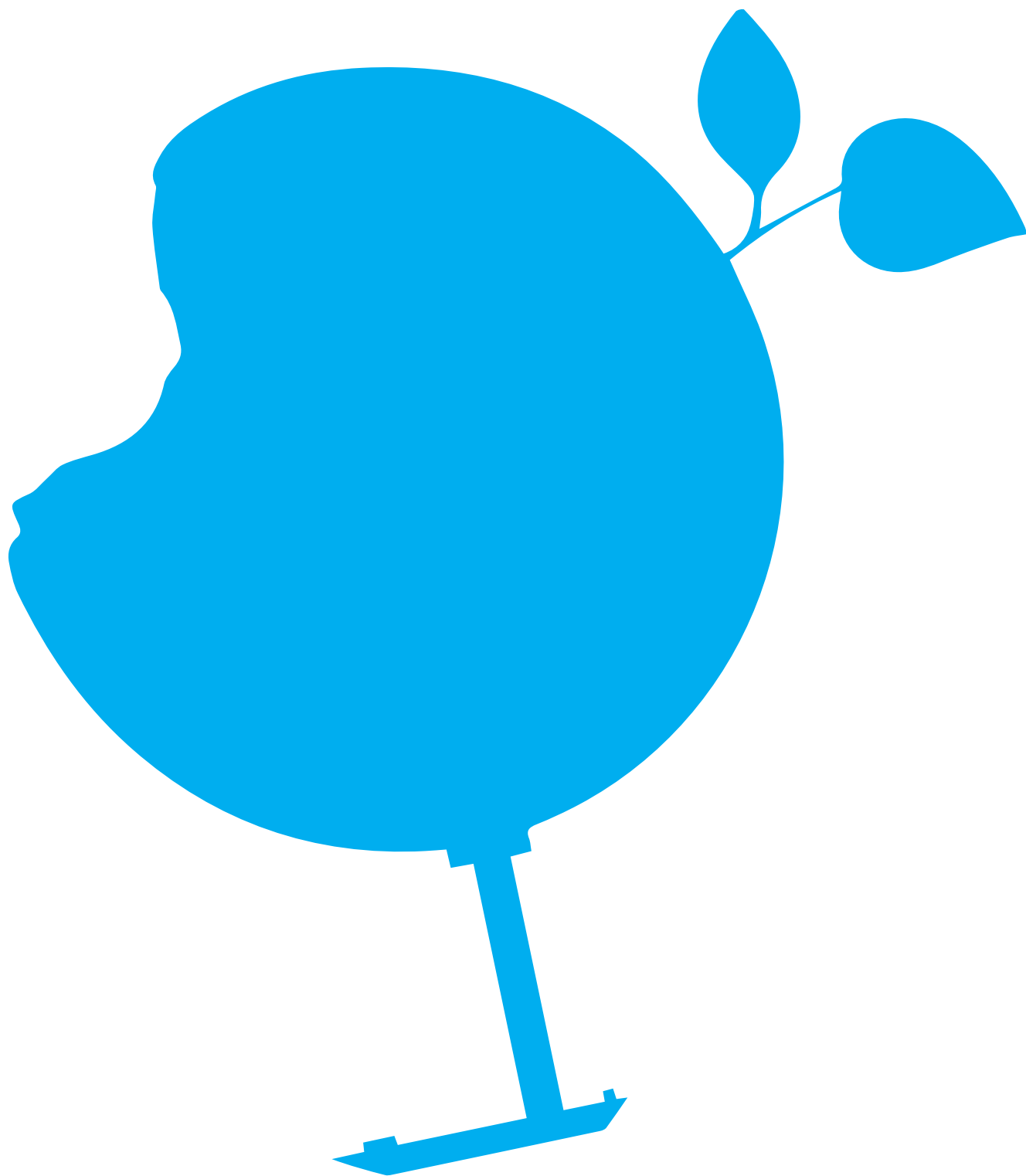


NO. 2/2 WINTER 2018/19

arch*lab*.docs #2



BAU AUF!

by **arch*lab***

ARCHLAB.DOCS #2

NO. 2/2 WINTER 2018/19

FORSCHUNGSSEMINAR ZUR ENTWICKLUNG VON BAU- PRODUKTEN MIT DEM KERAMISCHEN 3D-DRUCK

KIT
Karlsruher Institut für Technologie
Fakultät für Architektur
arch.lab + nb

Englerstraße 11
76131 Karlsruhe

arch.lab.docs No. 2 2019
Herausgeber: arch.lab ©2019
Fakultät für Architektur

Projektleitung Lehre^{Forschung} plus:
Prof. Markus Nepl, Studiendekan

Leitung arch.lab:
Dr.-Ing. Peter Zeile

Begleitung durch Dekanat:
Dr. -Ing. Judith Reeh

Studentische Mitarbeit:
B.Sc. Yasemin Kaya

Team arch.lab Tranche 2/2 2018/19:
Dipl.-Des. Sandra Böhm,
Dipl.-Ing. Susanne Gerstberger,
M.A. Fanny Kranz,
Dipl.-Ing. Katharina Peisker,
Dr.-Ing. Angelika Jäkel

Verantwortlich für das Seminar „Bau
auf!“ Tranche 2/2 Winter 2018/19:
Dipl.-Des. Sandra Böhm

Studierende:
Zweier-Teams: Vannia Contreras,
Christof Oldhues; Nanett Flicker,
Hanna Silvie Hoss;
Anna-Maria Grimm, Annette Rosina
Gerteiser; Stefan Scheffler, Seren
Coskuner; Emilia Svilenova, Linus
Dufner
(WS 2018/19)

lab.arch.kit.edu
nb.ieb.kit.edu
arch.kit.edu

Das arch.lab ist eine Plattform für Forschung in der Lehre in den Studiengängen Architektur und Kunstgeschichte. Je Studienjahr vergibt das arch.lab bis zu sechs Förderungen an Seminar-konzepte der Fakultät, die für das neu eingeführte Modul „Forschungsfelder“ im Masterstudiengang Architektur entwickelt werden. Die geförderten Lehrpersonen bilden gemeinsam das arch.lab, welches strukturell an die Studienkommission angeschlossen ist, institutsübergreifend arbeitet und in das KIT-weite Projekt „Lehre^{Forschung} plus“ eingebunden ist. Die Arbeitsformate des arch.lab erkunden die Möglichkeiten einer peer-to-peer-Reflexion forschungsorientierter Lehre unter Einbezug von methodischen Ansätzen des „Design-based Research“, des „Scholarship of Teaching and Learning“ und der Autoethnographie. Die kritische Reflexion des eigenen methodischen Forschungszugangs bildet dabei den Ausgangspunkt für eine jeweils individuelle Schärfung des Forschungshandelns und dessen didaktischer Vermittlung.

TIMELINE 4
Didaktischer Fußabdruck
WS 2018/19

SEMINARBERICHT 6
Bau auf!

