

# Selbstformendes Holz

Text: Michael Keller // Fotos: ETHZ, zvg

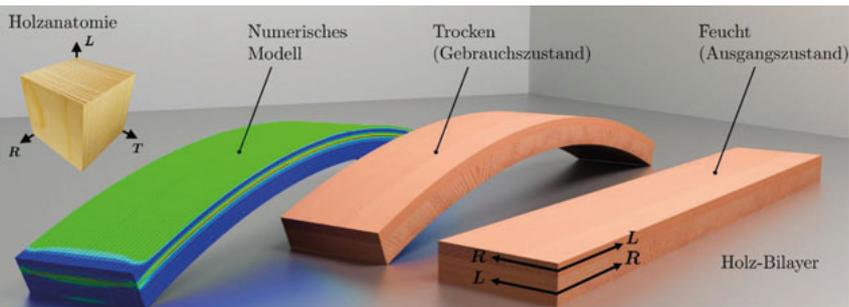
**Forschende der ETH Zürich, der Empa und der Universität Stuttgart stellen eine Methode vor, mit der sich Holzplatten in einem kontrollierten Trocknungsprozess und ohne Maschinenkraft in eine zuvor berechnete Form biegen. Künftig ist damit ein Bauen mit Holz möglich, das sich selber in Form bringt.**



Bauelemente aus Holz, die sich selber biegen und krümmen, könnten dem Holzbau zusätzlichen Schwung verleihen. Im Bild: Urbach-Turm (Foto ICD/ITKE, Universität Stuttgart).

Holz ist eine erneuerbare Ressource und als nachhaltiges Baumaterial beliebt. Allerdings fordern komplexere architektonische Entwürfe mit geschwungenen oder verdrehten Strukturen den Holzbau zusehends heraus. Denn um Holz entsprechend zu verformen, braucht es bislang grosse und energieintensive Maschinen, welche die Bauelemente in die gewünschte Form pressen.

In einer in Science Advances veröffentlichten Studie zeigen Forschende der ETH Zürich und der Empa auf, wie man solch aufwendige maschinelle Umformungsprozesse künftig umgehen könnte. Gemeinsam mit Kollegen der Universität Stuttgart haben sie einen Ansatz entwickelt, bei dem sich massive Holzbauelemente selber und ohne äussere Krafteinwirkung in eine vordefinierte Form biegen.



Holz-Bilayer werden im feuchten Zustand mit unterschiedlicher Faserorientierung (L, R, T) hergestellt und verkrümmen sich beim Trocknen. Mit einem Materialmodell lässt sich die Verformung berechnen. (Illustration: Philippe Grönquist/ETH Zürich)

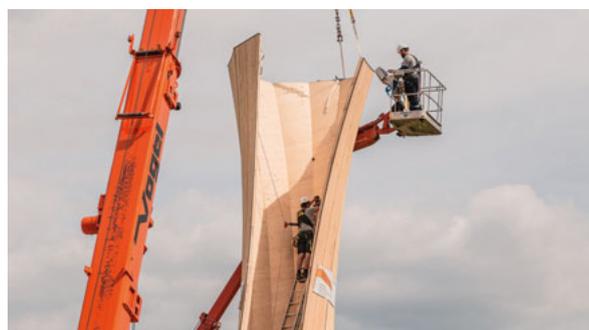


Der 14 Meter hohe Urbach-Turm besteht aus zwölf Fichtenholzpaneelen, die wiederum aus mehreren fünf Meter langen Bilayern aufgebaut sind. (Foto ICD/ITKE, Universität Stuttgart)

