

Konsequent nachhaltiges Bauen in der Stadt

In Hamburg steht mit dem Woodcube nun ein ‚richtiger‘ Holzbau

Auf der Internationalen Bauausstellung (IBA) in Hamburg wurde weltweit der erste mehrgeschossige Massivholzbau im urbanen Raum errichtet. Der 15 m hohe Holzkubus beherbergt acht Einheiten mit Wohnflächen zwischen 70 und 190 m², die sich auf fünf Geschossebenen verteilen. Er besteht zu ca. 90 % aus massivem Holz. Das unterscheidet ihn maßgeblich von anderen, innerstädtischen Holzbauten, deren Holzanteil bei ca. 30 – 40 % liegt und deren Holzgewerke hinter Verkapselungen versteckt werden. Nicht so beim Woodcube.

Sichtbare Holzfassade

Die Gebäude in Deutschland werden immer dichter – eine Vorgabe der Energieeinsparverordnung (EnEV). Diese Dichtheit wird über immer dickere Dämmschichten erzielt, die in den allermeisten Fällen aus Polystyrol-Platten (Styropor) bestehen, da diese deutlich billiger sind, als ökologische Dämmstoffe.



Abbildung 2

Die 8 Wohnungen im Passivhausniveau werden durch das LED Beleuchtungskonzept in Szene gesetzt

Das wirft Fragen wie die nach der Schimmelbildung und der Wohngesundheits in den abgedichteten Wohnungen auf, denen man mit teuren Lüftungssystemen und Bioziden auf dem Putz zu begegnen versucht. Doch wie fühlt sich der Mensch in diesen Räumen? Was ist mit Allergien, die nach wie vor stark zunehmen? Wo bleibt die Wohngesundheits? Die in Hamburg und Stuttgart ansässige DeepGreen Development GmbH (www.deepgreen-development.de) nahm sich des Themas an. Der Projektentwickler Matthias Korff erkannte die Chance, im Kontext der IBA einen Mehrgeschosser erstmals in rein ökologi-



Abbildung 1

Der Woodcube. Referenzgebäude auf der Hamburger Internationalen Bauausstellung. Baujahr 2013
Konsequentes Massivholzgebäude Fünf Geschosse plus Keller, 900 m² Wohnfläche, Gebäudeklasse IV, Bauherr Woodcube Hamburg GmbH / Deep Green Development
Foto: CDCY, Hamburg