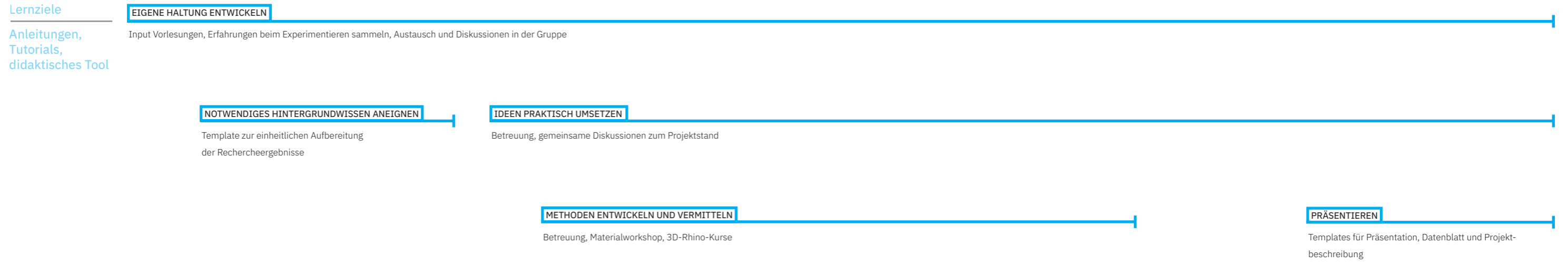
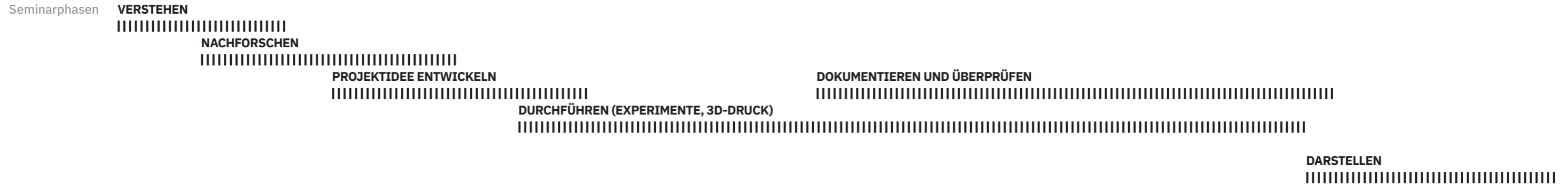
ERGEBNISSE DER STUDIERENDEN 12

METHODEN UND PRAKTIKEN 20
MaterialLabor

BAU AUF!

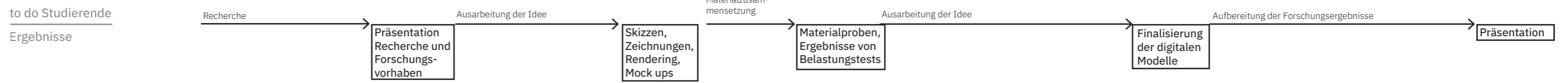
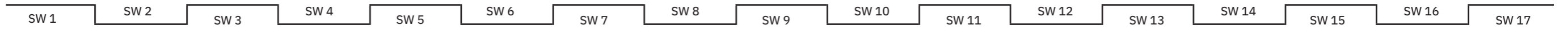


TIMELINE



Was? (Format/Inhalt d. Veranstaltung)

EINFÜHRUNG	EXKURSION	BETREUUNG	PRÄSENTATION PROJEKTIDEEN	BETREUUNG	INPUT	BETREUUNG	INPUT BETREUUNG	EXPERIMENTE	INPUT	BETREUUNG	INPUT	DRUCK & BRENNEN	BETREUUNG	DRUCK & BRENNEN	INPUT DATENBLATT UND PRÄSENTATION	ENDABGABE UND PRÄSENTATION
Überblick Thema, Beispiele, Ausgabe der Semesteraufgabenstellung	Besuch der Karlsruher Majolika		Recherche und Projektvorhaben der Studierenden		CAD Rhino 3D Grundlagen		Lösbare Verbindungen	Materialworkshop in der Majolika	CAD Rhino 3D Aufbaukurs		Saqib Aziz (HENN) Anwendung von 3D-Rhino und Grasshopper					



BAU AUF!

FORSCHUNGSSEMINAR ZUR ENTWICKLUNG VON BAUPRODUKTEN MIT DEM KERAMISCHEN 3D-DRUCK

Dipl.-Des. Sandra Böhm, Prof. Dipl. Arch. Dirk E. Hebel

Die Verknappung von Ressourcen und die Suche nach alternativen Rohstoffquellen waren im Forschungsseminar „Abbau / Anbau / Aufbau“ die zentralen Themen. Zusätzlich zur Auseinandersetzung mit der Beschaffenheit und Herkunft von Materialien sowie mit den Auswirkungen unseres Materialverbrauchs auf die Umwelt lag im Folgeseminar „Bau auf!“ der Fokus auf der Produktion mit digitalen Technologien. Diese Technologien führen zu einem neuen Umgang mit traditionellen Baumaterialien, zu einer besonders effizienten Herstellung, zu unerwarteten Konstruktionsmöglichkeiten und besonderen ästhetischen Qualitäten – sie ermöglichen eine zukunftsfähige Bauindustrie.

Hintergrund der Forschungstätigkeiten

Im Forschungsseminar „Bau auf!“ drehte sich alles um das traditionsreiche Baumaterial Keramik. Ein Material, welches durch neue digitale Technologien wie den 3D-Druck, eine Renaissance erfährt. Das Seminar wurde gemeinsam mit der Karlsruher

Majolika durchgeführt. Keramik ist einer der ersten Baustoffe, die aktiv vom Menschen geformt und weiterverarbeitet wurden. Ein Baumaterial, dessen Zusammensetzung natürlichen Ursprungs ist, welches aber dennoch künstlich hergestellt werden muss. Durch die einfache Formbarkeit des plas-



Ishtar-Tor. Fertigstellung unter der Herrschaft von Nebukadnezar II.; 605 - 562 v. Chr.

[Meisse, Maximilian]



Gebäude aus Strohlehm im Technologie-Dorf „Shamballa“ in Massa Lombarda, Italien [WASP 2018]

tischen Tons vor dem Brennen und durch die Beständigkeit des gebrannten Materials konnten seit der Erfindung keramischer Baustoffe Architekturen von einer Dauerhaftigkeit und Beständigkeit geschaffen werden, wie es sie bis dahin nur aus Naturstein gab.

Nachdem Keramik über eine lange Zeit hinweg meist für pragmatische Baulösungen eingesetzt wurde, erlangt es heute durch Innovationen in der Fertigungs-, Werkstoff- und in der Befestigungstechnik einen neuen Stellenwert in der Architektur. Digitale Fabrikationen, computergesteuerte Brennöfen oder der Einsatz von Robotertechnik in der Konstruktion sorgen darüber hinaus für andersartige Anwendungsfelder und auch Erscheinungsbilder. Statt Massenfertigung, sind nun individuelle Lösungen für einzelne Gebäude möglich.

