

## Hintergrundinformationen

# Beyond Bending – alte Bauweisen neu entdeckt

Zürich, 26. Mai 2016

Im Lauf der Geschichte haben Baumeister aufgrund wirtschaftlicher Zwänge, Effizienzüberlegungen und ästhetischen Ansprüchen immer wieder innovative Ausdrucksformen gefunden. Inspiriert von historischen Formen und Bauweisen möchte die Block Research Group der ETH Zürich, die von Prof. Philippe Block und Tom Van Mele geleitet wird, altes Wissen mittels moderner Technologien wieder aufleben lassen und dabei neuartige, elegante Bauformen entdecken.

In ihrer Ausstellung «Beyond Bending», die in Zusammenarbeit mit dem Ingenieurbüro Ochsendorf, DeJong & Block (ODB) und der Escobedo Group entstanden ist, steht folgende Frage im Zentrum: «Was können wir aus der Vergangenheit lernen und wie können wir dieses Wissen nutzen oder weiterentwickeln, um heutigen und künftigen Bedürfnissen gerecht zu werden?» Die verschiedenen Ausstellungsstücke – vier Arten von gewölbten Deckensystemen, eine Reihe von Kräfteogrammen und ein ausgedehntes Steingewölbe – zeigen auf, wie dank eines besseren Verständnisses der dreidimensionalen Verteilung von Kompressionskräften natürliche Ressourcen geschont und einfache Materialien wie Erde und Gestein neu eingesetzt werden können.

### **Beyond Free Form – das Armadillo-Gewölbe**

Das Herzstück der Ausstellung, das sogenannte Armadillo-Gewölbe, verkörpert die Schönheit von allein durch Geometrie erzeugtem Druck. Seine Form stützt sich auf dieselben tragstrukturellen und baulichen Grundsätze wie die Steinkathedralen der Vergangenheit. Diese wurden jedoch durch Computerberechnung und digitale Herstellung verbessert und erweitert. Zusammengesetzt aus 399 einzeln und maschinell zugeschnittenen Steinen, unbewehrt und ohne Mörtel, erstreckt sich das Gewölbe über 16 Meter, mit einer Minimaldicke von nur 5 cm. Die Zugbänder balancieren die Form, und die Stützlinien-Geometrie ermöglicht es dem Gewölbe, durch reine Druckkraft aufrecht zu stehen.

Um die Stabilität der geometrisch diskreten Hülle, die von ODB Engineering ausgeführt wurde, zu bemessen, wurden innovative computerbasierte Ansätze verwendet. Jeder Stein wird beeinflusst von struktureller Logik, der Notwendigkeit präziser Fertigung und Zusammensetzung sowie den schwierigen

## Hintergrundinformationen

gen Bedingungen, die mit einem denkmalgeschützten Ausstellungsorts einhergehen. Um den Fertigungsprozess zu vereinfachen und zu vermeiden, dass die Steine während des Zuschneidens umgedreht werden müssen, sind die Kalksteinkeile auf der Aussenseite eben und glatt. Auf der Innenseite finden sich eine Reihe von Furchen, die vom ursprünglichen Rohschnitt herrühren. Statt diese Oberflächen abzufräsen, liess man sie als ausdrucksvolles Merkmal stehen. Sie erinnern zudem visuell an den Kräftefluss.

Nach der Fabrikation und dem Zusammenbau durch die Escobedo Group in Texas wurde das Gewölbe sorgfältig ausgemessen, markiert, auseinandergenommen und nach Venedig befördert, wo es innerhalb von gut zwei Wochen durch dasselbe Team von Steinmetzen vor Ort wieder zusammengesetzt wurde. Wie ein komplexes 3-D-Puzzle kann es erneut zerlegt und an künftigen Lokalisationen wieder aufgebaut werden.

### **Jahrzehnte der Forschung, Erfahrung und Vertrauen**

Das Projekt basiert auf Vertrauen und individuell so wie gemeinschaftlich gewonnenen Erfahrung und stellt den Höhepunkt jahrelanger Forschung durch die Teammitglieder in allen Bereichen des Steinbaus dar. Die Art und Weise, wie sich bei der Errichtung des Armadillo-Gewölbes alle in ihren Rollen ergänzt haben, ist beispielhaft für die enge Zusammenarbeit von Ingenieuren, Designern und talentierten Steinmetzen während des gesamten Prozesses.

