



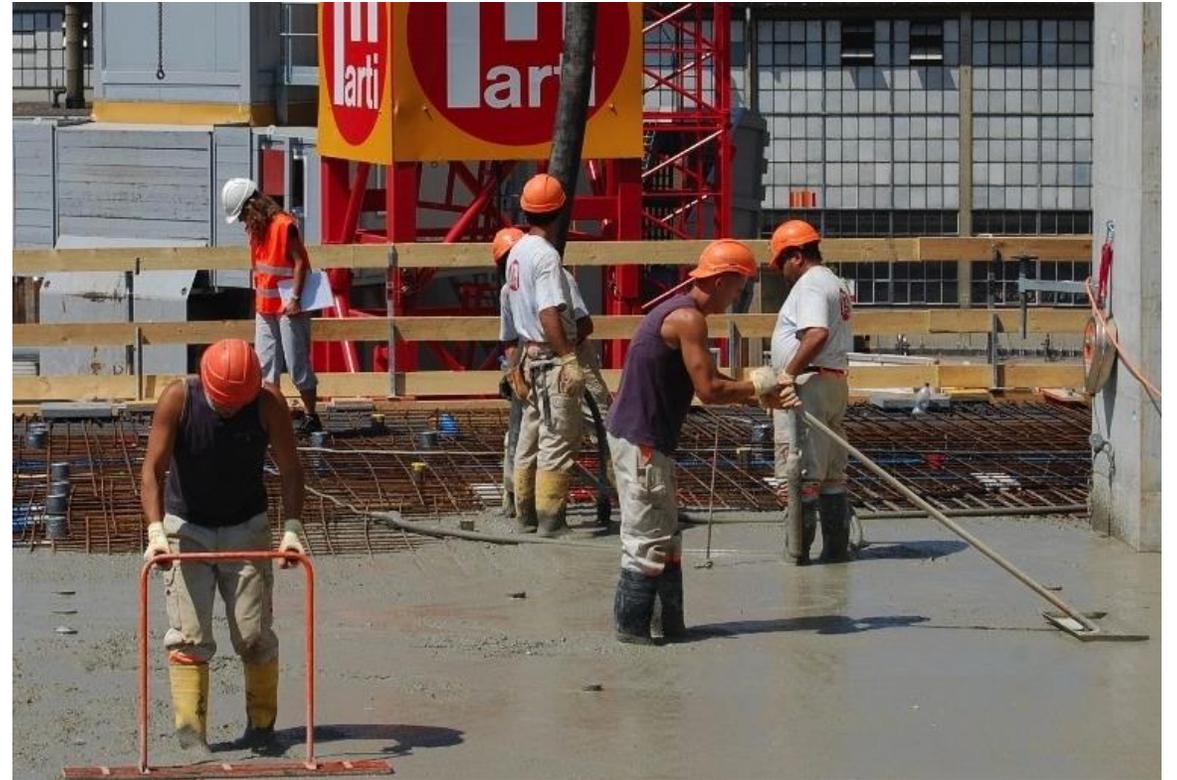
**National Centre of Competence  
in Research  
Digital Fabrication**