Firmen wie WASP drucken Häuser aus Strohlehm und sehen diese Technologie als Chance für weniger entwickelte Regionen der Welt ihre traditionellen Materialien aus der „altmodisch“- Ecke zu holen. So wird die Frage der Modernität nicht mehr am Material festgemacht, sondern an der Frage der Konstruktion und Fertigung. Auch in westlichen Regionen nimmt die Frage der digitalen Fabrikation an Fahrt auf. DUS Architects hatten bereits 2016 eine aus Biokunststoff gedruckte Fassade fertiggestellt. [Meisse, Maximilian] Barack Obama, ein prominenter Besucher der Baustelle, bezeichnete schon 2013 den 3D-Druck als die Technologie, welche die Art und Weise der Produktion in fast allen Industriezweigen revolutionieren wird [WASP 2018].

Übergeordnetes Ziel

Architekten und Ingenieure müssen zukünftig für immer mehr Menschen mit weniger und besser eingesetztem Material kreislaufgerecht bauen. Bezüglich einer res-

sourceneffizienten Produktion bieten generative Technologien hohe Potentiale. Denn der schichtweise additive Fertigungsprozess macht Material nur dort notwendig, wo es aufgrund der ästhetischen Kriterien und mechanischen Belastung auch benötigt wird.

Durch experimentelle Materialforschung in Verbindung mit dem 3D-Druck sollte den Studierenden die noch neue Technologie in höherem Maße zugänglich gemacht werden. Im Seminar „Bau auf!“ lernten die Studierenden das Material selbst sowie traditionelle Herstellungsmethoden keramischer Werkstoffe kennen. Die Auseinandersetzung mit den neuen, hochtechnologischen Produktionswegen bildete den Startpunkt zur Entwicklung der eigenen Forschungs idee. In der Synthese von Tradition und Innovation bestand die Herausforderung in der Entwicklung der eigenen Arbeit, welche den Druck eines keramischen Baumaterials zum Ziel hatte. Die Herstellung mittels 3D-Druck sollte im Aufbau, in der Struktur oder der Materialität begründet sein.

Den Ansatz des forschenden Lernens, den wir in unserer Lehre verfolgen, soll hier anhand einiger Erläuterungen aus dem Text „Warum Forschendes Lernen nötig und möglich ist“ von Ludwig Huber [Baunetz 2016] weiter ausgeführt werden. Ludwig Huber ist Erziehungswissenschaftler und war unter anderem Professor für Hochschuldidaktik an der Universität Hamburg sowie Geschäftsführender Direktor des dortigen Interdisziplinären Zentrums für Hochschuldidaktik (IZHD). Am Fachgebiet Nachhaltiges Bauen wird die Lehre so konzipiert, dass aktuell relevante Themen für die Studierenden aufgearbeitet und durch reale Entwurfsthemen sowie durch praxisorientierte Seminare zugänglich gemacht werden. Das gemeinsame Forschen mit den Studierenden auf Augenhöhe ist ein wichtiges Merkmal der Seminare und spiegelt sich in einer kooperativen Arbeitsweise wider, indem wir uns um das richtige Verhältnis von Anleitung, Unterstützung und Förderung der Selbstständigkeit bemühen. Ludwig Huber beruft er sich im vorliegenden Text auf ein Zitat von Friedrich Daniel Ernst Schleiermacher (1768–1834), dass das Ziel unserer Seminare treffend zusammenfasst: „Dass sie (die Studierenden) das Vermögen, selbst zu forschen, zu erfinden und darzustellen, allmählich in sich herausarbeiten, dies ist das Geschäft der Universität“ [Gartner & Johannes 2013]. So möchten wir durch Einblicke in die Forschung des Fachgebiets Nachhaltiges Bauen und durch die Auseinandersetzung mit aktuellen Themen, wie der Entwicklung kreislaufgerechter Materialien in Kombination mit neuen Tech-



Handarbeit in den Majolika Werkstätten
© Sandra Böhm



Der Trocknungsprozess wird durch Umwickeln mit Tüchern und Folien gesteuert
© Sandra Böhm



Die Brennöfen der Majolika
© Sandra Böhm

nologien, die Studierenden dazu ermuntern eigene Forschungsfragen zu entwickeln und zu bearbeiten.

Die selbstständig gemachte Erfahrung aus dem Forschungsprozess, aus dem Bearbeiten und Lösen eines Problems führt zu einer Handlungsfähigkeit, welche die Studierenden durch das bloße Aufnehmen von Wissen nicht erlernen könnten. Im Seminar „Bau auf!“ war es deshalb die Aufgabe der Studierenden, das Material Keramik in Verbindung mit dem 3D-Druck selbst zu erforschen, um so ein innovatives Bauprodukt entwickeln zu können.

Methoden

Die experimentelle Materialforschung innerhalb der Seminare entwickelt sich durch praktisch durchgeführte Versuchsreihen ständig weiter und wird durch geführte Tagebücher und Dokumentationen, der Reflexion der eigenen Arbeit sowie in handfesten Resultaten in Form neuer Materialien oder neuen Anwendungsmöglichkeiten dokumentiert und dargestellt.

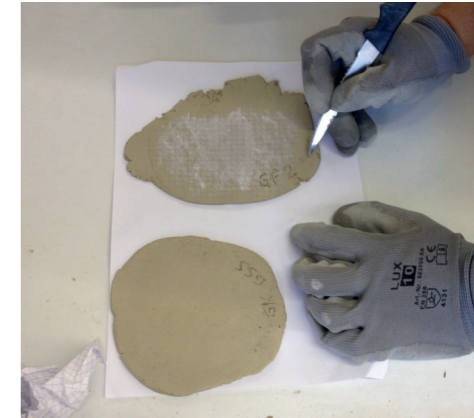
Durch die Zusammenarbeit mit der Majolika erhielten die Studierenden im Seminar „Bau auf!“ wertvolle Einblicke hinter die Kulissen. Fabian Schmid, Mitarbeiter der Majolika und Verantwortlicher für den 3D-Druck, gab in einer Führung durch die Majolika-Werkstätten, durch einen Vortrag und persönliche Betreuung die erforderlichen Informationen über das Material, über die traditionellen Fertigungsmethoden sowie über die Anwendung des keramischen 3D-Drucks an die Seminarteilnehmer weiter. Die Studierenden sollten von der Erfahrung Fabian Schmid profitieren und die Möglichkeiten des 3D-Drucks kennenlernen.