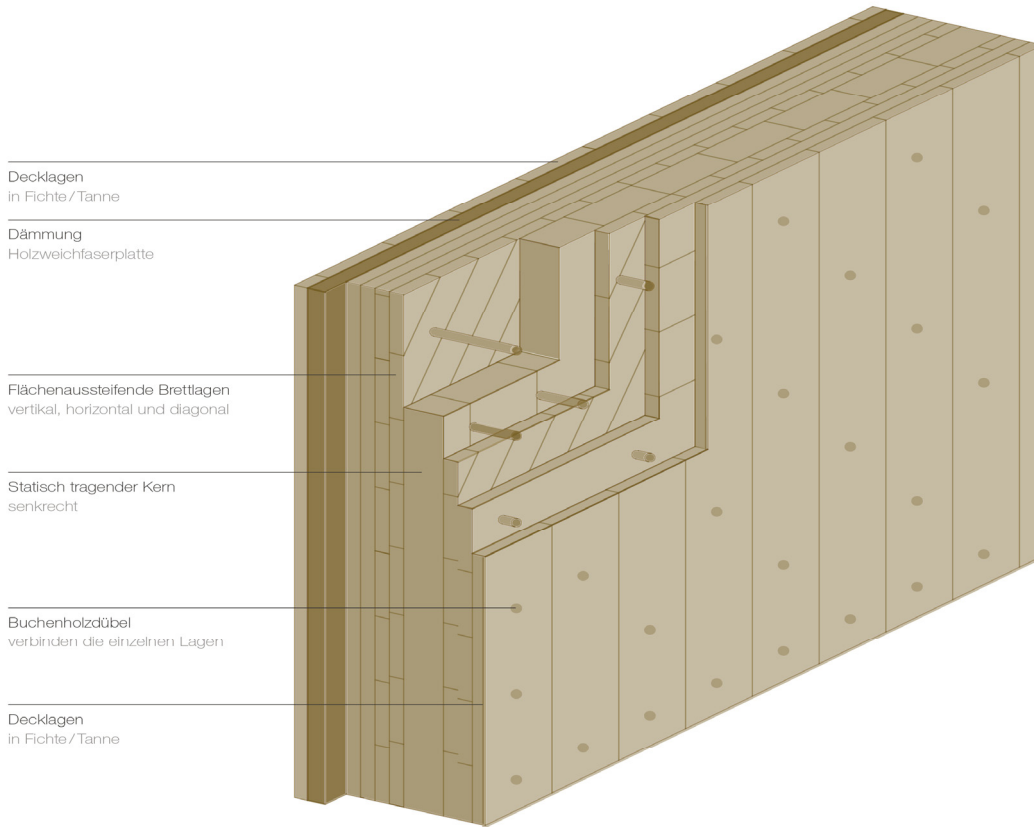


Abbildung 4

Kanthölzer und Bretter aus Tannenholz, Fichte und Lärche werden stehend, liegend und diagonal zu kompakten Bauelementen geschichtet. Buchenholzdübel durchdringen diese Schichten in der vollen Stärke des Wandelements. Die Dübel werden vor Einpressung mit Quark und Soda befeuchtet und quellen somit unlösbar, wie fest verwachsene Äste, in die umgebenden Hölzer hinein. Durch die gegenläufig verlaufenden Faserschichten entstehen so unverwüstliche, zu 100 % natürliche und wohngesunde Massivholzblöcke.

wie z.B. Schimmelbildung, Kondensation oder Anschlussfehler aufeinander treffender Gewerke unterschiedlicher Materialien. Doch ganz ohne Metall kommt auch er nicht aus: die Montage der Elemente ab der Bodenplatte erfordert Schrauben und Winkel als Verbindungsmittel. Je nach Gusto können beim Holz100 System die Innenseiten der Massivholzwände sichtbar bleiben, alternativ mit einem Lehmputz versehen oder anderen Materialien verkleidet werden. Ebenso gibt es auch beim Außenbereich verschiedene Optionen: Holzverkleidungen, Putzfassaden oder auch Verklinkerungen sind möglich.

Stabiler Kraftschluss

Bedingt durch den hohen Vorfertigungsgrad konnte der hölzerne Rohbau innerhalb von 4 Wochen errichtet werden. Die massiven Holzelemente platzierte man auf das Kellergeschoss rund um den zentralen Erschließungskern mit Treppenhaus und Aufzug, die beide aus Stahlbeton gefertigt wurden. Die Elemente bestehen aus verschieden starken Brettlagen bzw. Pfosten aus

Tannen- und Fichtenholz. Auf beiden Seiten einer senkrecht stehenden, 80 mm messenden Kantholzlage werden verschiedene Brettschichten sowohl horizontal, vertikal als auch diagonal zu kompakten Bauteilen miteinander verbunden.

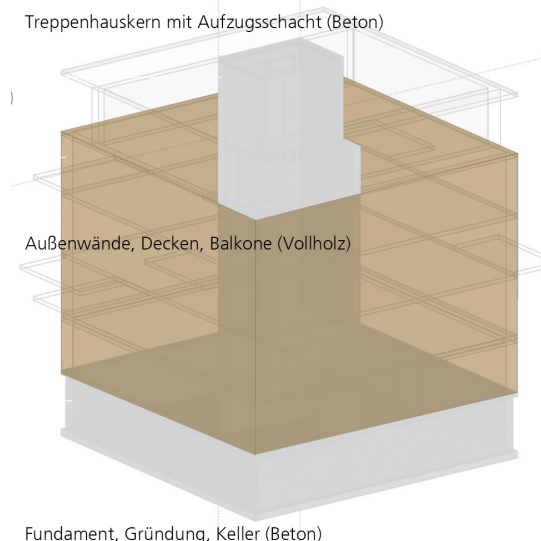
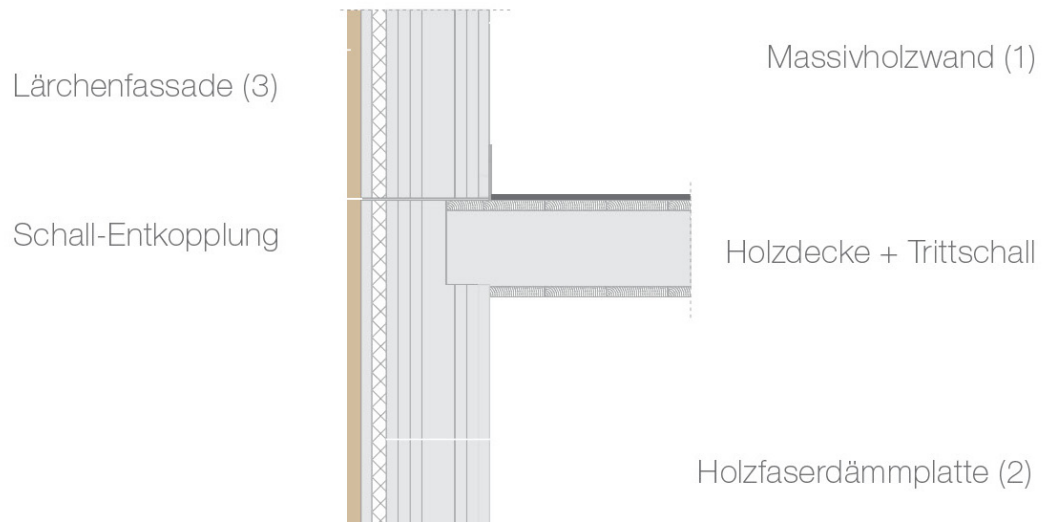


