Hamburg voraus

INTERNATIONALE BAUAUSSTELLUNG HAMBURG

Smart Material House
WOODCUBE

März 2014

IBA_HAMBURG
Stadt neu bauen

Impressum

Herausgeber:
IBA Hamburg GmbH
Am Zollhafen 12
20539 Hamburg

TEL. +49(0)40.226 227-0
FAX +49(0)40.226 227-315

www.iba-hamburg.de
info@iba-hamburg.de

Datum:
März 2014
Projektkoordination:
Hubert Lakenbrink

Konzeption und Gestaltung:
IBA Hamburg GmbH
Jens-Phillip Petersen
Texte und Redaktion:
IBA Hamburg GmbH
Jens-Phillip Petersen
Christian Roedel

Inhalt

4	**A**	**EINFÜHRUNG**
4	A. 1	SMART MATERIAL HOUSES
6	A. 2	PROJEKTSKIZZE WOODCUBE
8	**B**	**PROJEKTDETAILS WOODCUBE**
8	B. 1	ARCHITEKTONISCHES KONZEPT
11	B.2	KONSTRUKTION
14	B. 3	DER BAUSTOFF HOLZ ALS SMART MATERIAL
17	B. 4	HAUSTECHNISCHES KONZEPT
19	B. 5	PLANUNGSPROZESSE
22	B. 6	BEWERTUNG
26	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	

A Einführung

A. 1 Smart Material Houses

Smart Materials sind Materialien, Materialsysteme und aus ihnen herstellbare Produkte, die sich im Unterschied zu herkömmlichen Baustoffen nicht statisch, sondern dynamisch verhalten. Das heißt, aufgrund ihrer Beschaffenheit können die Materialien auf veränderte Umweltbedingungen reagieren und sich diesen anpassen. Diese besonderen Eigenschaften resultieren aus physikalischen oder chemischen Einflüssen, zum Beispiel unterschiedlich hohen Temperaturen oder der Sonneneinstrahlung.

Dabei steht die Gebäudehülle im Vordergrund: Durch den Einsatz der Smart Materials in der Fassade können Energie- und Materialströme verbessert und möglichst klein gehalten werden, da ein Großteil dieser Stoffe Energie mittel- oder unmittelbar aus der Umgebung bezieht.

Smart Materials sind unter anderem in der Natur zu finden. So können beispielsweise in Glaselementen von Fassaden Mikroalgen gezüchtet werden, die durch Photosynthese und Solarthermie, also die Umwandlung von Sonnen- in Wärmeenergie, Biomasse und Wärme produzieren. Die Fassade wird zum Bestandteil der Haustechnik.

Die Smart Material Houses sind eine neue Form von Häusern, bei denen anpassungsfähige Baukonstruktionen, intelligente Technologien und Baustoffe kombiniert werden. Als einer der Themenbereiche der Bauausstellung in der Bauausstellung sind sie ein architektonisches Pilotprojekt: Sie zeigen anhand von vier exemplarischen Gebäudetypen, wie sich neue technologische Ansätze in eine zukunftsweisende Architektursprache übersetzen lassen und wie traditionelle Techniken neu interpretiert werden können.

Ausgangspunkt für die IBA Hamburg zum Thema Smart Material Houses waren die folgenden Thesen: Smart Materials sind aktive Materialien mit transformativem Charakter. Sie reagieren auf veränderliche Umwelteinflüsse. Im intelligenten Zusammenspiel mit Smart Technologies kann dieser Prozess auf die Ebene der vernetzten Gebäudetechnik ausgeweitet werden und den Energie- und Materialhaushalt eines Gebäudes überwachen und optimieren.

Hierfür müssen bekannte Kategorisierungen von Materialien neu überdacht werden, da Smart Materials als aktive Materialien zu verschiedenen Zeitpunkten gegensätzliche Eigenschaften und Funktionen annehmen. Material- und Technologieinnovationen waren in der Architekturgeschichte immer verknüpft mit einem grundsätzlichen Wandel dessen, was Architektur sein könnte und sein sollte. Heute lässt sich beobachten, dass Nachhaltigkeit die Legitimation vieler Entwurfsentscheidungen darstellt.

- Smart Materials und Smart Technologies ermöglichen es, durch adaptive Funktionen Energie- und Materialströme nachhaltig zu steuern.
- Mit der Adaptivität von Smart Materials gewinnen im Besonderen zeitliche Abläufe eine wesentliche Bedeutung.
- Ein performatives Verständnis von Materialien und Technologien ermöglicht und fordert einen neuen Umgang mit dem architektonischen Entwurfsprozess.

Es zeichnet sich ein Paradigmenwechsel hin zu dezentralen Infrastruktursystemen ab: Städtische Aufgaben werden in die Gebäudetechnik integriert. Wasserkreisläufe, Stromerzeugung, die Nutzung von Abwärme, Miniaturpumpen und Kraft-Wärme-Kopplung finden lokal im Gebäude oder in seiner unmittelbaren Umgebung statt. Ein Großteil der im Gebäude verbrauchten Energie soll zukünftig aus lokal vorhandener Anergie gewonnen werden, um den Anteil hochwertiger Exergie zu senken.

Die Infrastrukturen der Stadt müssen in diesem Zusammenhang neu überdacht und organisiert werden:

- Durch die Integration städtischer Aufgaben in die Gebäudetechnik wird das Haus zum

Akteur in einem (kommunikativen, d. h. rückgekoppelten) Netzwerk. Entsprechend übernimmt es zusätzliche Funktionen, zum Beispiel als „Kraftwerk", „Energiespeicher" oder „kommunikativer Ort" im städtischen Kontext.

- Die Gebäudehülle ist das zentrale Element des Energieaustauschs zwischen innen und außen. Sie kontrolliert ein- und ausfließende Energieströme und Stoffkreisläufe. Mithilfe von Smart Materials und Smart Technologies können Gebäudehüllen aktiv Energie- und Stoffströme regeln.
- Seit der Moderne wurde die Haustechnik gebündelt, zentralisiert und damit oft unsichtbar. Mit der Verbreitung von Smart Materials kann die Materialoberfläche selbst zum Trägermedium von Energie und Information werden.
- Die neuen Technologien ermöglichen es, Gebäudetechnik zu multiplizieren und auf verschiedene Oberflächen zu verteilen. Materialien werden zu dynamischen Infrastrukturen, die variable, teils gegensätzliche Effekte hervorbringen können.
- Der Faktor Zeit wird mit der Verbreiterung polyfunktionaler Oberflächen integraler Bestandteil des Entwurfs und bedingt gleichzeitig die Möglichkeit hybrider Raum- und Gebäudenutzungen. Einhergehend mit dem Bedeutungsgewinn von zeitlichen Abläufen kann man einen Wandel vom „offenen Grundriss" zum „rekonfigurierbaren Grundriss" ausmachen. Rekonfigurierbare Grundrisse generieren sich aus der Veränderbarkeit des Raumes und der Transformierbarkeit der Materialien sowie der Adaptationsfähigkeit der Technologien und nicht mehr allein durch ihre (statische) Offenheit für unterschiedliche Nutzungen.
- Es tritt eine „Ästhetik der Phänomene" in den Vordergrund, die vor allem das Verhalten von Materialien thematisiert. Entscheidend ist nicht wie das Material sich darstellt, sondern wann es in Erscheinung tritt.

In diesem White Paper wird das architektonisch-konstruktive Konzept des WOODCUBE dargestellt. Des Weiteren wird der Planungsprozess dezidiert aufgezeigt, da es vom Entwurf bis zur Ausführung des Projekts zu zahlreichen Veränderungen gekommen ist. Diese Veränderungen sind technisch, finanziell oder funktional begründet, sodass ursprüngliche Zielvorgaben in weiten Teilen angepasst werden mussten.

Gerade bei Modellprojekten kommt es immer wieder zu Planänderungen. Auch das ist, neben innovativen Endprodukten, ein Stück weit Ziel einer Bauausstellung: Bauweisen und Verfahrensprozesse zu erproben. Erst nach der Betrachtung des Planungsprozesses ist es möglich zu bewerten, ob ein Modellbauvorhaben als beispielhaft für den Umgang mit Smart Materials im 21. Jahrhundert gelten kann. Dieses Paper soll neben technischen Details für Fachleute im Besonderen eine Tendenz zur Beantwortung der Frage liefern, ob es sich bei dem Modellprojekt WOODCUBE wirklich um ein solches handelt und inwieweit die Ziele, die vor Planungsbeginn gesetzt wurden, erreicht wurden.

Nach dieser kurzen Einleitung wird das Smart Material House WOODCUBE steckbriefartig vorgestellt und anschließend detailliert erläutert. Dabei wird mit dem architektonischen und haustechnischen Konzept begonnen, bevor der Planungsprozess beschrieben wird und eine Bewertung des Modellprojekts erfolgt. Der Fokus der Darstellung des WOODCUBE liegt auf dem Holzbau sowie den damit verbundenen Vorteilen für Konstruktion, Wohnkomfort und Nachhaltigkeit über den Gesamtlebenszyklus des Gebäudes betrachtet.

