HiLo – eine futuristische Baukonstruktion wird real

Die Unit HiLo wird von der ETH Zürich entwickelt und soll 2017 entstehen.   
Das Projekt greift weit in die Zukunft: Ein selbsttragendes Leichtbau-  
Betondach bildet optisch die Krone von NEST. An der Süd- und Westwand kommt eine adaptive Fassade mit beweglichen Solarmodulen zum Einsatz;   
sie regulieren Licht und Schatten, Temperatur und Energiegewinnung der Unit.

Text: Rainer Klose / BILDER: ETH Zürich

Auf der obersten Plattform in der südwestlichen Ecke von NEST wird sich ab 2017 die architektonische Krone des Forschungsgebäudes erheben: die Unit names HiLo. Bei dem ambitionierten Projekt stehen Weiterentwicklungen im Leichtbau und im Energiemanagement von Gebäuden im Vordergrund. Zugleich möchten die Partner – zwei Forschergruppen der ETH Zürich – auch dem Design neuen Schub verleihen. Die Renaissance filigraner Betonschalenarchitektur wird angestrebt, und zwar kompatibel zu den Energiestandards der heutigen Zeit. Arno Schlüter und Philippe Block, beide Professoren für Architektur an der ETH Zürich, leiten gemeinsam das Projekt.

Schlüter ist fürs Energiemanagement der Unit zuständig und strebt eine Art selbstlernende automatische Energieversorgung und Klimatisierung an. Dazu ist zur Süd- und Westseite hin eine adaptive Solarfassade montiert: quadratische Module von rund 40×40 cm Grösse, die mit Dünnschicht-Solarzellen der Firma Flisom, eines Empa-Partners, beschichtet sind. Die Module sind pneumatisch steuerbar und können entweder dem Sonnenlauf folgen, um Energie zu gewinnen und den Innenraum damit optimal verschatten, oder sie klappen in maximalem Winkel von der Fassade weg und geben den Blick nach draussen frei.

Das Raumklima folgt dem Menschen

Wenn niemand im Raum ist, soll die Unit über das Dach und die Fassaden den solaren Energiegewinn optimieren. Entweder wird Strom erzeugt, oder das einfallende Sonnenlicht hilft, den Innenraum der Unit auf die gewünschte Temperatur zu erwärmen. Die Entscheidung, was zu tun ist, hängt auch von den Anforderungen der anderen NEST-Units ab, die ihren Bedarf über den Energy Hub (s. Seite 21) ans HiLo weitergeben.

Sobald jedoch ein Bewohner das HiLo betritt, haben dessen Wünsche Vorrang. Es soll ihm möglichst erspart bleiben, an einem Schaltpult dutzende Knöpfe zu bedienen, um es sich erst gemütlich zu machen. Vielmehr kennt HiLo gewisse Präferenzen seiner Bewohner und kann sie unaufdringlich im Hintergrund dazu verwenden, Energieverbrauch zu optimieren und Komfort zu maximieren. Ein Beispiel: Tagsüber hat der Gast es gern hell und kühl – er möchte noch arbeiten oder konzentriert lesen. Also öffnen die Solarmodule den Blick nach draussen, und das Heiz- und Kühlsystem erzeugt die gewünschte Temperatur unter Verwendung der gerade opportunen Energiequelle.

Gemütliche Wärme – vollautomatisch

Gegen Abend ist Privatsphäre gewünscht und mehr gemütliche Wärme. So verschatten gegen Abend die Module den Innenraum und blockieren die Sicht von draussen nach drinnen. Zugleich steigt die Temperatur sanft an. Der Bewohner muss nur eingreifen, wenn er abweichend von seinen wahrscheinlichen Vorlieben gerade einen anderen Licht- und Wärmezustand im Raum haben möchte. Aus diesen Eingriffen lernt das System dazu.

Schlüter und sein Team nennen das Prinzip, das sie in den eigenen Büroräumen an der ETH Zürich bereits seit 18 Monaten testen, «Occupant-Centered Control». Eine erste Version der adaptiven Fassade montierte Schlüters Team im August 2015 am «House of Natural Resources» der ETH Zürich (www.honr.ethz.ch) und erforscht seitdem Wirkung und Steuerungstechnik. In NEST erhält die Technik eine weitere Dimension: Nun beeinflussen zwei Fassaden das Raumklima, das zudem durch die komplexe Geometrie des Raumes deutlich anspruchsvoller zu regeln ist.

«Die Forschung zum Thema Komfort in Gebäuden hat in den vergangenen 30 Jahren vielerlei Erkenntnisse gebracht», sagt Schlüter. «Wir wissen heute ziemlich genau, unter welchen Bedingungen sich die meisten Menschen wohl fühlen, berücksichtigen aber zu wenig den Kontext, etwa kulturelle und psychologische Zusammenhänge. In NEST wollen wir diese Erkenntnisse, die zumeist in Laborsituationen gewonnen werden, in einer realen Umgebung umsetzen und überprüfen.» Das Forschungsprojekt ist durchaus auf Jahre ausgelegt, schliesslich sollen Gastwissenschaftler aus unterschiedlichen Kulturzonen das HiLo bewohnen und ihre Eindrücke zu Protokoll geben. Was ist notwendig, damit sich etwa ein Norweger und ein Somalier, ein Chinese und ein Kolumbianer dort gleichzeitig wohlfühlen? HiLo wird helfen, solche Daten zu sammeln und die Steuerung und Regelung der Systeme entsprechend zu verfeinern. Zugleich wird im realen Testbetrieb die Effektivität und Effizienz der Technik erprobt.

