



**DFAB HOUSE**  
Digitalisierung von Planung  
bis Ausführung

Konrad Graser

# Konrad Graser, Dipl. Arch. ETH

## Projektleiter DFAB HOUSE, NFS Digitale Fabrikation, ETH Zürich



### **Ausbildung**

1997 – 2001 Studium an der TU München

2001 – 2004 Studium Abteilung Architektur ETH Zürich

2004 Diplom ETH Zürich bei Kees Christianse

### **Berufslaufbahn**

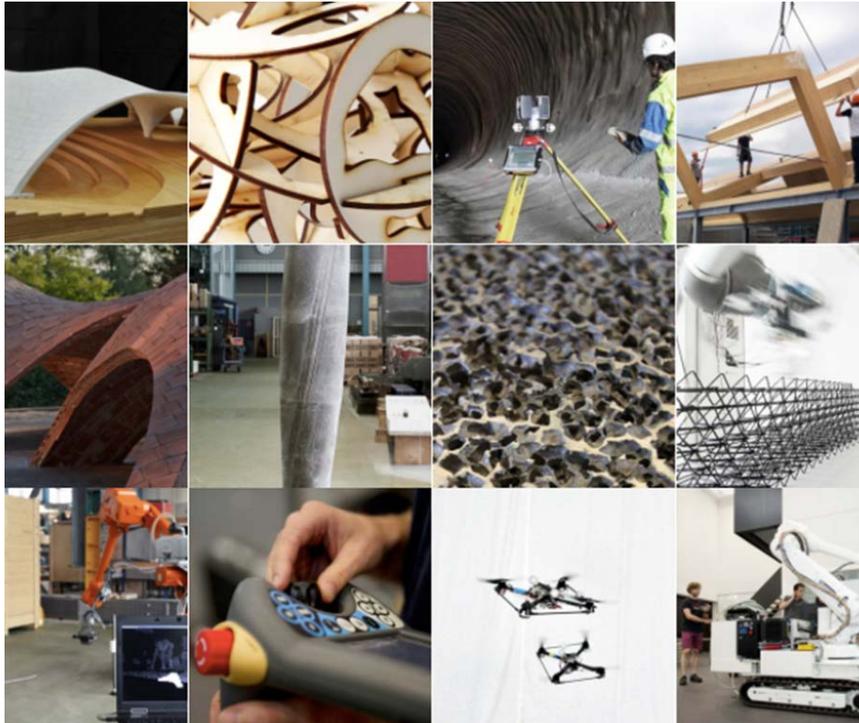
2004 – 2012 Architekt bei SHoP Architects, New York

2012 – 2015 Projektleiter Fassadenplanung bei Werner Sobek Stuttgart

2015 – 2018 Projektleiter DFAB HOUSE am NFS Digitale Fabrikation, ETH Zürich

### **Hauptbeschäftigungsfeld**

Digitale Entwurfs- und Bauprozesse



## Forschungsschwerpunkte:

- Digitale Design- und Planungsprozesse
- Material- und Konstruktionssysteme
- Neuartige digitale Produktionsmethoden

## Beteiligte Forschungsinstitute:

ETH Zürich (Heiminstitution), EPF Lausanne, Berner Fachhochschule, Empa

## Beteiligte Forscher:

18 Leitende Forschende

**Total:** über 100 Mitarbeiter

# Wie bauen wir in Zukunft?

## Baustelle ETH Zürich 1919



## Baustelle Prime Tower 2009



Links: Bau der Kuppel des ETH Hauptgebäudes, 1919, Rechts: Baustelle Prime Tower in Zürich, 2009  
Abb.: Bildarchiv ETH-Bibliothek Zürich / H. Wolf-Bender

# Zwei zentrale Herausforderungen

## Digitale Vor-Ort-Fabrikation



Links: Test des In situ Fabricator auf Empa NEST, Rechts: Robotisches Fügen von Holzplatten  
Abb.: NFS Digitale Fabrikation, 2017

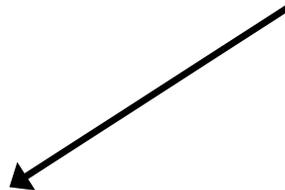
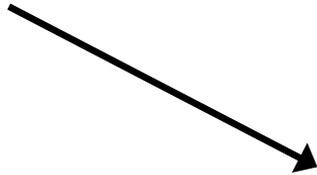
## Massgeschneiderte, digitale Vorfabrikation



## DFAB HOUSE - Was ist die Idee?



**ETH** zürich



DFAB  
HOUSE

## DFAB HOUSE - Was ist die Idee?

- Voll funktionsfähiges Gebäude
- Digital entworfen, geplant und gebaut
- Neue, digitale Bauverfahren werden in praktischen Anwendungen erstmals getestet
- Bauen mit Robotern und 3D-Druckern
- Interdisziplinäre Zusammenarbeit von ETH- Professuren in Architektur, Robotik, Bauingenieurwesen, Materialwissenschaften, Nachhaltigkeit
- Kooperation mit der Industrie
- Beitrag zum gesellschaftlichen Diskurs über die Zukunft von Architektur und Bauwesen

