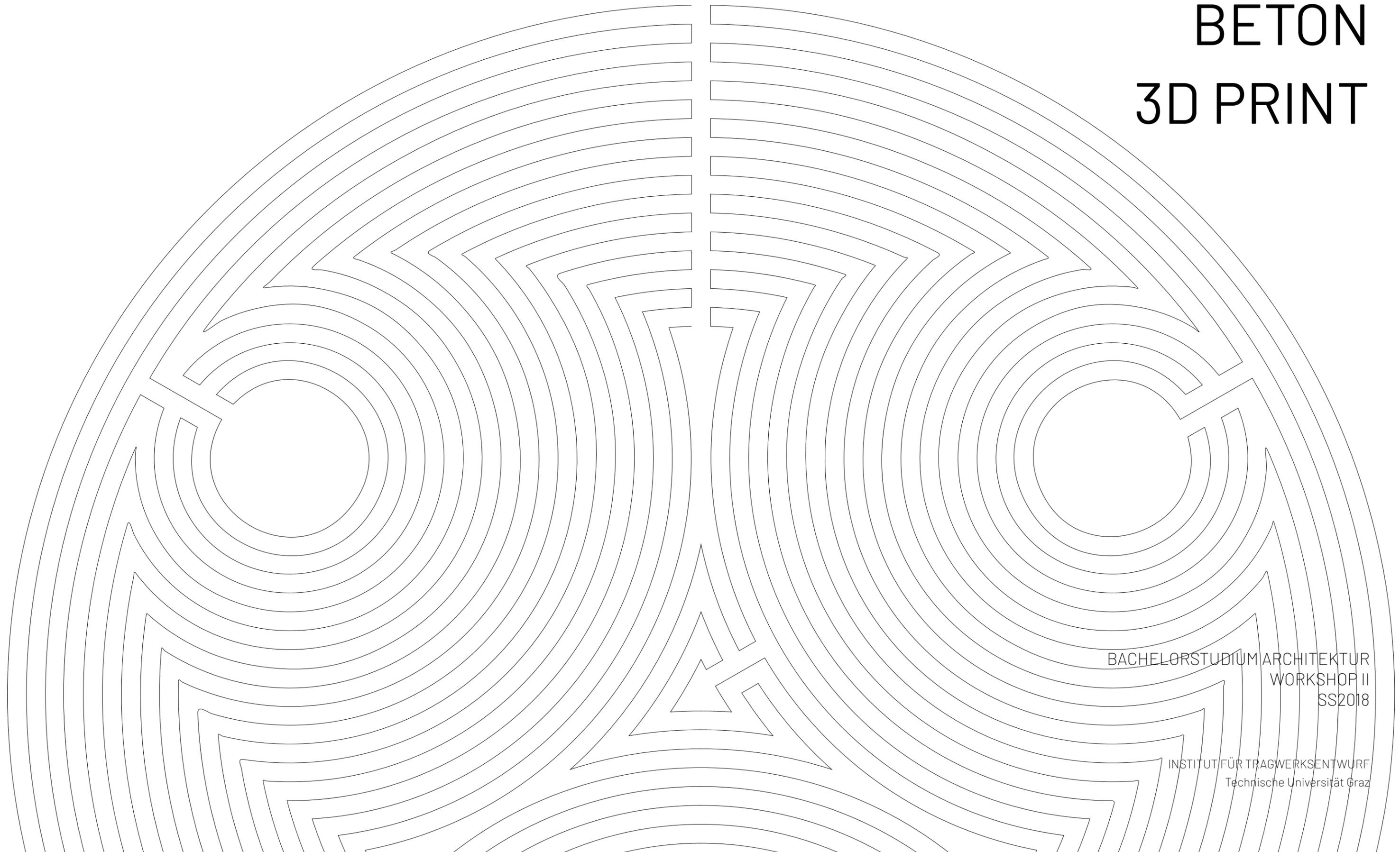


# BETON 3D PRINT



BACHELORSTUDIUM ARCHITEKTUR  
WORKSHOP II  
SS2018

INSTITUT FÜR TRAGWERKSENTWURF  
Technische Universität Graz

## KONTAKT



Graz University of Technology  
Institute for Structural design  
Technikerstraße 4  
8010 Graz  
+43 316 873 6211  
[tragweksentwurf@tugraz.at](mailto:tragweksentwurf@tugraz.at)