Um einen authentischen Materialeinsatz im späteren Projekt zu ermöglichen wurde das Material, die Tonmasse, experimentell erforscht. Der Material-Workshop in der Majolika gab den Studierenden die Möglichkeit verschiedene Zusatzstoffe und Mengenverhältnisse auszuprobieren. Dabei wurden Recyclingmaterialien wie Papier- oder Holzfasern, fein zermahlener Bauschutt oder organisches Material, wie Nussschalen und Knochenmehl, verarbeitet. Diese theoretische und praktische Auseinandersetzung mit dem Material und seinen Eigenschaften sowie mit den Möglichkeiten der Drucktechnologie sollte zu einer optimalen Kombination beider Bereiche führen.

Während der Arbeit in der Majolika konnten die Studierenden von Synergien profitieren, welche die Manufaktur für den Fort-



Der Ton wird mit verschiedenen Zusatzstoffen vermengt
© Sandra Böhm



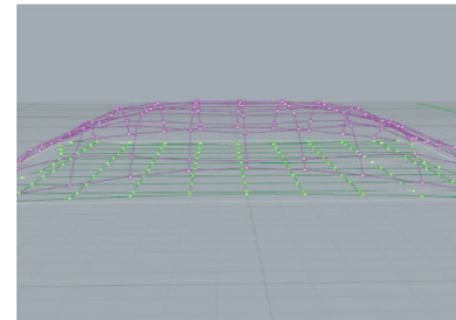
Die Tonmasse wird vorbereitet
© Sandra Böhm



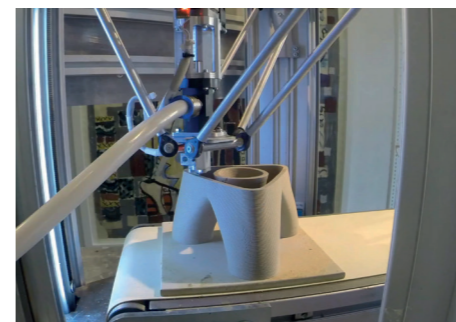
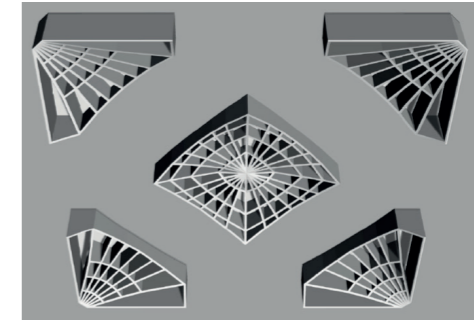
Dokumentation der Versuchsreihe
© Sandra Böhm



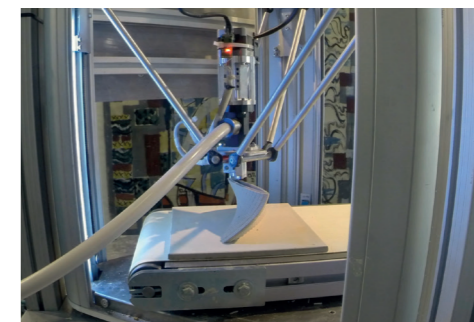
Die fertigen Materialmuster werden getrocknet und gebrannt
© Sandra Böhm



Formfindung in Rhino 3D
© Nanett Flicker und Hanna Hoss



3D-Druck von „brix garden“, Projekt von Vannia Contreras, Christof Oldhues
© Fabian Schmid



3D-Druck von „Helix“, Projekt von Anna Grimm, Annette Gerteiser
© Fabian Schmid



Ausstellung der Seminarergebnisse in der Materialbibliothek

© Sandra Böhm

bestand der Werkstätten geschaffen hatte – die Kombination eines traditionellen Materials mit dienlichen Eigenschaften, wie freie Formbarkeit und Beständigkeit, mit einer neuen Technologie, dem 3D-Druck, der die Produktion komplexer Geometrien in kleinen Stückzahlen ermöglicht. Diese Synergien nutzt zum einen die Manufaktur, um sich von industriellen Betrieben abheben zu können und beflügelt zum anderen die Studierenden in der Entwicklung innovativer Ideen.

Durch zusätzliche Input-Vorträge am Fachgebiet und Betreuung bezüglich der

Produktausgestaltung, Materialzusammensetzung und Umsetzung im 3D-Programm konnten die ersten Forschungsideen in den folgenden Wochen stetig weiterentwickelt werden.

Das Skizzieren der Ideen, anfangs händisch und dann am Computer, hatte im Seminar „Bau auf!“ einen besonderen Stellenwert und führte zu einer detaillierten Ausgestaltung der Anwendungsszenarien. Den Höhepunkt dieser entwerferischen Tätigkeit bildete der 3D-gedruckte Prototyp des Bauprodukts.

Nach der Präsentation an der Fakultät wurden die Arbeiten auch innerhalb einer Ausstellung in der Majolika einem breiteren Publikum präsentiert. So wurde die Forschungsarbeit der Studierenden auf die nächste Ebene gehoben und hat eine Relevanz jenseits des Hochschulalltags erfahren.

Erkenntnisse

Die Stärken des Seminars lagen durch die Zusammenarbeit mit der Majolika in einem hohen Praxisbezug sowie in einer großen Interdisziplinarität, was auch durch das Setzen unterschiedlicher Schwerpunkte in den Betreuungszeiten erreicht wurde. Je nach Projektstand fanden die Treffen in der Materialbibliothek oder am Fachgebiet statt. Gemeinsam mit Kollegen des Fachgebiets und der Majolika konnten sowohl materialtechnische, entwurfsrelevante und konstruktive Aspekte des Projekts gleichermaßen beleuchtet werden. Die Seminararbeit wurde ergänzt durch Workshops im 3D-Programm Rhino, konzipiert und durchgeführt von Manuel Rausch, womit die Studierenden ihre Ideen am Computer umsetzen konnten. Durch die intensive Auseinandersetzung mit diesem Programm und durch die Realisierung der Bauprodukte mit Hilfe des 3D-Drucks haben die Studierenden diese, für ihren Beruf essentiellen digitalen Werkzeuge besonders intensiv kennengelernt.

Die freie Themenwahl und die über die gemeinsame Seminarzeit hinaus selbstständige Bearbeitung der Projekte fiel bei den Studierenden auf fruchtbaren Boden. Sie nutzten die Gelegenheit eigene Ideen in einem interdisziplinären Umfeld umsetzen zu können. Dabei stand schnell die konkrete Anwendung des Bauprodukts, also der Entwurf und seine Realisierung, im Vordergrund. Im Laufe des Seminars kristallisierte sich jedoch heraus, dass gerade die experimentelle Arbeit mit dem Material und das Ausloten der technologischen Grenzen besonders interessant waren. In einem weiteren Forschungsseminar könnte man deshalb den Fokus stärker auf den Bereich der Materialforschung legen, sodass Materialeigenschaften und die Möglichkeiten der Verarbeitung ohne eine konkrete Anwendung im Vordergrund stehen. So wäre genug Zeit, das Materialwissen zu vertiefen und die Versuchsreihen weiter auszubauen, was die Studierenden als Wunsch für künftige Seminare formulierten.

