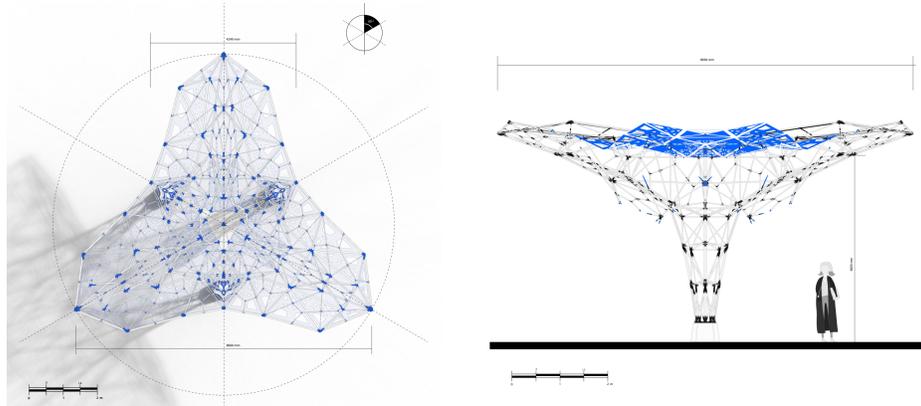




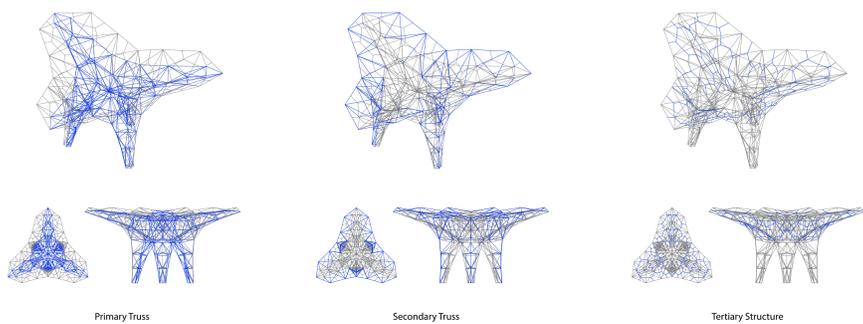
Digital Bamboo

Der Digital Bamboo-Pavillon erforscht die innovative Kombination eines natürlich gewachsenen Materials mit digitaler Fertigung. Bambus ist aufgrund seines raschen Wachstums und seines sehr niedrigen Gewichts-zu-Festigkeits-Verhältnisses ein ausgezeichnetes nachhaltiges Baumaterial. Für den Entwurf der ultraleichten Struktur wurden eigens kreierte digitale Design-Werkzeuge genutzt. Ihre einzigartigen Verbindungen wurden mithilfe der Multi Jet Fusion 3D Drucktechnologie von HP hergestellt. Die Struktur erstreckt sich über mehr als 40 Quadratmeter mit einem Gesamtgewicht von nur 200 kg. Der Digital Bamboo-Pavillon zeigt eine filigrane und ansprechende Architektur, die das standardisierte Space-Frame-Vokabular übertrifft.

Das computergestützte Entwerfen ermöglicht die Optimierung und formale Erforschung komplexer Strukturen. Der 3D-Druck bietet Architekten und Ingenieuren die Möglichkeit, beim Entwerfen flexibler zu sein, da es Barrieren aufhebt, die oft durch traditionelle Herstellungsmethoden entstehen. Der Pavillon erstreckt sich über eine große Fläche und ist in drei Richtungen fast 5 Meter auskragend, wobei er nur minimale Unterstützung benötigt. Das Haupttragssystem wird durch einen räumlichen Fachwerkträger definiert, der durch vorgespannte Kabel verstärkt wird. Die Formfindung des Pavillons, der aus mehr als 900 Bambuselementen besteht, ist das Resultat aus eigens entwickelten digitalen Werkzeugen.