## Struktur des Planungs- und Bauprozesses



Abb.: NFS Digitale Fabrikation, 2017

# Kollaborative Digitale Design- und Planungsprozesse

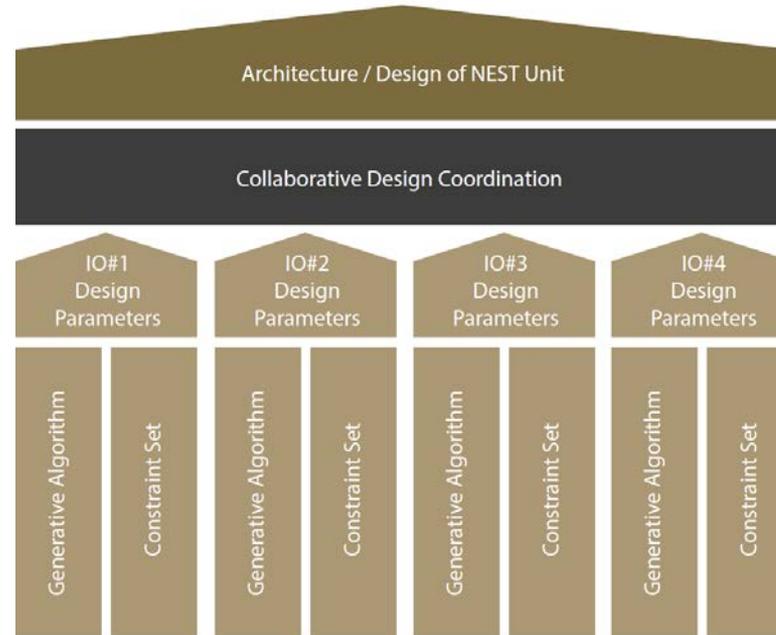


Abb.: NFS Digitale Fabrikation, 2017

## Empa NEST: Plattform für Innovation



Abb.: Empa

## Empa NEST: Plattform für Innovation

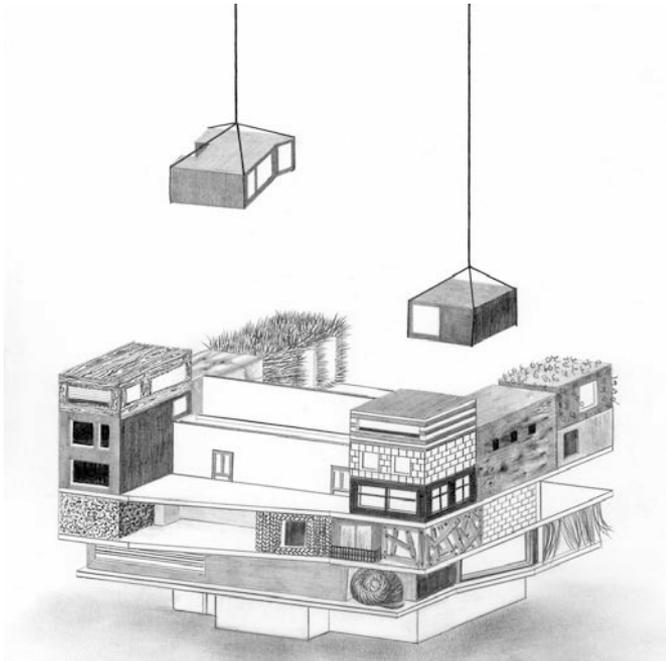


Abb.: EMPA



Abb.: NFS Digitale Fabrikation, 2018

## Ziel: Digitale Fabrikation aller wesentlichen Gebäudeteile



Abb.: NFS Digitale Fabrikation, 2018

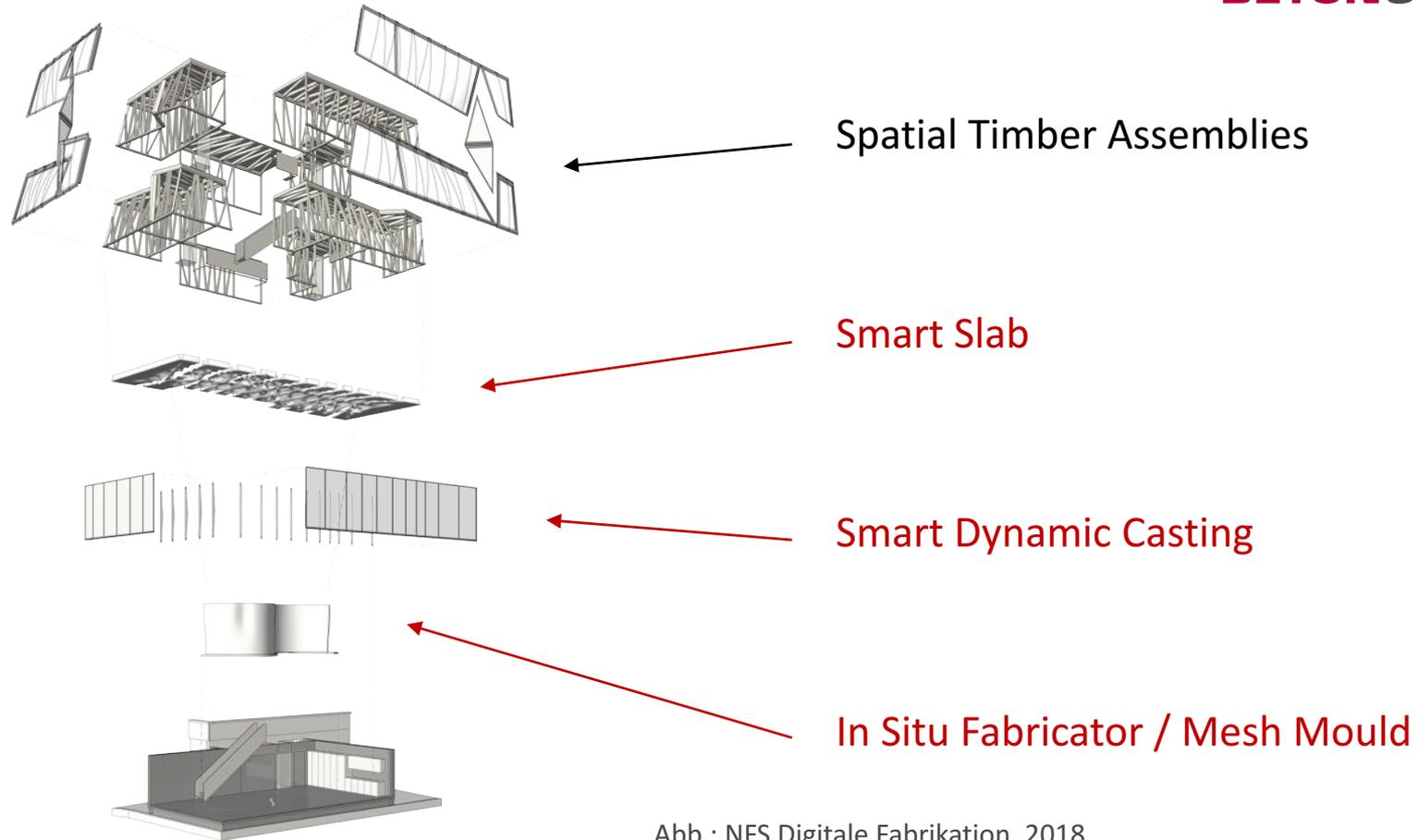


Abb.: NFS Digitale Fabrikation, 2018

## Digitale Fabrikation und Beton: Themen

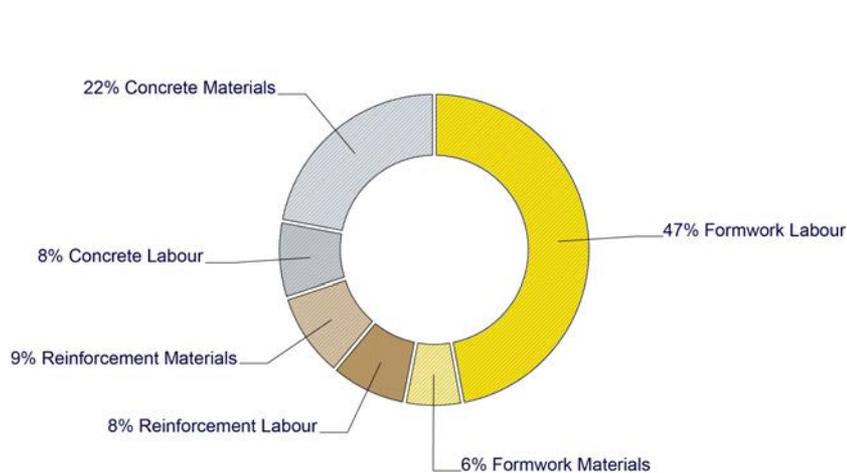
- Schalungsfreies Bauen
- Materialökonomie
- Neue Schalstechniken
- Massgeschneiderte Fertigung
- Geometrische Freiheiten
- Tragwerksoptimierung