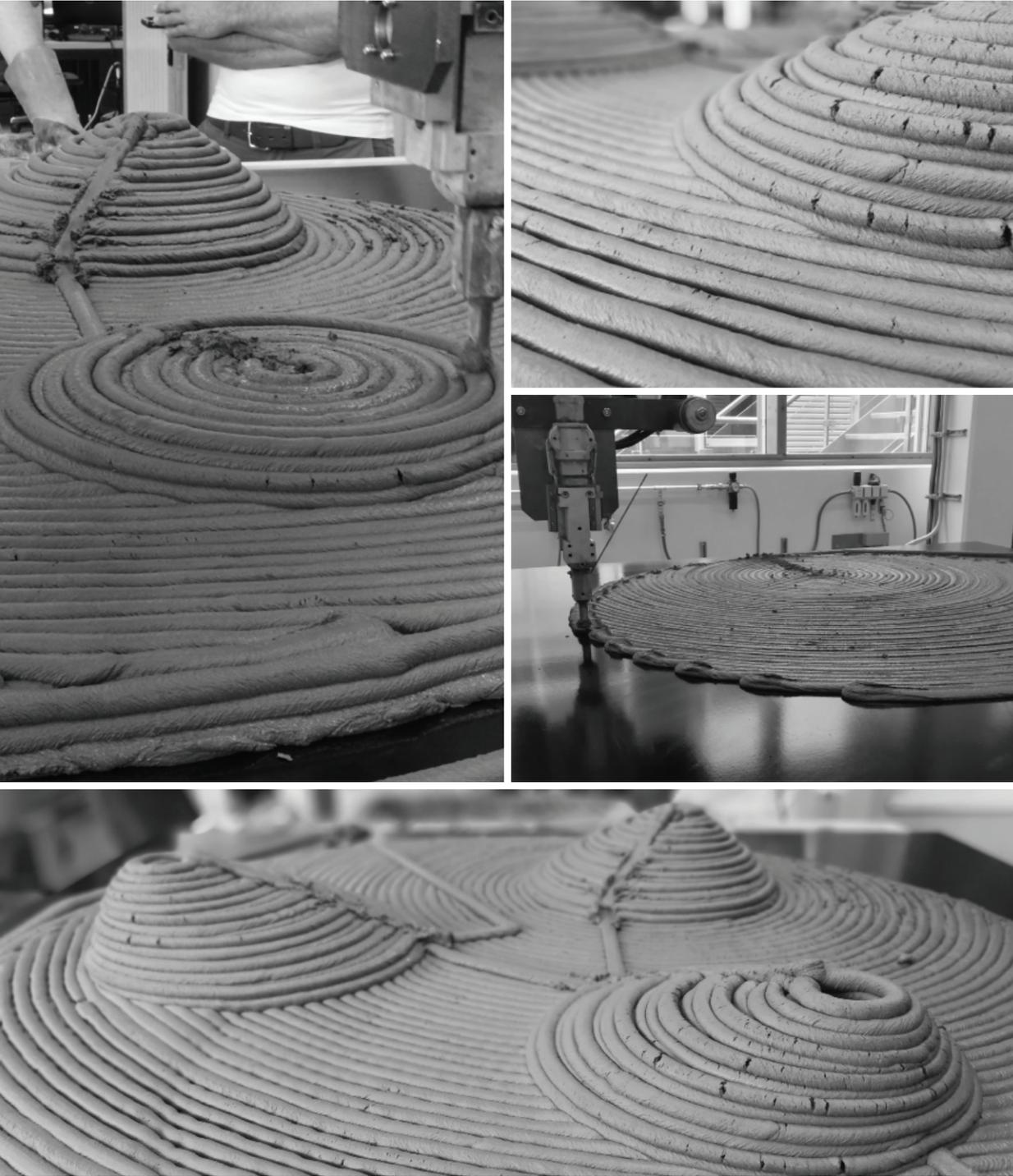
---

# I INHALTSVERZEICHNIS

---

I	BETON 3D PRINT	5
II	WORKSHOP	7
III	PROJEKTE	11

Produktion



---

## FINGERPRINT

---

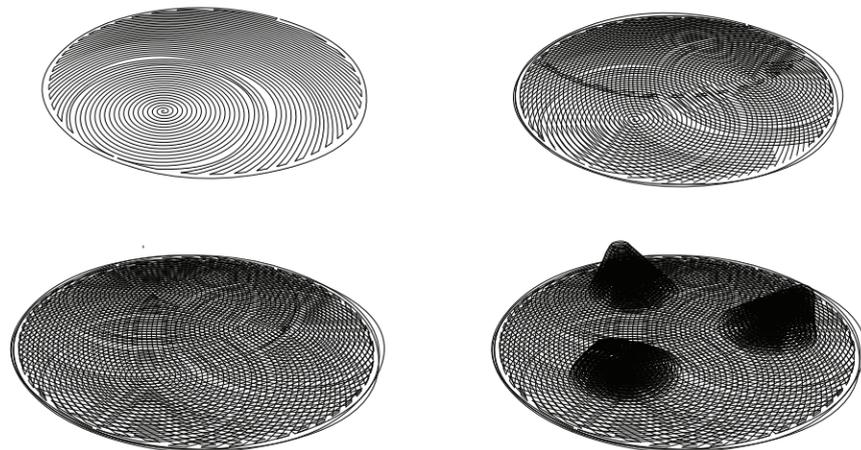
### KONZEPT

Das Grundkonzept basiert auf einer Spirale mit dezentralem Mittelpunkt. Das Erscheinungsbild des Endprodukts ähnelt dadurch einem Fingerabdruck.

Durch die Asymmetrie der Spirale und der Verdrehung des Musters in den einzelnen Lagen wird eine Scheibenwirkung der Tischplatte erzeugt. Die Exzentrizität wird an den Tischbeinen weitergeführt. Die Basis jeder Stütze baut auf die Spiralen-Mittelpunkte der einzelnen Scheiben auf und verjüngen sich nach außen hin zu den vorgegebenen Anschlussstellen der Tischfüße.

Beton 3D-Druck wird schon seit einigen Jahren erforscht und in kleineren Projekten zum Teil schon eingesetzt. Unserer Meinung nach ist die Anwendung nur für Fertigteile und komplexere Geometrien sinnvoll, da bei kompletten Gebäuden der Fertigungsaufwand zu groß wäre. Ob Beton wirklich der richtige Werkstoff für den 3D-Druck ist, wird sich allerdings erst in Zukunft zeigen. Für Fertigteilhäuser ist die Technik unserer Meinung nach ideal, da Einzelteile serienmäßig ohne großen Aufwand gedruckt werden könnten. Kritisch zu sehen ist allerdings der Ersatz menschlicher Arbeit durch Maschinen, da dies bedingt zur Arbeitslosigkeit führen könnte. Zudem sollte das Risiko bedacht