# 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  
Links: Bildarchiv ETH-Bibliothek Zürich / H. Wolf-Bender

# Digitale Fabrikation in der Architektur

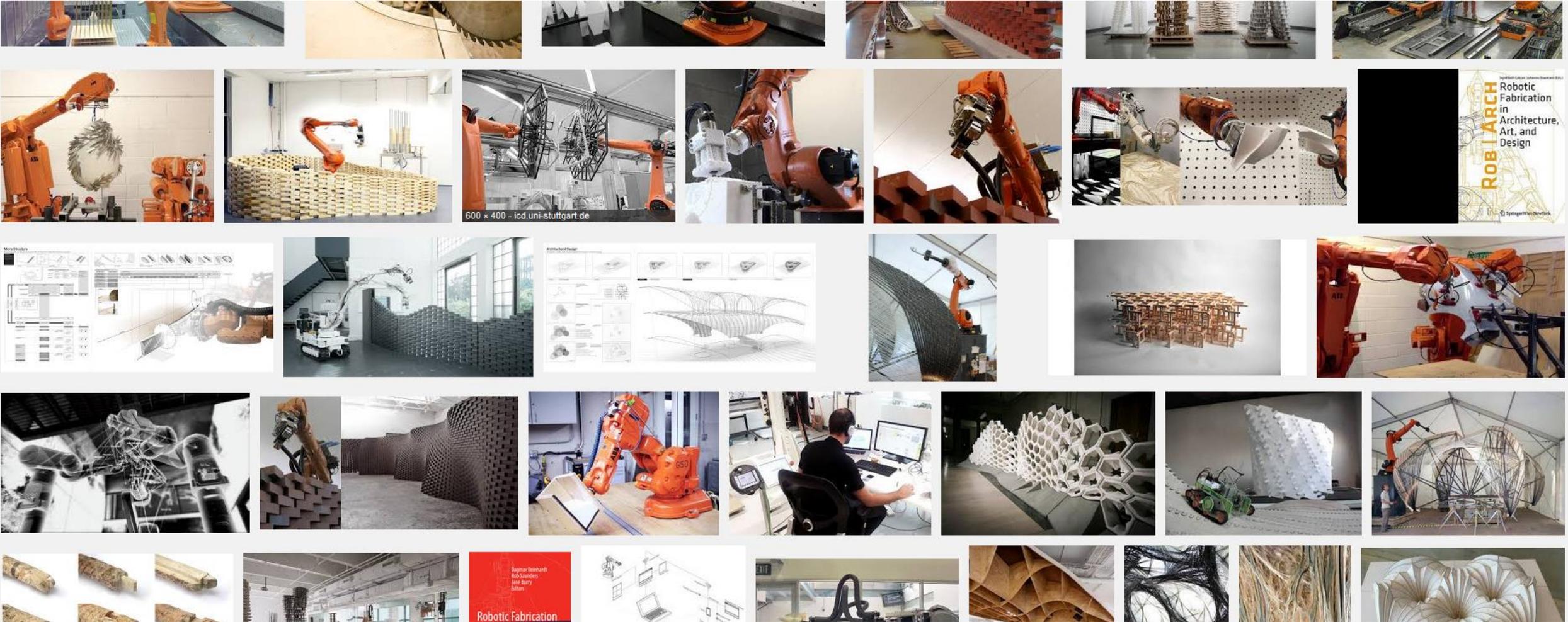


Robotic fabrication lab, 2005  
Gramazio Kohler Research, ETH Zürich

# Die digitale Kette



# Aktuelle Forschungsthemen



Google-Suche «robotic fabrication in architecture»  
Quelle: Google.de

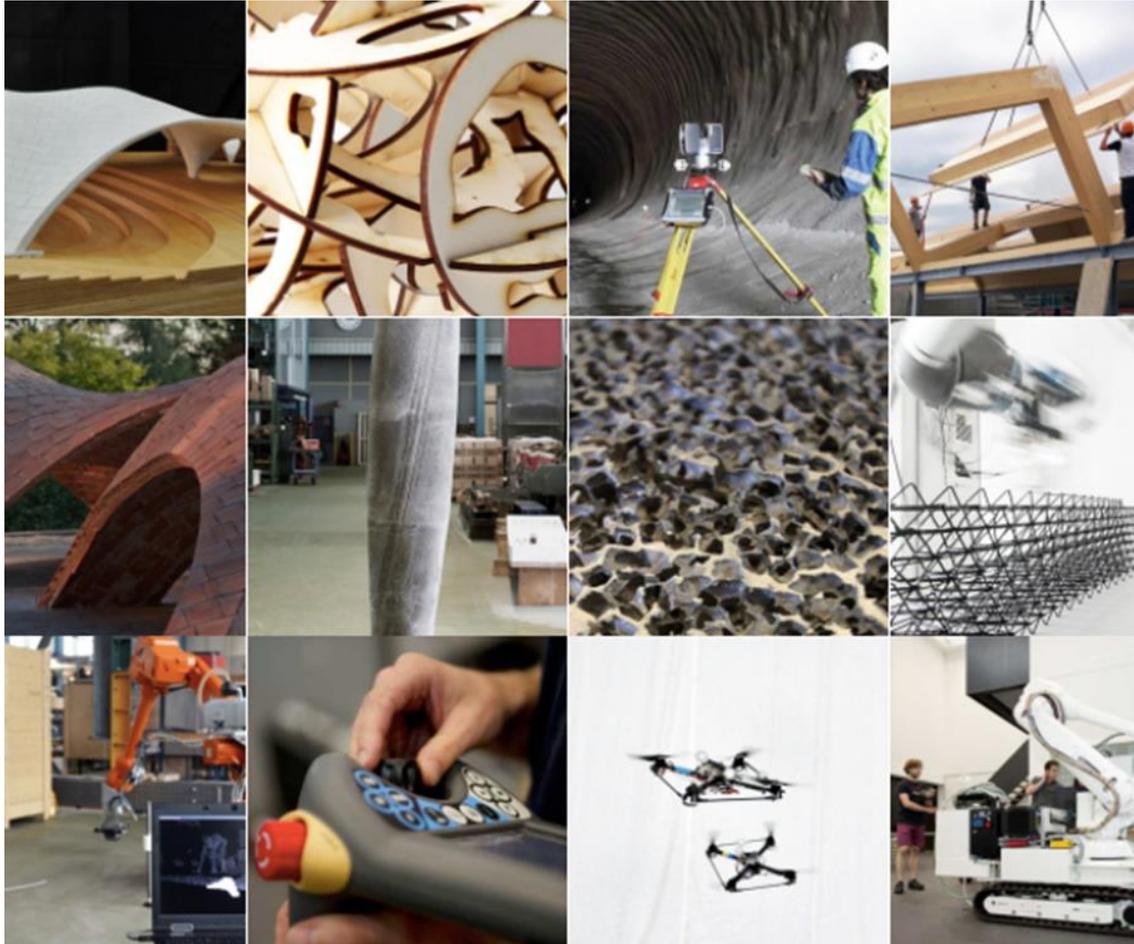
# National Competence Center in Research (NCCR)/ Nationaler Forschungsschwerpunkt (NFS)

## Forschungsinstrument des Schweizer Nationalfonds (SNF)

### Ziele:

- Stärkung der Forschung in Bereichen von strategischer Bedeutung für die Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft
- Verbesserung der Arbeitsteilung zwischen den Forschungseinrichtungen
- Etablierung von Kollaborationen zwischen akademischen und nicht-akademischen öffentlichen und privaten Instituten
- Aufbau von Verbindungen zu potentiellen Anwendern der Forschungsergebnisse (Wissens- und Technologietransfer)
- Unterstützung und Förderung talentierter Doktoranden und Post-Doktoranden

# NFS Digitale Fabrikation



**Kick-Off:** Juni 2014

## **Forschungsschwerpunkte:**

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

## **Beteiligte Forscher:**

14 Leitende Forschende

~40 Doktoranden und Postdoktoranden

## **Beteiligte Forschungsinstitute:**

ETH Zürich (Heimat Institution), EPF Lausanne, Berner Fachhochschule, Empa

[www.dfab.ch](http://www.dfab.ch)

# Leitende Forschende



Philippe Block  
Tragwerke



Jonas Buchli  
Bewegliche Robotik



Benjamin Dillenburger  
Digitale Architektur



Robert Flatt  
Baumaterialien



Fabio Gramazio  
Digitale Fabrikation



Guillaume Habert  
Nachhaltigkeit



Marco Hutter  
Robotische Systeme



Matthias Kohler  
Digitale Fabrikation



Manfred Morari  
Regelungstechnik



Mark Pauly  
Information



Roland Siegwart  
Autonome Robotik



Roy Smith  
Verteilte Regelung

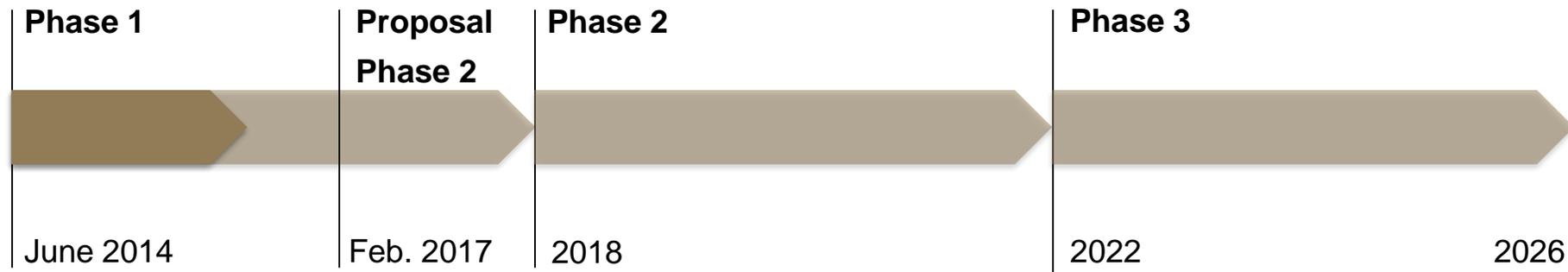


Olga Sorkine  
Informatik



Yves Weinand  
Tragwerke

# 12 Jahresplan



# Zwei zentrale Herausforderungen

## Digitale Vor-Ort-Fabrikation



## Massgeschneiderte, digitale Vorfabrikation



Links: Test des In situ Fabricator auf Empa NEST, Rechts: Robotisches Fügen von Holzplatten