A. 2 Projektskizze WOODCUBE

BESONDERHEITEN

- Die Grundrisstypologie erlaubt differenzierte Wohnformen, angepasst an die städtischen Lebensbedürfnisse.
- Durch den Einsatz von nachwachsenden Baustoffen entsteht ein in Bau und Betrieb CO_2-neutrales Gebäude.
- Mehrgeschossiger Vollholzbau

Abb. 1: WOODCUBE, von Südosten

Abb. 2: WOODCUBE, von Südwesten

Der WOODCUBE ist ein fünfgeschossiges Mehrfamilienhaus mit flexibler Wohnungsanzahl. Der Entwurf zeigt die Möglichkeiten zukunftsweisenden Holzmassivbaus auf: Nicht nur im Bau, sondern auch im Betrieb verzichtet das Effizienzhaus 40 weitgehend auf den Verbrauch von nicht nachwachsenden Rohstoffen. Strom und Wärmeenergie werden CO_2-neutral aus regenerativen Quellen gewonnen.

Mit dem WOODCUBE wird erstmals ein Geschosswohnungsbau errichtet, der in seinem gesamten Lebenszyklus keinerlei Treibhausgase emittiert und nahezu vollständig biologisch recycelbar ist. Sämtliche Baumaterialien wurden dafür auf ihr CO_2-Potential und ihre baubiologische Verträglichkeit überprüft. Ein ausgeklügeltes Haustechnikkonzept mit zentraler Gebäudesteuerung und Smart-Metering unterstützt den konsequent niedrigen Energieverbrauch.

Im Vergleich zu konventionellen Gebäuden werden ca. 8.500 t CO_2 allein in der Bauphase eingespart. Durch seine ausgeglichene CO_2-Bilanz in Konstruktion und Betrieb zeigt der WOODCUBE das Potential massiver Holzkonstruktionen und der Energieversorgung aus erneuerbaren Energien im Bereich des klimaneutralen Bauens.

Projektbeteiligte

Projektentwicklung / Initiator	DeepGreen Development, Hamburg
Bauherr	WOODCUBE Hamburg GmbH
Entwurf	architekturagentur, Stuttgart
Tragwerksplanung	Isenmann Ingenieure, Haslach
Baubiologie	Baubiologische Beratung Wilfried Schmidt
Brandschutzplanung	Tichelmann & Barillas TIB Ingenieurgesellschaft, Darmstadt
Holzelemente	Thoma Holz100 GmbH
Ökobilanz	Ina Planungsgesellschaft mbH

Allgemeine Gebäudedaten

Nutzung	Wohngebäude
Anzahl Geschosse	5
Anzahl Nutzungseinheiten	9
Größe Nutzungseinheiten	70 - 190 m^2
Grundstücksgröße	1.130 m^2
BGF	1.480 m^2
NF	998 m^2
Gebäudevolumen	3.430 m^3
Energiestandard	KfW Effizienzhaus-40
Heizenergiebedarf	18 kWh/ m^2a
Endenergiebedarf	39,3 kWh/ m^2a
Primärenergiebedarf	21,3 kWh/ m^2a
Energieversorgung	Energieverbund Wilhelmsburg Mitte und Photovoltaik-Module auf dem Dach
Bauzeit	September 2012 bis Mai 2013
Projektkosten	3,8 Millionen Euro

Konstruktion

Gründung	Kellergeschoss auf Pfahlgründung
Außenwände	Holzmassivbauweise (unverleimt, gedübelte Brettsperrholzelemente) mit Fassadenbekleidung aus Unbehandelten Lärchenholzprofilen
Geschoss/Dachdecke	Holzmassivbauweise (unverleimte, gedübelte Brettsperrholzelemente) mit deckengleichen Unterzügen aus Holz-Stahl-Verbundbauteilen
Innenwände	Nichttragende Leichtbauwände
Vertikaler Erschließung	Stahlbeton

B Projektdetails WOODCUBE

B.1 Architektonisches Konzept

Auf ein Kellergeschoss mit Pfahlgründung folgen über quadratischem Grundriss fünf Vollgeschosse mit einer Kantenlänge von 15,10 Metern. Der Würfel gliedert sich in drei horizontale Achsen, wobei die Abmessungen des zentral angeordneten Treppenhauskerns mit Fahrstuhlschacht die Abmessungen der jeweils mittleren Achsen definieren. Der Treppenhauskern ist ebenfalls quadratisch. Die Außenwand der Eingangsseite ist im Erdgeschoss um die Hälfte einer Achse eingerückt, sodass an dieser Seite der Zugang zur zentralen Erschließung innerhalb der eigentlichen Gebäudekubatur liegt.

Das Gebäude wird von Norden her erschlossen. Vom Erd- bis zum dritten Obergeschoss sind auf den Ebenen jeweils zwei Wohneinheiten angeordnet. die westlich gelegenen Wohneinheiten des zweiten und dritten Obergeschosses wurden vertikal im Sinne einer Maisonette miteinander gekoppelt. Das vierte Obergeschoss ist hingegen als eine geschlossene Einheit angelegt. Jeder Wohneinheit ist mindestens ein Balkon zugeordnet, der jeweils an einer Gebäudeecke liegt und nach Osten, Süden oder Westen orientiert ist. Das mit einer PV belegte Flachdach ist nicht erschlossen.

Großformatige Fensterelemente in der Breite der Balkone sowie deutlich kleinere, quadratische oder rechteckige Fenster, die scheinbar ohne Bezüge zueinander angeordnet sind, strukturieren die Fassade. Die vertikale Erschließung für die haustechnischen Installationen ist in jeweils einem Schacht an der östlichen bzw. westlichen Außenwand gebündelt. Um diese Schächte herum sind die Bäder und Küchen angeordnet. In der Gesamtheit ist die Kubatur des Gebäudes sehr kompakt angelegt.

Über dem als Weiße Wanne ausgebildeten Keller werden, abgesehen vom Treppenhauskern, für die lastabtragenden Bauteile nahezu ausschließlich Holzbauelemente verwendet. Im Kellergeschoss befinden sich Fahrrad-, Technik- und Versorgungsräume sowie ein Waschkeller und die Abstellräume der Wohnungen.

Umnutzungsfähigkeit

Durch die großen Deckenspannweiten können nahezu alle Raumstrukturen im Innenraum realisiert werden. So wurden auch hier in jedem Geschoss andere Wohnungstypen erstellt. Da tragende Wände fehlen, können Raumstrukturen auch jederzeit verändert werden. Einige Wohnungen

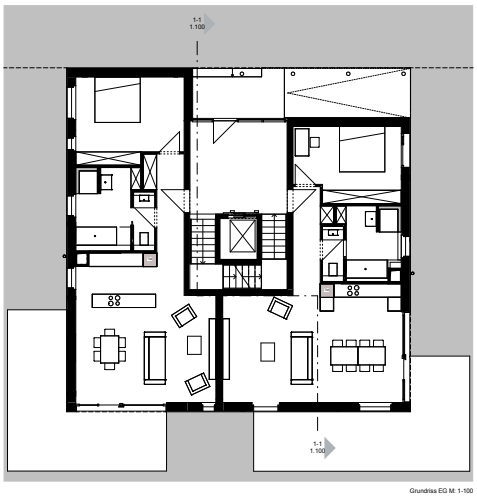

Abb. 3: Grundriss EG (genordet)

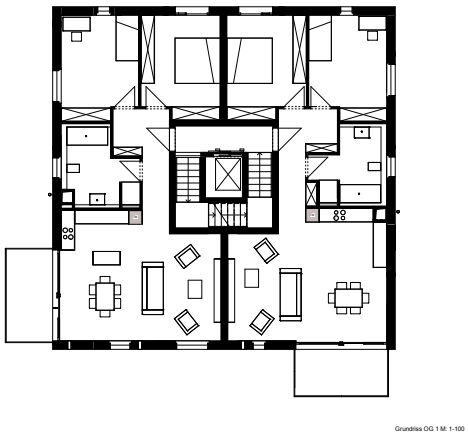

Abb. 4: Grundriss OG (genordet)

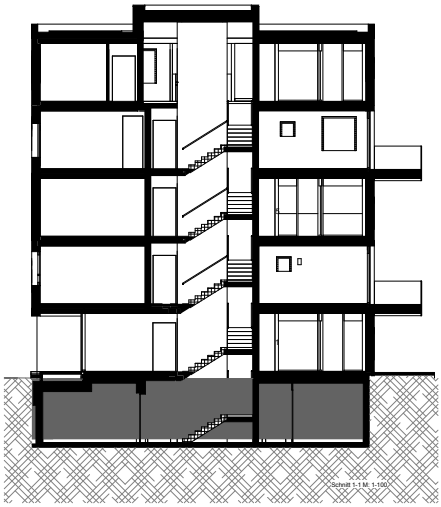

Abb. 5: Schnitt

sind außerdem so konzipiert, dass im Bedarfsfall ohne große Umbaumaßnahmen eine vollständige Barrierefreiheit hergestellt werden kann.