werden, dass sich der 3D-Beton-Druck zu einer Option für serienmäßigen Gebäudebau entwickeln könnte, der die Wertschätzung an origineller Architektur vermutlich mindern würde. Abschließend ist zu sagen, dass 3D-Beton-Druck, genauso wie alle anderen technischen und industriellen Entwicklungen, sowohl Vor-, als auch Nachteile haben können. Trotzdem sollte man die Forschung fortsetzen und weiterhin in sie investieren, da 3D-Beton-Druck als Verfahren viel Potential hat, jedoch noch nicht ausgereift ist.

### KONZEPT



---

## I BETON - 3D PRINT

---

Der 3D Druck mit Beton, das Extrudieren von Beton und das schalungsarme Betonieren wird seit Jahren entwickelt. Die letzten Nachrichten dazu sind, dass DOKA als österreichischer Schalungstechniker die Firma Contourcrafting gekauft hat. Die Firma BAUMIT bietet den Bauminator, eine Anlage bestehend aus einem Roboter, einer Düse, einer Pumpe und der richtigen Betonmischung, an. Die chinesische Firma winsun3d produziert großformatige Betonfertigteile aus dem 3D Drucker.

Der Stand der Entwicklung ist vergleichbar mit den ersten Schritten zum Stahlbeton: 1848 baute Joseph-Louis Lambot ein Boot aus eisenverstärktem Zementmörtel, das er 1855 patentieren ließ. Seit 1861 stellte der Gärtner Joseph Monier Pflanzkübel aus Zementmörtel her, die er mit einem Eisengeflecht verstärkte, damit sie nicht so leicht zerbrachen. 1867 erhielt er darauf ein Patent.