## Digitale Fabrikation und Beton: Themen

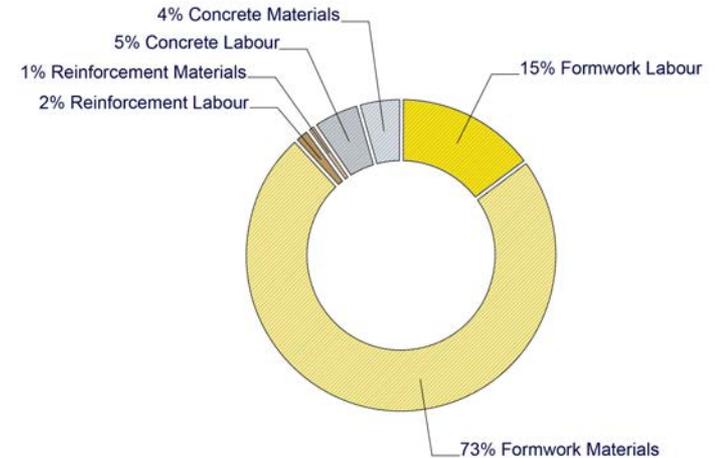


Abb.: <http://www.designtoproduction.com>

# Digitale Fabrikation und Beton: Themen

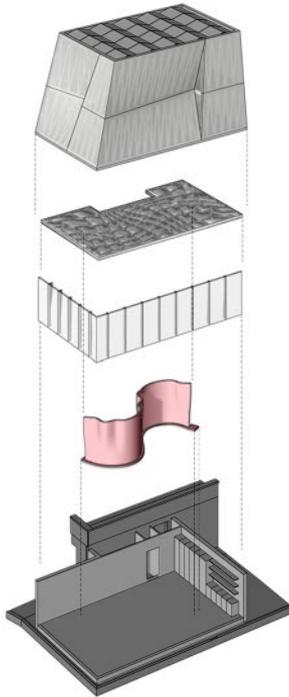


Source: Structure Magazine, April 2007



Source: B. G. De Soto, I. Agustí-Juan, J. Hunhevicz, G. Habert, and B. Adey, 2018

## IO Mesh Mould



### Prinzip

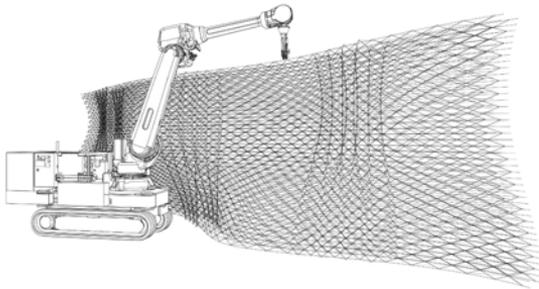
Schalungsfreie Ortbeton-Konstruktion mit robotisch fabrizierter, formgebender Bewehrung

### USP

- Schalungsfreies System eliminiert Kosten, Energie- und Materialverbrauch und Zeitaufwand für die Produktion von Schalsystemen
- Statische Optimierung erlaubt Materialeinsparung
- Freiformgeometrien ohne Kostensteigerung

Abb.: NFS Digitale Fabrikation, 2017

# IO In Situ Fabricator



## Prinzip

Autonomer, versatiler mobiler Baustellen-Roboter

## USP

- Verbinder Vor-Ort-Fertigung mit Fertigungspräzision und Komplexität wie in der Vorfertigung
- Neue Potenziale in der Mensch-Maschine-Zusammenarbeit

Abb.: Gramazio Kohler Research, ETH Zürich, 2017

## Digitale Vor-Ort Fabrikation: In Situ Fabricator

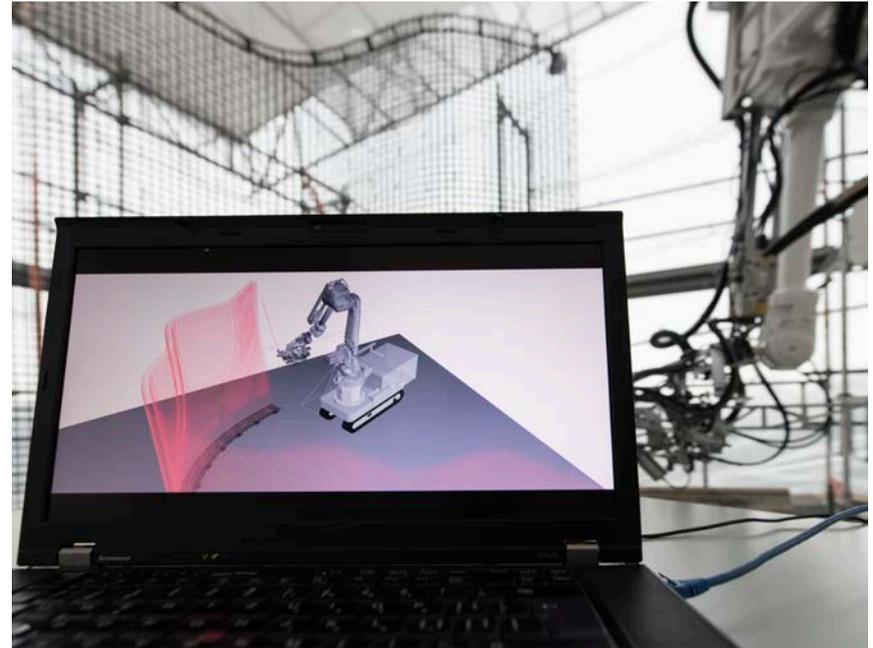
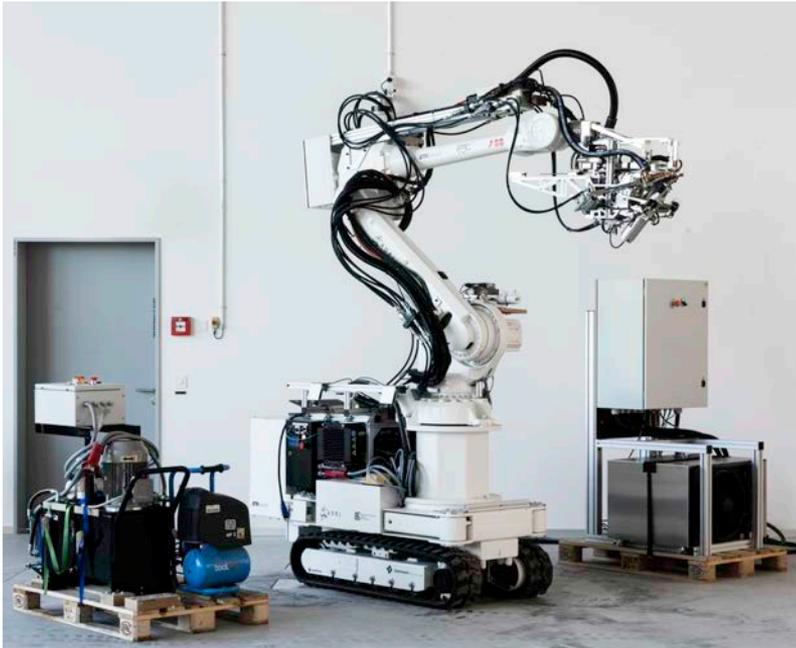
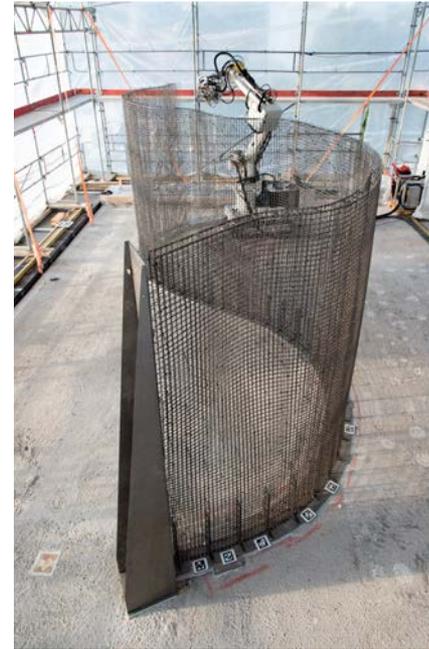