Gestaltungskonzept

Der WOODCUBE sollte im Rahmen der Bauausstellung als Prototyp eine klare bauliche Form erhalten. Deshalb ergab sich die eindeutige Kubatur eines Würfels, auch um einen hohen Wiedererkennungswert zu erzielen. Die Gebäudekubatur wird um jeweils versetzt angeordnete frei auskragende Balkone ergänzt. Diese sind so gestaltet, dass der Eindruck entsteht, sie wären aus der Grundform herausgeklappt. Dass sie unterseitig mit derselben Fassade belegt sind, unterstreicht diesen Eindruck. Innerhalb des Gebäudevolumens befindet sich zentral der betonierte Aufzugs- und Treppenturm. Er bildet einen klaren Kontrast zur hölzernen Außenhülle und den Innenräumen in den Wohnungen.

Um eine klare Orientierung zu ermöglichen, wurde der Eingang als Negativform an der Nordseite herausgeschnitten. Dennoch wirkt die würfelförmige Kubatur geschlossen. Bewusst etwas aufgeständert auf sichtbarem Sockel, wird der Baukörper auf ebener Fläche präsentiert.

Die Oberflächen der Außenanlagen weisen keine Topographie auf, um den Würfel von allen Seiten gleichermaßen zu zeigen.

Um die Strenge der geometrischen Grundform zu brechen, wurden zahlreiche kontrastierende Entwurfselemente eingesetzt. Für die Fernwirkung ist die klare Geometrie wichtig, aus der Nähe ergibt sich ein kleinteiliges, horizontales Fugenbild mit der organischen Struktur der Holzmaserung. Diese Zweideutigkeit setzt sich in der Fassadenteilung fort. Um die klare Struktur der Balkonanordnung zu lockern, wurden quadratische Fensteröffnungen scheinbar beliebig in der Fassade verteilt. Dennoch folgen die Größen und Höhen den funktionalen Anforderungen. So gibt es tiefere Fenster, um Ausblicke auch aus einer Sitzposition heraus zu ermöglichen.

Ein weiterer Kontrast zeigt sich im Inneren: Aufgrund des Bausystems ist es möglich, auf jeder Ebene unterschiedliche Grundrisse herzustellen. Dadurch entsteht trotz der äußerlich einheitlichen Form eine innere räumliche Vielfalt.
Um die einstoffliche Außenwandkonstruktion zu unterstreichen, wurde die Fassade aus Lärchenholz konstruiert, eingefasst über Kantholzprofile. Dennoch ergänzen dunkelgraue Metalllaibungen die tiefliegenden Verglasungen, um die Wirkung der Lochfassade zu verstärken. Die subtrahierte Fläche wurde in Putz ausgeführt, um eine klare Abgrenzung zum Holz zu zeigen.

Abb. 6: Nordfassade

Abb. 7: Innenansicht Erdgeschoss

Der monolithisch gehaltene Stahlbetonkern wurde lediglich im Foyer durch einen Holzboden ergänzt und mit bewusst sparsamer Beleuchtung versehen. Somit ergibt sich beim Betreten des Gebäudes eine Öffnung des Raumes, lichtdurchflutet und mit großzügigen hölzernen Flächen. Der gestalterische Schwerpunkt liegt auf der Klarheit der Form und deutlichen Kontrasten auch innerhalb der Materialität. Ein puristischer Ansatz ist bewusst gewählt, um gewohnte Assoziationen zum traditionellen Holzbau zu verhindern. Gerade hier entsteht der spannungsreiche Kontrast zwischen organischem Baumaterial und konsequenter architektonischer Formensprache.

Rückbaubarkeit

Alle tragenden Außenwand- und Deckenelemente werden lediglich verschraubt und können abfallfrei demontiert werden. Alle Elemente lassen sich im Werk über die CNC-Abbundmaschine voneinander trennen. Die einzelnen Brettlagen und Kanthölzer können dann theoretisch wieder in neuen Elementen verwendet werden. Ebenso können aufgrund der Trockenbauweise sämtliche Schichten sortenrein getrennt und ohne weitere Aufbereitung, wiederverwendet werden.

Modernisierbarkeit

Generell wurden die Materialien nach dem Kriterium größtmöglicher Dauerhaftigkeit ausgewählt. Der Hersteller gewährt 50 Jahre Garantie auf Kondensat- und Schimmelbildung. Durch die diffusionsoffene Bauweise sind diese Probleme nahezu ausgeschlossen und hochgedämmten Bauteilen überlegen. Die Fassadenkonstruktion wurde in einer Simulation auf Dauerhaftigkeit untersucht, damit der Unterhaltsaufwand möglichst gering bleibt. So entstand die optimale Konstruktion, die Brandschutz, Feuchteregulierung und konstruktiven Wetterschutz vereint. Hochwertige Materialien wie Massivholzdielen können auch im Umnutzungsfall wiedereingebaut werden. Leerrohre und flexible Anschlussmöglichkeiten (Homeway) bieten auch bei Umbau oder Umnutzung maximale Flexibilität im Bereich der Haustechnik.

B.2 Konstruktion

Außenwände

Die Außenwände sind in Holzmassivbauweise aus Brettsperrholzelementen errichtet. Die Brettlagen dieser Elemente werden bei dem gewählten System (DeepGreen/HOLZ100) mit Buchenholzdübeln fixiert und mechanisch verbunden. Die Dübel sind rechtwinklig zu den Brettlagen in regelmäßigem Abstand angeordnet (das Rastermaß beträgt 30 Zentimeter in Längsrichtung und 24 Zentimeter rechtwinklig dazu, wobei die Dübelreihen in Längsrichtung um 15 cm zueinander versetzt sind). Der mechanische Verbund innerhalb der Brettstapelelemente erfolgt über Reibung, die zwischen den Buchendübeln und den Lochlaibungen in den Brettsperrholzelementen entsteht. Für die Produktion der Elemente werden die Buchenholzdübel gedarrt eingebaut, quellen auf die Bauteilfeuchte (ca. 15% ✣ 3%) auf, sodass sich in der Folge der Kraftschluss an den Laibungen der Bohrungen einstellt. Ein eigenständiges Bauteil zur Gewährleistung der Luftdichtigkeit ist nicht nötig.
Von innen nach außen ist der konstruktiv-bauphysikalisch relevante Aufbau der Außenwandelemente mit einer Gesamt-Bauteildicke von 32,4 cm (U-Wert = 0,19 W/m²*K) wie folgt:

- 25,1 cm gedübelte Brettsperrholzelemente aus Tannenholz
- 4,4 cm Holzweichfaserplatte,
- 2,9 cm Brettlage aus Tannenholz

Dabei handelt es sich um ein in Kreuz- und Diagonallagen verdübeltes Vollholzelement mit einer Dicke von 32 cm. Das Vollholzelement besteht aus einer statischen Kernlage mit einer Dicke von 80 mm sowie raumseitig angeordneten Brettlagen in der Dicke von 29 mm bis 26 mm, die kreuzweise sowie diagonal als brandschutztechnische Opferschichten aufgebracht werden. Die verwendeten Hölzer bestehen dabei zu 95 Prozent aus Tanne und zu 5 Prozent aus Fichte und der tragende Vollholzkern ist der Sortierklasse S 10 (Festigkeitsklasse C 24) nach DIN 4074-1 zuzuordnen. Die mittlere Rohdichte des Holz100-Elements als Vollholz-Verbundquerschnitt liegt

Abb. 8: Fassadenschnitt und Geschossdeckenaufbau

bei pmean = 435kg/m³. Die Verbunddübel bestehen aus vorgetrocknetem Buchenholz.

Zur Außenseite weist das Vollholzfassadenbauteil Brettlamellen in einer Dicke von 29 mm auf, in die zwei Holzweichfaserplatten (Typ Gutex Multiplex top) mit einer Dicke von je 22 mm eingelegt und dort verdübelt sind. Das Brandverhalten der Holzweichfaserplatten nach DIN EN 13501-1 entspricht der Klasse E. Die mittlere Nennrohdichte des Typ Gutex Multiplex top pmean beträgt ca. 200 kg/m³.

Fassade

Die außenliegende Holzverschalung, als 26 mm starke, vertikal vernutete, belüftete Brettschalung aus unbehandeltem Lärchenholz. Innovativ ist die Ausbildung der Lattung als geschlossene Kassetten in 60 cm x 60 cm, die „kleine Brandabschnitte" vorgeben. Die Innenwände, auch die Wohnungstrennwände, sind in Trockenbauweise ohne tragende oder aussteifende Funktion errichtet.

Alle Verbindungen innerhalb der DeepGreen/ Holz100 Elemente sind leimfrei und rein mechanisch. Sämtliche Anschlüsse erfüllen die Anforderungen an erhöhten Schallschutz und Rauchdichtheit und sind schadstofffrei.

