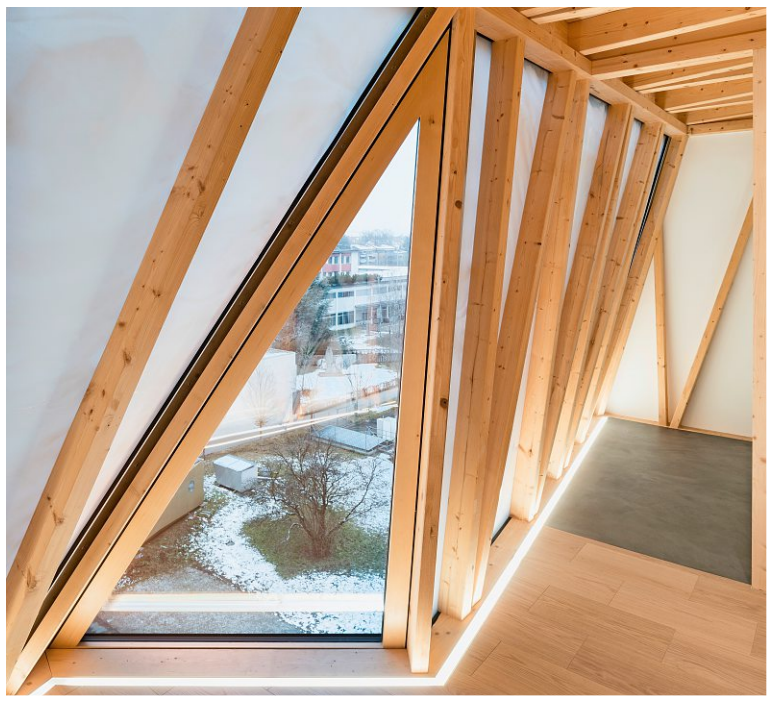
Wie aus einer anderen Welt: Das DFAB House thront auf der obersten Plattform des Nest-Gebäudes

Fotos: Roman Keller



Der erste von Robotern erstellt Holzbau der Welt: Nicht nur die einzelnen Elemente, auch die kompletten Module wurden computergestützt entworfen

Wohnen mit Aussicht. Das DFAB House in Dübendorf dient zwar der Forschung, wird jedoch von Mitarbeitenden der Empa bewohnt

Das Haus der Zukunft

In Dübendorf steht das smarteste Gebäude der Schweiz. Konstruiert wurde es von Robotern, um neue Bau- und Wohnformen zu erforschen

Erik Brühlmann

Das im letzten Februar eröffnete DFAB House ist das erste bewohnte Gebäude der Welt, das digital geplant und mithilfe von Robotern und 3-D-Druckern auch weitgehend digital gebaut wurde. Es ist ein Teil des Forschungszentrums Nest (Next Evolution in Sustainable Building Technologies), das auf dem Campus der Empa in Dübendorf die Lücke zwischen Entwicklung und Markt schliessen will. In verschiedenen thematischen Units bietet es Plattformen, in denen Innovationen weiterentwickelt werden, bevor sie den Gesetzen des Markts unterworfen werden.

Das dreistöckige DFAB House wartet als Pilotprojekt «Digital Fabrication» der ETH Zürich und des Swiss National Centre of Competence in Research (NCCR) mit neuartigen Ansätzen rund um das Thema Bau und Materialisierung auf. Schon ein kurzer Blick ins unterste, aus Beton bestehende Geschoss macht deutlich: Das DFAB House befindet sich weit jenseits der heutigen baulichen Standards. Wo in Überbauungen rechte Winkel und strikte Geradlinigkeit vorherrschen, bietet das Betongeschoss geschwungene Linien, Aushöhlungen und hochpräzise Unregelmässigkeiten. Um so etwas konstruieren und gleichzeitig die gesetzlichen Bestimmungen einhalten zu können, muss man traditionelle Herangehens- und Bauweisen radikal überdenken. Eine der Hauptüberlegungen dabei war es, den Materialeinsatz zu optimieren.