Seit 2015 beschäftigt sich das Institut für Tragwerksentwurf im Rahmen der Forschung gemeinsam mit universitären Partnern und Industriepartnern mit der Technologie des 3D Drucks mit Beton.

## Technische Universität Graz

### Lehrveranstaltungsbetreuer

Ass.Prof. Dipl.-Ing. Dr.nat.techn. Andreas Trummer  
Dipl.-Ing. Georg Hansemann  
Dipl.-Ing. Robert Schmid  
Dominik Schraml

Robert Anagnostopoulos  
Nicole Antunovic  
Bernadette Darnhofer Klammingner  
Matthias Fattinger  
Marc Matthias Frank  
Elisabeth Klammler  
Johannes Kummer  
Christina Luschnig  
Angelika Mayr  
David Mayrbäurl

### Bachelorstudierende

Maximilian Micheloni  
Mevla Orhan  
Andreas Pack  
Semjon Popek  
Magdalena Rader  
Lea Schuiki  
Konstantin Stocker  
Sebastian Stubenrauch  
Michael Weilguny  
Charlotte Werner

# FINGERPRINT

---

Bernadette Darnhofer-Klammingner  
Christina Luschnig  
David Mayrbäurl  
Mevla Orhan  
Andreas Pack  
Semjon Popek



---

## II WORKSHOP

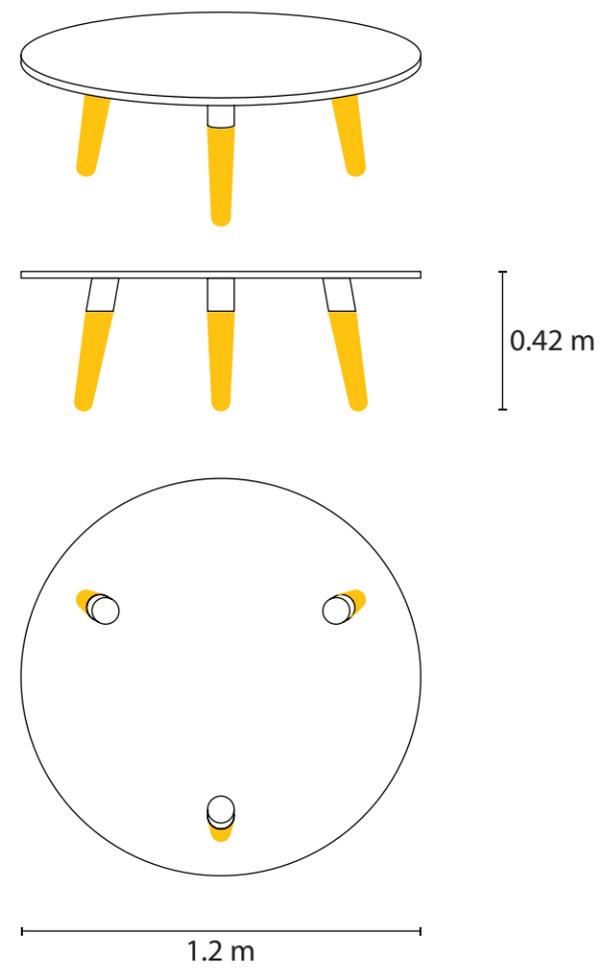
---

Im Rahmen des Workshop 2 sind die Teilnehmer mit der Technologie und dem Material vertraut gemacht worden und konnten anhand eines selbst gefertigten Werkstücks den gesamten Prozess von der Planung bis zur Produktion miterleben.

