

Nachhaltiger Holzpavillon

Ein Seeigel als Vorbild

Ein Forschungsteam der Universitäten Stuttgart und Freiburg hat einen neuartigen Holzpavillon errichtet, der energieneutral betrieben werden soll. Der Clou: In einem Oberlicht sind Elemente installiert, die ohne externe Energie ihre Form verändern und so selbsttätig den Lichteinfall steuern.

Von Ben Kron



Der neue Pavillon mit Namen «livMatS Biomimetic Shell», der ein Leuchtturm für nachhaltiges Bauen werden soll. Das Solar Gate genannte Oberlicht ist einer der Schlüssel für die komplett energiefreie Klimatisierung des Forschungsgebäudes.

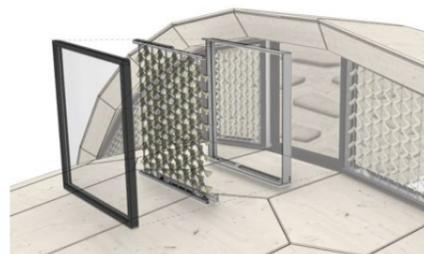
Seit sieben Jahren steht das «NEST» auf dem Campus der Empa in Dübendorf, entwickelt in Zusammenarbeit mit der benachbarten Eawag. Das Forschungs- und Innovationsgebäude ermöglicht es Forschenden im Baubereich, neue Materialien, Technologien, Produkte und Nutzungskonzepte zu testen, ohne Risiko und zugleich unter realen Wohn- und Arbeitsbedingungen. Das Gebäude besteht dabei aus einem Rückgrat, wohinein einzelne Forschungsmodule gesetzt und temporär getestet werden können.

Was in Dübendorf das «NEST», ist in Stuttgart seit diesem Sommer das «livMatS Biomimetic Shell», ein zukunftsweisender Holzbau, der als «architektonischer Inkubator für das Entwickeln innovativer, disziplinübergreifender Forschungsideen» dienen soll, so der Presstext. Daneben ist auch das Gebäude selbst ein Forschungsprojekt, und wie in Dübendorf ein Teamwork mehrerer Institutionen: Die Universitäten Stuttgart und Freiburg haben den

Bau entwickelt, um damit «einen integrativen Ansatz des Planens und Bauens für eine zukunftsfähige Architektur».

Zehn Jahre geforscht

Das neue Gebäude wurde in Holz-Leichtbauweise und basierend auf biologischen Konstruktionsprinzipien errichtet, wobei man sich von der Schale des Seeigels inspirieren liess. Die morphologischen Prinzipien dessen Plattenskeletts wurden über zehn Jahre lang erforscht, denn das See-



Der Aufbau der Fensterelemente des Solar Gate: Die speziellen Verschattungselemente wurden zwischen zwei Glasscheiben montiert. Das Bild rechts zeigt die Verschattungselemente im Detail.

igel-Skelett ist besonders leicht und stabil, da es aus vielen, einzeln angeordneten Platten besteht. Zugleich geht die Natur hier sehr sparsam mit dem «Baumaterial» um – eine Eigenschaft, die sich im Laufe der Evolution als entscheidender Vorteil erwiesen hat. Die dem Seeigel abgeschauten Konstruktionsweise reduziert den ökologischen Fussabdruck des Holzpavillons um rund 50 Prozent gegenüber herkömmlichen Bauten. So ist die beim livMatS ausgeführte Holzsegment-Schalenskonstruktion



vollständig rückbau- und wiederverwertbar. Ebenfalls wichtig für die Ökobilanz sind computerbasierte Planungsmethoden, robotische Vorfertigung und automatisierte Bauprozesse.

Die Segmentschalen-Bauweise des Seeigels wurde zu einer hochdämmenden Struktur weiterentwickelt, genauer zu einem Holzbausystem, das eine Grundfläche von 200 Quadratmetern überspannt und aus 127 individuellen Hohlkassetten besteht. Diese wiederum wurden über Kreuzverschraubungen zusammengefügt und ergeben zusammen die markante Schalenform, die aus einer gezielten Verzweigung zweier unterschiedlicher Teilschalen besteht. Zusammen bilden sie ein formaktives Flächen-tragwerk. Daneben wurden manuelle Teilmontageschritte von Sonderbauteilen wie Leuchtmitteln und Akustikelementen mithilfe von Augmented Reality integriert. «Diese Form der Mensch-Maschine-Interaktion im Fabrikationsprozess ermöglicht eine effektive, digital-handwerkliche Herstellung komplexer Bauteile mit einem hohen Mass an Präzision», sagt Professor Achim Menges vom Institut für Computerbasiertes Entwerfen und Baufertigung.