Das Seminar „Bau auf!“ war für die Studierenden ein guter Startpunkt in der Auseinandersetzung mit einer noch neuen Technologie. Es konnten Grundlagen geschaffen

und ein weiterführendes Interesse geweckt werden. Durch das Feedback der Studierenden fühlen wir uns in unserer Meinung bestätigt, dass solch experimentell angelegte Lehrformate wichtig sind, denn hier können die Studierenden frei arbeiten und viel Neues ausprobieren. Dabei geht jedoch nie der Praxisbezug verloren. Lag der Fokus im Seminar „Abbau / Anbau / Aufbau“ noch auf der kreislaufgerechten Verarbeitung von Recyclingmaterialien, konzentrierte sich das Seminar „Bau auf!“ auf die Wiederbelebung eines traditionsreichen Materials mit Hilfe einer neuen Technologie. Diese Themen möchten wir gerne noch stärker in der Lehre verankern, denn sie werden im zukünftigen Berufsleben der Studierenden eine große Rolle spielen.

Sandra Böhm, Dirk E. Hebel

Quellen

Meisse, Maximilian. Das Ishtar-Tor – eines von mindestens acht Stadttoren der Hauptstadt Babylonien, <https://www.epochtimes.de/feuilleton/kultur/babylon-mythos-und-wahrheit-a310588.html/attachment/das-ishtar-tor-eines-von-mindestens-acht-stadttoren-der-hauptstadt-babyloniens-vorderasiatisches-museum-staatliche-museen-zu-berlin-maximilian-meisse>. Zugriff am 9. Mai 2019, 16:50 Uhr

WASP, (2018). <https://www.3dwasp.com/en/>. Zugriff am 9. Mai 2019, 16:50 Uhr

Baunetz (2016). Minihaus aus dem Drucker, https://www.baunetz.de/meldungen/Meldungen-Urban_Cabin_von_DUS_Architects_in_Amsterdam_4814638.html, Zugriff am 01.12.2018

Gartner, Johannes, (2013). Obama erwähnt 3D-Drucker in seiner „State of the Union“ Ansprache (Update) und löst Boom in China aus, <https://3druck.com/nachrichten/obama-erwaehnt-3d-drucker-in-seiner-state-of-the-union-ansprache-568751/>, Zugriff am 03.12.2018

Huber, Ludwig, Hellmer, Julia; Schneider, Friederike (2009). Forschendes Lernen im Studium: aktuelle Konzepte und Erfahrungen. Warum Forschendes Lernen nötig und möglich ist. Bielefeld: Universitätsverlag Weblar, S. 9-35

BAU AUF! FORSCHUNGSPROZESS UND SEMINARERGEBNISSE

Dipl.-Des. Sandra Böhm

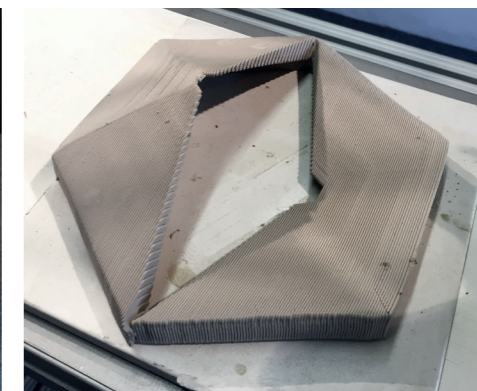
Keramik als vielseitig verwendbares Material und der 3D-Druck als innovative Technologie für die Produktion keramischer Produkte standen im Seminar „Bau auf!“ im Zentrum der Betrachtung. Ausgehend von den technischen Möglichkeiten des 3D-Druckers und den Materialeigenschaften entwickelten die Studierenden ihre Produktideen und erforschten die Möglichkeiten der Umsetzung in der Synthese von Tradition und Innovation.

Die Ergebnisse beinhalten zahlreiche modulare Ideen, wie individuell kombinierbare Verschattungselemente für Fassaden, Pavillonstrukturen für den öffentlichen Bereich oder bepflanzbare Strukturen, die durch Verdunstungskälte den Innenbereich klimatisieren sollen. Die Studierenden gingen mit ihren

Ideen auch auf die bereits aktuellen und immer dringender werdenden Bedürfnisse unserer gebauten Umwelt ein und berücksichtigten den Einsatz reversibler Konstruktionsmethoden. Im Folgenden werden drei Arbeiten beispielhaft vorgestellt.



All-in-One-Brick
© Emilia Svilenova, Linus Dufner

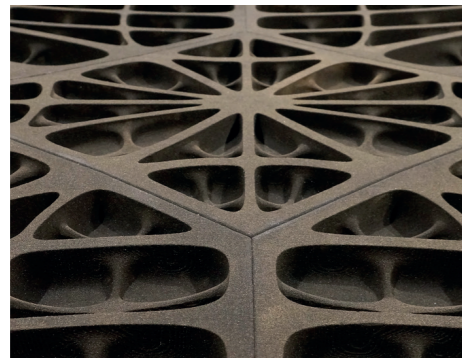


Fassadenpaneel 45/90
© Seren Coskuner, Stefan Scheffler

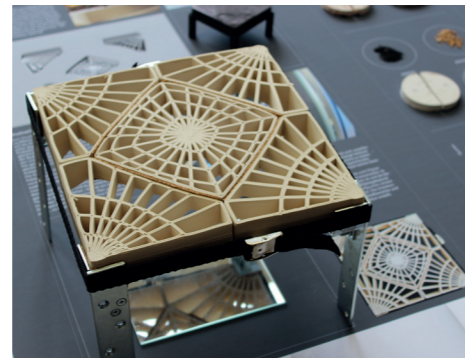
So wurde beispielsweise ein Ziegel entwickelt, durch den ein komplexer Wandaufbau ersetzt werden kann. Durch die spezielle Form ist ein mörtelfreies Fügen der Ziegel möglich, welches Rückbaubarkeit und sortenreines Trennen der einzelnen Komponenten gewährleistet. Der 3D-Druck ermöglicht es uns, verschiedene komplexe Strukturen in einem Bauteil zu kombinieren - eine massive Tragschicht, die gleichzeitig eine innenraumkonforme Oberfläche anbietet; eine dichte, wasserabweisende (porenfreie) Außenhülle mit Anspruch auf optischer Qualität und eine Mittelschicht mit einer thermischen Dämmfunktion.

Das Fassadenpaneel 45/90 ist Teil einer zusammenhängenden Fassadenstruktur aus verschiedenen Keramikpaneelen unterschiedlicher Öffnungsgrade. Bei der Entwicklung des Produkts stand die Erschaffung einer zusammenhängenden Fassadenstruktur im Fokus, welche sowohl opake als auch transparente Bauteile als vorgesetzte Haut überspannen kann. Über eine parametrische Berechnung der Fassadenelemente kann die Transparenz der Fassade so gesteuert werden, dass sie im Bereich von Fensteröffnungen die größte Lichtdurchlässigkeit gewährt, sich zum Rand einer Fensteröffnung aber immer weiter schließt.