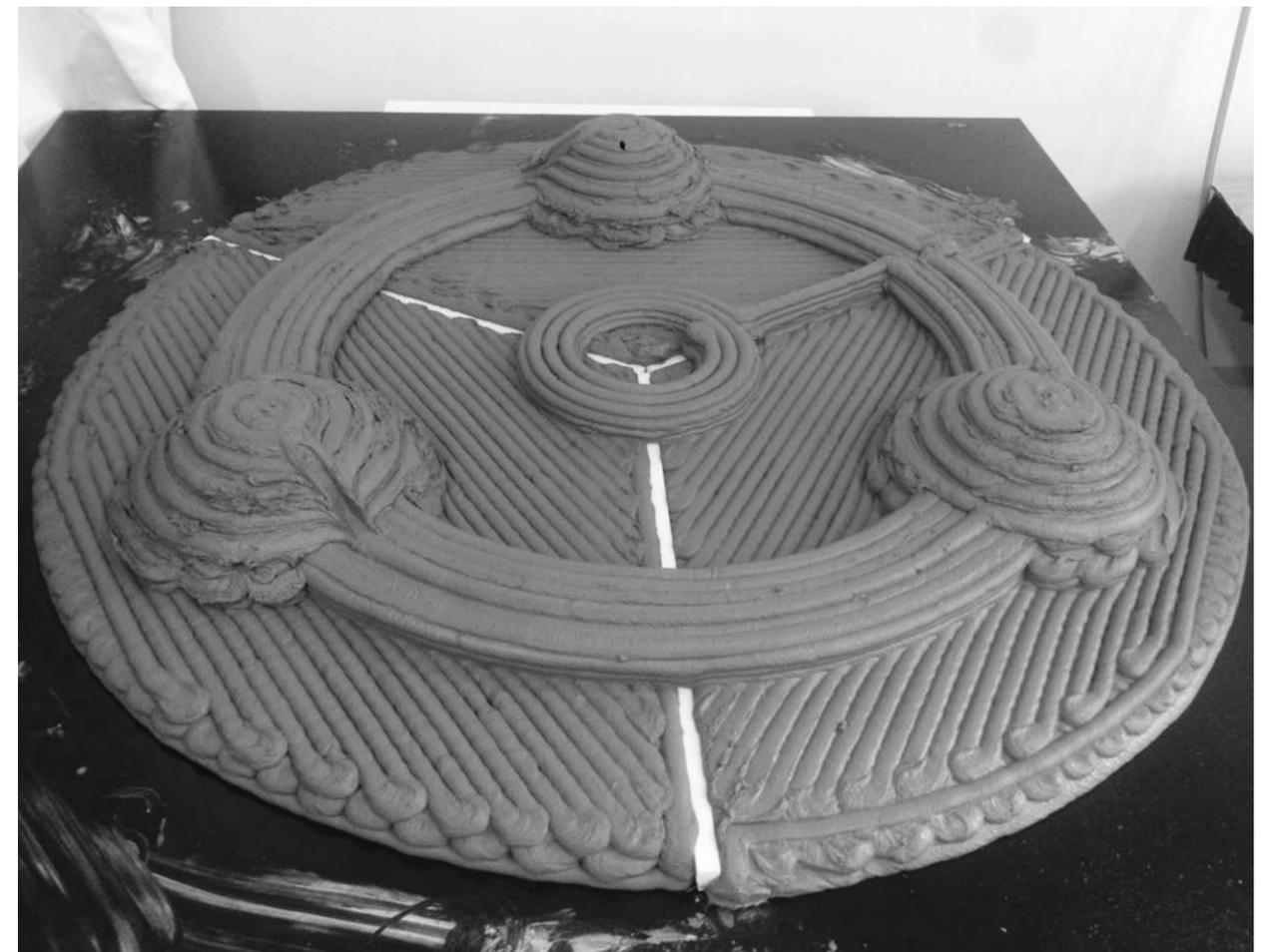
Die Aufgabe der Studenten war es den Printpfad für eine Tischgeometrie zu entwerfen, welche später mittels einer Betonprintanlage, bestehend aus einer Mörtelmischpumpe, einem Industrieroboter und einer Extrusionsdüse, gefertigt wurde. Dabei mussten sie sich an vorgegebene Randbedingungen halten wie die Lage der Tischbeine, die Gesamthöhe des Werkstückes und den Durchmesser der Tischplatte.

Zudem waren in den Entwürfen die Betoneigenschaften, der im Workshop verwendeten Mischung, zu berücksichtigen.

Die in Gruppen ausgearbeiteten Printpfade wurden für die Ansteuerung des Industrieroboters aufbereitet und von den Studenten mittels der 3D Druck-Anlage umgesetzt.