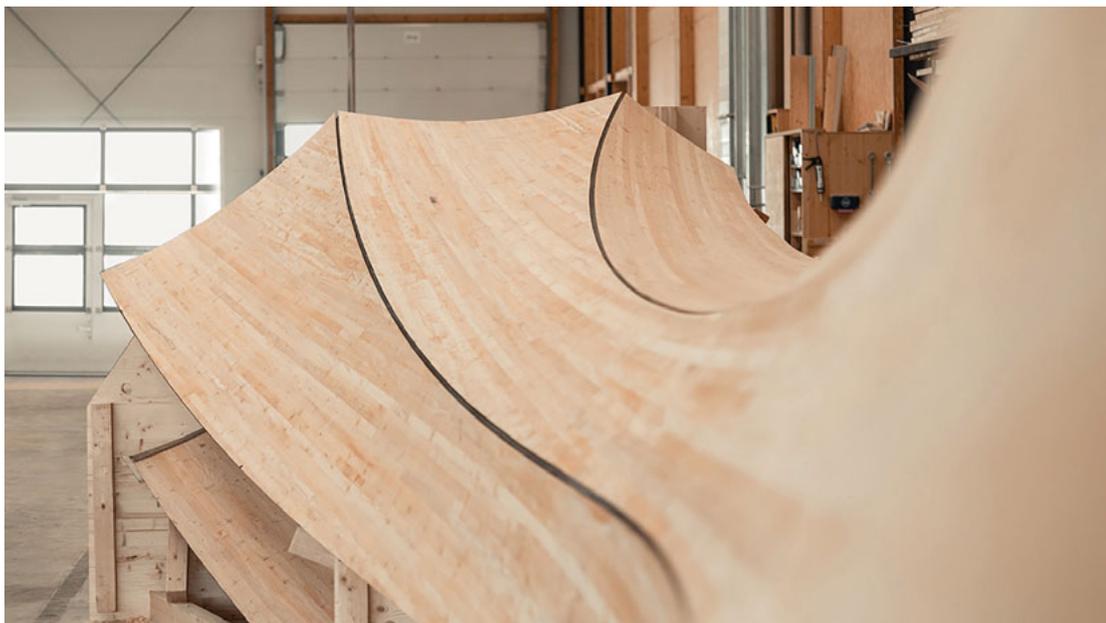
### Programmierte Krümmung

Das Verfahren der Selbstformung basiert auf dem natürlichen Quellen und Schwinden von Holz in Abhängigkeit von seinem Feuchtegehalt: Trocknet feuchtes Holz, zieht es sich senkrecht zur Faserrichtung stärker zusammen als längs zur Faser. Das Verziehen ist normalerweise unerwünscht. Die Forschenden nutzen diese Eigenschaft hier jedoch gezielt, indem sie jeweils zwei Holzschichten so zusammenkleben, dass ihre Faserungen unterschiedlich orientiert sind. Die Bilayer genannte Holzplatte mit ihrem zweilagigen Schichtaufbau ist der Grundbaustein der neuen Methode.

«Wenn der Feuchtigkeitsgehalt des Bilayers sinkt, schrumpft eine Schicht stärker als die andere. Da die beiden Schichten fest miteinander verklebt sind, biegt sich das Holz», erklärt Markus Rüggeberg, der sowohl an der Empa als auch an der ETH affiliert ist und die Studie geleitet hat. Je nach Dicke der Schichten, Ori-



Transport und Montage (Foto ICD/ITKE, Universität Stuttgart und Blumer Lehmann AG).



In der Vorfabrikation  
(Foto ICD/ITKE, Uni-  
versität Stuttgart und  
Empa/ETH Zürich).

tierung der Fasern und dem Feuchtegehalt können die Wissenschaftler nun mit einem Computermodell berechnen, wie sich das Grundbauelement während der Trocknung verformt. Die Forschenden nennen diesen Prozess Holz-Programmierung.

Nachdem ein Bilayer seine Soll-Form eingenommen hat, kann er mit weiteren gleichartig geformten Bilayern verklebt werden, was sich in der Fachsprache Laminierung nennt. Dadurch erreicht das Forschungsteam die benötigten Materialstärken für eine praktische Anwendung als Brettsperrholz, welches immer aus mehreren Lagen besteht. Ein derart hergestelltes Holzbauelement bleibt trotz sich ändernder Umgebungsfeuchte formstabil.