Die Bambuselemente werden mit Hilfe von 3D Drucktechnologien auf neue Weise verbunden. Der rechnergestützte Entwurfsprozess ermöglicht die Optimierung der Knotenpunkte für den Fabrikationsprozess vom ersten Prototypen hin zur finalen Geometrie, flexibel und in kürzester Zeit. Die Generierung der Verbindungen wurde dank eines digitalen Verfahrens automatisiert und so entwickelt, dass sie alle mechanischen Anforderungen erfüllen. Ihre komplexe Geometrie schließt alle notwendigen Funktionen wie Toleranzen bei der Montage, Heterogenität des Bambus, Verbindungen zu den Verschattungselementen, Beschriftungen und Kabelverbindungen, mit ein. Parallel dazu wird das zu



druckende Volumen minimiert um Zeit und Kosten zu sparen. Der Einsatz der HP Multi Jet Fusion-Technologie für die 379 Knotenpunkte sorgte für eine kostengünstige Produktionsmethode mit niedrigen Materialkosten. Die Kunststoffteile wurden aus PA12 hergestellt, einem sehr widerstandsfähigen Material, das besonders für Außenanwendungen geeignet ist. Ein Verbindungselement, bei dem alle vorgespannte Kabel zusammenlaufen, wurde mit Hilfe der DMLS-Technologie in Edelstahl gefertigt.

Die Verschattungselemente des Pavillons werden computergestützt entworfen und mit Hilfe von 3D Druck hergestellt. Der recycelbare und UV-beständige Kunststoff wird 3D auf ein Lycra-Textil gedruckt. Hierbei versteift und formt der 3D-Druck das Gewebe zu flexiblen, einzigartigen Paneelen. Material wird nur aufgetragen wo nötig, das Textil lokal verstärkt, wodurch die Menge des verwendeten Materials minimal gehalten wird.

Das für den Digital Bamboo Pavilion entwickelte Konstruktionssystem zielt darauf ab, den logistischen Aufwand für den Aufbau der Struktur zu reduzieren und gleichzeitig die Vorteile der digitalen Fertigung für



eine nachhaltigere Baukultur zu nutzen. Die gesamte Komplexität des Tragwerks wird in den Knotenpunkte kondensiert, welche auf Grund ihrer relativ geringen Bauteilgröße mittels 3D-Druck auf der ganzen Welt hergestellt werden können. Diese massgeschneiderten Bauteile können gemeinsam mit lokalen Materialien kombiniert werden um leistungsfähige Strukturen zu konstruieren.

Das modulare Konstruktionsschema ermöglicht eine schnelle Montage und Demontage des Pavillons. Die vorfabrizierten Komponenten des Pavillons wurden vor Ort in nur 48 Stunden zusammengefügt. Das Projekt Digital Bamboo bietet ein neues Paradigma dafür, wie digitale Fertigung zu einer nachhaltigen Zukunft im Bauwesen führen kann. Lokale Materialien können mit 3D gedruckten Verbindungselementen kombiniert werden, um einen neuen immersiven architektonischen Ausdruck zu erreichen.

Der Pavilion in Zahlen

- Dimensionen: 9 x 9 m (Fussabdruck) x 5m Höhe
- Fläche: 40 m²
- Gewicht: 200kg
- Zusammenbau, vor Ort : 48h
- 930 Bambuselemente, 20mm Durchmesser
- 380 Verbindungen aus PA12, 1 Element aus 316L Rostfreier Stahl
- 35m² Verschattungselemente

Forschungsteam

Marirena Kladeffira (Projektleitung), Matthias Leschok, Eleni Skevaki, Davide Tanadini

Unterstützung Tragwerksentwurf

Dr. Ole Ohlbrock, Dr. Pierluigi D'Acunto

Sponsoring und Unterstützung

HP Inc., SGSolution AG, AF Fercher AG, Holcim Abuma GmbH, Zentrum Architektur Zürich, ZAZ Bellerive, European Cultural Center ECC Italy

Studenten des Master in Advanced Studies in Architektur und Digitaler Fabrikation 2019-2020

Maria Pia Assaf, Jomana Baddad, Frederic Brisson, Yu-Hung Chiu, Rémy Clemente, Ioullos Georgiou, Mahiro Goto, Anton Johansson, Laszlo Manglar, Dinorah Martinez Schulte, Edurne Morales Zuniga, Fatemeh Salehi Amiri, Emmanuelle Sallin, Indra Santosa, Elliott Sounigo, Chanan Techathuvanun, Ping-Hsun Tsai

Forschungspartner für Additive Knotenpunkte

HS HI-TECH, Seoul, Süd Korea
Die Entwicklung des Projekts "hybrid joints" in Zusammenarbeit mit HS HI-TECH wird unterstützt durch das Bilateral Science and Technology Cooperation Program der ETH Zürich mit einem Innovation Partnership Grant (Projekt #IPG 02-112019 "AM for bespoke temporary structures.").

Diese Forschung wurde unterstützt vom NCCR Digital Fabrication, finanziert von der Swiss National Science Foundation (NCCR Digital Fabrication Agreement #51NF40-141853).