Abbildung 5

Konstruktionsprinzip des Woodcube: Lediglich der Keller und der Treppenhaus-schacht bestehen aus Beton. Wände und die konstruktiven Deckenelemente bestehen aus reinem Massivholz

**Abbildung 6**

Aufbau der Außenwand mit Deckenanschluss

Die Brettschichten von 24 mm Dicke befestigt man mit relativ trockenen Buchenholzdübeln, die leicht befeuchtet hydraulisch in den Holzlagenverbund eingepresst werden. Danach quellen sie auf und ziehen sich in Richtung des etwas feuchteren Weichholzes fest. Aufgrund der unterschiedlichen Feuchtegrade in den Dübeln aus Hartholz und den Brettschichtlagen aus Weichholz entsteht ein extrem stabiler Kraftschluss im gesamten Element, der auf der natürlichen, ausgleichenden Feuchtebewegung im Holzkörper beruht.

Stehende Luftschicht

Die Holz100 Elemente verfügen über eine hohe Wärmedämmung. Dies beruht zum einen auf den naturbedingt guten Dämmeigenschaften von Massivholz, dessen Wärmeleitfähigkeit gering ist. Zum anderen auf Lufteinschlüssen zwischen den einzelnen Brettlagen, die durch kleine, eingefrägte Längsrillen entstehen. Nach dem Zusammenfügen der gerillten Brettlagen zu Massivholzelementen werden die Kopfsenden mit einem Naturöl-Holzstaub-Gemisch verschlossen. Daraus resultiert eine sogenannte „stehende Luftschicht“, welche die Dämmwirkung des Gesamtelements verstärkt, ohne dessen Gewicht zu erhöhen. Der

von DeepGreen weiterentwickelte Wandaufbau des Woodcube erreicht Niedrigenergiestandard. Der Lambdawert (Wärmeleitfähigkeit) der gefrästen Holzschichten beträgt nur 0,079 W/(mK) (Watt je Quadratmeter und Kelvin) (gegenüber einfachem Nadelholz mit 0,13W/mK) – ein Rekordwert. Der U-Wert der Wand beträgt 0,19W/m²K.

Abbildung 7

Fassade: Auf der Außenseite wurde zusätzlich mit 4cm Holzweichfaserplatten eingepackt und mit der unbehandelten Lärchenholzfassade verschalt.





Raumklima

Das Raumklima in einem massiven Holzbau bewegt sich permanent in einem für den Menschen idealen Feuchtigkeitsbereich zwischen 35 % und 55 % relativer Feuchte. Denn Vollholz ist diffusionsoffen, d.h. es nimmt überschüssige Luftfeuchtigkeit auf, speichert diese, gibt sie erst bei Bedarf wieder an die Raumluft zurück oder führt diese bei Sättigung nach Außen ab. Dieses holzbauspezifische Raumklima beugt der Verbreitung von z.B. Milben oder Schimmelpilzen sowie der Feinstaubbelastung wirksam vor, da sich potenzielle Allergene erst ab einer Raumfeuchtigkeit von > 60 % entfalten können. Der Mensch fühlt sich dadurch wohl in von Holz determinierten Räumlichkeiten, selbst Allergiker können frei durchatmen, der Herzschlag wird ruhiger, das Nervensystem geschont. Des Weiteren speichert massives Holz Wärme und gibt diese bei Bedarf an den Raum zurück. Durch seine wärmespeichernden und -dämmenden Eigenschaften fühlt es sich im Vergleich zu Stahl oder Beton auch immer relativ warm an. Aufgrund dessen müssen massive Holzbauten bis zum Erreichen der persönlichen Behaglichkeit weniger hoch temperiert werden als mineralische Gebäude, was Einsparungen beim Energieverbrauch zur Folge hat.

Abbildung 8

Bauphase: Der Holzrohbau wurde in nur knapp 4 Wochen fertiggestellt. Trotz beständigen Minusgraden, konnte die Baustelle binnen 7 Monaten komplett abgewickelt werden. Die Bauarbeiten wurden von einem Baubiologen überwacht. Bauchemie und Bauabfälle wurden bei den Bauarbeiten vermieden. Selbst Rauchen innerhalb der Baustelle, war den Handwerkern untersagt.



