

AC W WENDE

ZUKUNFTBAU

Zukunft Bau
Pop-up Campus
Aachen

UAB

UAB

WENDE

WENDE

Der Zukunft Bau Pop-up Campus war ein temporärer Raum zum gemeinsamen Experimentieren, Forschen und Lehren. In einer ehemaligen, temporär umgenutzten Bausparkasse in Aachen kamen 31 Forschungsteams von 16 unterschiedlichen Hochschulen aus Deutschland zusammen. Unter dem Motto „Save Material – Save the Planet“ forschten die Beteiligten zu klima- und ressourcenschonenden Bauweisen und einem adäquaten Umgang mit dem Bestand. Es wurde im und am Gebäude geforscht, und die erarbeiteten Erkenntnisse wurden in einer gemeinsamen Ausstellung präsentiert und geteilt.

ISBN 978-3-98655-049-3

WENDE

UAB

Pop-up Campus Aachen

WENDE

ZUKUNFTBAU
FÖRDERN FORSCHEN ENTWICKELN

BBSR

UAB

WARBEN





Impressum

Herausgeber

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR)
im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR)
Deichmanns Aue 31–37
53179 Bonn

Wissenschaftliche Begleitung

Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR)
Referat WB 3 „Forschung im Bauwesen“
Dr. Arnd Rose
arnd.rose@bbr.bund.de
Helga Kühnhenrich
helga.kuehnhenrich@bbr.bund.de
Dr. Katja Hasche
katja.hasche@bbr.bund.de

Redaktion

Dr. Adria Daraban, Lea Schwab, Marlon Brownsword

Lektorat

Karin Schneider

Stand

Oktober 2023

Gestaltung

sans serif, Berlin
www.sans-serif.de

Barrierefreies PDF

Satzweiss GmbH

Druck

Druckhaus Sportflieger

Bestellungen

zb@bbr.bund.de
Stichwort: Publikation Zukunft Bau Pop-up Campus

Bildnachweis

Umschlaginnenseiten, Seiten 8/9, 68/69, 84/85,
260/261 © David Herrmann, Seite 2 © Ivo Mayr,
Seite 3 © Laura Weber
Die Nachweise zu den restlichen Bildern sind jeweils
in den Bildunterschriften aufgeführt.

Nachdruck und Vervielfältigung

Alle Rechte vorbehalten.
Nachdruck nur mit genauer Quellenangabe gestattet.
Bitte senden Sie uns zwei Belegexemplare zu.

Der Herausgeber übernimmt keine Gewähr für die Richtig-
keit, die Genauigkeit und Vollständigkeit der Angaben
sowie für die Beachtung privater Rechte Dritter.
Die geäußerten Ansichten und Meinungen müssen nicht
mit denen des Herausgebers übereinstimmen.

ISBN 978-3-98655-049-3

Bonn 2023

Pop-Up Campus Projekt

Projektleitung

Dr. Adria Daraban, RWTH University Aachen
Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR)
Referat WB 3 „Forschung im Bauwesen“
Dr. Arnd Rose, Helga Kühnhenrich

Initiatoren RWTH University Aachen

Prof. Anne-Julchen Bernhardt, Prof. Jakob Beetz,
Prof. Agnes Förster, Prof. Christa Reicher,
Prof. Christian Raabe, Prof. Axel Sowa

Raumkonzept und Entwurf

Prof. Anne-Julchen Bernhardt, Dr. Adria Daraban

Kuratorisches Konzept

Prof. Anne-Julchen Bernhardt, Dr. Adria Daraban,
Prof. Axel Sowa

Fotos

David Herrmann

Grafik

Claudia Löwenkamp

Texte

Marlon Brownsword, Dr. Adria Daraban, Marlene Maier

Website

Prof. Jakob Beetz, Linus Hermann, Roland Reinartz

Entwurf und Zeichnung

Philipp Goertz, Jakob Naujack

Organisation und Betreuung vor Ort

Marie Becker, Johanna Olp, Steffen Otten, Paula Riebel,
Lea Schwab, Dennis Sommer, Laura Weber, Eva Wolters