# Zwei zentrale Herausforderungen

## Digitale Vor-Ort-Fabrikation

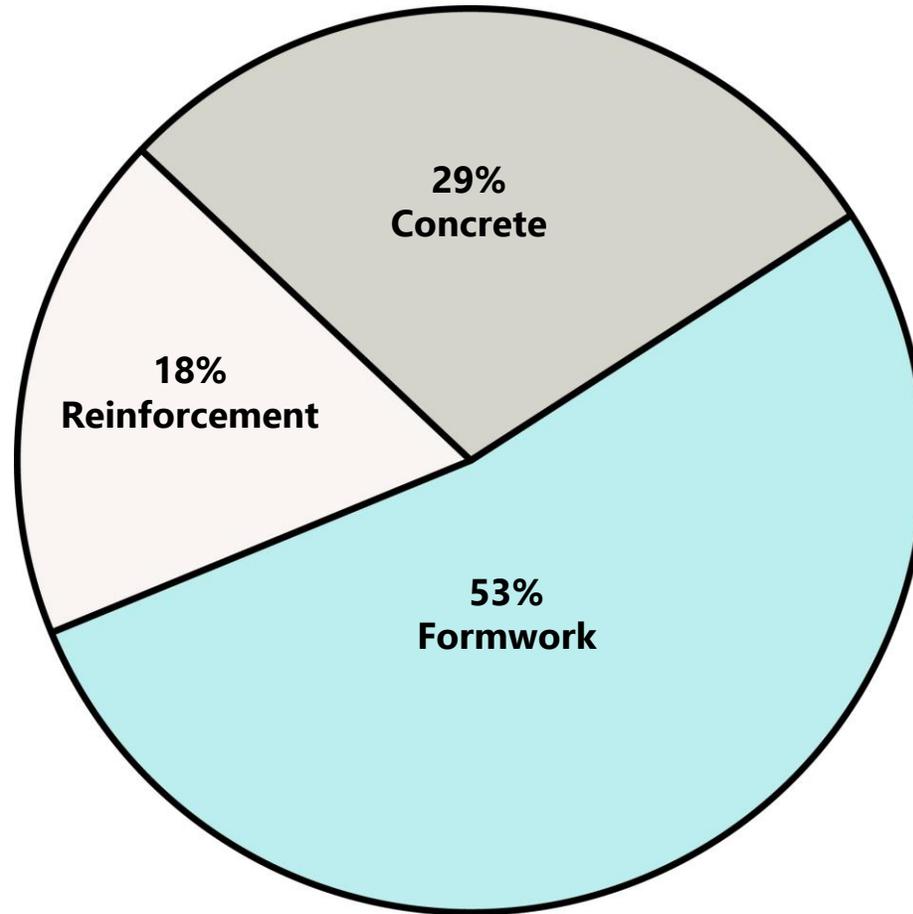


## Massgeschneiderte, digitale Vorfabrikation

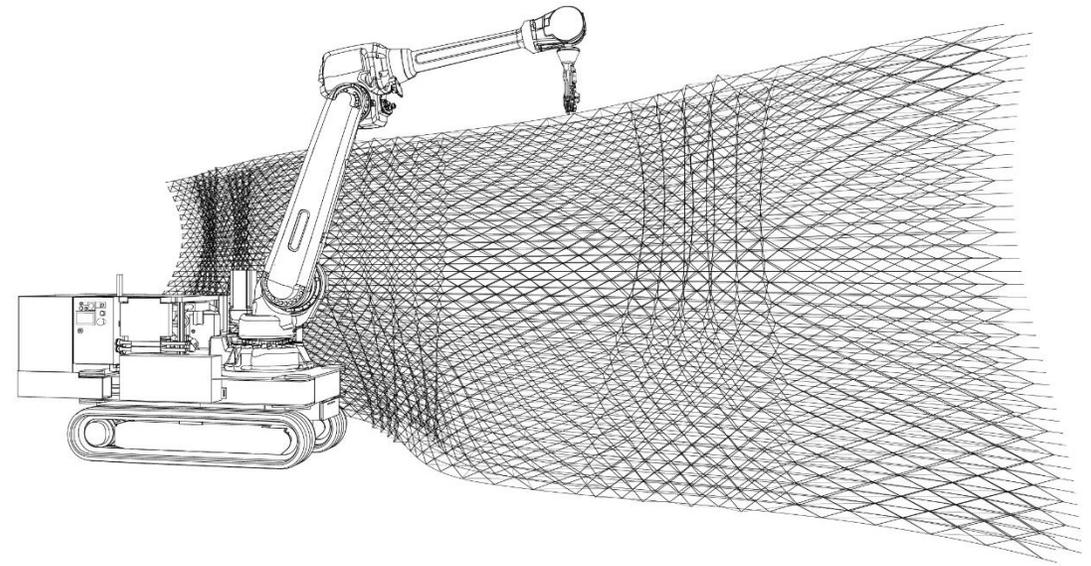
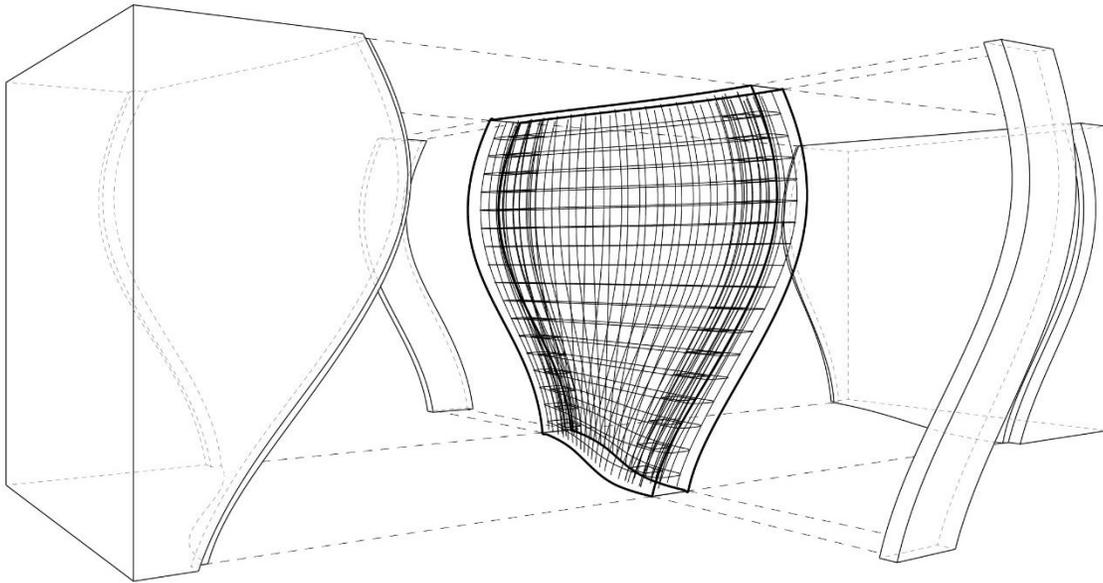


Links: Test des In situ Fabricator auf Empa NEST, Rechts: Robotisches Fügen von Holzplatten

# Forschungsprojekt – Mesh Mould

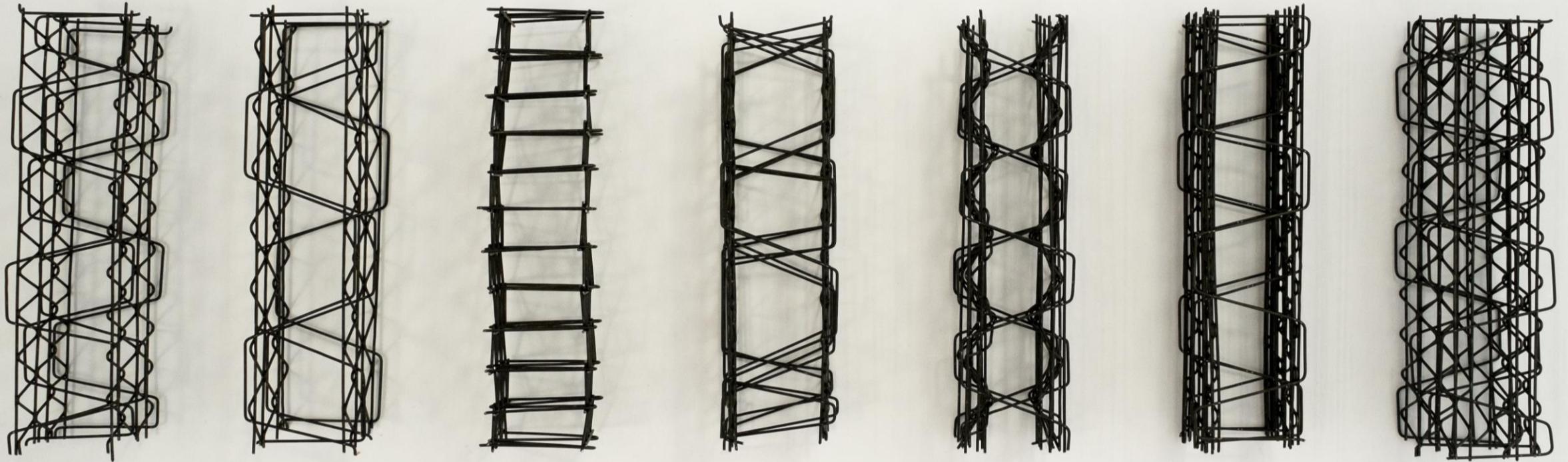


# In situ Fabricator (IF) und Mesh Mould



Links: Konventionelle Fabrikationsmethode, Rechts: Innovativer Fabrikationsprozess  
Gramazio Kohler Research, ETH Zürich