Abbildung 9

Deckenmontage: Die massiven Deckenelemente bilden zugleich die auskragenden Bodenplatten der Balkone.



Abbildung 10

In einem Arbeitsgang: Fertige Innenwandoberfläche, Statik, Dämmung, Brandschutz. Nur 3 Zimmerleute und ein Kranführer waren knapp 4 Wochen beschäftigt um den Holzbau fertig zu stellen. Und dies bei Temperaturen weit unterhalb des Gefrierpunktes.

Individuelle Raumaufteilung

Die massiven Außenwände, Boden- und Deckenelemente garantieren darüber hinaus eine sichere Statik. Eine konstruktive Besonderheit zeigt die Möglichkeiten im modernen Holzbau auf: Die 23 cm dicken Holzdecken und die Balkonplatten, die 2,50 m frei auskragen können, bestehen aus ein und denselben Elementen. Diese reichen vom Erschließungskern über den Innenraum und die Außenwände bis nach außen durch ohne eine Wärmebrücke zu bilden, da das Bauteil dabei ungestört bleibt und massives Holz eine schlechte Wärmeleitfähigkeit aufweist. Weil die Lasten von den Außenwänden abgetragen werden, benötigen die Räume keine weiteren Stützen in Form



Abbildung 11

Die Decken und Wände werden nicht weiter bearbeitet, außer der Käufer wünscht eine Verkleidung z.B. aus Lehmputz.

von tragenden Innenwänden, was eine individuelle Raumaufteilung ermöglicht. Die nichttragenden Innenwände wurden bewusst nicht in massiver Holzbauweise ausgeführt, da die Querschnitte schallschutzbedingt so stark hätten ausfallen müssen, dass zu viel Wohnraum verloren gegangen wäre. Hier setzte DeepGreen auf Metallständer-Leichtbauwände mit schalldämpfender, mineralischer Dämmung und Gipsfaserbeplankung, die wenig Fläche beanspruchen und bei verändertem Raumbedarf versetzt oder ganz entfernt werden können.

Abbildungen 12 und 13

Blick in den bewohnten „Rohbau“ des Woodcube. Die Wand- und Deckenelemente sind in den Wohnungen auf Wunsch der Bewohner unbehandelt und unverkleidet geblieben. Das positive Raumklima wird durch keinerlei Chemie beeinträchtigt. Daher wurde auch auf übliches Parkett verzichtet. Stattdessen wurden 2cm starke Eichendiele auf den kokosfaserge-dämmten Boden geschraubt.



Abbildung 14

Die unbehandelte Lärchenholzfassade kommt ohne blecherne Brandriegel und unbrennbaren aber faserhaltigen Mineralwollen aus. Hinter der Lärchenholzverschalung, wurde ein Holzrahmenraster geschraubt, welches eine Belüftung ermöglicht und in sich geschlossene Brandabschnitte bildet. Hygrothermische Untersuchungen unterstellen eine Mindesthaltbarkeit von 35 Jahren.



Ganzheitliche Bauphilosophie

Der Woodcube erreicht Passivhaus-Level, wobei er die Voraussetzungen des förderfähigen KfW-Effizienzhauses 40 um 22% unterschreitet. Er trägt nicht nur den bekannten Förder- (Kreditanstalt für Wiederaufbau - KfW) und Zertifizierungskriterien (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen - DGNB e.V.) Rechnung, deren Anforderungen der Woodcube in wesentlichen Positionen deutlich unterschreitet, sondern setzt mit seiner ganzheitlichen Bauphilosophie komplett neue Maßstäbe. Der Massivholz-Prototyp verfügt über eine CO₂-neutrale Gesamtkobilanz, die von der Herstellung sämtlicher am Bau beteiligten Materialien über den Bauprozess und die Nutzung bis zum Rückbau inklusive Recycling eine geschlossen evaluierte Prozesskette mit Vorbildcharakter ausweist. Das unterscheidet ihn maßgeblich von der rechtsgültigen, gleichwohl zu kurz greifenden EnEV (Energieeinsparverordnung), die nur den Energieverbrauch der Gebäude während deren Nutzungsphase betrachtet. Die sogenannte „graue Energie“ aus der Herstellung der Baumaterialien bleibt unberücksichtigt. So lässt die EnEV die Energieverbräuche und Emissionen der Produktion von z.B. Wärmedämmverbundsystemen (WDVS) auf Polystyrolbasis (Styropor) ebenso unbeachtet wie deren spätere eingeschränkte Recyclingfähigkeit als Sondermüll. Im konventionellen, mineralischen Baugeschehen, wo kontinuierlich mit derlei WDVS-

Systemen gearbeitet wird, kann diese graue Energie den jährlichen Gebäudeenergiebedarf um das 100-fache übertreffen, auch wenn dasselbe Gebäude gemäß EnEV vorbildlich ist. DeepGreen mochte dieser Einschränkung in der Evaluierung nicht folgen. Die beauftragte ina Planungsgesellschaft (www.ina-darmstadt.de), ein Spin-off der TU Darmstadt des Fachbereiches Architektur/Fachgebiet Entwerfen und Energieeffizientes Bauen, mit der nicht vorgeschriebenen, jedoch sämtliche wichtigen Parameter aufgreifenden Ökobilanzierung des Woodcube. Die Analyse erfolgte nach den Vorgaben des Zertifizierungssystems des DGNB.