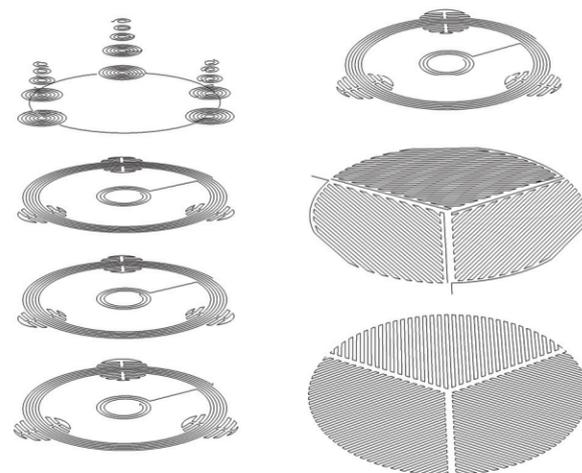
Produktion



## CONCRET [E]

Im ersten Entwurf wurden verschiedene Ideen kombiniert und zu einem Druckpfad verarbeitet. Der Tisch zeichnet sich durch eine runde, in drei gleich groß geteilte Teile aus. Diese liegen, auf den ersten Blick unverbunden und dadurch , schwebend' auf zwei großen, darunter liegenden Ringen auf. Im äußeren Ring befinden sich drei runde Sockel die als Vorrichtung für die Holzfüße dienen, die Konstruktion tragen. Die einzelnen Teile stellten für die Umsetzung des Tisches eine konstruktive Herausforderung dar, da das Tragwerk aus einer einzigen Polylinie entsteht. Der Druckpfad ist digital so konstruiert, dass aus der Geometrie der Pfade ein Muster entsteht, welches einen plastischen Eindruck vermittelt. Der Tisch strahlt trotz seines massiven Materials durch die Fugen Leichtigkeit aus. Dies wird auch durch die unterhalb liegenden, nach innen versetzten Ringe begünstigt.

KONZEPT





# CONCRET [E]

---

Nicole Antunovic  
Marc Matthias Frank  
Maximilian Micheloni  
Lea Schuiki  
Charlotte Werner



# APPLEPIE

---

ROBERT ANAGNOSTOPOULOS  
MATTHIAS FATTINGER  
ELISABETH KLAMMLER  
JOHANNES KUMMER  
ANGELIKA LISA MAYR

## APPLEPIE

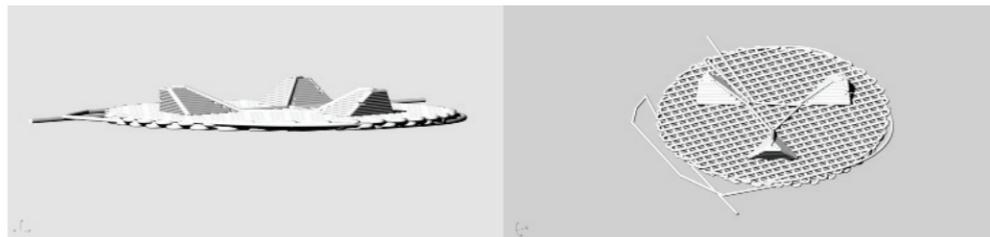
### KONZEPT

Wir bekamen die Aufgabe, einen Hocker beziehungsweise Couchtisch mit einem Durchmesser von 120 cm und drei Beinen zu entwerfen. Mit möglichst wenig Material und Gewicht sollten hohe Festigkeit und Stabilität erreicht werden. Mithilfe eines 6-Achs-Industrieroboters wird gedruckt. Basis für den Print ist ein Pfad, den wir mit der 3D Software Rhino modelliert haben. Anhand dieses Pfades druckt der Roboter einen Betonstrang mit einem Querschnitt von 8 x 16 mm. Als Bewehrung dient ein Carbonfaden innerhalb des Strangs. Maßgebend für die Entwurfsfindung war es, den Pfad für den Betonstrang ohne Unterbrechung zu konstruieren.