Abb.: Gramazio Kohler Research, ETH Zürich, 2017

## Digitale Vor-Ort Fabrikation: In Situ Fabricator



Abb.: NFS Digitale Fabrikation, 2017



# Lokalisierung und robotischer Endeffektor

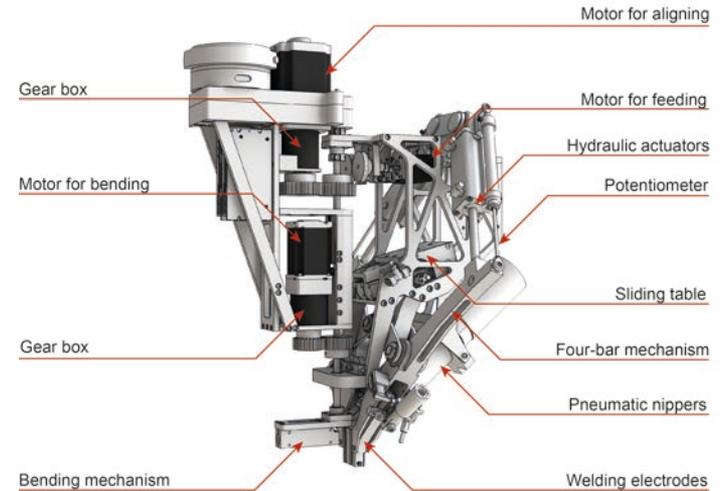
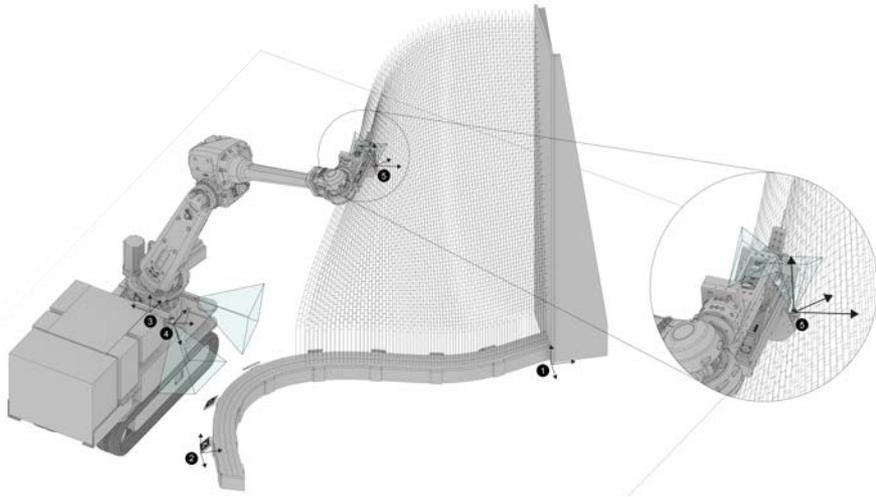
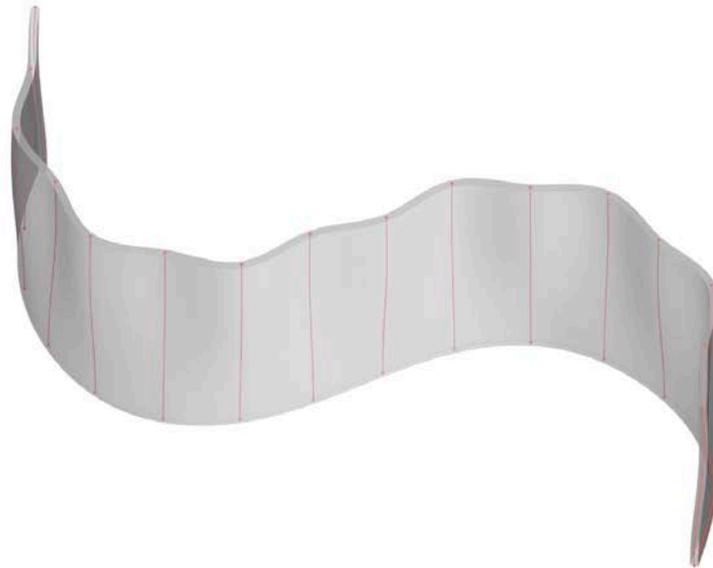


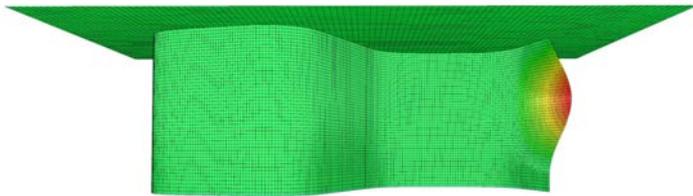
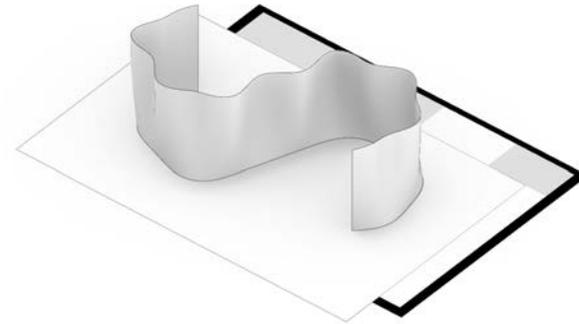
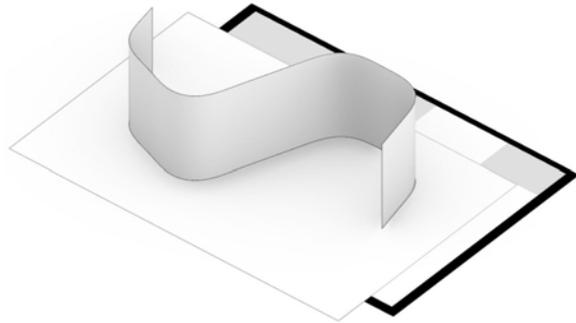
Abb.: Gramazio Kohler Research, ETH Zürich, 2017