Im Grund werde heute nämlich viel mehr Material verbaut, als nötig wäre, sagt Projektleiter Konrad Graser von der ETH Zürich. Wie es anders geht, zeigen etwa die Betonpfosten der Glasfassade. Sie wurden mit einem Verfahren namens Smart Dynamic Casting hergestellt. «Hierbei wird keine komplette Schalung für den Pfosten gebaut und ausgegossen», erklärt der Architekt. Vielmehr gibt es eine Gleitschalung von nur etwa vierzig Zentimetern Höhe, die in einem automatisierten Verfahren kontinuierlich mit Beton ausgegossen und in der Vertikalen bewegt wird. Das sieht dann aus, als würde die Betonstruktur wachsen. Der Vorteil: Mit derselben Schalung sind unzählige verschiedene Strukturen realisierbar.

Die Streben wurden mithilfe von Algorithmen berechnet

Schaut man genau hin, merkt man, dass jeder Betonpfosten anders ist als seine Nachbarn. «Das ist eine direkte Folge der Kräfte, die auf jede einzelne Strebe wirken», erklärt Graser. Diese wurden mithilfe von Algorithmen berechnet, daraus wurde dann die Form der einzelnen Streben abgeleitet. Graser: «Hier geht es um Materialoptimierung. Es wäre Verschwendung, massige Elemente zu bauen, wenn kaum Kräfte darauf wirken.»

Materialoptimiert ist auch die wellenförmige Betonwand, die als tragender Raumteiler fungiert. Sie wurde in einem Verfahren namens Mesh Mould gebaut – einem völlig neuen Schalungsansatz. Zuerst wurde nach einem digital erstellten Modell eine Gitterstruktur gebaut. Diese wurde mit einem Spezialbeton gefüllt und anschliessend die Wand mit einer weiteren dünnen Schicht Beton überzogen. «Die Schalung bleibt also in der Wand und übernimmt die Armierungsfunktion», sagt Graser. Auf diese Weise lassen sich komplexe Formen ohne überflüssigen Materialaufwand realisieren. Graser: «Unter statischen Gesichtspunkten könnte die Wand sogar noch dünner als die jetzigen zwölf Zentimeter sein.» Gebaut wurde die Gitterstruktur von einer weiteren Innovation: dem «In situ Fabricator». Der Roboter ist in der Lage, Baupläne hochpräzis umzusetzen. Durch eine eingebaute Sensorik kann er sich selbstständig positionieren und unvorhergesehene Umstände auf der Baustelle melden.

Die tragende Decke des Betongeschosses namens Smart Slab erinnert ein wenig an ein Kunstwerk von H. R. Giger. Auch sie besteht aus vorgefertigten Leichtbau-Betonelementen, die an der Baustelle nur noch zusammengebaut werden mussten. «Sie ist in gewisser Weise die Lösung des Dilemmas zwischen dem klassisch kubischen Volumen des Gesamtgebäudes und den atypischen Elementen wie der Wand», so Graser. Dadurch wirken Kräfte, die eine herkömmliche Deckenkonstruktion nicht ohne weiteres bewältigen könnte.

Die Lösung liegt im 3-D-Druck, dank dem das «Skelett» der Decke genau so hergestellt werden kann, wie es statisch notwendig ist. Das spart Material und lässt den Einbau von Hohlräumen für Leitungen und Installationen von Anfang an zu. Die anderen beiden Geschosse des DFAB House bestehen aus vorgefertigten Holzbaumodulen – eigentlich nichts Neues. «Doch», widerspricht Graser, «es handelt sich dabei um den ersten robotisch zusammengebauten Holzbau der Welt.»

Geometrisch völlig freie Formen lassen sich generieren

Beim Projekt Spatial Timber Assemblies wurden die kompletten Module computergestützt entworfen. Anschliessend übernahmen zwei Roboter den Aufbau.«Auch hier wurden Position, Form und Masse der Einzelteile genau so konstruiert, wie es die darauf wirkenden Kräfte verlangen», erklärt der Architekt. Dadurch kann die tragende Holzstruktur – anders als normale Holzrahmentragwerke – auch Horizontallasten verarbeiten.