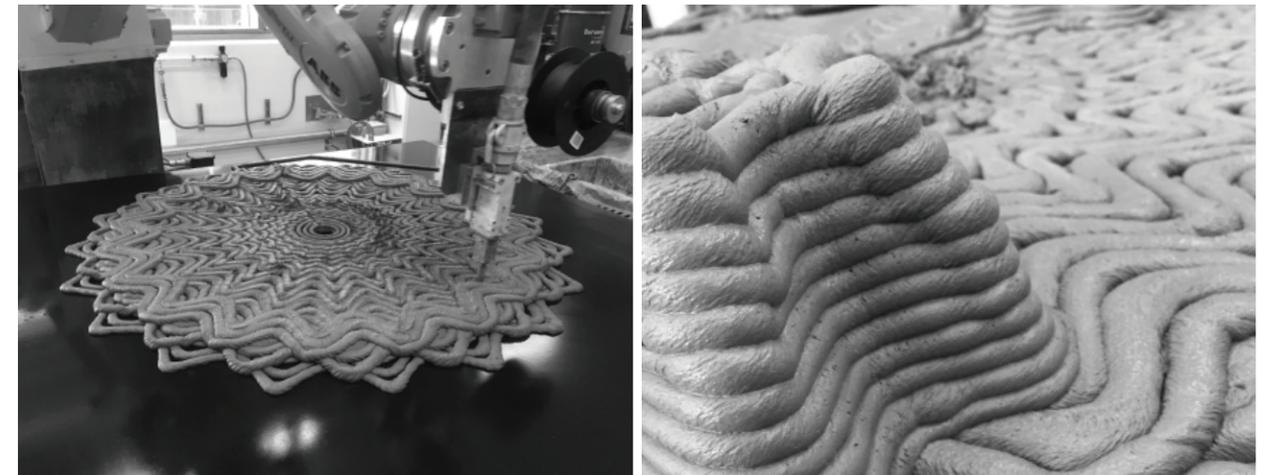
Wir verfolgten die Idee, die Tischoberfläche in einem Raster aus Betonsträngen zu gestalten. Die Oberfläche basiert auf vier Schichten, die jeweils um 90° gedreht übereinanderliegen und so eine vergitterte Optik erzeugen. Die Abstände der Pfade zueinander wählten wir so, dass ein Teil des gedruckten Strangs mittels Schwerkraft auf die darunter liegende Ebene fällt und sich so die Ebenen im dreidimensionalen „verflechten“.

Eine weitere Herausforderung war die Ausbildung der Beine. Die Grundform bildet eine gleichschenkelige Dreiecksform, die wiederum in zwölf Schichten aufgebaut ist. Die Verformung ergibt sich durch jeweiliges Versetzen der einzelnen Ebenen um ein Fünftel an der Basis und um die Hälfte an den beiden Schenkel.

### PATHMODELLING



### Produktion



## SINUS

Aufgabenstellung war die Entwicklung eines dreibeinigen Tisches, welcher durch die Technologie des 3D-Druckes hergestellt wurde.

Die Technologie des 3D-Drucks mittels Beton bietet neue Horizonte in der Welt der Technik und Architektur. Vor allem in Zukunft werden diese Möglichkeiten eine große Rolle spielen. Angefangen in der Fertigteilindustrie bis hin zu größeren Projekten wie beispielsweise Gebäude.

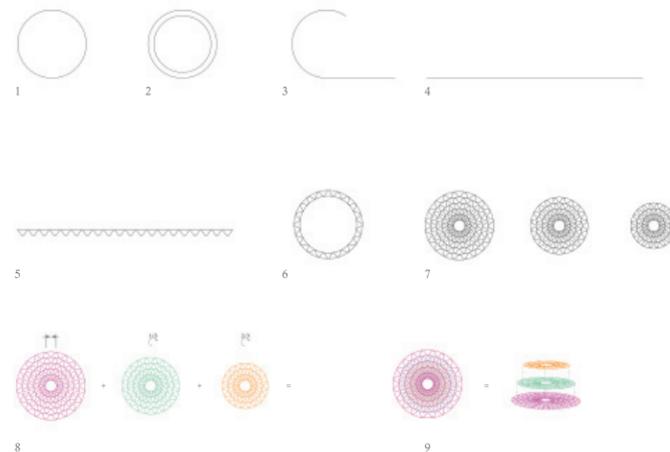
Wie die Darstellung auf der rechten Seite zeigt, war unsere Herangehensweise, eine Kreisform (1-4) aus sinusförmigen Kurven (5, 6). Diese Kurven wurden zur Tischmitte hin kopiert und verkleinert (7). Der Tisch besteht aus insgesamt drei gleichen Ebenen, wobei pro Ebene die äußerste Reihe weggelassen wird (8). Um ausreichend Stabilität in das System zu bringen rotieren die drei Ebenen der Tischplatte (9).

In einem Trockendurchlauf wurde erstmals getestet, ob die generierten Pfade vom Roboter umgesetzt werden können. Zu beachten war, dass der Pfand keine Lücken aufweist, da der Roboter nur einen durchgehenden Pfad setzen kann. Zusätzlich sollten spitze Kurven vermieden werden.