Natur und Technik

Das Ergebnis ist eindeutig: der Woodcube ist sowohl in der Herstellung als auch im Betrieb in Gänze CO₂-neutral und schadstofffrei. Mit den CO₂-Emissionen, die beim Bau eines in Form und Größe vergleichbaren konventionellen, mineralischen Passivhauses entstünden, könnten 70 Woodcubes errichtet und betrieben werden. Das



Abbildung 15

Ein Aufzug mit Bremsenergie-rückgewinnung, sowie eine edel wirkende Gestaltung des Eingangsbereichs machen deutlich, dass radikales Öko-bewusstsein und modernes, urbanes Design, kein Widerspruch mehr ist.

mag merkwürdig klingen, doch Holz wächst ohne fossilen Energieverbrauch und ohne Emissionen nach, produziert dabei Sauerstoff und speichert CO₂, Beton und Ziegel nicht. Die einstoffliche Elementbauweise ist nach dem cradle-to-cradle System („von der Wiege zur Wiege“) in Gold zertifiziert. Das Werk erzeugt durch PV-Elemente und Verwertung der Holzreste in einer Biomassefeuerung mehr Energie, als es für die Herstellung der Bauteile benötigt. Zudem entstammen die verwendeten Hölzer

Treibhauspotential in kg CO₂-Äqv./mNGF2a

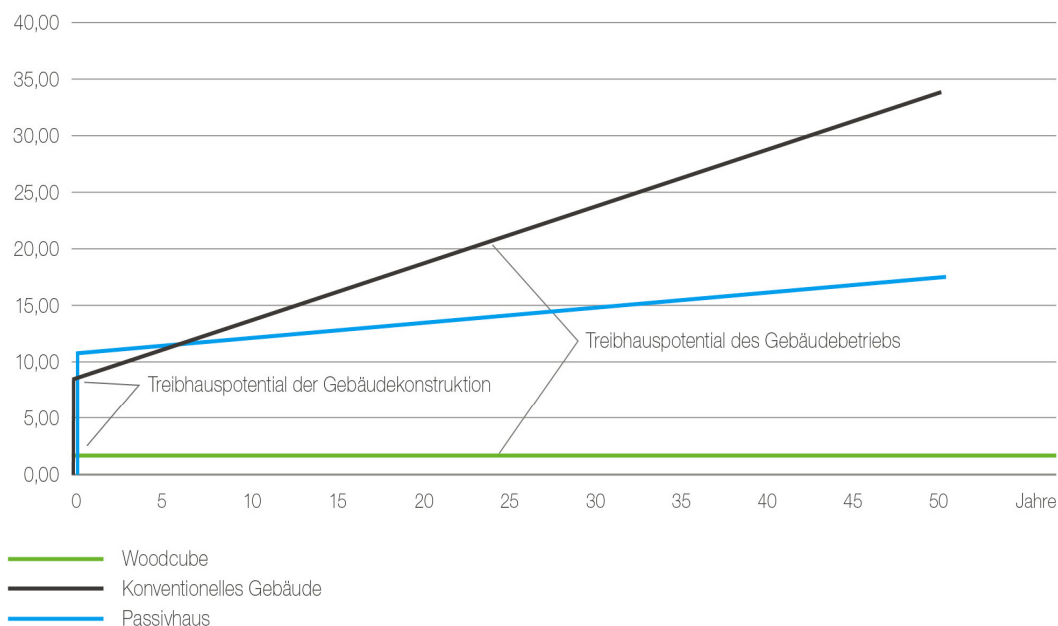


Abbildung 16

Vergleich der Entwicklung des Treibhauspotentials des Woodcubes mit einem nach geltenden Vorschriften errichteten Passivhaus, sowie einem Konventionellen EnEV 100 Gebäude (Stand 2012) über 50 Jahre (Konstruktion, Heizung, Warmwasser, Haushaltsstrom, Hilfsstrom Heizung). CO₂ Bilanz entsprechend dem Verfahren der DGNB.