Die von DeepGreen entwickelten Elemente bestehen aus Brettschichten von 20 mm bis 60 mm Dicke, die innen und außen kreuzweise verlegt sind (horizontal, vertikal und diagonal) und mit einem stehenden Kern bzw. Ober- und Untergurt von 40 bzw. 80 mm mittels im Raster versetzter Buchendübel (ca. d = 20 mm) verbunden werden.

Die Außenwände sind werkseitig mit einer Lage Windpapier, das geschützt zwischen zwei Brettlagen verlegt wird, ausgestattet. Die mechanisch verdichteten und staubtrockenen Hartholzdübel werden hydraulisch eingepresst, dabei befeuchtet, nehmen zusätzliche Umgebungsfeuchte auf und quellen dann unlösbar in das umgebende Holz. Auf jegliche Verleimungen, Verklebungen und Nagelungen wird verzichtet, sodass eine massive Holzwand (bis zu einer Größe von 3 x 8m und einer Stärke von bis zu 40cm) entsteht, die ausschließlich Holz enthält.

Die im Bauvorhaben verwendeten DeepGreen/ Holz100 Wände wurden speziell für den WOODCUBE entwickelt. Diese bestehen ebenfalls, wie die Standard Thoma Holz 100 Holzbauwände, aus Brettlagen von 20 bis 80 mm Dicke. Den Unterschied zu den Standard Elementen stellen eine eingelegte Holzweichfaser Dämmung und die eingefrästen Rillen in den einzelnen Brettlagen dar (integrierte Strukturdämmung). Sie bilden im Wandverbund makroskopische Luftpolster ohne Zirkulation und verringern die Wärmeleitfähigkeit der Wand, was die Wärmedämmwirkung erheblich verbessert.

Weiterhin wurde auf Basis umfangreicher Studien das System derart optimiert, dass das Gebäude bei entsprechender Fortschreibung der Berechnungsgrundlagen zur Einstufung in die Gebäudeklassifizierung des KfW-40 Standards entspricht. Um die gewünschten erhöhten Anforderungen für den WOODCUBE zu erreichen, wurden zusätzlich 4 cm starke Holzweichfaserdämmplatten in die Konstruktion eingebaut. Insgesamt konnte durch das Bauvorhaben bei der Wohnungsbaukreditanstalt die Akzeptanz des sogenannten „Hotbox-Prüfverfahrens" und die dynamische U-Wertberechnung etabliert werden. Dies wird maßgeblich dazu führen, dass vergleichbare Holzbauwerke für jedermann förderfähig werden. Entsprechende Anstrengungen werden auch gegenüber der KfW unternommen, um zukünftig Förderkonzepte noch stärker auf eine ganzheitliche Betrachtung über den gesamten Lebenszyklus des Gebäudes auszurichten, insbesondere hinsichtlich der grauen Energie und der CO_2-Bilanzierung. Um alle Anforderungen an die Statik des fünfgeschossigen Wohnbaus erfüllen zu können, wurden im Gegensatz zu den vorhandenen Regelverbindungen Massivholzstützen in die tragenden Außenwänden eingebunden.

Geschossdecken und Erschließung

Die Dachdecke und die Geschossdecken bestehen ebenfalls aus unverleimten Brettsperrholzelementen, auf die ober- und unterseitig rechtwinklig zur Spannrichtung Bretter aufgebracht sind. Diese 2,5 cm dicken Brettlagen sind mit Buchenholzdübeln an den Brettstapelelementen befestigt. Der Geschossdeckenaufbau gliedert sich in die folgenden Elemente:

- 6 cm für Dämmplatte inkl. Fugenlatten + Massivholzboden
- 2 cm Best-Estrichelemente (stirnseitig verklebt)
- Kraftpapier als Trennlage
- 2 cm Best-Estrichelemente (auf Lücke verlegt)
- 3 cm Tritschalldämmung Isover Akustic EP1
- 6 cm Fermacell-Waben-Schüttung in Papierwabe
- Kraftpapier als Rieselschutz
- 23,5 cm Holz100-Decke

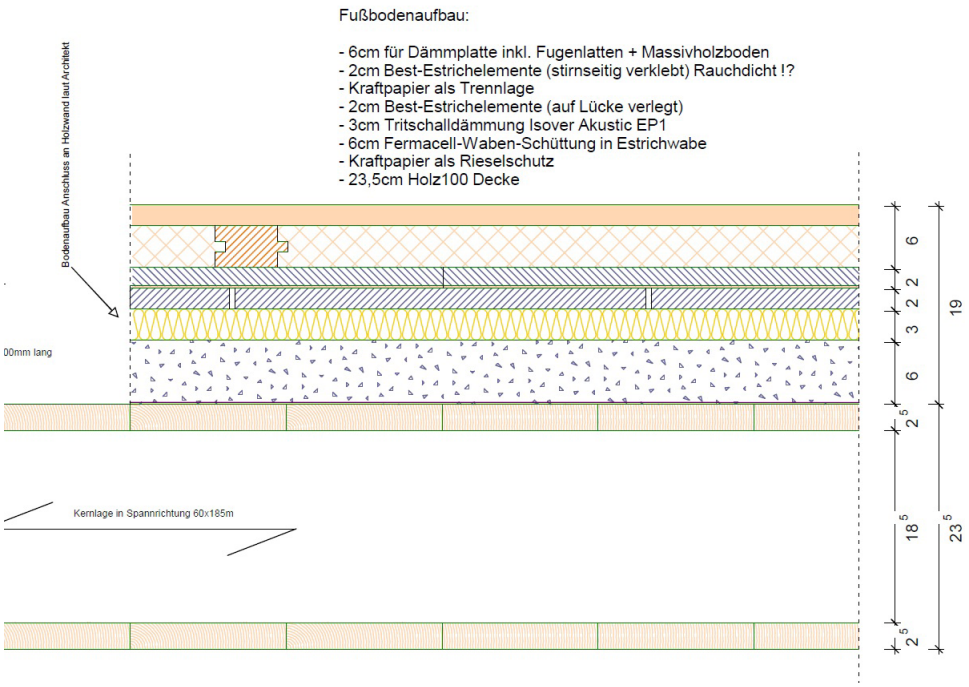

Abb. 9: Grundriss 2 Obergeschoss

Die Deckenelemente spannen von den Außenwänden bis zum in mineralischer Bauweise errichteten Treppenhauskern, an den sie über einen umlaufen Stahlwinkel anschließen. Deckengleiche Unterzüge für die Auflager der Brettstapelelemente sind in Verlängerung der Treppenhauswände sowie auf die Balkone Bezug nehmend angeordnet. Auf diese Weise bleiben die Geschossflächen grundriss- und nutzungsflexibel. Die Unterzüge wirken als zusammengesetzte Querschnitte aus dem Verbund eines Vollholzbalkens mit einem hochkant angeordneten UPE-Stahlprofil. An den Vollholzbalken werden die Deckenelemente mit Vollgewindeschrauben angeschlossen, im Stahlprofil mit Füllhölzern verkeilt. Zur Ausbildung der Balkonplatten sind durchlaufende Deckenelemente als Einfeld-Träger mit Kragarm ausgebildet.

In den Bereichen erhöhter Lasteintragungen aus den darüberliegenden Bauteilen (insbesondere unterhalb der Balkonkragplatten) sind Vollholzstützen in die Außenwandkonstruktion integriert. Daneben finden sich diese Stützen bei den Anschlüssen der deckengleichen Unterzüge an die Außenwandkonstruktion und als Auflager für die Fensterstürze aus Vollholz im Bereich der mittleren und großen Fensteröffnungen. Unter den Stürzen über großen Fensteröffnungen sind zusätzlich Stahlstützen als Mittenabstützung eingebaut.

Zusätzlich erhalten die Geschossdecken oberseitig einen zweilagigen Trockenestrich auf 60 mm mineralischer Schüttung sowie 30 mm Mineralfaserdämmung zur Gewährleistung des Schallschutzes. Darauf liegt der eigentliche Fußbodenaufbau aus Massivholzdielen auf Lagerhölzern. Zwischen den Lagerhölzern liegt zusätzlich eine Holzweichfaserplatte.

Der zentrale Erschließungskern wurde durchgängig in Stahlbeton der Sichtbetonklasse 3 errichtet, ebenso die Wände und die Treppenpodeste. Die Treppenläufe wurden als Betonfertigbauteile montiert.

B. 3 Der Baustoff Holz als Smart Material

Zentrale Idee beim Projekt WOODCUBE war seine Nachhaltigkeit. Deshalb fiel die Wahl auf den chemisch unbeandelten, CO_2-neutralen Baustoff Holz. Bis auf die Gründung und den Erschließungskern handelt es sich bei dem WOODCUBE um ein reines Holzgebäude. Sowohl Konstruktion als auch Wandaufbau, Dämmmaterialien und Oberfläche sind hölzern: Holz ist das Smart Material, dessen positive Eigenschaften man im WOODCUBE nutzt. Ziel des Gebäudes ist nicht nur ein energieeffizienter Betrieb, sondern auch die Betrachtung des Energieeinsatzes in der Produktion der Stoffe, der gesundheitlichen Auswirkung auf die Nutzer und welche Hinterlassenschaft ein Rückbau verursacht.

