkeit vermieden werden muss (Kühllasten, Blendung, Leuchtdichtekontrast u.a.). Entsprechend wurden für die Grundstruktur des Gebäudes zwei Funktions-Bereiche definiert, die jeweils mit ihrem Rücken zur zentralen Kernzone angeordnet sind. Aufgrund der Grundstückssituation orientieren sich die Hauptfassaden zum einen nach Süden und zum anderen nach Norden. Dadurch werden die erwähnten Effekte erreicht: der Wohnbereich öffnet sich zur Sonne hin, während der Bereich der Büros von ihr abgewandt ist und gleichmässiges, atelierartiges Licht erhält.

Ein weiteres Entwurfsziel war die klare, und vom Eingangsniveau bis zur obersten Etage durchgehende Trennung der Erschliessung mittels Lifts und Treppen für die einzelnen Nutzungsarten (Wohnen, Büros, Gastronomie mit Aussichtsterrasse im Dachgeschoss).

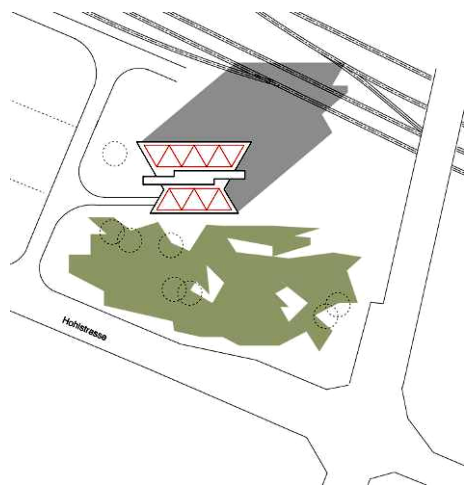


Abbildung 7: Hochhaus in Holz für Zürich;
Lageplan
Architekten: Thomas Herzog mit
Matthias Sieveke, München

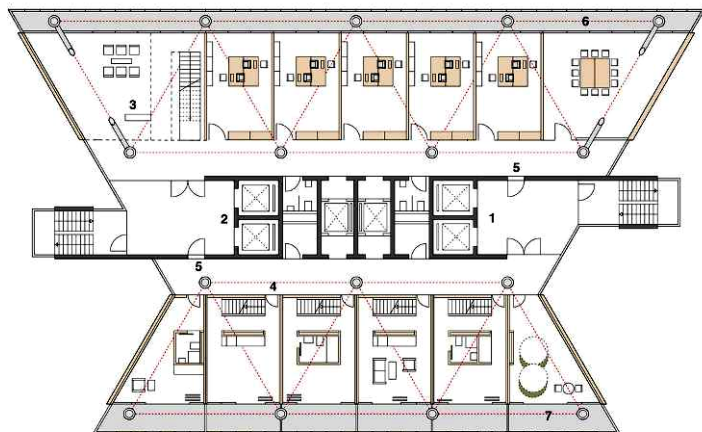


Abbildung 8: Grundriss Regelgeschoss
1 Erschließung Wohnen; 2 Erschließung Dienstleistung;
3 Empfang Dienstleistung; Zugang „Reihenhäuser“;
5 Zweiter Rettungsweg; 6 Korridorfassade; 7 Wintergärten,
Loggien

Das Haupttragwerk ist als Stahlskelett konzipiert mit in Längsrichtung aussteifendem Kern. In Querrichtung erfolgt die Aussteifung in den äusseren, nördlichen Stützen-Achsen über K-Verbände, die jeweils einen dreigeschossigen Brandabschnitt übergreifen.