# Mesh Mould – Netztopologien



Probekörper unterschiedlicher Metallnetztopologien  
Gramazio Kohler Research, ETH Zürich

# Mesh Mould – Anpassung der Betonmischungen

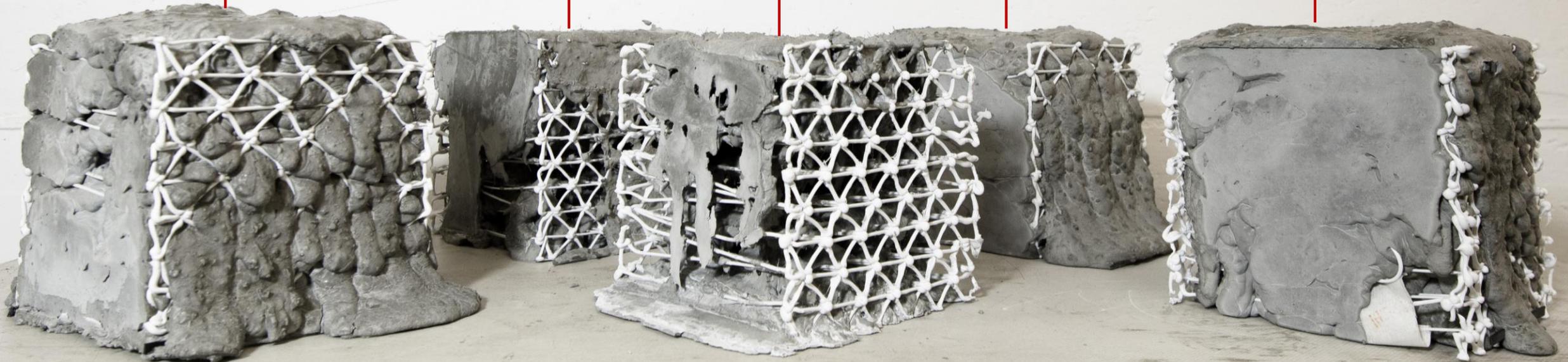
Mix C without  
fibers  
Slump flow  
19  
Mesh 10\_9

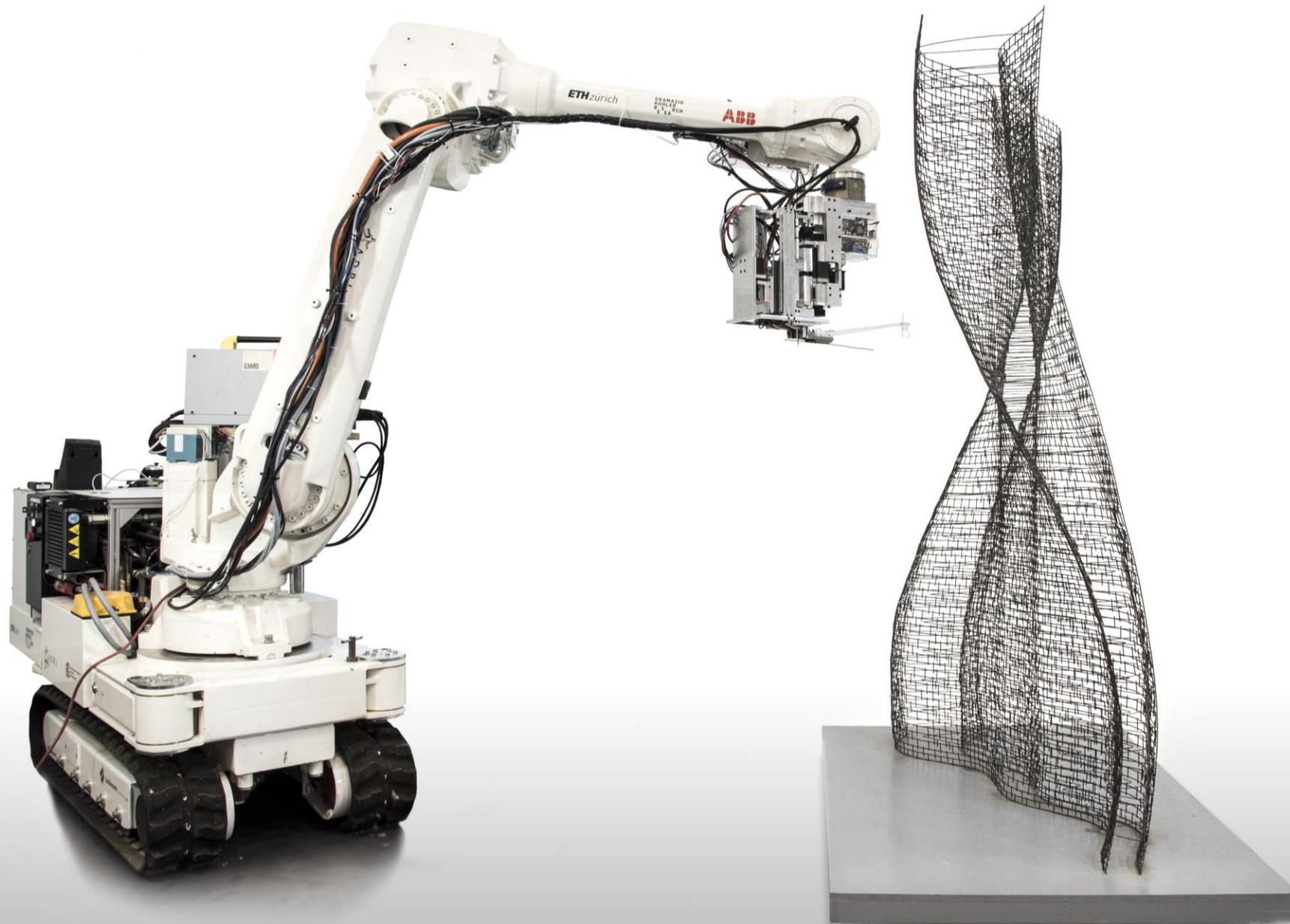
Mix C with  
Fibers  
Slump flow  
22  
Mesh 12\_9