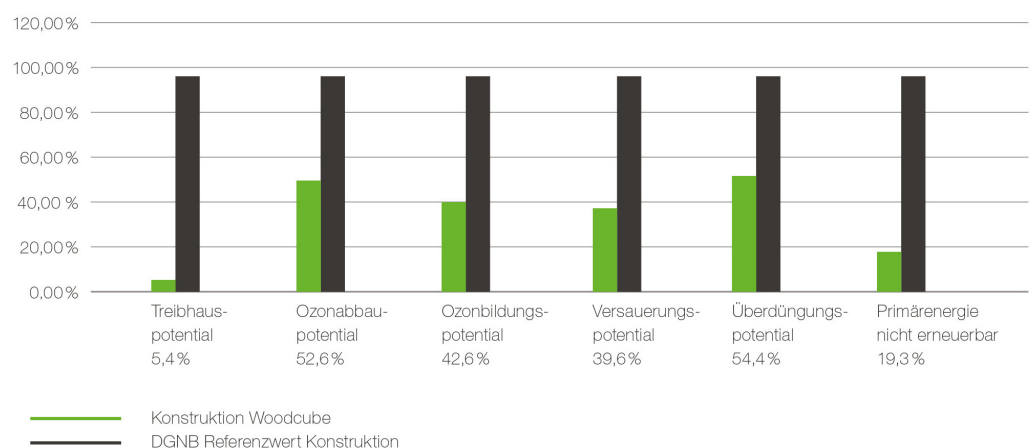
nachhaltiger Forstwirtschaft, welcher im Winter bei abnehmendem Mond als sogenanntes ‚Mondphasenholz‘ geerntet wurde. Dessen höhere Dichte und Resistenz gegenüber Schädlingen wurde von der ETH Zürich bestätigt. Sämtliche eingesetzten Materialien im Holzkubus sind komplett recyclingfähig, biologisch abbaubar und baubiologisch einwandfrei. Im Gebäude minimiert und optimiert ein vernetztes Energiemanagementsystem die Verbräuche und stimmt sie auf die individuellen Nutzerverhalten ab. So werden z.B. Heizenergie, die dezentrale Lüftung mit Wärmerückgewinnung und Jalousien automatisch gesteuert bzw. ganz abgeschaltet, wenn der Bewohner auf Reisen ist. Die Verbräuche jedes einzelnen Energieabnehmers inkl. der Beleuchtung werden in einem Terminal dokumentiert, so dass der Bewohner seinen Stromverbrauch kennt und bei Bedarf gegensteuern kann. In den öffentlichen Bereichen arbeiten LED-Leuchten, der Aufzug verfügt über eine Bremsenergieerückgewinnung. Und die Holzflächen des Woodcube müssen weder gestrichen noch anderweitig behandelt werden, alles andere wäre einzig der Kosmetik geschuldet.

Holzbau und Brandschutz: Aufklärung vonnöten

Fester Bestandteil der Philosophie des Woodcube ist es, das Holz aus Brandschutzgründen weder hinter Verkapselungen oder fremdstofflichen Fassaden zu verstecken, noch es mit Schutzanstrichen zu versehen oder teure Sprinkler einzubauen. Doch genau das verlangte die Muster Brandschutzrichtlinie von 1995. Jedoch belegte die DeepGreen von beauftragte Technische Universität Darmstadt um Professor Karsten Tichelmann in eigenen Brandschutzversuchen, dass der massive Holzbau ohne derlei Brandschutzmaßnahmen auskommt. Die Tests brachten hervor, dass die mächtigen Holzelemente 3 bis 5 mal länger Feuerwiderstand leisten als Beton- oder Ziegelkonstruktionen. Die in der Gebäudeklasse IV erforderliche F 90 Brandwiderstandsdauer (= 90 Minuten) bei 1000 Grad Dauerbeflammung wurde problemlos erreicht, die spezielle Konstruktion des Massivholz-Prototypen erzielte gar rekordverdächtige F 180. Wie schon in früheren Testverfahren bestätigt, zeigt sich massives Holz in Abhängigkeit des Durchmessers im Brandverhalten über einen langen Zeitraum hinweg als konstruktiv sicher. Der häufig vorgebrachte Einwand bei der mehrgeschossigen Holzbauweise im urbanen Raum, die vermeintlich höhere Brandgefahr, be-

Abbildung 17

Vergleich der Umwelteinwirkungen der Konstruktion des Woodcube mit dem Referenzwert der Deutschen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (Konstruktion durchschnittliches Gebäude, Referenzwert = 100%)



ruht mehr auf psychologisch determinierten Ängsten denn auf wissenschaftlichen Erkenntnissen. Denn eine massive Holzsäule trägt auch bei Vollbrand sehr lange zu 100 Prozent, bevor diese, im Gegensatz zu Stahlkonstruktionen, vorhersehbar einbricht. Allzu häufig mangelt es den Zulassungsbehörden hierbei an Erfahrungswerten. Zudem sind aufklärende Gespräche mit Brandschutzbeauftragten und den Feuerwehren notwendig, die die Möglichkeiten des modernen Ingenieurholzbaus (noch) nicht kennen.