Die Geschosdecken der Brandabschnitte bestehen aus Stahlbetonfertigteilen, die als Verbund-Konstruktion mit dem Stahltragwerk verschraubt sind und so auch als Montage-Ebene für die (zeitlich überlappende) Errichtung der jeweils drei Einzelgeschosse dienen. Das Konzept für den Wohnteil sieht den Bau von dreigeschossigen Reihenhäusern in Holzkonstruktion vor, was unproblematisch möglich ist. Sie können in hohem Masse unterschiedlich ausgebildet sein. Als Beispiel hierfür ist ein Typus mit Quertreppe dargestellt, der bis zu sechs Mal neben- einander realisiert werden könnte. (Abb. 9 + 10) Lässt man ein

‚Geschoss- Grundstück‘ zwischendurch frei, so können dort ein- oder zweigeschossige Wintergärten, die den beidseits angrenzenden Häusern zugeordnet sind, realisiert werden. Auch gestapelte Ein-Zimmer-Appartements an den Ost- und West-Seiten sind vorstellbar.

Die Decken und tragenden Wände innerhalb eines Brandabschnittes sind in Massivholz-Holzleichtbeton-Verbundbauweise vorgesehen. Die inneren Schalen dieser Konstruktionen bestehen aus Holzleichtbeton, der durch entsprechende Zusätze eine sehr hohe Wärmekapazität hat, so dass trotz der durch den Holzbau bedingten Leichtbauweise ein thermisch träges Verhalten und damit ein günstiges Raumklima erreicht wird. Zur Verbesserung des Luftschallschutzes werden in den Räumen Holzleichtbeton-Verbunddecken eingebaut. Als Wärmedämmung ist in dem mehrschichtigen System der Außenwand eine ca. 2 bis 3 cm starke Vakuumdämmung vorgesehen.

Auch der Büroteil kann als dreigeschossige Holzkonstruktion gebaut werden. Da die äusseren Hauptstützen im Zwischenraum einer Doppel-Fassade stehen, lassen sich in den Achsen durch versetzbare, leichte Trennwände verschiedene Grundriss- Aufteilungen realisieren, wodurch ohne Einschränkungen Zellen-, Gruppen-, Kombi- oder Großraum-Büros entstehen können. (Abb. 11 + 12)

Sowohl das Haupttragwerk des Hochhauses als auch die ‚eingesetzten‘, jeweils drei Geschosse hohen Holztragwerke für Wohnungen und Büros sollen so konstruiert werden, dass sie weitestgehend zerstörungsfrei demontabel (und eventuell in Teilen remontabel) bleiben. Sie sind nach modularen Vorzugsmassen aufgebaut.