Mix C with  
Fibers  
Slump flow 18  
Mesh 12\_9

Mix C no Fibers  
Slump flow 17  
Mesh 8\_8

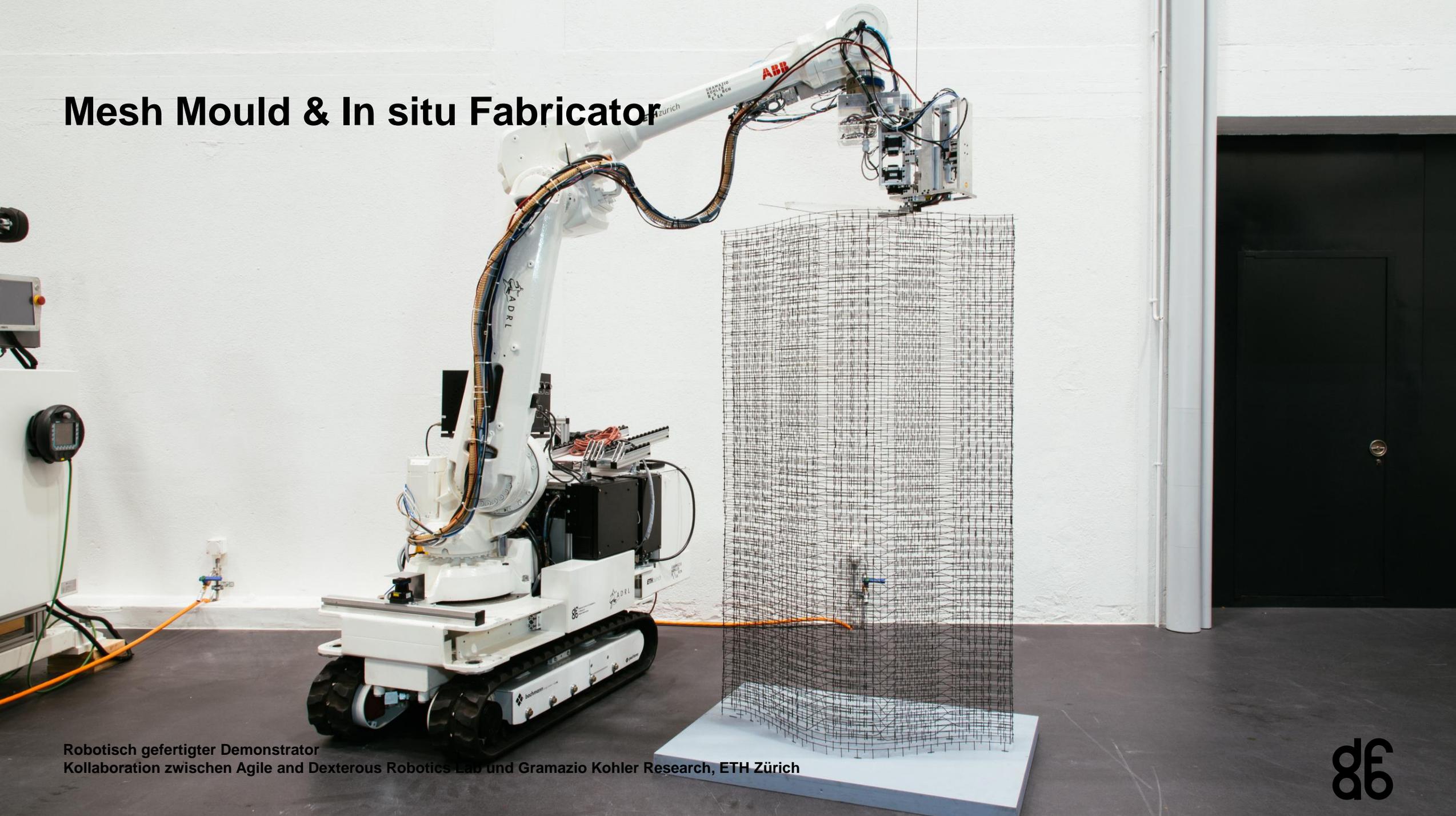
Mix C no Fibers  
Slump flow 19  
Mesh 14\_11







# Mesh Mould & In situ Fabricator



Robotisch gefertigter Demonstrator  
Kollaboration zwischen Agile and Dexterous Robotics Lab und Gramazio Kohler Research, ETH Zürich

# Manueller Füllvorgang



2m hoher, einfach gekrümmter Demonstrator  
Kollaboration zwischen Gramazio Kohler Research und IfB, ETH Zürich

# Manuelle Oberflächenbearbeitung



2m hoher, einfach gekrümmter Demonstrator  
Kollaboration zwischen Gramazio Kohler Research und IfB, ETH Zürich

# Zwei zentrale Herausforderungen

Digitale Vor-Ort-Fabrikation



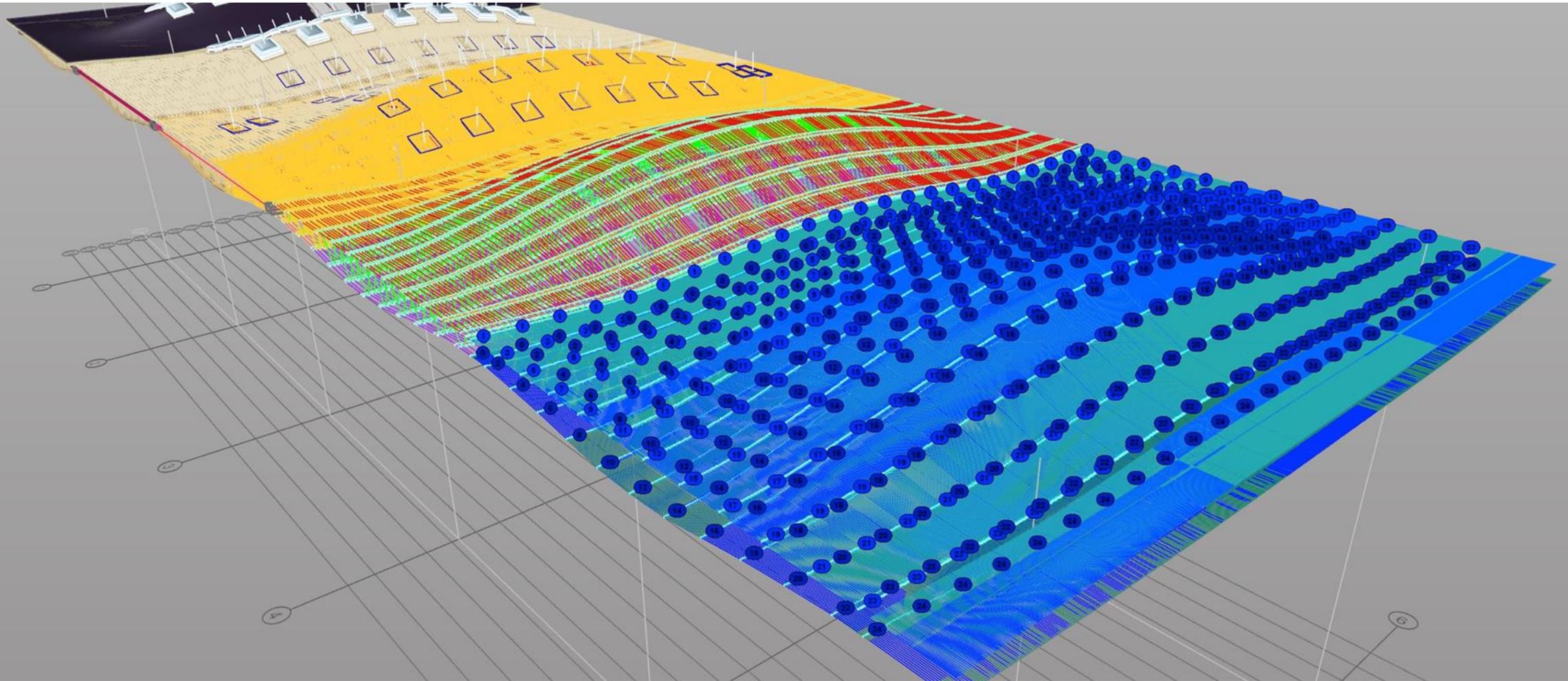
Massgeschneiderte, digitale Vorfabrikation



Links: Test des In situ Fabricator auf Empa NEST, Rechts: Robotisches Fügen von Holzplatten



# Dach des neuen Institutsgebäudes



Digitales Planungs- und Fabrikationsmodell des Arch\_Tec\_Lab Dachs  
Konzept und Planung bei Gramazio Kohler Research, ETH Zürich

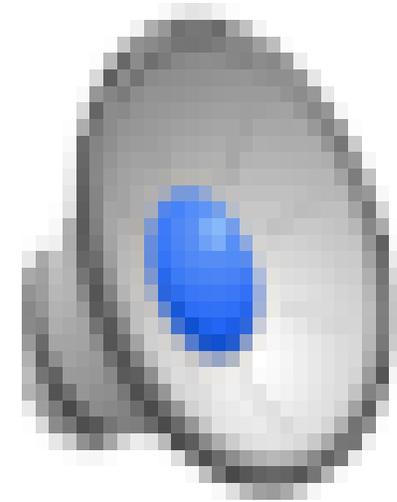


Robotische Vorfertigung Arch\_Tec\_Lab Dach  
Konzept und Planung bei Gramazio Kohler Research, ETH Zürich