### **Über den Plattenrand hinaus**

Zeitgenössische Fertigungsmethoden, die durch historische Fliesengewölbe inspiriert sind, gehen über das klassische Maurerhandwerk hinaus, um neue Gestaltungsmöglichkeiten für Kreuzrippengewölbe zu schaffen. Neue strukturelle Optimierungsmethoden sind nicht mehr durch die Grenzen traditioneller Fertigung eingeschränkt und können daher zu einer effizienteren Kompressionsgeometrie führen. Die Druckgewölbe drängen auf den Stützen nach aussen, aber diese Kraft wird von Zugbändern absorbiert. Wie bei ihren historischen Vorgängern kann mit solchen Gewölben sehr viel Material eingespart werden. Auch sind sie im Vergleich zu herkömmlichen Betonplatten sehr viel umweltfreundlicher. Sie ermöglichen die Entwicklung von neuen Deckensystemen mit ultradünem Beton und auf Basis von 3D-Druck-Technologie.

### **Eine ultradünne Betondecke**

Die durch die Block Research Group präsentierte neuartige, auf Stützlinien-Geometrie basierende Decke besteht aus einer bemerkenswerten, nur 2 cm dicken Hülle aus unbewehrtem Beton. Die Aktivierung von Druckkräften bei gleichzeitiger Verlagerung der Spannung nach aussen mittels Bändern ermöglicht eine Reduktion des Betonverbrauchs von mehr als 70%. Dies im Vergleich zum Beton, der für eine typische Deckenplatte in Krümmung gebraucht wird. Zwar ist für die komplexe Geometrie der Rippendecke eine teure, doppelseitige Gussform notwendig, die Investition lohnt sich jedoch, da die Gussform mehrfach verwendet werden kann.

### **Decke aus dem 3D-Drucker**

Neue Entwicklungen im Bereich 3D-Druck machen die Herstellung von komplexen Strukturen und Bestandteilen zu wettbewerbsfähigen Preisen möglich. Mit gut konzipierten Druckformen, die geringe Belastungen aufweisen, kann die gestalterische Freiheit, die solche digitalen Fertigungstechnologien

## Hintergrundinformationen

bieten, vollumfänglich genutzt werden. Wie die bahnbrechenden Dreigelenkbogenbrücken aus Beton des Schweizer Architekten Robert Maillart wurden die Bestandteile dieser mit dem 3D-Drucker hergestellten und geometrisch komplexen Struktur mathematisch analysiert, um den Druckkräftefluss für alle Lastfälle zu überwachen. Solche vorgefertigten Elemente eröffnen ganz neue Möglichkeiten.

[www.labiennale.org](http://www.labiennale.org) →

[http://block.arch.ethz.ch/brg/project/venice-biennale-2016\\_beyond-bending](http://block.arch.ethz.ch/brg/project/venice-biennale-2016_beyond-bending) →

### **Internationale Architektubiennale 2016 in Venedig**

Die 15. Internationale Architektubiennale, die dieses Jahr unter dem Motto «Reporting from the Front» steht, wird vom chilenischen Architekten und Gewinner des Pritzker-Architekturpreises 2016 Alejandro Aravena kuratiert. Die Biennale beginnt offiziell am 28. Mai 2016. Auch Mitarbeitende der ETH Zürich werden vor Ort sein, um zu informieren und Interviews zu geben.

Besuchen Sie die Biennale von Venedig oder kontaktieren Sie das Medienteam der ETH Zürich für weitere Informationen.

#### **Kontakte**

Vanessa Bleich, Medienbeauftragte  
mediarelations@hk.ethz.ch  
Tel.: +41 44 632 41 41

Marianne Lucien, Internationale Kommunikation  
marianne.lucien@hk.ethz.ch  
Mobil: +41 79 548 62 55

#### **Credits Beyond Bending Ausstellung:**

<http://bit.ly/1TxxaWj> →