WALK ON CERAMICS



Block Research Group – ETH Zürich, 3D-gedrucktes Deckensystem aus Quarzsand als Variante des funikulären Deckensystems
© Block Research Group



Präsentation in der Materialbibliothek
© Sandra Böhm

Nanett Flicker und Hanna Hoss hatten das Ziel ein System zu entwickeln, dessen einzelne Komponenten mörtellos und reversibel gefügt werden können. Die Einzelteile sollten besonders materialsparend hergestellt, aber dennoch zu einem tragfähigen System zusammengefügt werden können.

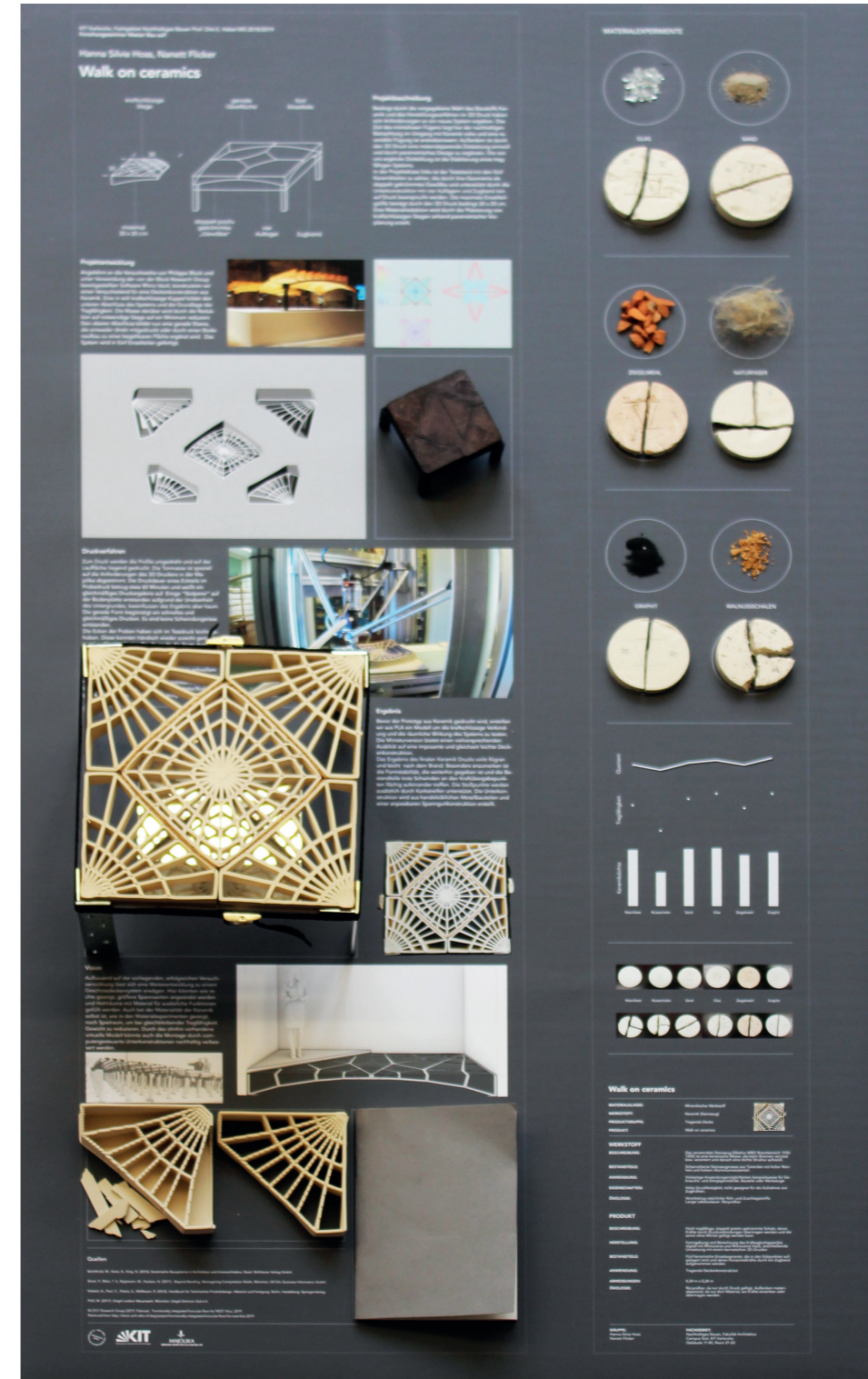
Walk on ceramics – Nanett Flicker & Hanna Hoss

Die beiden Studentinnen ließen sich von einer Versuchsreihe von Philippe Block inspirieren und erforschten zunächst dessen Herangehensweise. Schließlich entwickelten sie mit der von der Block Research Group bereitgestellten Software RhinoVAULT, eine Deckenkonstruktion, in der eine kraftschlüssige Kuppel den unteren Abschluss des Systems und die Grundlage der Tragfähigkeit bildet. Eine gerade Ebene schließt nach oben hin ab. Die Materialreduktion wird durch die Platzierung von kraftschlüssigen Stegen anhand parametrischer Vorplanung erzielt. Die Form und der Aufbau des Systems wurden schrittweise immer weiter optimiert.

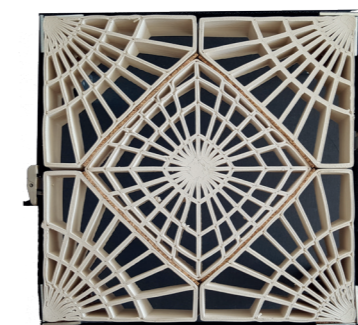
Mit einem aus PLA gedruckten Prototyp wurde die kraftschlüssige Verbindung und die räumliche Wirkung des Systems getestet,

bevor der keramische 3D-Druck zum Einsatz kam. Beim finalen Druck wurde die gesamte Fläche in fünf Einzelteilen auf den jeweiligen Laufflächen produziert. Die Druckdauer einer Eckkomponente betrug etwa 60 Minuten und wies ein gleichmäßiges Druckergebnis auf. Durch zusätzliche Stege im zweiten Druckverlauf konnten anfangs aufgetretene Verformungen verhindert werden. Alle Einzelteile müssen langsam und kontrolliert getrocknet werden, um Rissbildungen zu vermeiden.

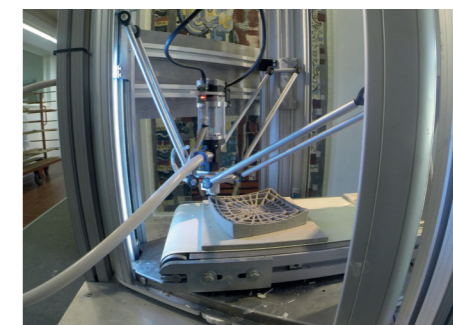
Das Ergebnis wirkt in seiner Gesamtkonstruktion filigran und leicht, bei einer hohen Formstabilität. Das Prinzip ist auf unterschiedlichste Größenverhältnisse und Raumstrukturen anpassbar. Mit Hilfe der computergestützten Planungsmethode kann stets ein optimales Zusammenspiel einzelner Komponenten erreicht werden.