Lauwarmes Wasser für die Heizung

Was die Sache noch anspruchsvoller macht: HiLo ist nicht nur ein Gebäude mit grossen Glasanteilen an der Fassade, sondern verfügt auch über unterschiedliche steuerbare Wärmequellen und -komponenten. Über den privaten Räumen kommt – eine der konstruktiven Innovationen – eine aktivierte Leichtbau-Betondecke zum Einsatz. In deren Aufbau ist eine Wasserführung integriert, die die Unterseite der Decke je nach Anforderung erwärmt oder abkühlt und so wahlweise als Strahlungsheizung oder -kühlung funktioniert. «Die so erzeugte Strahlungswärme bringt sehr effizient ein angenehmes Klima in den Raum», sagt Schlüter. Und die integrierte Konstruktion hat einen weiteren Vorteil: «Wir können Wasser mit vergleichsweise niedriger Temperatur für die Heizung nutzen – also beispielsweise Gratis-Abwärme vom NEST-Backbone, die für andere Zwecke nicht zu gebrauchen ist.» So wird eine Designerwohnung zugleich zum Resteverwerter.

Schalendecke als Sandwichkonstruktion

Die Schweiz besitzt mit den eleganten Betonschalenkonstruktionen des Architekten Heinz Isler (1926–2009) eine grosse Tradition an sehenswerten, modernen Schalenbauten. Die Autobahnraststätte Deitingen Süd, das Hallenbad in Brugg und das Flieger-Flab-Museum in Dübendorf gehören dazu. Zusammen mit der Block Research Group erforscht Philippe Block an der ETH Zürich ebenfalls den dünnwandigen, expressiven Leichtbau aus Beton. Anders als Isler hat er es jedoch mit anderen Randbedingungen zu tun: Einschalige Betondächer entsprechen bei weitem nicht mehr den heutigen Energiestandards. Das betrifft auch die mehrfach geschwungene Schale, die das Team als Dach des HiLo entworfen hat.

Schlüter sieht diese Hürde als sportliche Herausforderung. «Anders als bei kalten Gebäuden, wie etwa einer Tankstelle, bedeckt unsere Hülle ja einen geheizten Wohnraum. Sie muss also gut isoliert sein und darf keinerlei Kältebrücken aufweisen.» Das sei durchaus machbar, sagt Block. «Wir haben auf verschiedenen Kontinenten bereits mehrere Schalentragwerke realisiert.» Dennoch ist das HiLo-Dach ein ambitioniertes Einzelstück. «Wir bauen es in vier Schichten», erläutert Block, «aussen eine Hülle aus Beton mit integrierten Dünnschicht-Solarzellen, dann die Isolation, darunter die Heizschlangen für die Wasserheizung, und als Abschlussschicht zum Innenraum hin eine Schicht Sichtbeton.»

Hauchdünne Beton-Innenverkleidung

Auch das Bauverfahren selbst ist zukunftsweisend: Die einzelnen Schichten des Daches werden auf einer von Statikern vorberechneten Textilschalung nacheinander betoniert und installiert. An den fünf Auflagerpunkten ist die Schale bis zu 30cm stark, die durchschnittliche konstruktive Höhe ist allerdings wesentlich dünner. Durch die konstruktiv optimierte Form beträgt die Dicke der tragenden Betonschale nur 8 cm und verjüngt sich bis zum Rand auf nur 3 cm.

Bemerkenswert: Aufgrund der innovativen textilen Schalung braucht es kein Gerüst unter dem Dach. Während das Dach betoniert wird, können im Innenraum des HiLo andere Gewerke weiterarbeiten.

Leichtbau-Böden für Wolkenkratzer

Eine weitere Innovation, von der Block Research Group im Hilo realisiert, sind neuartige, selbst tragende Beton-Zwischendecken. Sie kommen ohne die übliche Bewehrung aus, mit der Betondecken seit mehr als 100 Jahren konstruiert werden. «Beton hält praktisch keine Zugkräfte aus, ist aber ideal, wenn man ihn auf Druck beansprucht», erläutert Architekt Block. «Wir haben also ein Deckenelement konstruiert, in dem alle auftretenden Kräfte in Druck umgewandelt werden.» Die Systemdecke ist um etwa 70 Prozent leichter als herkömmliche Betondecken, könnte also helfen, bei Hochhäusern der Zukunft bedeutend Material und damit Kosten zu sparen. In NEST wird die Decke erstmals im realen Alltag eingesetzt. Sie trennt das untere Geschoss der Maisonette-Wohnung von den Räumen unterm Dach.

Prototyp der Decke bringt Gewissheit

Weil die Konstruktionsmethode, aber auch der Schichtaufbau des HiLo-Daches einzig­artig sind, wird derzeit ein 1:1-Prototyp der Dachkonstruktion geplant. Wissenschaftler und Praktiker gehen gemeinsam ein Wagnis ein, welches die Bautechnologie in der Schweiz einen grossen Schritt nach vorne befördern kann. //

Die Unit HiLo, konzipiert von zwei Arbeitsgruppen der ETH Zürich, wird an der Südwestseite von NEST aufgebaut und soll mit seiner extravaganten Optik die Besucher der Empa

in den Bann ziehen.

1

Ein früher Prototyp der HiLo-Dachkonstruktion im improvisierten Belastungstest.

2

Solche Leichtbau-Decken trennen Obergeschoss und Untergeschoss. Sie sind um 70 Prozent leichter als herkömmliche Betondecken.

3

Viel Licht und futuristische Loft-Atmosphähre werden das Innere des HiLo prägen.