Bauteile vom Roboter gefertigt

Schon bei der Vorfertigung der Hohlkassetten beschränkten die Forschenden neue Wege: Die Elemente bestehen je aus einer äusseren und inneren Lage Dreischichtplatten, eingerahmt von Randbalken aus Brettschichtholz. Dazwischen befindet sich eine Dämmschicht aus Holzweichfaser-Dämmung. Die ganze Konstruktion ist an die aufzunehmenden Lasten angepasst und geometrisch ausdifferenziert. Das führt zu grossem Aufwand sowohl in der Planung wie in der Ausführung und wäre mit normalen Methoden nicht mehr wirtschaftlich. Doch die Kassetten für die «Biomimetic Shell» wurden mittels integrativer computerbasierter Planung berechnet, von Robotern gefertigt und über ein spezielles System automatisiert montiert. So konnte der Ressourcenverbrauch trotz hoher Komplexität der Elemente massiv reduziert werden.

«Der Pavillon zeigt, wie eine lastangepasste und materialeffiziente Konstruktion auch unter den heutigen Bedingungen wirtschaftlich hergestellt werden kann. Der Schlüssel dazu ist die konsequente Digitalisierung von Planung und Fertigung», sagt Professor Jan Knippers vom Institut für Tragkonstruktionen und Konstruktives Entwerfen (ITKE) gegenüber den Fachmedien. Knippers ist stellvertretender Sprecher des Exzellenzclusters IntCDC der Universität Stuttgart (siehe Box Projektbeteiligte).

Innovatives Oberlicht

Der Clou des Gebäudes ist ein Oberlicht, «Solar Gate» genannt, das sich zwischen den beiden Schalenteilen befindet und das Klimas im Innenraum reguliert. Es besitzt eine biomimetische, also der Natur nachempfundene und 4D-gedruckte Verschattungsstruktur, die den Bau im Sommer vor Hitze abschirmt, im Winter aber solare Wärmeenergie erlaubt – ganz ohne den Einsatz von Betriebsenergie. Denn die speziell entwickelten Verschattungselemente, von denen 424 Stück installiert sind, bestehen aus biobasierten Materialien und reagieren von selbst auf Schwankungen der Luftfeuchtigkeit, indem sie ihre Form verändern: Im Sommer erhöhen sie so den Solareintrag, und im Winter reduzieren sie den Wärmeverlust markant. Für diese Innovation haben sich die Forscher wieder in der Natur bedient, diesmal bei Kiefernzapfen, die sich ja nach Feuchtigkeit öffnen oder schliessen von Kiefernzapfen. «In Zeiten des Klimawandels und der dadurch verursachten zunehmenden Hitzebelastung werden effiziente und wartungsarme Verschattungssysteme wie das Solar Gate immer wichtiger», so Professor Thomas Speck, Direktor des Botanischen Gartens der Uni Freiburg.

Damit dieses Solar Gate optimal arbeiten kann, wurden der Standort und die Ausrichtung des Gebäudes entsprechend ausgewählt: Das nach Süden ausgerichtete Oberlicht kann die solaren Einträge optimal nutzen, und im Winter werfen die umliegenden Gebäude wenig bis gar keinen Schatten auf den Holzpavillon. Dazu verfügt der Bau über eine hochgedämmte Hülle aus Holzweichfaser und eine thermisch aktivierte Bodenplatte aus Recycling-Beton,

die mit tiefen Vorlauftemperaturen aus lokaler Geothermie arbeitet. All diese Massnahmen zusammen sorgen im Gebäude ganzjährig für angenehme Temperaturen, ohne irgendeine Gebäudetechnik.

Spinnenkräne für den Seeigel

Montiert wurde der Bau mittels zwei automatisierbaren Spinnenkränen: Sie nahmen jeweils per Vakuumgreifer ein Bauteil auf und platzierten es an ihre Einbauposition, bis das Teil ebenfalls automatisch verschraubt wurde. Die nötige Präzision bei diesem Vorgang wurde durch ein Echtzeit-Tachymeter Netz sichergestellt.

Der innovative Holzbau wurde diesen Sommer eingeweiht, mit der «Vision, das Gebäude energieneutral zu betreiben», so Jürgen Ruhe. «Deshalb werden wir an dem Bau dazu forschen, wie wir Energie aus der Umgebung gewinnen können.» Dies geschieht im 200 Quadratmeter grossen Ideenlabor. Insgesamt soll der Pavillon nach der Vorstellung seiner Erbauer belegen, welches Potenzial in der interdisziplinären, bioinspirierten Forschung für eine nachhaltige Architektur liegt. ■

Das Holzgebäude auf dem Campus der Uni Stuttgart ist eine Zusammenarbeit zweier Projektpartner: der beiden Exzellenzcluster «Integrative Computational Design and Construction for Architecture» (IntCDC) der Universität Stuttgart und «Living, Adaptive and Energy-autonomous Materials Systems» (livMatS) der Universität Freiburg. Dazu kommen eine Reihe von Forschungspartnern beider Universitäten, weiteren Fachplanern sowie dem Team der ausführenden Unternehmen (eine vollständige Liste der Projektbeteiligten und weitere Bilder auf www.baublatt.ch/23176).



Die beiden automatisierbaren Spinnenkräne in Aktion: Per Vakuumgreifer greifen sie Bauteile und platzierten es punktgenau an ihre Einbauposition.