Ressourceneffizienz und Nachhaltigkeit

Der urbane Holzbau kann mit schadstofffreien Materialien in Wohnräumen einen Beitrag zum ökologischen und gesunden Wohnen leisten. Zudem ist wissenschaftlich nachgewiesen, dass Vollholz positiv auf den menschlichen Organismus einwirkt.

Der WOODCUBE ist das erste fünfgeschossige leimfreie Wohngebäude ohne Brandschutzkapselung. Zudem ist das Gebäude CO_2- neutral gebaut: Es werden keine Dämmstoffe eingesetzt, die bereits in der Herstellung ein Vielfaches der Energie benötigen, die eingespart werden soll. Alle Baustoffe können außerdem im Falle eines Rückbaus sortenrein entsorgt oder wiederverwendet werden. Das Konzept des WOODCUBE ist hinsichtlich der Einsparung nicht erneuerbarer Ressourcen und der Rezyklierbarkeit des Gebäudes am Ende des Lebenszyklus optimiert.
Alle Bauteile, bei denen es technisch möglich ist, sind als Vollholzkonstruktion ausgeführt. Dies spart zum einen abiotische Ressourcen (Sand, Kies, Zement etc.), die bei einer mineralischen Bauweise verbraucht werden würden, zum anderen nicht erneuerbare energetische Ressourcen. Der größte Teil der zur Holzherstellung notwendigen Energie stammt aus erneuerbarer Primärenergie (Sonne).

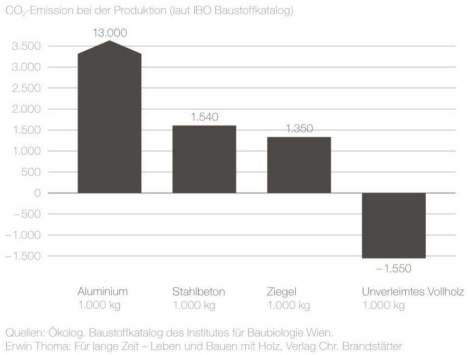

Abb. 10: CO_2-Emissionen von Vollholz

Bei der Ausführung wurde auf maximale Recyclingfähigkeit geachtet. Die Trennbarkeit aller Schichten voneinander wurde durch den Verzicht auf Verklebungen und Sandwichbauteile erreicht. Dadurch stehen die gebundenen Ressourcen am Ende des Lebenszyklus sortenrein zur Verfügung und können gegebenenfalls als Bauteil oder Baustoff wiederverwendet werden. Dieses Recycling stellt eine weitere Ebene der Ressourceneffizienz dar, denn über die Nachnutzung wird auch der zukünftige Ressourcenverbrauch reduziert – ein wichtiger Faktor, da die massive Bauweise mit der nachwachsenden Ressource Holz nicht sparsam umgeht. Aktuell ist dies in Deutschland unproblematisch, da mehr Holz zur Verfügung steht als verbraucht wird. Zukünftig könnte aber, vor allem unter dem Aspekt der CO_2-Speicherung und der Verfügbarkeit der Ressource Holz, die Nachnutzung von Bauelementen gegenüber einer heute üblichen thermischen Verwertung an Bedeutung gewinnen. Der WOODCUBE ist ein Beispiel für geschlossene Stoffkreisläufe im Bauwesen.

Ziel ist ein sortenrein rückführbares System ohne Sondermüllanfall. Die unverleimten Dielenböden aus Massivholz sind mit Leinöl versiegelt, die Fassadenschalung besteht aus unbehandelter Lärche, die Dämmstoffe aus Holzweichfaser und sämtliche Abdichtungsbahnen sowie Klebebänder sind auf Zellulosebasis. Um ein gesundes Innenraumklima ohne Problemstoffe beinhaltende Baustoffe zu schaffen, sind die Anstriche mineralisch, die Ausbauplatten luftreinigend

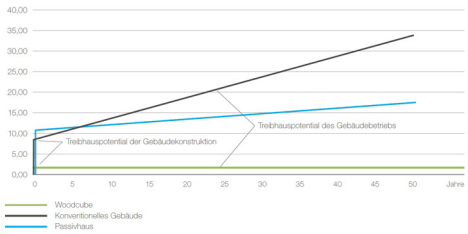

Abb. 11: Treibhauspotential in kg CO_2-Äqv. / mNGF2a

und die Innenraumtüren schadstoffgeprüft. Zur Erhöhung der energetischen Qualität wurden Integralfenster verbaut, die über einen 20 Prozent geringeren Aluminiumanteil verfügen.

Die im WOODCUBE verbauten Hölzer stammen aus dem heimischen Forstbestand. Durch den Entfall der Brandschutzkapselung können die Bauteile innenseitig holzsichtig bleiben. So entfallen zusätzliche Anstriche und Schutzkonstruktionen und das Raumklima profitiert vom diffusionsoffenen Aufbau mit hoher Wärmespeichereigenschaft. Bei der gebauten Konstruktion zeigen sich mittlerweile bauphysikalische Eigenschaften, die ein Bauen ohne dicke Dämmstoffpakete möglich macht. Dennoch hat dieses Projekt vergleichbare energetische Qualitäten wie hochgedämmte Passivhäuser. Die exemplarisch nachgewiesenen energetischen Eigenschaften, also die tatsächlichen Energieverbräuche, unterbieten die Rechenwerte der Förderkreditanstalten.

Brandschutz

Mit einer Fußbodenhöhe des höchstgelegenen Geschosses (4. OG) von ca. 12,20 m über der Oberfläche des Geländes im Mittel und Nutzungseinheiten von jeweils weniger als 400 m² ist das Gebäude gemäß § 2 (3) HBauO der Gebäudeklasse 4 (GK 4) zuzuordnen.

Die Brandschutzanforderungen im mehrgeschossigen Wohnungsbau werden beim WOODCUBE bereits erfüllt, obwohl gültige Bauordnungen und technische Regelwerke noch nicht dieser Qualität folgen. Das Gebäude wurde in Einzelbefreiungen baurechtlich in allen Punkten genehmigt. Erzielt wurden die Befreiungen über die Bemessung der Bauteile nach Abbrandrate, Heißbemessung und Risikoanalysen bei Rauchgasentwicklungen.

Aufgrund der systembedingten Besonderheiten (gedübelte Brettsperholzelemente und Außenwandkonstruktion mit weitestgehend unbelüfteter Fassadenkonstruktion) waren im Zuge der Planung besondere Nachweisverfahren zu führen. Diese bezogen sich auf die Brandsicherheit der Holzmassivbauelemente, die Luftdichtigkeit bzw. die Sicherheit bezüglich der Kondensatbildung der Außenwandkonstruktion und der Fassadenbekleidung.

In Zusammenarbeit mit der TU Darmstadt wurde für den WOODCUBE ein Brandschutzkonzept erstellt. Das Ergebnis: Holz leistet im Brandfall drei- bis fünfmal länger Widerstand als Beton oder Ziegel. Ein dicker Holzblock brennt nicht – er verkohlt nur an seiner Oberfläche. Die hervorragenden statischen Eigenschaften von Holz bleiben auch bei extrem hohen Temperaturen wesentlich länger erhalten als z. B. die von Stahlbetonkonstruktionen.

Der Feuerwiderstand des Außenwandbauteils beträgt bei Brandbeanspruchung von innen mehr als 90 Minuten. Dieser ergibt sich aus den vorhandenen Opferschichten in der Dicke von 84 mm bei einem Abbrand von 0,9 mm/Minute bei optimalen Ventilationsbedingungen. Die Opferschichten bewirken eine Verzögerung von ca. 93 Minuten bis zum Abbrand der statisch tragenden Kernschicht. Der tragenden Kernschicht kann bei einer Dicke von 80 mm im Brandfall ein Abbrand von weiteren 15 mm zugemutet werden. Damit ergibt sich im Hinblick auf die Tragfähigkeit ein Feuerwiderstand von etwa 120 Minuten.

Für die Geschossdecken wird die untere Beplankung der Massivholzelemente als Abbrandschicht angesetzt. Diese reduziert die Restanforderung an den verbleibenden Brettstapelkern um 28 Minuten. Um Rauchdichtigkeit zwischen den Wohneinheiten herzustellen, wurde auf der Oberseite

der Decken vollflächig von pro clima das Produkt intello ausgelegt und fachgerecht miteinander verklebt bzw. an Wände angedichtet.