# Parametrische Planung

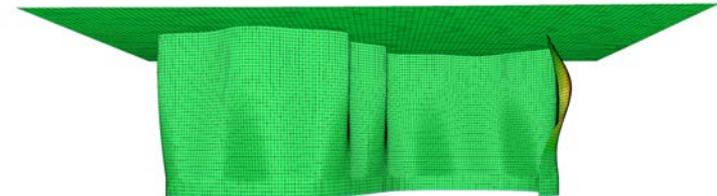


Gramazio Kohler Research, ETH Zürich, 2017

## Tragwerksanalyse im parametrischen Prozess



Single curved wall: buckling factor = 255



Double curved wall: buckling factor = 489

Abb.: Gramazio Kohler Research, ETH Zürich, 2017

## Digitale Vor-Ort Fabrikation: Mesh Mould



Abb.: Gramazio Kohler Research, ETH Zürich, 2017 / 2018

## Digitale Vor-Ort Fabrikation: Mesh Mould



Abb.: Gramazio Kohler Research, ETH Zürich, 2018



Video.: NFS Digitale Fabrikation, 2018

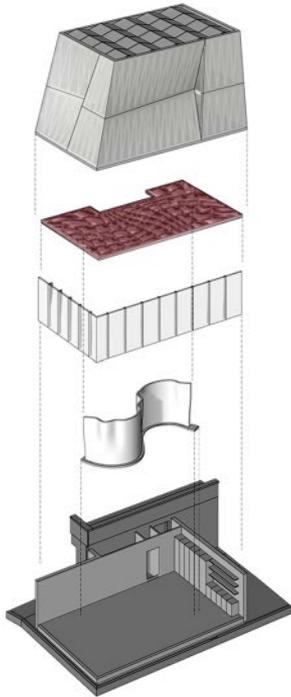
DEAF  
HOUSE



0:00.00



## IO Smart Slab



### Prinzip

Multifunktionale Betonelemente in Vorfertigung mit 3D-gedruckter Schalung

### USP

- Materialeinsparung durch optimierte Geometrien
- Massgeschneiderte, komplexe Sonderschalungen mit geringem Herstellungsaufwand
- Integration von technischen Funktionen