Als direkte Folge dieser Spatial Timer Assemblies wurde eine Fassade entwickelt, die ebenfalls material- und funktionsoptimiert ist. Die so entstandene Leichtbaufassade besteht aus zwei dünnen Membranen. So lassen sich geometrisch völlig freie Formen generieren. Das Ganze ist zwar bis zu einem gewissen Grad flexibel, aber dennoch stabil und vor allem lichtdurchlässig. Auf die Bemerkung, dass man seinen Rembrandt nicht an der Membran aufhängen könne, meint Graser: «Das Gebäude ist zum Glück so ästhetisch, dass man den gar nicht braucht.»

«Wir wollen unseren Partnern eine Plattform für Entwicklungen bieten»

Enrico Marchesi, Innovation Manager am Forschungszentrum Nest, über den Zweck des DFAB House

Das DFAB House ist nicht einfach nur ein Prototyp, sondern es ist bewohnt. Wer sind die Bewohner?
Wir haben natürlich kein Wohnungsinserat aufgegeben. Die Bewohner sind auch keine eigentlichen Mieter, sondern eine Art Versuchsteilnehmende. Dementsprechend setzt sich der mögliche Kreis aus Empa-Mitarbeitenden und deren Mitarbeitenden zusammen – etwa Studierende oder akademische Gäste. Die Versuchsteilnehmenden können maximal ein Jahr lang im DFAB House wohnen. So erhalten wir eine gewisse Fluktuation und damit immer wechselnde Ansprüche und Meinungen.

Kommen die Bewohner in den Genuss des smartestmöglichen Zuhauses?
Das DFAB House ist zwar sehr smart, aber nicht nur im herkömmlichen Sinn.

Wie meinen Sie das?
Natürlich sind hier Elemente wie Alexa oder fernsteuerbare Fensterläden verbaut. Aber das DFAB House ist kein Showroom für die neusten Smart Gadgets, die der Markt hergibt. Unser Anspruch ist es, unseren Industriepartnern eine Plattform für Entwicklungen zu bieten, die einen echten Mehrwert bieten. Dieses Thema steht aber noch ganz am Anfang.

Wie verstehen Sie «Mehrwert»?
Da geht es unter anderem um Infrastrukturthemen wie Datensicherheit und Energie, etwa im Bereich des Lastmanagements. Beim Thema Interoperabilität geht es für den Benutzer sogar um ganz grundlegende Mehrwerte. Denn wenn sich Smart-Home-Elemente einmal flächendeckend durchsetzen, dann müssen sie in allen technischen Umfeldern funktionieren – und zwar ohne dass der zahlende Verbraucher sich zuvor in technische Fragen einarbeiten oder sich auf einen bestimmten Hersteller beschränken muss.

Das ist ein hehres Ziel …
Wir können auch keinen unserer Industriepartner dazu zwingen, bei diesem Vorhaben mitzumachen. Wir stellen mit dem Nest im Allgemeinen und mit dem DFAB House im Speziellen zum Thema Smart Home die Plattform zur Verfügung – auf alles weitere haben wir keinen Einfluss. Es ist aber tatsächlich schon vorgekommen, dass sich Hersteller hier zum ersten Mal ausgetauscht haben.

Wie lang wird es dauern, bis solche Innovationen markttauglich sind?
Auch das ist Sache der Industriepartner, die den Markt und ihre potenzielle Kundschaft kennen müssen. Aber mit dem DFAB House können sie viele Innovationen in einem realen Umfeld testen, bevor diese auf den Markt geworfen werden. Hier darf einmal etwas nicht gleich funktionieren – Kinderkrankheiten sind erlaubt, ohne dass sie sich gleich negativ auf die Verkaufszahlen auswirken.

www.dfabhouse.ch