Innenansicht Dachkonstruktion, Institut für Technologie in der Architektur (ITA), ETH Zürich, Dezember 2015  
Dach Design von Gramazio Kohler Research, ETH Zürich

# Smart Dynamic Casting (SDC)



Links: Betonsäulen mit gedrehten Querschnitten. Mitte: Betonkanufertigung. Rechts: Fertigungsprozess  
Kollaboration zwischen Institut für Baustoffe und Gramazio Kohler Research, ETH Zürich

# 3D-Druck von Komplexen Strukturen



Vorderansicht "Grotto wall"  
Digital Building Technologies, ETH Zürich

## Forschungsziel

Neue Entwurfs- und Fertigungsmethoden auf Basis hochauflösender additive Fertigungsstrategien

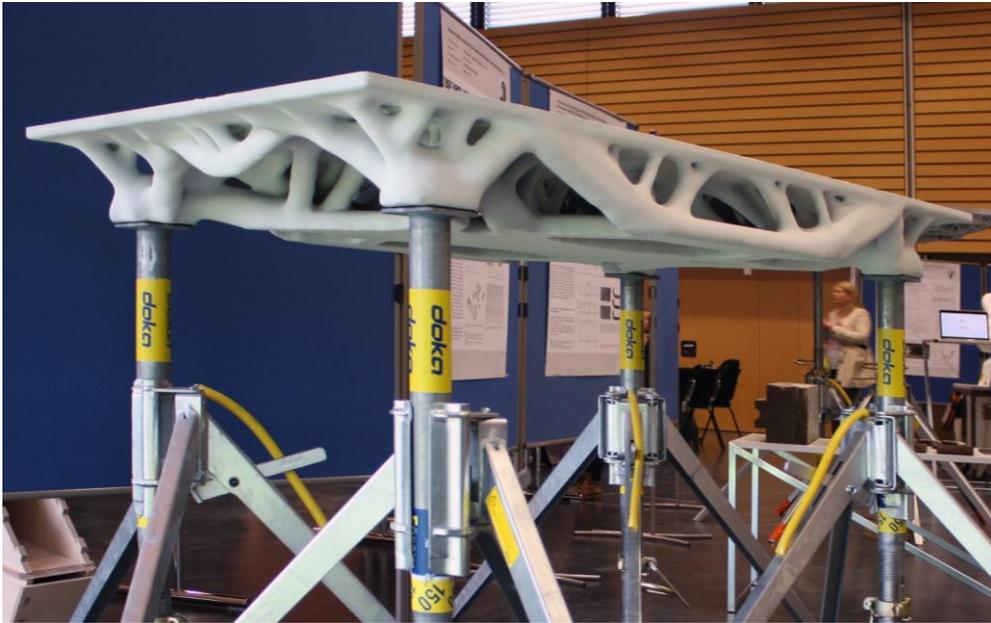
## Forschungsschwerpunkte

- Design Software
- 3D Sand-Druck als verlorene Schalung für Betonelemente für integrierte Baukomponenten
- Kohlefaser-verstärkte Betonstrukturen

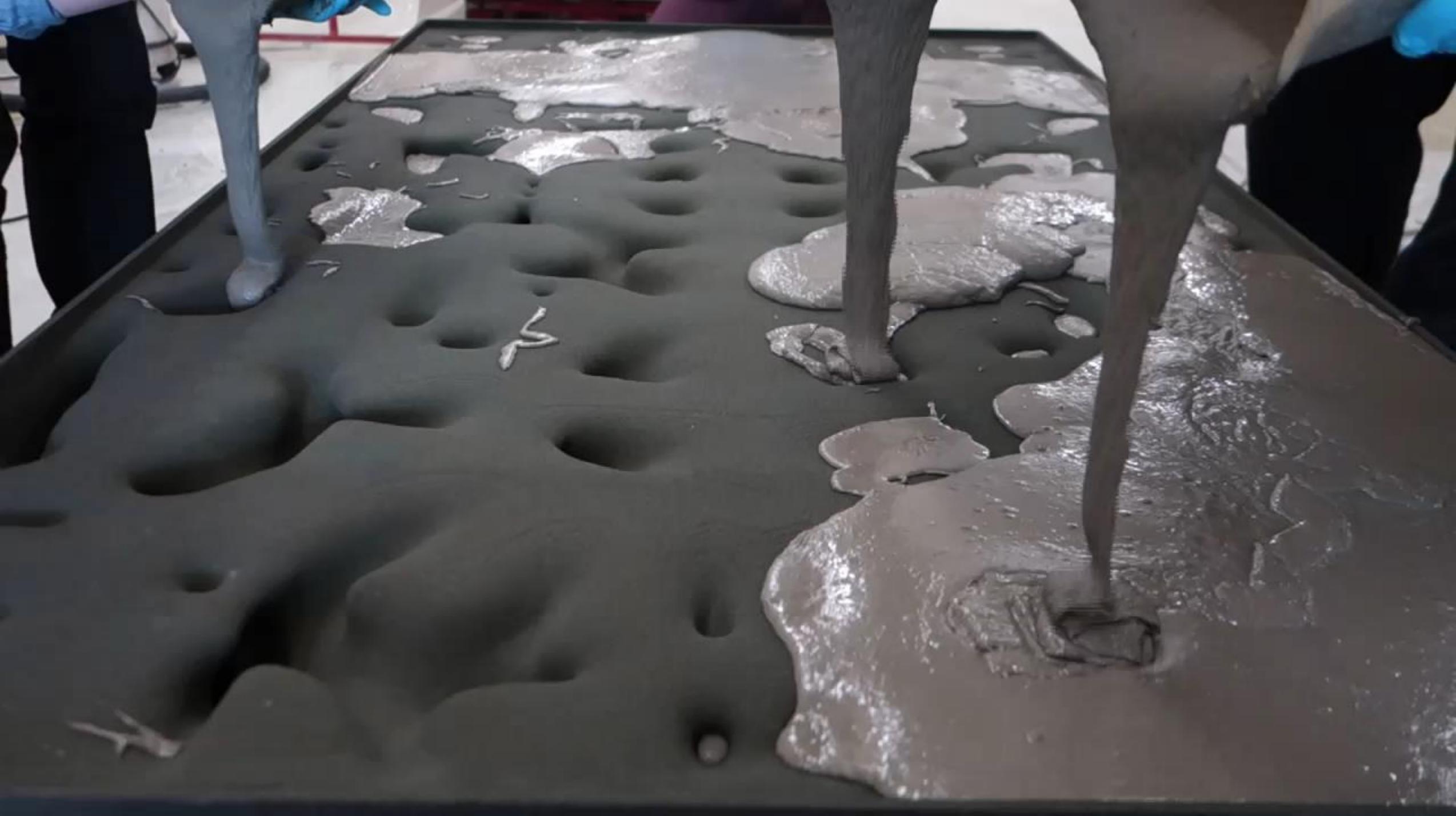


Sand-basierter 3D-Druck  
Digital Building Technologies, ETH Zürich

# 3D-Druck – Prototypen

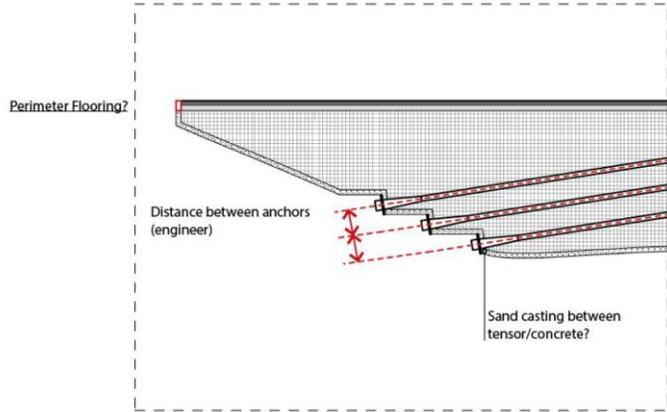


Prototypen für NEST Geschosdeckenelement, 2016  
Digital Building Technologies, ETH Zürich