Langfristige Kostenbetrachtung

Massivholzstützen in geforderten Dimensionen und gewünschter Qualitätsanforderung sind äußerst kostenintensiv. Außerdem mussten zur Scheibenbildung und Aussteifung des Systems Stahlbänder in die Deckenlagen eingebracht werden. Im Massivholzbau spielt die Planung der Installation – Elektro- sowie Sanitärinstallation – eine bedeutende Rolle. Die Holz Elemente werden in Sichtqualität gefertigt, was eine werksseitige Einfräsung und eine exakte und aufwendige Vorplanung notwendig macht. Auch die Fassade stellte die Planer vor große Herausforderungen. Letztlich konnten auf Basis umfangreicher ergänzender Brandschutzgutachten konstruktive Lösungen gefunden werden, die abweichend von den in der Bauordnung geforderten nicht brennbaren Materialen eine Fassade komplett aus Holz möglich macht.
Voraussetzung hierfür war jedoch eine nicht hinterlüftete Fassadenkonstruktion, was einen hygroskopischen Nachweis für Bauschadensfreiheit notwendig machte. Im Ergebnis führten die umfangreichen Prüfverfahren zu einer einstofflichen Holzbaulösung, die im Geschossbau ihresgleichen sucht.

Die Geschossdecken wurden für das Bauvorhaben WOODCUBE eigens entwickelt, um Spannweiten von bis zu 500 cm und Auskragungen von ca. 250 cm auch hinsichtlich der Anforderungen im Bereich von Schall- und Brandschutz realisieren zu können.

Bei dem Gebäude handelt es sich um ein Wohngebäude mit Eigentumswohnungen. Ständige Umbauten sind daher nicht zu erwarten. Dennoch ist es Ziel, die laufenden Kosten im Betrieb gering zu halten. Im Wesentlichen wurden die bekannten Lebensdauern von allen Bauteilen und die Empfehlungen zu Wartungsintervallen parallel betrachtet und jeweils die dauerhafteste Variante

Abb. 12: Probekörper des Vollholzelementes der Außenwand „Woodcube“ nach 60 Minuten direkter gestützter Beflammung, Beflammungstemperatur ca. 900°C

ausgewählt. Die höhere Anfangsinvestition wird meist über Unterhaltskosten im Laufe der Lebensdauer amortisiert. Daher wurde bei der Planungsentscheidung verstärkt auf Langlebigkeit gesetzt.

Die höheren Investitionen kompensierend, konnten beispielsweise Anstriche bei einem Großteil der Oberflächen entfallen. Sichtoberflächen können im Laufe der Zeit mit Reinigung oder Schleifen wesentlich kostengünstiger erhalten werden als Beschichtungen. Dies gilt auch für die unbehandelte Fassadenschalung aus Holz, deren Dauerhaftigkeit in einer hygrothermischen Simulation nachgewiesen wurde.

B. 4 Haustechnisches Konzept

Abb. 13: Energieverbund Wilhelsmburg-Mitte und Nachbarschaft des WOODCUBE

Heiz- und elektrische Energie

Um die energetischen Qualitäten und die vorhandene Ressourceneffizienz des Massivholzsystems zu unterstützen, wurde auch im Energiekonzept auf energiesparende Technik gesetzt. Hierzu wurden sämtliche Optimierungen auf Notwendigkeit, Energieeffizienz im Betrieb und Nutzerkomfort vorgenommen. Zudem werden alle haustechnischen Komponenten in einem zentralen Mediemöbel in den Wohnungen verwaltet und nicht dezentral. Dies spart Bauteile und zusätzliche Leitungswege.

Die Raumwärmebereitstellung und die Warmwasserbereitung erfolgt über das Nahwärmenetz Energieverbund Wilhelmsburg Mitte. Die Wärmeenergie stammt somit aus regenerativen Energiequellen. Sämtliche Heizleitungen bestehen aus Edelstahl, das bedeutet, dass keine Verbundrohre verlegt wurden, um eine Trennbarkeit der Materialien im Rückführungsfall zu ermöglichen. Die Heizkörper sind als optimierte Heizfläche ausgeführt und können Spitzenlasten abdecken. Strahlungsheizkörper haben sich für den WOODCUBE als vorteilhaft gegenüber Flächenheizsystemen gezeigt, die sich aufgrund von Trägheit und Flächenbedarf als ungeeignet erwiesen. Der Heizwärmebedarf beträgt 18 kWh/m²a. Die tatsächlichen Verbräuche werden durch ein externes Monitoring durch die TU Braunschweig evaluiert.

Alle Wohnungen im WOODCUBE verfügen über kontrollierte Be- und Entlüftung durch Fassadenlüfter mit Wärmerückgewinnung, für die eine zentrale Steuerung der Wohn- und Schlafräume ermöglicht wird. Zusätzlich ist eine automatische, feuchteabhängige Steuerung in den Bädern eingerichtet. Im Rahmen der Fortschreibung der Qualitätsvereinbarung mit der IBA Hamburg wurde auf eine zentrale Lüftungsanlage verzichtet. Bei der diffusionsoffenen Bauweise und 50 Jahren Garantie des Herstellers der Massivholzwand auf Kondensationsprobleme war die Lüftung nur noch für Behaglichkeitszwecke notwendig. Eine zentrale Lüftung wurde vor diesem Hintergrund unrentabel. Ein weiterer Grund für den Verzicht war das Ziel einer maximalen Holzsicht; für eine zentrale Lüftung wäre eine Deckenabhängung notwendig gewesen Zudem gab es hygienische Bedenken hinsichtlich der Reinigungsmöglichkeiten der Rohrleitungen. Nicht zuletzt sollten Wartungskosten eingespart werden.

Um die Raumtemperatur auch ohne aktive Maßnahmen auf einem konstanten Niveau zu halten, wurde eine solarthermische Analyse und Optimierung der außenliegenden Verschattung vorgenommen. So wurde nur an den notwendigen Verglasungen ein Sonnenschutz angebracht. Zur Bereitstellung von elektrischer Energie wurde eine Photovoltaikanlage mit der Leistung von 10kWp auf dem Gründach installiert. Über die Photovoltaikanlage auf dem Dach können jährlich 23.000 kWh Stunden Strom erzeugt werden. Dies entspricht bilanziell etwas mehr als dem jährlichen Stromverbrauch des WOODCUBE. Überschüssiger Strom wird in das Stromnetz eingespeist und in der Ökobilanz gutgeschrieben. Der verbleibende Strombedarf wird zurzeit von einem Ökostromanbieter bezogen.

Durch die Deckung des Strombedarfs über eine Photovoltaikanlage und die Einspeisung des überschüssigen Stroms können die ohnehin geringen CO_2-Emissionen aus der Wärmebereitstellung über den Energieverbund ausgeglichen werden. Der WOODCUBEhat somit auch im Betrieb eine ausgeglichene CO_2-Bilanz.

Die Allgemeinbeleuchtung erfolgt über LED-Technologie. Die Beleuchtung von Treppenhaus und Balkonen verbrauchen etwa 1 Watt. Es wurden Lichtsensoren für Einzelräume installiert, die auf die Anwesenheit von Personen reagieren und somit automatisch die Helligkeit in den Räumen regeln. Der Aufzug wurde mit einer Bremsenergie-Rückgewinnung (System Kone) ausgestattet, sodass sich der Energiebedarf des Aufzugs um weitere 60 Prozent reduziert. Zusätzlich wurde eine PVC- und halogenfreie Verkabelung zur Reduzierung von VOC-Emissionen vorgenommen.

Intelligente Steuerung der Haustechnik

Über die zentralen Energiesteuerungseinheiten in den Wohnungen lassen sich alle haustechnischen Komponenten innerhalb der Wohnungen zur Optimierung der Innenraumkonditionen und -verbräuche steuern. Alle Lüfter, Jalousien, Stellmotoren, Heizkörper und Fensterkontakte sind miteinander vernetzt, sodass Smart Metering über die adhoc-Erfassung von Stromverbräuchen durch Visualisierung des Frauenhofer InHaus Systems möglich wird.

Es wurden pro Wohnung mehrere funkvernetzte Sensoren des Systems Alpha Eos zur Kontrolle und Steuerung der Innenluftqualität und Heizkurve verbaut. Die Funkimpulsenergie wird über Sonnenlicht erzeugt und ohne Elektrosmogemission gesendet. Dabei ist eine komplette Netzfreischaltung zur Vermeidung von Elektrosmog eingerichtet worden.

B.5 Planungsprozess

Abb. 14: Visualisierung aus 1. Wettbewerbsphase

Abb. 15: Visualisierung der Überarbeitung

Wettbewerb

Im ersten Abschnitt des Ende 2009 gestarteten zweistufigen Wettbewerbs „Smart Price Houses" wurde durch ein Planungsteam aus Architekten und Haustechnikern ein Konzept entwickelt, dass den WOODCUBE als speziell für Baugemeinschaften konzipiertes, kostengünstiges viergeschossiges Wohnhaus vorsah, basierend auf einer verleimten Brettsperrholz-Holzbauweise. Die freien Grundrisse um einen zentralen Erschließungskern waren bereits im Entwurf enthalten. Eine Umsetzung in Holz-Mischbauweise mit einem Energiestandard, der eine dreißigprozentige Unterschreitung der EnEV vorsah, sollte den WOODCUBE zu einem Modellhaus in der Smart Price Kategorie machen.