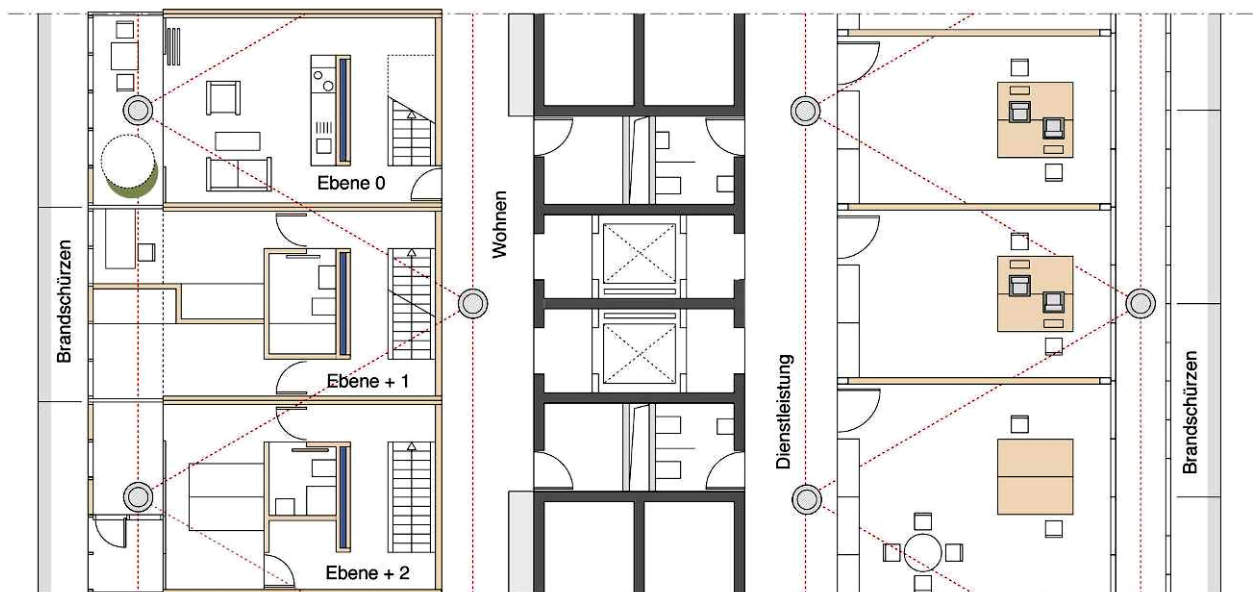


Abbildung 9: Grundriss (Ausschnitt) aus der Nutzungsebene des Regelgeschosses

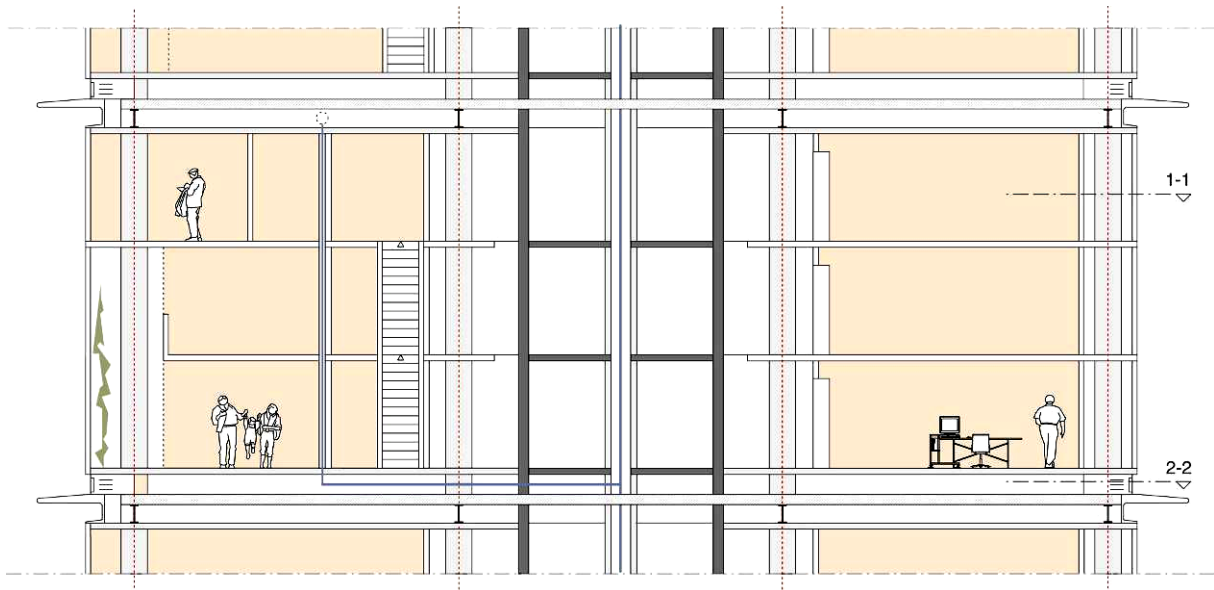


Abbildung 10: Schnittfigur des Regelgeschosses

Die Raumlüftung erfolgt als gesteuerte natürliche Lüftung mit mechanischer Unterstützung. In den Büros kann jeder einzelne Raum über die Doppelfassade individuell gelüftet werden. In den Wohnungen erfolgt von der Fassaden-Zone auf Höhe der Brandabschnitte eine dezentral kontrollierte Aussenluft- Zufuhr über die Deckenhohlräume, in denen ebenfalls die Verteilung von Zu- und Abluft zu den einzelnen Häusern über Schächte geführt wird. In exponierter Hochlage ist an der Südseite des höheren Technikturms die Installation von Warmwasser-Sonnenkollektoren vorgesehen, womit der Bedarf für die Wohnhäuser und Büros ganzjährig zu ca. 3/4 gedeckt werden kann. Im Bereich der Überdachung der Dachterrasse, einer Art Grossloggia, ist die Anordnung von semitransparenten Photovoltaik-Modulen vorgesehen.“