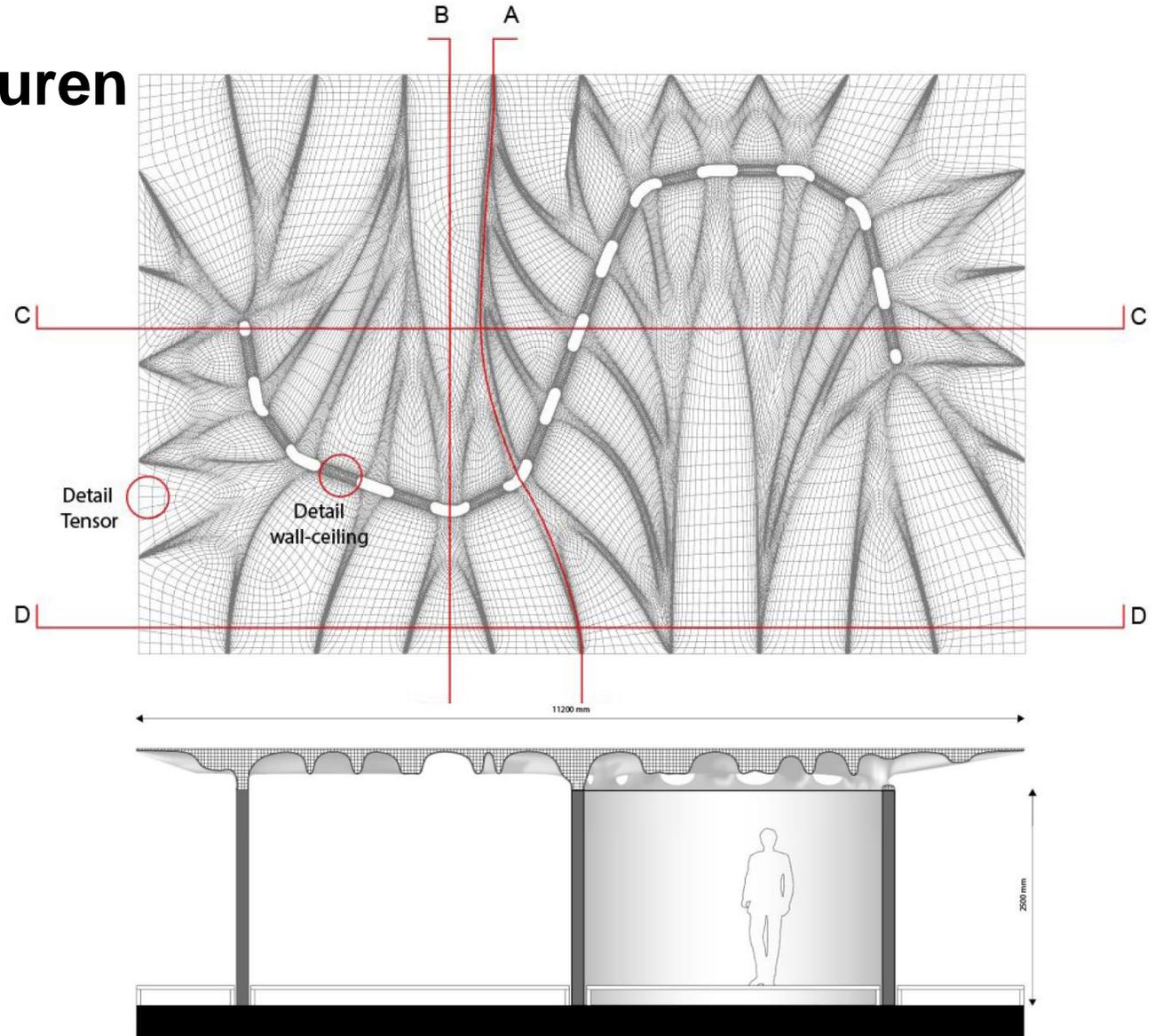
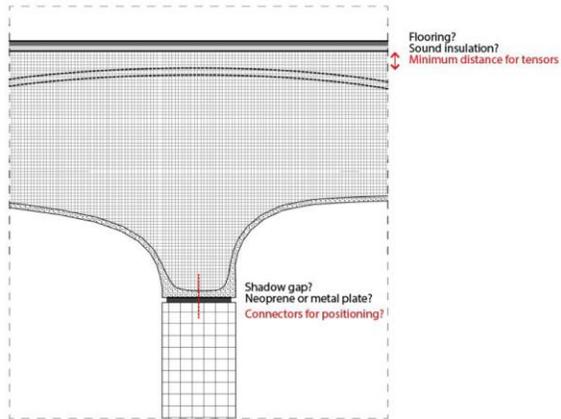