Abb.: NFS Digitale Fabrikation, 2017

## Digitale Vor-Ort Fabrikation: Mesh Mould

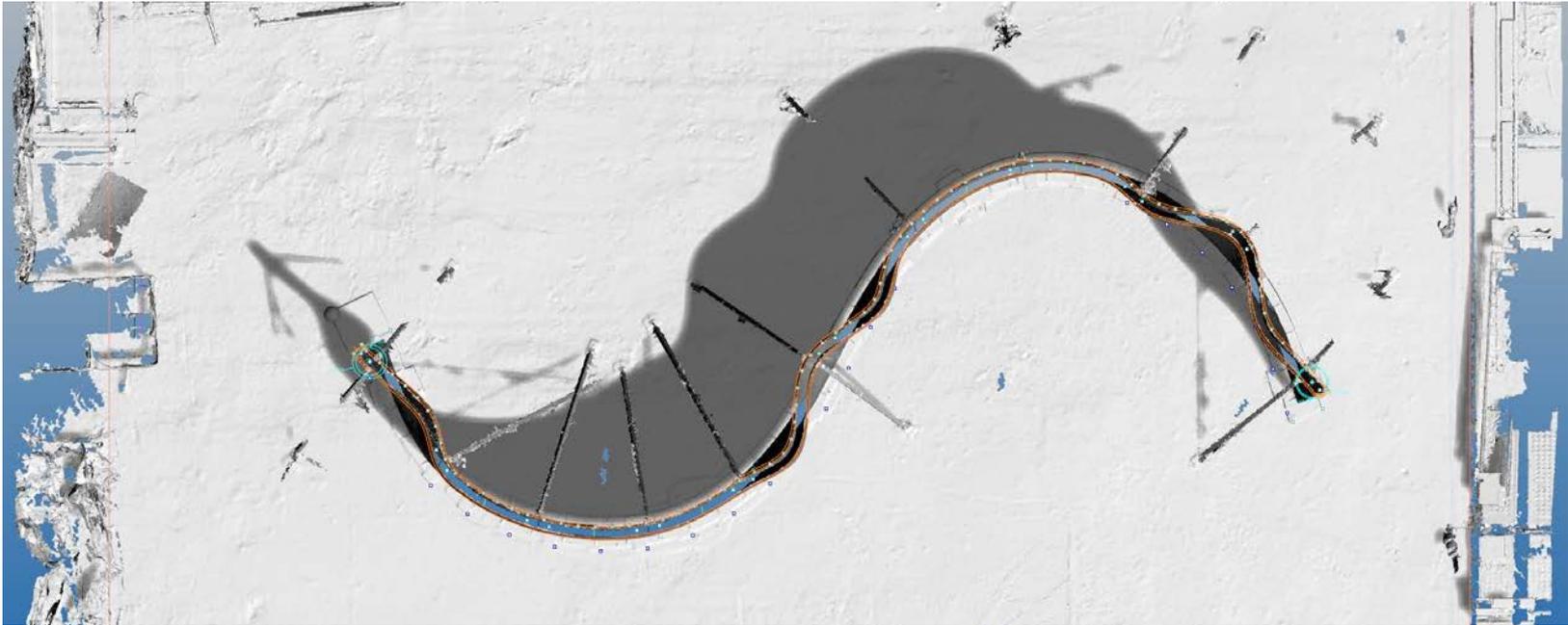


Abb.: NFS Digitale Fabrikation, 2017

## Smart Slab – Massgeschneiderter Tragwerksentwurf

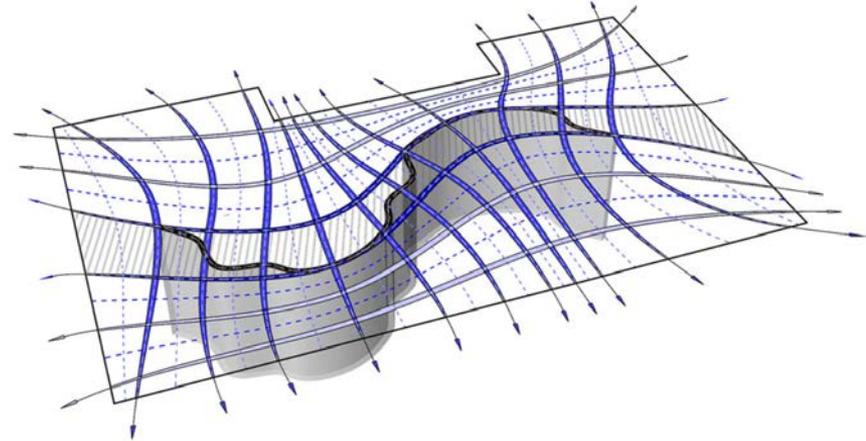
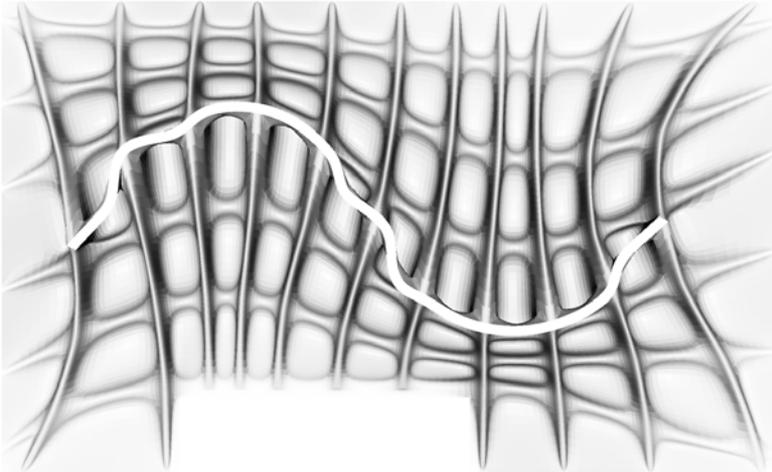


Abb.: digital building technologies, ETH Zürich, 2017

## Grossformatiger 3D-Druck als Schalung



## Grossformatiger 3D-Druck als Schalung



Abb.: digital building technologies, ETH Zürich, 2017

## Sanddruck-Schalelemente



Abb.: digital building technologies, ETH Zürich, 2018

## Massgeschneiderte Bewehrung

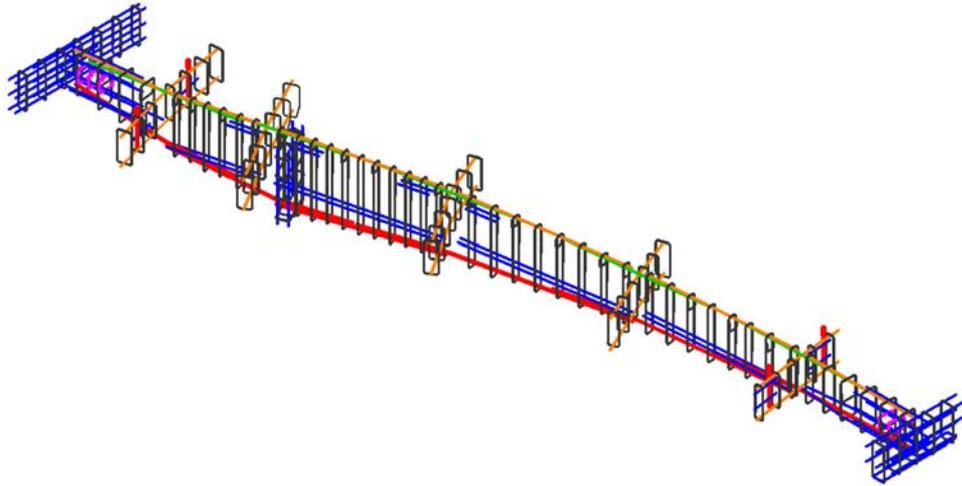


Abb.: digital building technologies, ETH Zürich, 2018

## Sonderschalungs-Komponenten

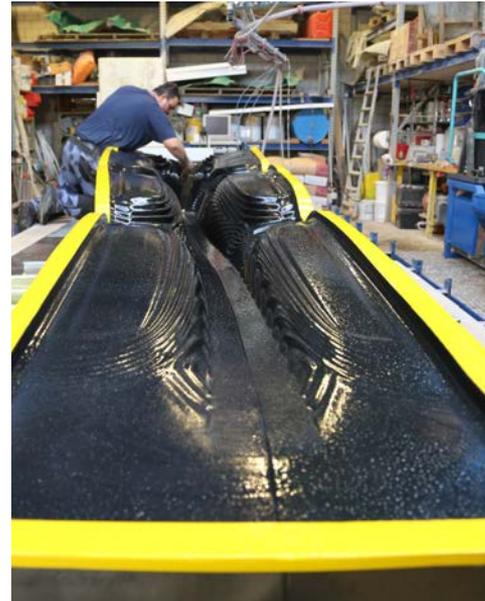
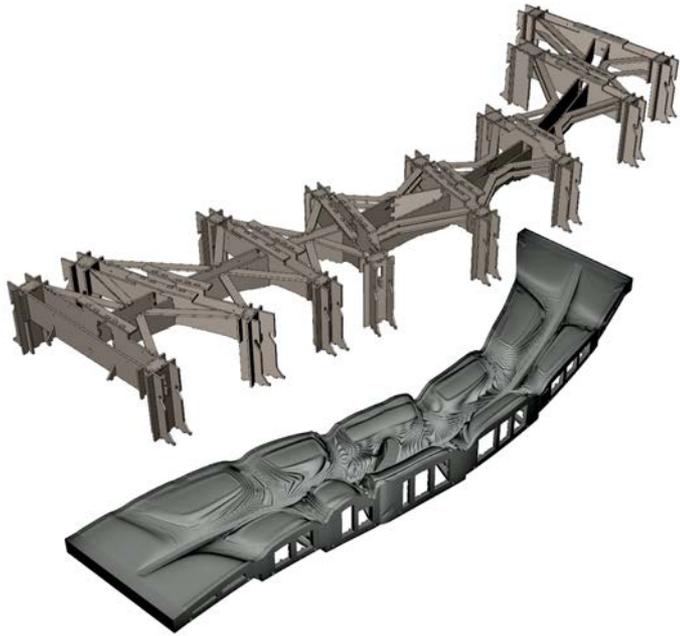