Die klare Architektursprache und der Materialschwerpunkt Holz bei großer Vorfertigung qualifizierten den WOODCUBE als Smart Price House in den Augen der Jury. Es war vor allem der Low-Tech-Charme des Projektes vom Büro Institut für urbanen Holzbau (IfuH), der überzeugte, bei gleichzeitig großen Vorhaben wie Passivhausstandard, Flexibilität in der Grundrissgestaltung und geringen Kosten.

Das Projekt für eine Baugemeinschaft verfügte über noch keine entsprechende Gruppe von Bauherren. Wie bei vielen anderen Smart-Material Projektenübernahm die IBA Hamburg GmbH auch für den WOODCUBE die Investorenansprache. Sowohl Baugruppen wie auch Bauträger äußerten jedoch Bedenken gegenüber der Holzbauweise im Hinblick auf Schallschutz, Brandschutz und Werthaltigkeit des Materials hatten. Im Zuge dieser Gespräche wurde die Planung bereits punktuell überarbeitet. So wurden zum Beispiel Überlegungen zu einem Staffelgeschoss anstelle der großen Gemeinschafts-Dachterrasse der Baugemeinschaft angestellt.

Im Oktober 2010 stieg die DeepGreen Development GmbH in Partnerschaft mit dem Bauunternehmen P&P AG in Form der Projektgesellschaft „Woodcube Hamburg GmbH" als Investoren in das Projekt ein. Zusammen mit dem IfuH wurde das Projekt und sein Planungsstand aus dem Wettbewerb auf die Realisierbarkeit überprüft.

Wechsel von „Smart Price" in die Typologie „Smart Material"

Im ersten Schritt wurde jedoch festgestellt, dass verschiedene Konzepte aus dem Wettbewerb, weder konstruktiv noch zu den wirtschaftlich vorgegebenen Konditionen herstellbar waren. Die 2,5 Meter frei auskragenden Balkone, konnten beispielsweise einer statischen Überprüfung nicht standhalten. Schallrisiken konnten nicht ausgeräumt werden. Brandschutzauflagen verteuerten das Vorhaben und hätten konstruktiv instabile Ausführungen erfordert.

Der für den Bau zuständige Partner konnte dweder Gewährleistungsanprüche noch Kostensicherheit garantieren. DeepGreen übernahm

Abb. 16: Bauphase (November 2012)

Abb. 17: Bauphase (Dezember 2012)

daraufhin alle Anteile an der Gesellschaft und überarbeitete das Projekt grundlegend mit dem Ziel, die Entwicklungsziele der IBA: zukunftsfähiger Modellcharakter im Zeichen des Klimawandels, etc. optimal zu erfüllen.

DeepGreen stellte eine möglichst langfristige Solidität und maximale Ökologie in den Vordergrund. Wesentlich war zudem eine möglichst bauchemiefreie, einstoffliche Holzbauweise, auch um Herstellungs- und Instandhaltungsprozesse zu vereinfachen. Das Projekt sollte Vorbildcharakter im massiv hölzernen Objektbau einnehmen. Vorgabe war es, höchste Anforderungen an Schall- und Brandschutz zu erfüllen, ohne bis dato übliche Kapselungen und sonstige kompensative Brandschutzmaßnahmen einzusetzen.

Aus diesem Grund widmete sich DeepGreen dem maximalen Einsatz von Holz. Das bedeutete für das Projekt, dass das ursprüngliche bautechnische Konzept aus zusätzlich gedämmten und verleimten Brettsperrholzwänden überarbeitet werden musste.

DeepGreen Development vollzog nun den entscheidenden Schritt der konzeptionellen Weiterentwicklung des Projektes und wollte ein Gebäude errichten, das mit nur wenigen Materialien auskommt, möglichst schadstofffrei und maximal wiederverwertbar. Auf eine Kapselung sollte im Bereich der Wände und Decken komplett verzichtet werden (ursprünglich sollten nur die Deckenunterseiten sichtbar bleiben).

Über diese Entscheidungsprozesse ist die Zusammenarbeit von DeepGreen und IfuH und dem weiteren Wettbewerbsteam gescheitert. Das Büro architekturagentur, Stuttgart, wurde beauftragt, die Vorstellungen der DeepGreen Development planerisch und technisch umzusetzen. Hierfür konnte auf der Herstellerseite die Firma Holz100 gewonnen werden, die in dem Bereich des Vollholzbaus insbesondere in Österreich einige innovative Projekte realisiert hat. DeepGreen entwickelte deren Vollholzelemente gemeinsam mit verschiedenen Universitäten und Fachplanern weiter und realisierte ein Gebäude / System, welches reproduzierbaren Charakter besitzt.

Während an dem mit der IBA vereinbarten Konzept und an allen „7 Kriterien der IBA-Exzellenz" festgehalten wurde, änderte sich im Einvernehmen mit der IBA die Auswahl der Baustoffe im Sinne der Nachhaltigkeit und einer langfristigen Bezahlbarkeit. Im Einzelnen sind Anpassungen in der Auswahl des Holzbausystems, der Haustechnik, Zertifizierung verwendeter Baustoffe und Materialien sowie der Lüftungsanlage erfolgt.

In der Herstellung des WOODCUBEs wird aufgrund der vorgenommenen Änderungen etwa 70 mal weniger Energie verbraucht als in der Herstellung eines konventionellen Gebäudes. Aufgrund dieser Veränderungen mussten die ursprünglich kalkulierten Baukosten angepasst

Abb. 18: Bauphase (Januar 2013)

werden. In Übereinkunft mit der IBA wurde daher beantragt, das Förderkonzept nicht unter „Smart Price", sondern unter „Smart Material" laufen zu lassen.

Zentrale Änderungen in der Planungsphase waren:

- Ursprünglich sollte im Bereich der Wände nur der statisch relevante Querschnitt mit verleimtenVollholz errichtet werden. In der Überarbeitung wurde das komplette Wandelement aus unverleimtenVollholz konzipiert.
- Der Wärmeschutz sollte ursprünglich mit konventioneller Dämmung auf der tragenden Vollholzschicht erreicht werden. In der Überarbeitung wurde das Dämmen durch zusätzliches Vollholz in Kombination mit Holzfaserdämmung übernommen.
- Die Holzsichtigkeit sollte ursprünglich durch eine transparente Brandschutzbeschichtung gewährleistetet werden. In der Überarbeitung übernehmen unbehandelte zusätzliche Holzschichten als Opferschichten den Brandschutz für die Wände.
- Die Holzfassade sollte ursprünglich hinterlüftet und mit horizontalen Brandschutzblechen ausgeführt werden. Realisiert wurde das Projekt mit einer Holzfassade mit einzelnen Luftkammern. In der Kassettenstruktur der Unterkonstruktion bildet jede Kassette einen „Brandabschnitt" und leistet jeweils die erforderliche Schottung. Auf horizontale Blechsperren konnte also verzichtet werden.
- CO_2-Bilanz: Durch die oben genannten Maßnahmen wurde der Anteil von Holz deutlich erhöht und somit die Menge an grauer Energie, also jener Energie, die für die Errichtung des Gebäudes aufgebracht wurde, deutlich abgesenkt. Dieses wirkt sich auch auf die CO_2-Bilanz des Gebäudes aus. Für die CO_2-Emissionen aus Konstruktion und Betrieb eines herkömmlichen Gebäudes über 50 Jahre könnten etwa 70 WOODCUBEs hergestellt und errichtet werden.

Aufgrund der genannten Änderungen erfolgte der Baubeginn Wand und Deckenelemente erst im November 2012. Der hohe Vorfertigungsgrad der Holzbauelemente führte jedoch zu lediglich drei Wochen Bauzeit für den Rohbau, sodass inklusive aller Innenausbauten der WOODCUBE bereits im Mai 2013 nach insgesamt nur sieben Monaten Bauzeit fertiggestellt wurde.

B.6 Bewertung

Abb. 19: Innenraum, Erdgeschoss

Der WOODCUBE ist das erste CO_2-neutrale und schadstofffreie mehrgeschossige Wohnhaus der Gebäudeklasse IV, das zudem komplett holzsichtig im Innenbereich realisiert wurde. Daraus resultiert ein neues Holzbausystem im urbanen Umfeld, konsequent rohstoffschonend, gesund und dauerhaft.