Förderung CO2 neutralen Bauens

Die konsequent nachhaltige Bauweise hat dazu geführt, dass der Woodcube in Fachausschüssen des Deutschen Bundestages als Referenzbau thematisiert wird. Hierbei geht es darum, wie die Bundesregierung in Zukunft nachhaltige Bauweisen fördert, wobei der Holzbau eine zentrale Rolle spielt. In die Gespräche involviert sind auch die KfW (Kreditanstalt für Wiederaufbau) sowie die

Wohnungsbaukreditanstalten. Gemeinsames Bestreben ist, eine Sonderförderung zu erarbeiten, die das CO2-neutrale Bauen fördert und Bonuspunkte für Schadstofffreiheit vergibt. In diesem Kontext könnte die KfW den Woodcube als maximales Ziel definieren. Die ersten Signale lassen hoffen. Denn die derzeitige EnEV betrachtet nur den Energieverbrauch der Gebäude während der Nutzungsphase. Die sogenannte „graue Energie“ aus der Herstellung und Transport der Baumaterialien sowie das Recycling bleiben unberücksichtigt. Auch das Umweltbundesamt misst der kompletten CO2-Neutralität eine grundsätzliche Bedeutung zu, und stellt dabei den Energieverbrauch während der Nutzung in den Vordergrund: „Grundsätzlich ist es sinnvoll, die Treibhausgasemissionen eines Gebäudes in allen Lebensphasen zu bilanzieren. Da in der Regel jedoch die Betriebsphase dominiert, sollte hierauf der Schwerpunkt liegen. Dennoch sollten Baustoffe, die mit geringem Energieeinsatz herge-

Versuchsanordnung: Außen -10° , innen $+21^{\circ}$; Heizung wird abgeschaltet. Es wurde die Zeit ermittelt, bis die Wandoberfläche im Raum 0° erreicht hat. Nach Dr. Kuba, tech. Univ. Graz.

Auskühldauer
in Stunden

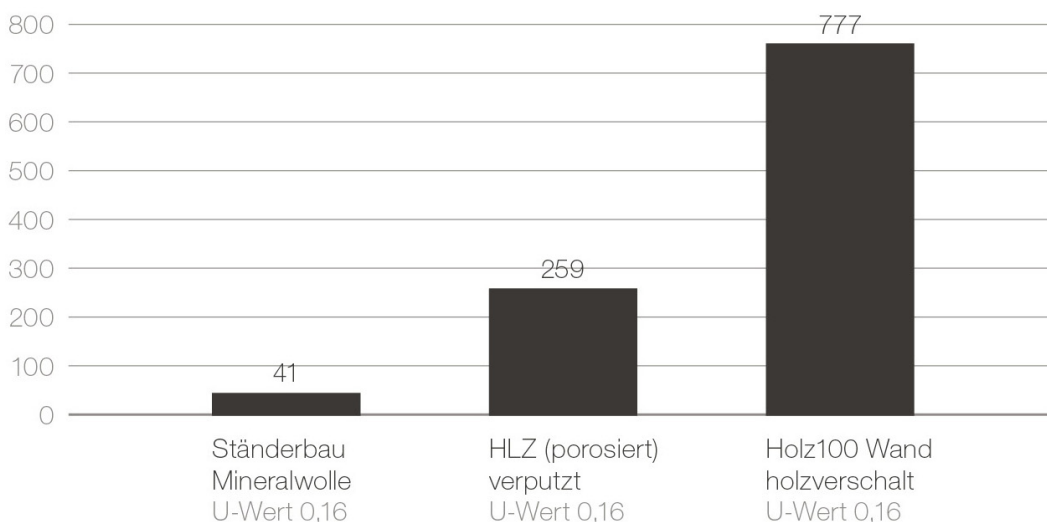


Abbildung 18

Weltrekord in Auskühldauer. Nicht nur im Winter als Wärmespeicher, sondern auch im Sommer als Hitzeschutz, ist das thermisch träge Massivholz anderen Materialien weit überlegen.

Abbildung 19

Die Bussteuerung des Woodcube setzt auf Energieeffizienz und Verzicht von Energieverbräuchen. DeepGreen verfolgt den Ansatz, möglichst wenig Primärenergie aufzuwenden, statt Stromerzeuger zu beanspruchen. Die per Handy steuerbare Haustechnik schaltet auf Wunsch unnötige Stromkreise aus. Der Bewohner hält seinen aktuellen Energieverbrauch im Blick. Über Sensoren gesteuerte Messtechnik reguliert die Heizung und die Lüftungssteuerung, welche über einen Wärmerückgewinnungsgrad von ca. 90% verfügt. Die Vermeidung von möglichen Schadstoffemissionen stets im Blick haltend, wurde selbst die strukturierte CAD7-Verkabelung Halogen- und PVC-frei hergestellt.