Abb.: digital building technologies, ETH Zürich, 2018

## Betoniervorgang



Abb.: digital building technologies, ETH Zürich, 2018

## Vorfabrizierte Deckenelemente



Abb.: digital building technologies, ETH Zürich, 2018

## Montage der Deckenelemente



Abb.: NFS Digitale Fabrikation/digital building technologies, ETH Zürich, 2018



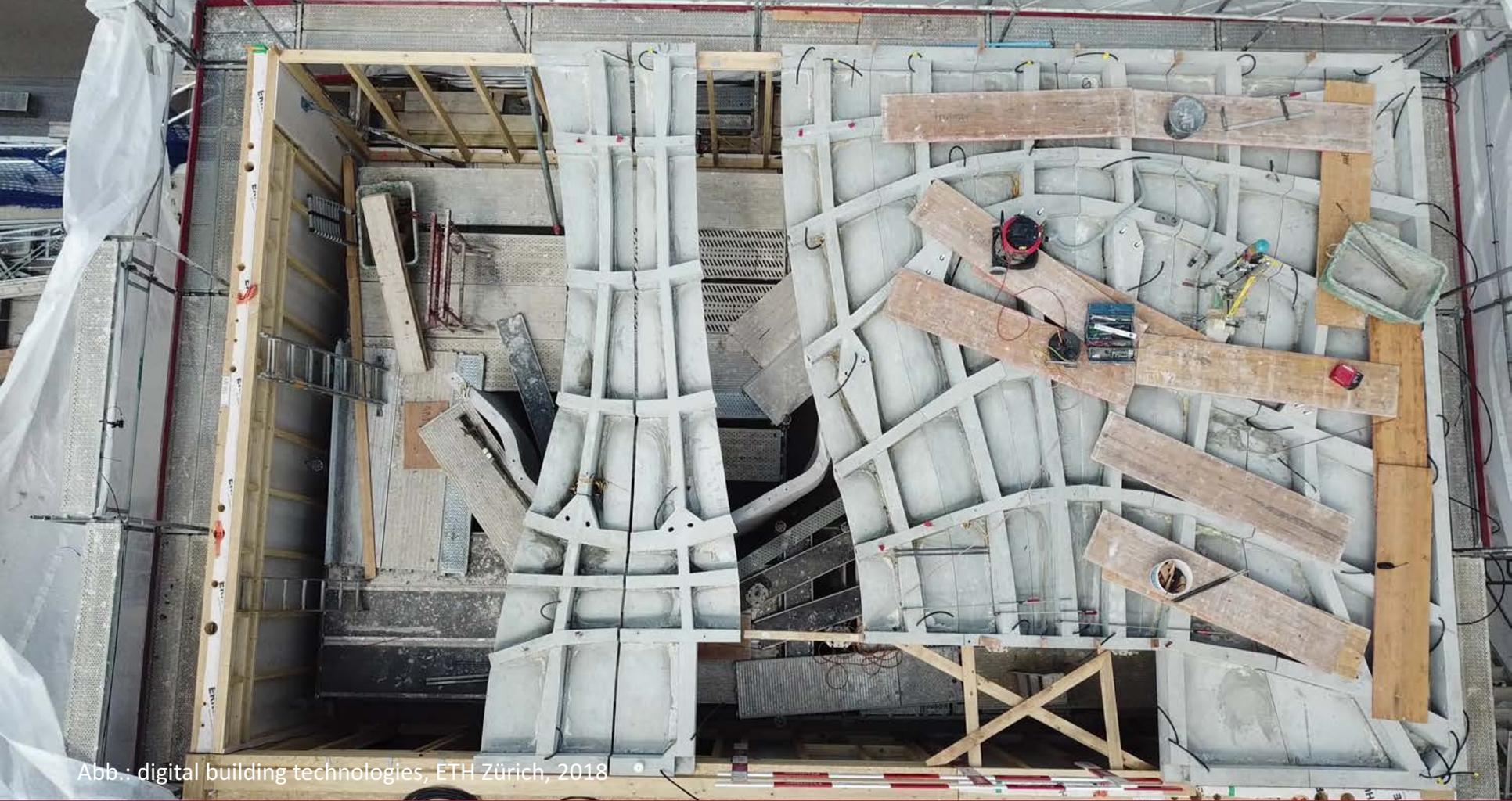
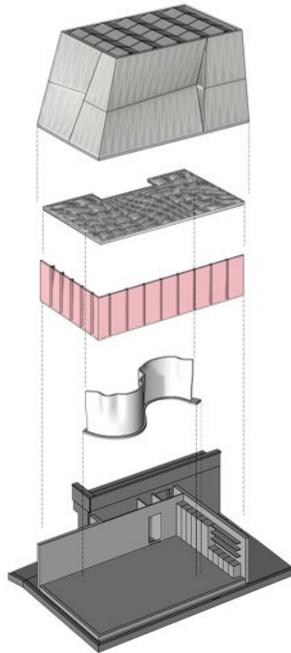


Abb.: digital building technologies, ETH Zürich, 2018

# IO Smart Dynamic Casting



## Prinzip

Automatisierte Gleitschalung mit variablem Querschnitt

## USP

- Wiederverwendbare Schalung mit variablen Querschnitten und Geometrien
- Vollautomatisierter Prozess
- Hohe Oberflächenqualität

Abb.: NFS Digitale Fabrikation, 2017

# SDC Prinzip

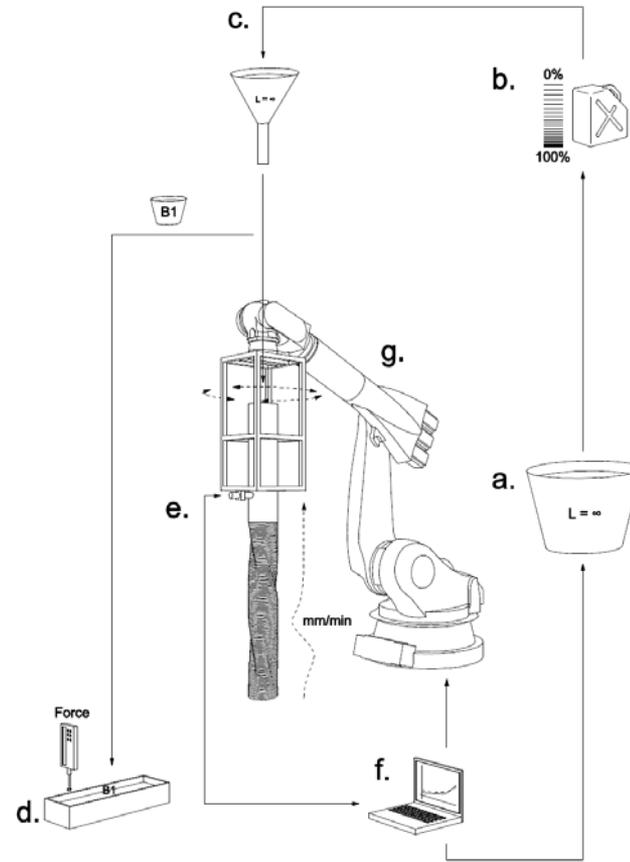


Abb.: Gramazio Kohler Research / Building Materials, Prof. R. Flatt, ETH Zürich, 2017