«Unser Ansatz erlaubt unterschiedliche Krümmungsradien und vielseitige Formen. Die Programmierung von Holz eröffnet damit neuartige architektonische Möglichkeiten für dieses regional verfügbare und nachwachsende Baumaterial», sagt der Erstautor der Studie, Philippe Grönquist, der ebenfalls an beiden Institutionen arbeitet und seine Doktorarbeit diesem Thema gewidmet hat. Die Forschenden haben ihre Methode zum Patent angemeldet.

### Geschwungen himmelwärts:

#### Der Urbach-Turm

Dass sich die Technik durchaus für gross dimensionierte Holzbauten eignet, zeigt

beispielhaft der Urbach-Turm. Es handelt sich dabei um den weltweit ersten Holzbau aus grossen sich selbst formenden Elementen. Der 14 Meter hohe, markante Turm wurde als Landmarke für die Landesgartenschau im Remstal bei Stuttgart

im Mai 2019 in Zusammenarbeit mit Architekten und Ingenieuren der Universität Stuttgart und der Schweizer Holzbaufirma Blumer-Lehmann errichtet. ■

[ethz.ch](http://ethz.ch) > selbst-formendes Holz

### Urbach Turm an der Remstal Gartenschau 2019

**Projektteam:** ICD – Institut für Computerbasiertes Entwerfen und Baufertigung, Universität Stuttgart, Prof. Achim Menges, Dylan Wood: Architektonischer Entwurf und Planung, Selbstformende gekrümmte Holzelemente Forschung und Entwicklung; ITKE – Institut für Tragkonstruktionen und konstruktives Entwerfen, Universität Stuttgart, Prof. Jan Knippers, Lotte Aldinger, Simon Bechert: Tragwerksentwurf und Planung.

**Forschungs- und Industriepartner:** Angewandte Holzforschung, Empa (Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt), Schweiz, und Holzbasierte Materialien, ETH Zürich (Eidgenössische Technische Hochschule Zürich), Schweiz: Dr. Markus Rüggeberg, Philippe Grönquist, Prof. Ingo Burgert: Selbstformende gekrümmte Holzelemente Forschung und Entwicklung (PI).

**Industriepartner:** Blumer-Lehmann AG, Gossau, Schweiz, Katharina Lehmann, David Riggenbach: Holzbau, Herstellung und Ausführung, Sselbstformende gekrümmte Holzelemente Forschung und Entwicklung.

**Projektunterstützung:** Gemeinde Urbach, Remstal Gartenschau 2019 GmbH; Deutsche Bundesstiftung Umwelt: Planungs-, Fertigungs- und Auslegungsmethoden für die Anwendung gekrümmter Holzbauteile für hochtragfähige und ressourceneffiziente Holzbauweisen: Projekt Turm Urbach, Remstal Gartenschau; Innosuisse – Schweizerische Agentur für Innovationsförderung; Smart, Innovative Manufacturing of Curved Wooden Components for Architecture with Complex Geometry; Carlisle Construction Materials GmbH; Scantronik Mugrauer GmbH.

**Projektdaten/Bausystem:** 14,20 m hohe Holzkonstruktion, 4,0 m Radius unten, 3,0 m Radius oben, 1,6 m Radius Mitte; Brettsperrholz aus Fichte mit einem 10-30-10-30-30-10-Schichtaufbau; Holzfassade aus Lärche mit Titanoxid-UV-Schutz-Oberflächenbehandlung; Fünfachs-CNC-gefräste Komponenten; zwölf einzelne vorgefertigte Komponenten, vormontiert in Bauteilgruppen aus drei Komponenten; kreuzweise angeordnete Vollgewindeschrauben als Verbindungsdetail mit Montageblöcken aus Holz; acht Sensoren zur Überwachung des internen WMC der Struktur, kaltgebogenes Dach aus Polycarbonat mit Unterkonstruktion aus Stahl.