Die Erkenntnisse der prototypischen Umsetzung des WOODCUBE werden weiterentwickelt und als Systemhaus marktfähig gemacht. Somit entsteht eine neue Qualität einer Holzbauweise. Es wurde ein Baukastensystem entwickelt, das einzelne Ausbauqualitäten exemplarisch zusammengestellt und bepreist. So sind die verschiedenen Ausbauqualitäten mit Kostensicherheit und fundierter Planung auswählbar. In Zusammenarbeit mit Baubiologen, Architekten und Bauphysikern entstand ein nachhaltiges, gesundes Systemhaus im mehrgeschossigen Bereich, das so bislang nicht auf dem Markt vorhanden war. DeepGreen Development hat sich nachfolgend zur Aufgabe gemacht, die realisierte Holzbauweise Marktfähig zu machen und dafür eine eigene Vertriebs und Beratungslinie gegründet. Zu diesem Zweck wurden exklusive Handelspartnerschaften mit verschiedenen Holzelementherstellern vereinbart. DeepGreen betreibt daher den Woodcube als Referenzgebäude, welches auch nach Ende der IBA Hamburg 2013 für interessierte Planer und Bauherren teilweise zugänglich bleibt.

Holzbau und Brandschutz

Gedübelte, bzw. mechanisch verbundene Holzmassivbauteile, wie im WOODCUBE eingesetzt, hat man in der jüngeren Vergangenheit lediglich im ökologischen Einfamilienhausbau oder bei verschiedenen Spezialbauten eingesetzt. Nun ist mit dem Vorhaben WOODCUBE technisches Neuland betreten worden, indem bei der Außenwandkonstruktionen die eingesetzten gedübelten Brettsperrholzelemente als in toto luftdicht wirkende Bauteile ohne weitere Maßnahmen (Luftdichtigkeitsbahn oder Holzwerkstoffplatte) angesetzt wurden.

Auch die Nutzung der Vollholzbauweise ist in Hamburg ein Novum: Derartige Ausführungen sind weder in Hamburg noch in anderen Bundesländern bauaufsichtlich geregelt (vgl. hierzu das White Paper „Urbaner Holzbau“). Zur Umsetzung mussten diverse Zustimmungen im Einzelfall beantragt werden. Dazu wurde auf bautechnische Regelungen zurückgegriffen, die seit einigen

Abb. 20: Ansicht von Nordosten aus einem Nachbargebäude (Juni 2013)

Jahren in der Schweiz bauaufsichtlich eingeführt sind.

Erstmalig konnte eine ungekapselte Massivholzkontruktion in Gebäudeklasse 4 realisiert werden. Diese wurde gutachterlich über die Heißbemessung, Ansatz Abbrandrate und Risikobetrachtung der Brandlasten und Rauchgasentwicklung nachgewiesen. Ebenso sind neuartige Konstruktionsprinzipien im Bereich der Fassade entwickelt worden, um auch hier den Brandschutzauflagen zu entsprechen, ohne die einstoffliche Bauweise durch Fremdmaterial zu stören: Die Fassade wurde mit belüftetem Hohlraum in kleinräumigen Abschnitten entwickelt. Damit sind die geforderten Abschottungen zur Brandausbreitung nun mehrfach unterteilt.

Die tragenden Wandbauteile wurden in ihrer Eigenschaft über alle Anforderungen optimiert. Ergebnis ist ein Systembauteil, das Tragfähigkeit, Brandschutz und gute energetische Eigenschaften synergetisch verbindet und dies in einem komplett einstofflichen Bereich. So werden Ressourcen gespart und gleichzeitig höchst leistungsfähig eingesetzt.

Derzeit werden die konstruktiven Erkenntnisse aus dem Bauvorhaben weiterentwickelt. Es ist das Ziel, bei weiteren Projekten den Treppenturm auch aus Holz zu errichten. Weiterhin ist es zu einer Weiterentwicklung der Decken gekommen, um noch größere Spannweiten und günstigere Baupreise erreichen zu können.

Energetischer Standard

Es wurde von der TSB Ingenieurgemeinschaft ein Energieeinsparnachweis nach EnEV 2009 erstellt. Eine Passivhaus-Zertifizierung, ursprünglich angestrebtes Ziel für den WOODCUBE, wollte und konnte DeepGreen nach der Umstellung auf eine reine Holzkonstruktion nicht erreichen. Dazu wären z.B. verklebte Dämmstoffe und eine diffusionsgeschlossene, luftdichte Ebene notwendig. Diese Anforderungen an die Gebäudehülle stehen jedoch im eklatanten Widerspruch zum ganzheitlichen Ansatz einer nachhaltigen und schadstofffreien Bauweise, die mit dem WOODCUBE statuiert wird. Hier wird die notwendige Anpassung der starren Regelungen der EnEV einmal mehr deutlich.

Abb. 21: Innenraum, Erdgeschoss

Das in Zusammenarbeit mit diversen Fachplanern thermisch optimierte Thoma Holz100 System macht es nunmehr möglich, für den WOODCUBE einen energetischen Standard von KfW-40 zu erreichen. Wie mehrere Studien belegen, können die erheblichen energetischen Vorteile, die durch die positiven Materialeigenschaften von Vollholzkonstruktionen erreicht werden, durch herkömmlichen Berechnungsmethoden nicht abgebildet werden. Der tatsächliche Energieverbrauch wird voraussichtlich jedoch dem eines Passivhauses ähneln. Betrachtet man den erwarteten Energiebedarf des Gebäudes rein rechnerisch ergibt sich ein Wert von 18 kWh/ m^2a, was annähernd Passivhausniveau ist.

Prozessevaluation

Erklärtes Ziel der IBA Hamburg war es immer, mit dem Projektteam aus dem Wettbewerb auch in die Realisierung zu gehen. Im Falle des WOODCUBE ist dies nicht gelungen. Das neue von DeepGreen eingebrachte Team entsprach jedoch absolut der Qualität des Wettbewerbsteams.

Da im Projektverlauf wiederholt der Versuch unternommen wurde, echte Innovationen umzusetzen, kam der Planungsprozess immer wieder an Punkte, an denen das Projekt gänzlich infrage stand. Auch die Umstrukturierungen innerhalb der Objektgesellschaft, führten zu Verzögerungen im Planungsprozess. Am Ende profitierte das Projekt von den erschwerenden Umständen auf dem Weg zu seiner endgültigen Konzeption, sodass mit dem WOODCUBE ein ausgezeichneter Beitrag zu nachhaltigen Bautypologien gelungen ist, der weit über momentane Baustandards und den Nachhaltigkeitsdiskurs in der Architektur hinausragt. Bezeichnend ist hier z.B. auch, dass auf das DGNB-Gütesiegel in Gold verzichtet wurde.

Abb. 22: Eingangsbereich, Erdgeschoss

Abb. 23: Ansicht von Osten, südöstlicher Gebäudeabschluss

Dies wäre gemäß einer Voruntersuchung zwar möglich gewesen, aufgrund seiner konsequenten ökologischen Ausrichtung, wären bei der Bewertung der Nachhaltigkeitskriterien, Unterschreitungen von bis zu 95% eingetreten. DeepGreen verzichtete daher, in Absprache mit der DGNB, auf die Gleichstellung mit ebenfalls mit Gold zertifizierten Gebäuden. Die DGNB nominierte dennoch den Woodcube für den deutschen Nachhaltigkeitspreis 2013, den sich der Woodcube mit zwei weiteren Gebäuden teilt.

Das seit Jahrtausenden genutzte Baumaterial Holz ist bei intelligenter Verwendung und unter Einsatz modernster Technologie ein Smart Material, das den innerstädtischen Wohnungsbau im 21. Jahrhundert prägen könnte. Der im Rahmen der IBA Hamburg 2013 entwickelte WOODCUBE ist hierfür ein hervorragendes Beispiel.

Abbildungsnachweis

Titelbild:	IBA Hamburg / Bernadette Grimmenstein
Abb. 1:	IBA Hamburg / Martin Kunze
Abb. 2:	IBA Hamburg / Martin Kunze
Abb. 3:	architekturagentur, Stuttgart
Abb. 4:	architekturagentur, Stuttgart
Abb. 5:	architekturagentur, Stuttgart
Abb. 6:	IBA Hamburg / Martin Kunze
Abb. 7:	IBA Hamburg / Bernadette Grimmenstein
Abb. 8:	IBA Hamburg / Martin Kunze
Abb. 9:	architekturagentur, Stuttgart
Abb. 10:	DeepGreen Development, Hamburg
Abb. 11:	DeepGreen Development, Hamburg
Abb. 12:	Versuchsanstalt für Holz- und Trockenbau gemeinnützige GmbH, Darmstadt
Abb. 13:	IBA Hamburg / Falcon Crest Air
Abb. 14:	WOODCUBE Hamburg GmbH
Abb. 15:	architekturagentur, Stuttgart
Abb. 16:	IBA Hamburg / Martin Kunze
Abb. 17:	IBA Hamburg / Martin Kunze
Abb. 18:	IBA Hamburg / Martin Kunze
Abb. 19:	IBA Hamburg / Bernadette Grimmenstein
Abb. 20:	IBA Hamburg / Bernadette Grimmenstein
Abb. 21:	IBA Hamburg / Bernadette Grimmenstein
Abb. 22:	IBA Hamburg / Bernadette Grimmenstein
Abb 23.:	IBA Hamburg / Bernadette Grimmenstein