## SDC: Fertigung der Fassadenpfosten

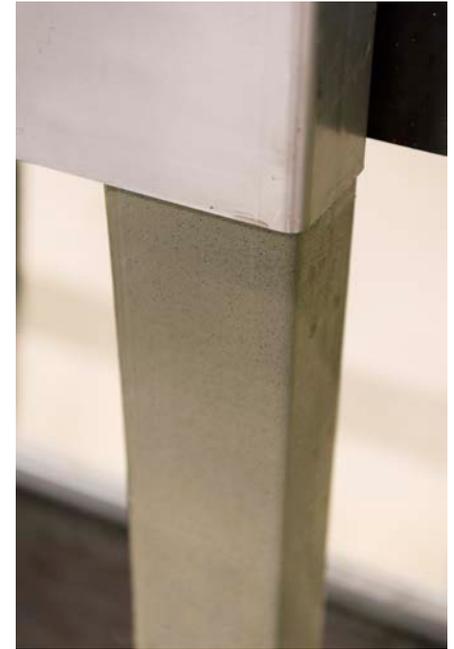


Abb.: Gramazio Kohler Research / Building Materials, Prof. R. Flatt, ETH Zürich, 2017





Video.: NFS Digitale Fabrikation, 2018

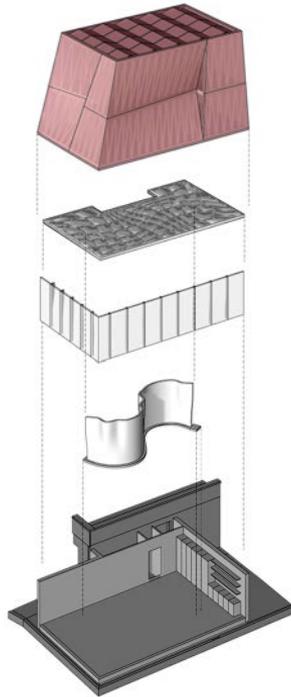
DEAD  
HOU  
SE



0:00.00



# IO Spatial Timber Assemblies



## Prinzip

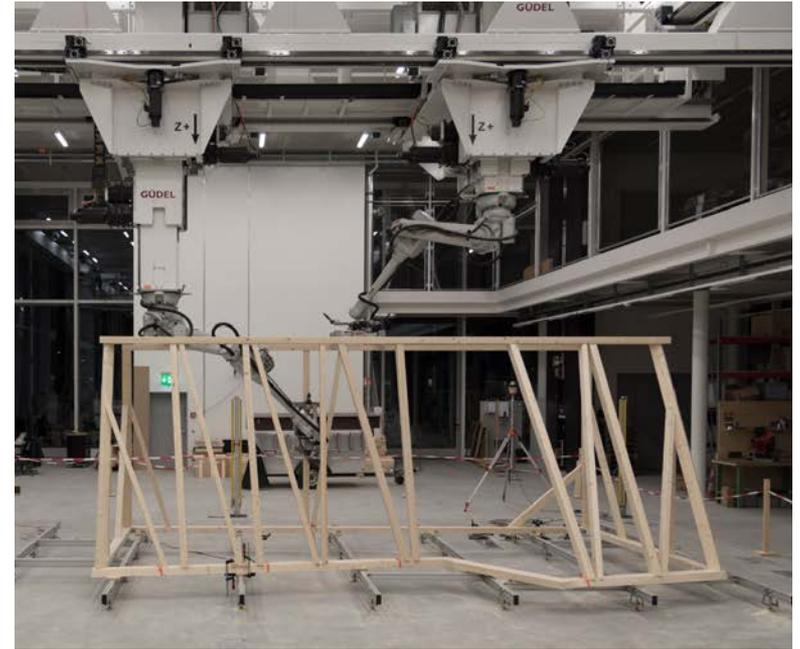
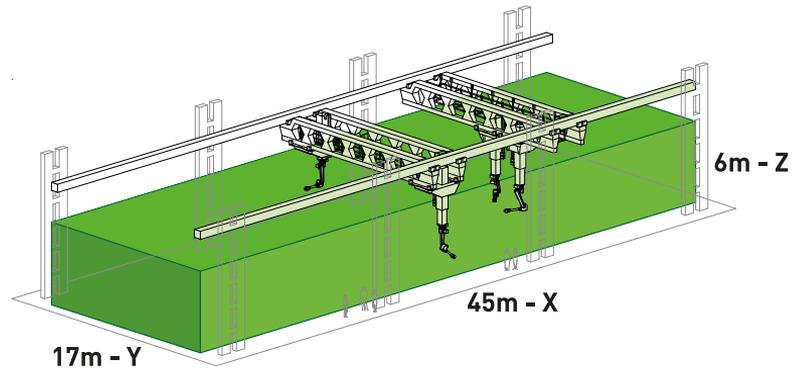
Räumliche massgeschneiderte Vorfertigung im Holzbau

## USP

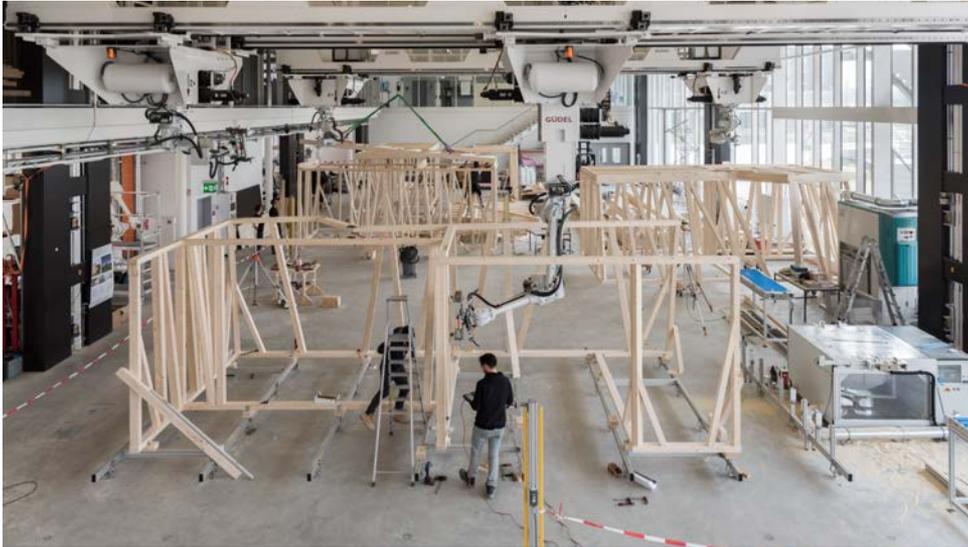
- Geometrische Freiheitsgrade durch räumliche Assemblierung
- Integrierte 3D-Vorfertigung minimiert Flächenbedarf und manuelle Zwischenschritte
- Integrationspotential durch räumliche Bauweise
- Materialeinsparung durch statisch optimiertes Stabwerk

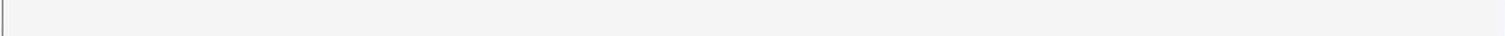
Abb.: NFS Digitale Fabrikation, 2017

## IO Spatial Timber Assemblies



## IO Spatial Timber Assemblies





0:00.00



## DFAB HOUSE Industriepartnerschaften