5 Fazit und Ausblick

Holz und Beton zeigen verschiedene materialspezifische Vor- und Nachteile. Bei den Konstruktionen (Decke, Wand) stehen beide eher in Konkurrenz miteinander. Zunehmend werden auch im Holzbau Kombinationen erprobt, denn gerade in den Verbundkonstruktionen können vielfältige Synergieeffekte durch sinnvolle Nutzung der positiven Eigenschaften beider Materialien wirksam werden.

Holzleichtbeton kann aufgrund der spezifischen Eigenschaften als zukunftsweisendes und leistungsfähiges Material bezeichnet werden, insbesondere für thermisch passiv wirksame Bauteile. Die Kombination mit organischen PCM zeigt weitere funktionale und baukonstruktive Vorteile, v.a. im Bereich des ressourcenschonenden Bauens, d.h. leichtere und dünnere Wandelemente werden bei gleichzeitig thermodynamisch besseren Stoffeigenschaften möglich. Als Material kann Holzleichtbeton mit am Markt üblichen Baustoffen konkurrieren und Bauteile aus der Holzleichtbeton-Massivholz-Verbundbauweise eignen sich gut für vielfältige Einsatzmöglichkeiten im Baubereich, sowohl für den Einsatz im Mehrgeschossbau als auch im Fertigteilbau oder Innenausbau. Darüber hinaus eröffnet das Material auch eine Reihe interessanter gestalterischer Optionen, gleichermaßen für Bodenbeläge wie für Wand- und Deckenoberflächen.

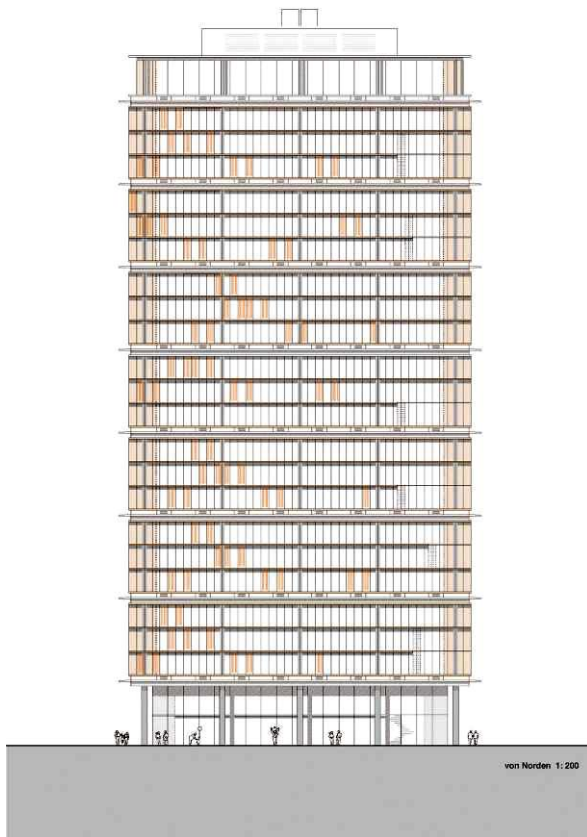


Abbildung 11: Die Geschossdecken der Brandabschnitte gliedern das Hochhaus in dreigeschossige Einheiten. In diese sind an der Nordseite gewerbliche Nutzungen angeordnet.