Präsentation in der Materialbibliothek
© Sandra Böhm

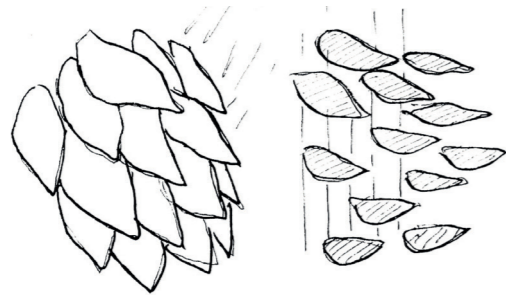


Draufsicht auf die fertige Konstruktion
© Nanett Flicker und Hanna Hoss



Druck des mittleren Teilstücks
© Fabian Schmid

HELIX



Erste Skizzen
© Anna-Maria Grimm und Anette Gerteiser



Rotationsbeispiel
© Anna-Maria Grimm und Anette Gerteiser

Das Projekt von Anna-Maria Grimm und Anette Gerteiser verbindet gestalterische Ansprüche für Fassaden oder Innenräume mit einem praktischen Nutzen. Durch Wiederholen und Versetzen einzelner Elemente kann es als vollflächiger Sonnenschutz eingesetzt werden oder durch die vertikale Drehung einen kontrollierten Lichteinfall ermöglichen.

Helix – Anna-Maria Grimm & Anette Gerteiser

Von Anfang an zielte die Produktidee darauf ab, Teil einer Fassadenkonstruktion zu sein, um so die Beständigkeit des Materials hervorzuheben. In Verbindung mit seiner Umwelt sollte das Produkt außerdem einen starken Bezug zur Bionik aufzeigen und auf klimatische Bedingungen antworten. Der Prozess der Formfindung erstreckte sich über mehrere Stufen und war inspiriert von Formen aus der Natur, beispielsweise von verschiedenen Blattstrukturen und Fruchtkörpern.

Anschließend war das Ziel des Materialworkshops einen Zusatzstoff für die Helix zu finden, der einerseits nachhaltig ist und andererseits das Gewicht des Endproduktes verringert, ohne große Einbußen der Druckfestigkeit zu erhalten. Verschiedene Abfallprodukte wie Kaffeesatz, Knochen- und Sägemehl wurden im selben Mischungsverhältnis der keramischen Masse zugeführt. Nach dem Brennen hat sich herausgestellt, dass Kaffeesatz zu den besten Oberflächeneigenschaften, zu Gewichtsreduktion und guter Belastbarkeit führt.

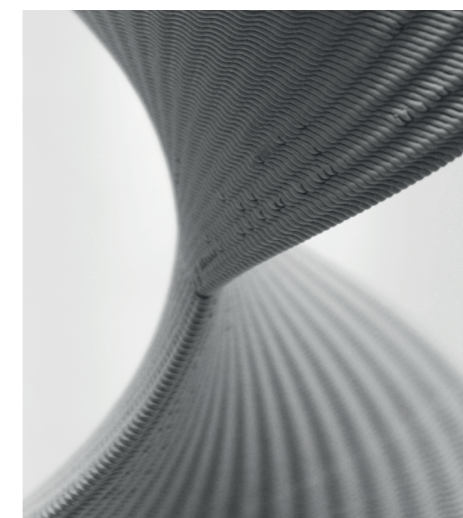
Die einzelnen Elemente wurden von der Mitte, dem breitesten Durchmesser bis hin zum schmalsten Durchmesser, Schicht für Schicht gedruckt. Durch die horizontalen Schichtungen und die vertikalen Wellen wurden kleinteilige Strukturen auf das Werkstück gelegt. Das Bauteil wurde ähnlich wie ein Schneckenhaus innen hohl gedruckt.

In der Praxis ist eine gezielte Anpassung der Elemente auf einzelne Gebäude geplant. Durch ein parametrisches, leicht modifizierbares Design in Kombination mit dem 3D-Druck sind hier zahllose Individualisierungswünsche möglich. Im aktuellen Entwurf erzeugen die kombinierten Elemente das Bild einer verdrehten Blattstruktur um die vertikale Achse. Bei kompletter Verschlussenheit wird durch das Schattenspiel der Elemente eine wellenartige Oberfläche erzeugt.

Im Laufe des Semesters ist ein Produkt entstanden, das eine einzigartige Ästhetik besitzt und durch seine Skalierbarkeit für die unterschiedlichsten Anwendungen im Innen- und Außenbereich in Frage kommt.



Präsentation in der Materialbibliothek
© Anna-Maria Grimm und Anette Gerteiser

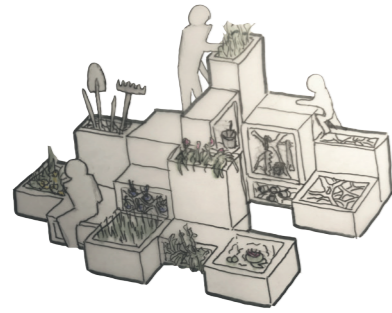


Charakteristische Oberflächenstruktur durch den 3D-Druck
© Sandra Böhm



Die Helix besteht aus zwei Komponenten
© Anna-Maria Grimm und Anette Gerteiser

BRIXGARDEN



Erste Ideenskizze
© Vannia Contreras und Christof Oldhues



Sicht auf die innere Stützstruktur
© Sandra Böhm

briXgarden ist eine bepflanzbare Struktur für den Innenraum. Sie macht sich die Eigenschaften spezieller Keramiken zu Nutze, indem der Struktur die kapillaren Wirkungseffekte zwischen Wasser und porösen Steinzeugmassen als Basisprinzip zugrunde liegt.

briXgarden – Vannia Contreras & Christof Oldhues

In der Projektentwicklung wurden die Möglichkeiten des Materials Keramik untersucht. Verschiedene Zuschläge und ihre Auswirkungen auf die Steinzeugmasse wurden getestet. Holzhackschnitzel, Papierfaser oder Kaffeepulver porosieren das Material in unterschiedlichen Intensitäten und wären ein möglicher Zusatzstoff.