# 3D-Druck von Komplexen Strukturen

Detail tensor 1  
Original status



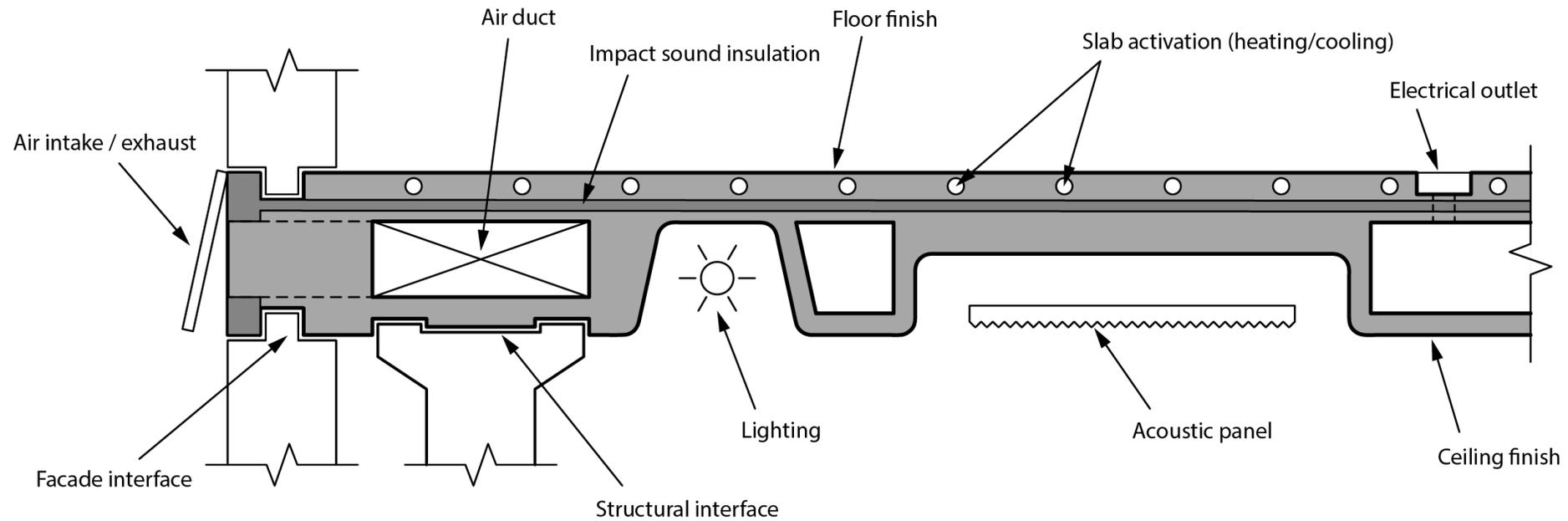
Detail wall-ceiling





Pulverbasierter 3D-Druck  
Digital Building Technologies, ETH Zürich

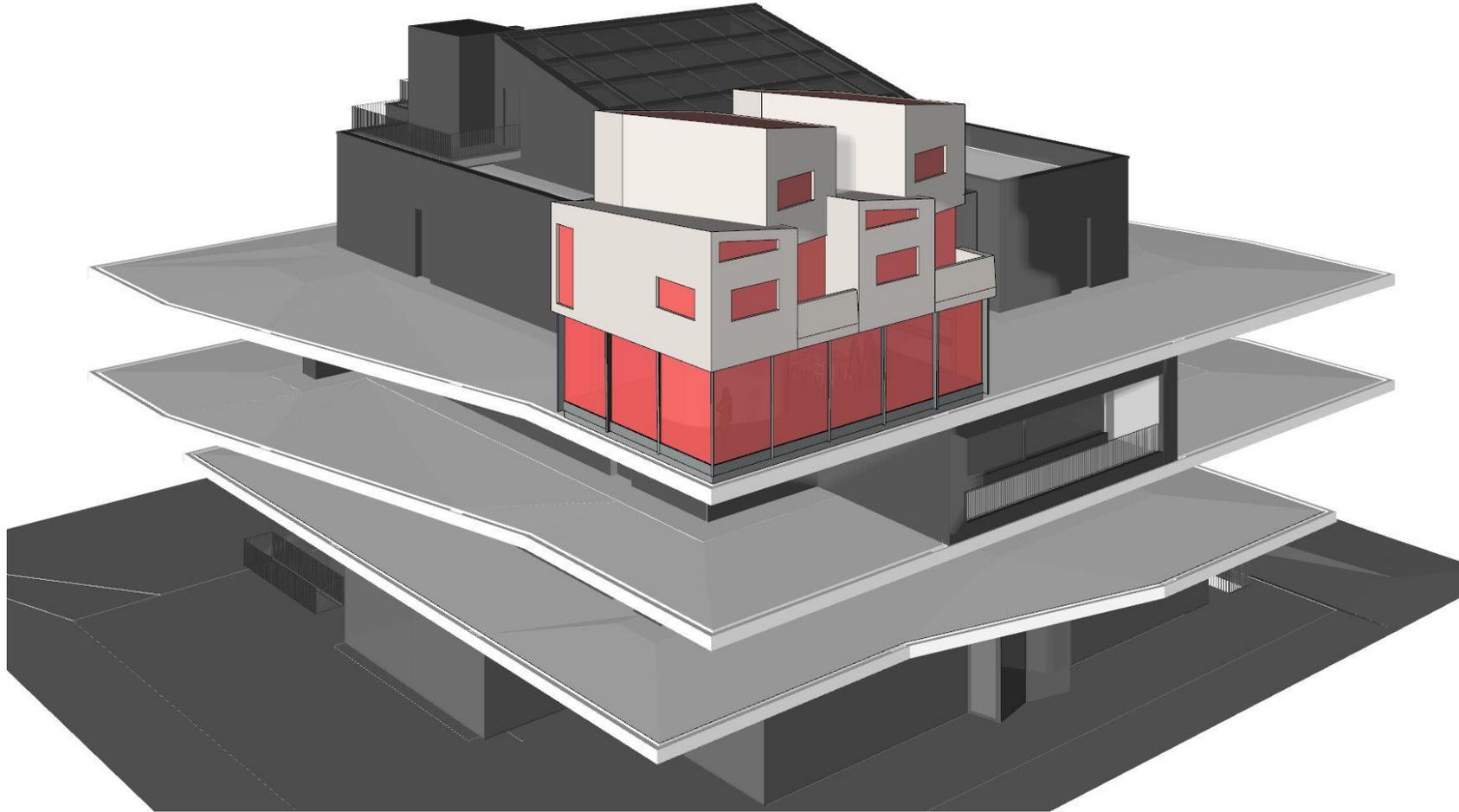
# 3D-Druck - Funktionsintegration



# Empa NEST-Projekt – Digital Fabrication NEST Unit

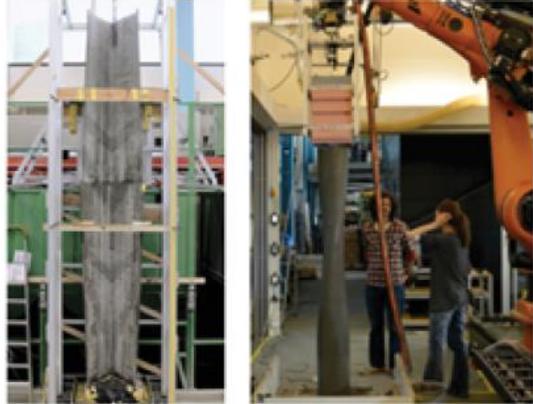


# Massenstudie im NEST-Kontext



**Façade Mullions with Optimized Cross Section**

**IO#4 Smart Dynamic Casting**



**3D Prefabricated Integrated Timber Structures**

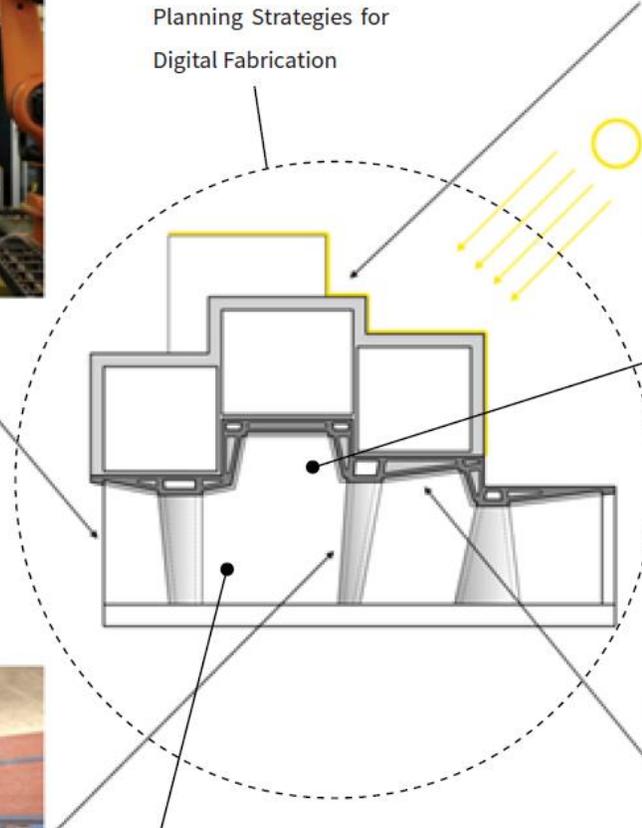
**IO#5 Integral Attachment of Timber Structures**



**IO#6 Robotic Prefabrication of Timber Structures**



**Meta Topic**  
Planning Strategies for Digital Fabrication



**Industry Innovations**

- Smart Home
- Lighting
- BIM

**Free Form Loadbearing Wall Structure**

**IO#1 Mesh Mould**

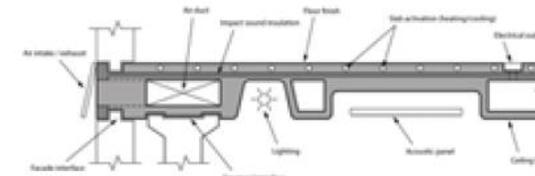
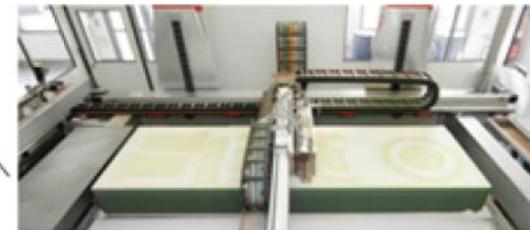


**IO#2 In Situ Fabricator**



**Integrated Light-weight Floor Slab**

**IO#3 3D Printing for Complex Components**



**IO#7 Fireplace 2.0**



de