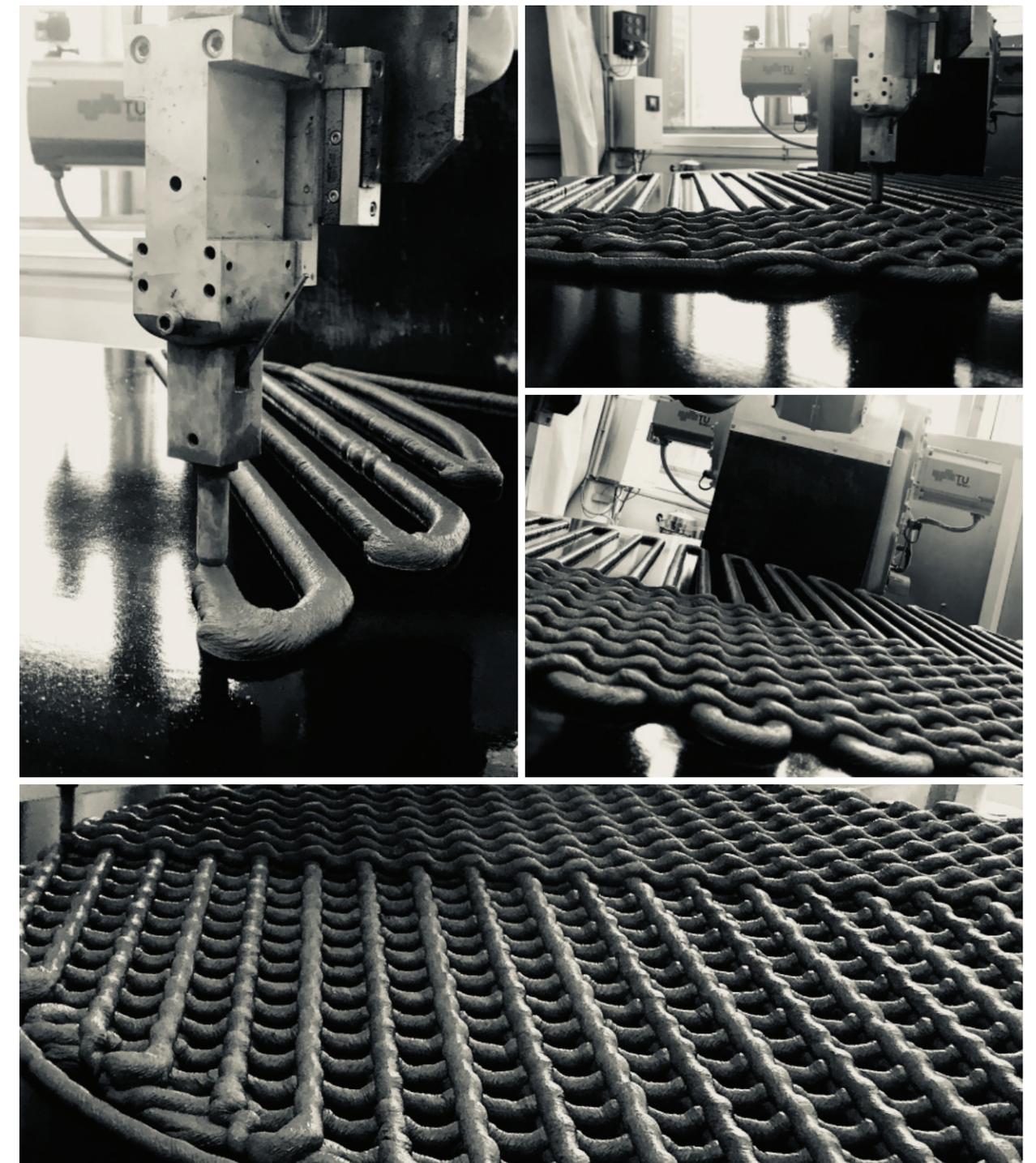
Anschließend wurde das Modell in zwei Durchläufen geprintet.

Der erste Print erfolgte ausschließlich mit Beton, im zweiten Durchlauf lief ein Bewehrungsfaden mit. Dabei ergaben sich noch einige Erkenntnisse.

### KONZEPT



### Produktion





# SINUS

---

Konstantin Stocker  
Sebastian Stubenrauch  
Magdalena Rader  
Michael Weilguny