Die geometrischen Formen des Entwurfs lassen das Stapeln der einzelnen Elemente zu und besitzen dennoch eine organische Ästhetik, die mit dem Zusammenspiel von Botanik und Keramik spielt. Die Formfindung hatte eine Geometrie zum Ziel, die Pflanzenöffnungen bietet, diesen eine ausreichende Zufuhr von Licht und Wasser ermöglicht und sie beim Wachstum unterstützt. Gleichzeitig sollte die Struktur stabil und modular erweiterbar, von einer Person einfach zu verarbeiten und reversibel gefügt sein. Die Form sollte nicht hinter der Bepflanzung zurücktreten, sondern in allen Stadien des Pflanzenwachstums mit ihr zusammenwirken. Anhand zahlreicher Skizzen und kleiner Modelle wurden die ersten Ideen immer wieder modifiziert und weiterentwickelt, bis die finale Form entstand, die alle selbst gesteckten Ziele erfüllte.

So entstand ein Produkt, das statisch das Element eines Dreifußes aufnimmt und dieses über kreisförmige und dreieckige Querschnit-

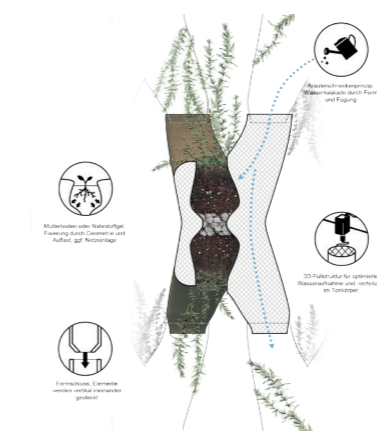
te abwickelt. Die Neigung der einzelnen Beine ist so gewählt, dass sie den statischen Anforderungen gerecht wird und zudem eine vertikal orientierte Wasserkaskade unterstützt. Die einzelnen Brix können an den Fußenden ineinandergesteckt und so auf mehrere Arten miteinander kombiniert werden. Im Zentrum der Elemente sind Öffnungen angeordnet, die Raum für Kräuter oder kleinere bis mittlere Zier- und Rankpflanzen bieten.

Die Brix werden aufrecht und schichtweise gedruckt. Die Wandungen der Struktur werden für eine verbesserte Tragfähigkeit dreifach ausgeführt, sodass sich eine Wandstärke von ca. 4,2 mm ergibt. Das Volumen des Modulkörpers wird mit einer Gitternetzstruktur ausgefacht, um Stabilität und gleichzeitig eine erhöhte Wasserdurchlässigkeit und Materialersparnis zu gewährleisten. Beim Erstellen der inneren Struktur sowie der äußeren organischen Form erweist sich der 3D-Druck als sehr vorteilhaftes und effizientes Verfahren, das nur schwierig zu ersetzen ist.

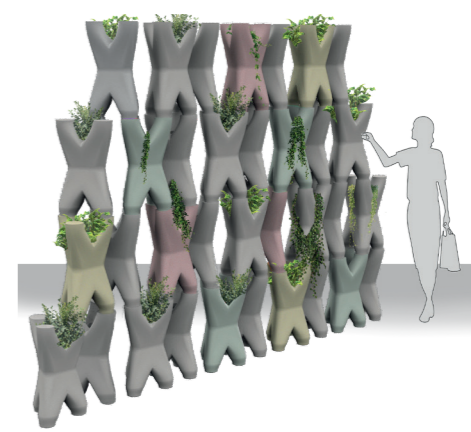
Der briXgarden ist ein modulares System, das ein skulpturales Element mit der Möglichkeit den eigenen kleinen Nutzgarten auch im Innenraum zu pflegen, verbindet. In der Projektentwicklung haben die Kombination aus Werkstoff und Prozess den Entwurf maßgeblich beeinflusst, sodass sich heute ein auf die Fertigungsmethode zugeschnittenes Objekt präsentiert.



Endpräsentation in der Materialbibliothek
© Sandra Böhm



Funktionsprinzip
© Vannia Contreras und Christof Oldhues



Anwendungsbeispiel
© Vannia Contreras und Christof Oldhues

Material Labor



Das Methodenblatt „MaterialLabor“ wurde im Rahmen des Forschungsseminars „Abbau / Anbau / Aufbau“ und „Bau auf!“ entwickelt. Die Seminare waren im Studienjahr 2017/18 Teil des arch.lab, einer Plattform für Forschung in der Lehre an der Fakultät Architektur des KIT.

lab.arch.kit.edu

Lehrende:

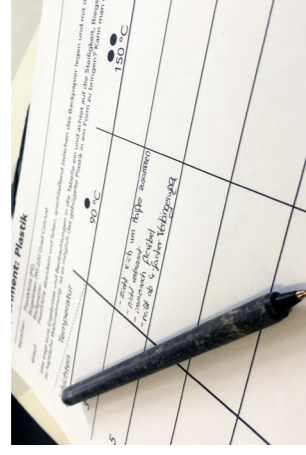
Prof. Dirk Hebel

Dipl. Des. Sandra Böhm

Das **MaterialLabor** ist eine der Versuchsdurchführung Methodik innerhalb der experimentellen Materialforschung im Seminar, die es erlaubt, speziell entwickelte Versuchsaufbauten von „neutralen“ Personen durchführen zu lassen.

Jeweils eine Forschungsgruppe hat ein für ihre Forschungsarbeit relevantes Experiment entwickelt und die anderen Seminarteilnehmer bezüglich

Der Versuchsdurchführung angeleitet. Dadurch konnten neue Erkenntnisse für das eigene Forschungsprojekt gewonnen werden. Durch diese Zusammenarbeit haben sich innerhalb der Gruppen neue Sicht- und Herangehensweisen entwickelt. Die Gruppen arbeiten haben besonders durch den aktiv betriebenen Wissensaustausch in diesen «Laboren» profitiert.



MATERIAL

Ein MaterialLabor beschäftigt sich immer mit einem spezifischen Werkstoff, der vor der Versuchsdurchführung hinsichtlich seiner Beschaffenheit und den relevanten Eigenschaften vorgestellt wird.

Anschließend wird die für den Versuch notwendige Infrastruktur überprüft bzw. aufgebaut. Alle Werkzeuge, Geräte und Materialien werden dem Versuch und der Abfolge der Arbeitsschritte entsprechend angeordnet.

VERSUCHSAUFBAU

DURCHFÜHRUNG/ AUSWERTUNG DOKUMENTATION

Alle Arbeitsschritte werden genau dokumentiert. Parameter wie z.B. die genaue Zusammensetzung beim Mischen verschiedener Substanzen, Gewicht, Temperaturen oder Schmelzverhalten sowie erste Zwischenergebnisse werden genau festgehalten.

Ist die Versuchsreihe beendet, werden die Ergebnisse analysiert und im Kontext des gesamten Forschungsprozesses betrachtet. Ausgehend davon werden die nächsten Arbeitsschritte für die weitere Projektentwicklung festgelegt.

archlab



arch.lab.docs ist eine Publikationsreihe des arch.lab / Plattform für Forschung in der Lehre der Studiengänge Architektur und Kunstgeschichte am KIT / Karlsruher Institut für Technologie.

arch.lab.docs #2/2

BAU AUF!

© arch.lab 2019

DOI: 10.5445/IR/1000129798