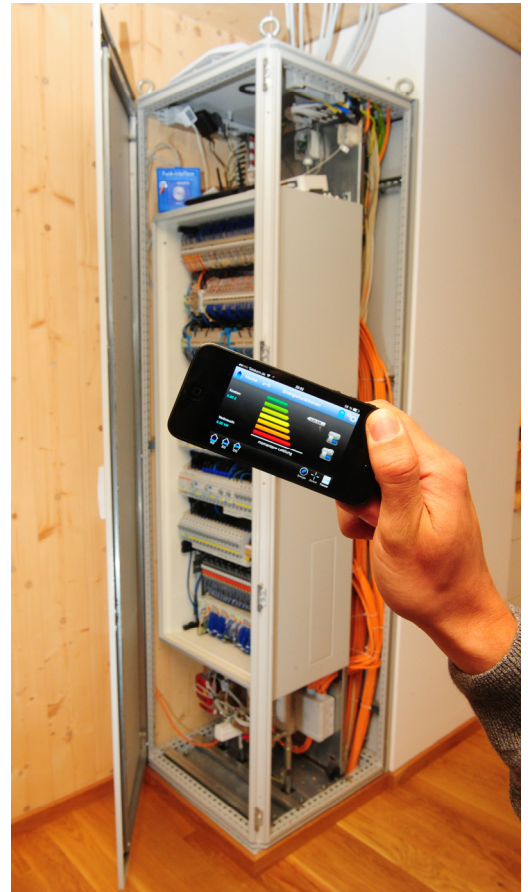
stellt wurden und auch recyclebar sind, eingesetzt werden, damit die Gesamt(energie)bilanz eines Gebäudes bei hoher Energieeffizienz in der Nutzungsphase in allen Lebensphasen des Gebäudes optimiert wird.“

Humaner und sozialer Städtebau

Was kann humaner und sozialer sein, als in einem nachweislich wohngesunden und von der Herstellung des Baumaterials über den Bauprozess und den Rückbau inklusive Recycling 100 % gesamtökologisch durchkonzipierten Gebäude zu leben und zu wohnen? Mehr und mehr Menschen zieht es gegenwärtig zurück in die Städte. Gleichzeitig leiden mehr und mehr Menschen an Allergien. Aufgrund dessen gilt es gerade in den kompakten Ballungsräumen mit ihren hohen Dichten und Emissionsraten gesunde und lebensfähige Wohnräume zu schaffen, die von den Folgegenerationen nach Ende der Nutzung nicht unter erheblichem Aufwand rückgebaut und problembehaftet entsorgt werden müssen. Insgesamt wurden für den Woodcube ca. 500 m³ an Holzvolumina verbaut. Dies entspricht einem Kohlenstoffanteil, aus dem Holz zu 50 % besteht, von umgerechnet 125 Tonnen, woraus eine CO₂-Speicherung von über 458 Tonnen resultiert. Die energetische Versorgung erfolgt ebenfalls CO₂-neutral: auf dem Dach produzieren PV-Elemente mehr Strom als der öffentliche Bereich des Gebäudes benötigt, während die Energie für Warmwasser und Heizung durch regenerativ erzeugte Fernwärme sichergestellt wird.

Serienreife avisiert

Der mittlere Verkaufspreis bei neuen Eigentumswohnungen in Hamburg-Wilhelmsburg liegt derzeit etwa zwischen 2.800 und 3.500 €/ je m² Wohnfläche. Der Verkaufspreis von 4.500 €/m² beim Woodcube mag also für Wilhelmsburg erhöht klingen, hat jedoch die Menschen nicht davon abgehalten, sich in dem massiven Holzbau



eine Wohnung zu kaufen. Obschon der Standort in Wilhelmsburg nicht zu den gemeinhin präferierten Lagen in der Elbstadt zählt, stehen der gesunde Wohnraum sowie das natürliche Baumaterial bei den Bewohnern hoch im Kurs. Zudem sind Prototypen aufgrund von u.a. Entwicklungs- und Forschungskosten zuerst immer teurer als etablierte Bausysteme. Doch sollen die Kosten mit der von Korff initiierten DeepGreen Development Gesellschaft durch die avisierte Serienreife sinken.

© DeepGreen Development GmbH, Hamburg
Aus technischer Sicht ist es egal, welche Art Fassade an einen Holzbau kommt, Hauptsache sie ist dauerhaft feuchtesicher!



Deep Green.