Abbildung 12: An der Südfassade erzeugen die Balkonverglasungen und der Sonnenschutz ein Wechselspiel von Licht und Schatten. Im Bereich der Brandabschnittdecken wird die Frischluft angesogen.

6 Anmerkungen

- i Rautenstrauch, Karl: Entwicklung der Holz-Beton-Verbundbauweise. In: König, Gert; Holschemacher, Klaus; Dehn, Frank (Hrsg.): Holz-Beton-Verbund. Innovationen im Bauwesen - Beiträge aus Praxis und Wissenschaft. Berlin 2004, S. 1
- ii Seidel, Arnim: Aus Stab ward' Platte. Holzbau im Wandel. In: DBZ - Deutsche Bauzeitschrift, 51. Jg., 8/2003, S. 26-29
- iii Guggenberger, Andrea; Ronach, Dietmar; Wölflinger, Franz: Holzbetonverbundkonstruktion. Verstärkung einer Dippelbaumdecke. In: Beton- und Stahlbetonbau, 98 Jg., 10/2003, S. 633-634.
- iv Bathon, Leander; Bletz, Oliver; Kocher, Dominik: Neue Dimensionen beim Holz-Beton-Verbund. In: mikado, 10/2004, S. 54-57.
- v Vgl. Rautenstrauch, 2004, S. 4 (s. Anm. 1)
- vi Vgl. Fontana, Mario. In: Rautenstrauch, 2004, S. 10f. (s. Anm. 1)
- vii Am Lehrstuhl für Baukonstruktion und Baustoffkunde, Prof. Florian Musso, innerhalb der High-Tech-Offensive Bayern, Regionalprojekte Oberbayern, Förderanträge "Holzbau der Zukunft". Vgl. http://portal.mytum.de/pressestelle/pressemitteilungen/news_article.2005-05-13.2172690315<04.08.2005>
- viii Vgl. Krippner, Roland: Holzleichtbeton im Bereich von Gebäudefassaden. In: Deutscher Holzbaupreis 2005 (Engere Wahl "Innovative Bauprodukte"). Berlin/Düsseldorf Mai 2005, S. 41
- ix In Kooperation mit dem Bayerischen Zentrum für Angewandte Energieforschung e.V. (ZAE Bayern) und der IEZ Natterer GmbH unter Beteiligung von RUBITHERM GmbH, (ehem.) Bayern Zement, OWA Odenwald Faserplattenwerk GmbH; gefördert durch das Bayerische Staatsministerium für Wirtschaft Verkehr und Technologie sowie den Holzabsatzfond
- x Den Ausgangspunkt der Arbeiten bildeten die Untersuchungen von Prof. Julius Natterer an der EPF in Lausanne (I-Bois, Institut für Holzkonstruktionen) zum "Holzleichtbeton".
- xi Vgl. Krippner, Roland: Untersuchungen zu Einsatzmöglichkeiten von Holzleichtbeton im Bereich von Gebäudefassaden. Dissertation. München: Technische Universität, Fakultät für Architektur, 2004, S. 128-136, 156-161
<http://tumb1.biblio.tumuenchen.de/publ/diss/ar/2004/krippner.html>>
- xii Vgl. Krippner, Roland: Untersuchungen zu Einsatzmöglichkeiten von Holzleichtbeton mit Latentwärmespeichermaterialien in Gebäuden. In: Bauphysik, 27. Jg., 3/2005, S. 173-180
- xiii Vgl. Tagung "Holz im Hochhausbau". ETH Zürich 20.11.2002
- xiv Fachtechnische Beratung: Dr.-Ing. Roland Krippner (Holzleichtbeton), Dr.-Ing. Kurt Stepan / Sailer Stepan und Partner GmbH, Beratende Ingenieure München (Tragwerk), Prof. Dr.-Ing. Gerhard Hausladen / TU München, Lehrstuhl für Bauklimatik. 3-D Darstellung (Abb. 10) Dipl.-Ing. Goetz Feldmann, München