Zukunft Bau Pop-up Campus Aachen



Bundesministerium
für Wohnen, Stadtentwicklung
und Bauwesen

ZUKUNFT BAU
FÖRDERN FORSCHEN ENTWICKELN

RWTHAACHEN
UNIVERSITY

stadt aachen

Inhalt

I BAUWENDE GENESE DES POP-UP CAMPUS

- 11 **Ein Ort für die Bauwende**
Helga Kühnhenrich
- 18 **Mehr Zeit-Spiel-Räume!**
Prof. Axel Sowa
- 21 **Pop-up Campus Raumkonzept**
Prof. Anne-Julchen Bernhardt
- 31 **Das Prinzip UABWENDE**
Lea Schwab mit Marlon Brownsword,
Dr. Adria Daraban, Philipp Goertz,
Jakob Naujack
- 41 **Experimentierräume als Katalysatoren
der Bauwende**
Prof. Thomas Auer
- 49 **Down to Earth. Umwandlung von
urbanem Erdaushub in Baumaterialien**
Ken De Cooman
- 57 **Der Pop-up Campus als Plattform zur
Vernetzung von Hochschule und Praxis**
Prof. Agnes Förster
- 65 **How to pop-up a Campus**
Prof. Christian Raabe

2 POP-UP CAMPUS ANEIGNUNG UND TRANSFORMATION DER AACHENER BAUSPARKASSE

- 71 **Zeichen und Begriff**
Marlon Brownsword mit
Dr. Adria Daraban, Philipp Goertz,
Jakob Naujack, Lea Schwab
- 75 **Wachstum und Widerstand**
Marlon Brownsword mit
Dr. Adria Daraban, Philipp Goertz,
Jakob Naujack, Lea Schwab
- 81 **Material und Fügung**
Marlon Brownsword mit
Dr. Adria Daraban, Philipp Goertz,
Jakob Naujack, Lea Schwab

3 BAUKATALOG DIE AUSSTELLUNG AUF DEM POP-UP CAMPUS

- 86 **Bauwende in vier Thementischen**
Marlon Brownsword mit
Dr. Adria Daraban, Philipp Goertz,
Jakob Naujack, Lea Schwab
- 90 **3.1 Anders mit Ort und Bestand
umgehen**
- 92 **Seeing Living Building CIRCULARITY**
- 96 **Urban Sustainability Transition Lab**
- 100 **Stadtsaal**

- 104 **Campusmobiliar**
- 108 **Umbau oder Abbau + Aufbau**
- 114 **„Hässliche Entlein“. Nachhaltigkeit als
Problem der Ästhetik**
- 120 **Außenräume der Stadt**
- 126 **Klimaneutraler erhaltenswerter
Gebäudebestand**
- 130 **3.2 Anders mit Material
umgehen**
- 132 **Adaptierbare Knotenpunkte für
materialsparende Tragsysteme**
- 136 **re-narrated**
- 142 **Robotische Fabrikation von Bauteilen
aus Stampflehm**
- 146 **3DWoodWind**
- 152 **Holz-Myzelium-Verbundbauweise für
Ein- und Ausbauten**
- 156 **Hoogruts**
- 160 **Bauen mit Papier**
- 164 **Demonstrator eines neuartigen
Kappendeckensystems**
- 170 **Leichte Flächentragwerke aus Blech**
- 176 **Stampflehm-Mauerwerk und Erosion**
- 182 **3.3 Anders planen und
konstruieren**
- 184 **In den Heimgärten**
- 190 **Natural Building Lab**
- 196 **Dissertationskolloquium**
- 200 **Energy-Hub – eine neue urbane Nische**
- 206 **Hive Home**

- 210 **reGrowth – Tragkonstruktionen aus
ungenutzten Holzabschnitten**
- 214 **Sustainable Structural Skin**
- 222 **3.4 Anders mit (Bau-)Technik
umgehen**
- 224 **Raumklimalabor**
- 228 **Climatewalks**
- 232 **Recode Wicker**
- 238 **Gips x Design**
- 242 **PowerSKIN 2022**
- 246 **ReBaDI**
- 250 **Neue Werkzeuge der Transformation –
Komplexität organisieren und
Unbestimmtheit kultivieren**
Dr. Adria Daraban

4 BAUECHO WENDEPUNKTE EINER BAUWENDE

- 262 **Campus-Statements –
Stimmen der Projektbeteiligten**
- 264 **Hässliche Entlein –
Q&A zur Ausstellung**
- 266 **Pop-up: Alter Entwurf –
Bauen von morgen**
Lea Schwab mit Marlon Brownsword,
Dr. Adria Daraban, Philipp Goertz,
Jakob Naujack

BAU WEN DENE

Genese des
Pop-up Campus



Ein Ort für die Bauwende

Helga Kühnhenrich

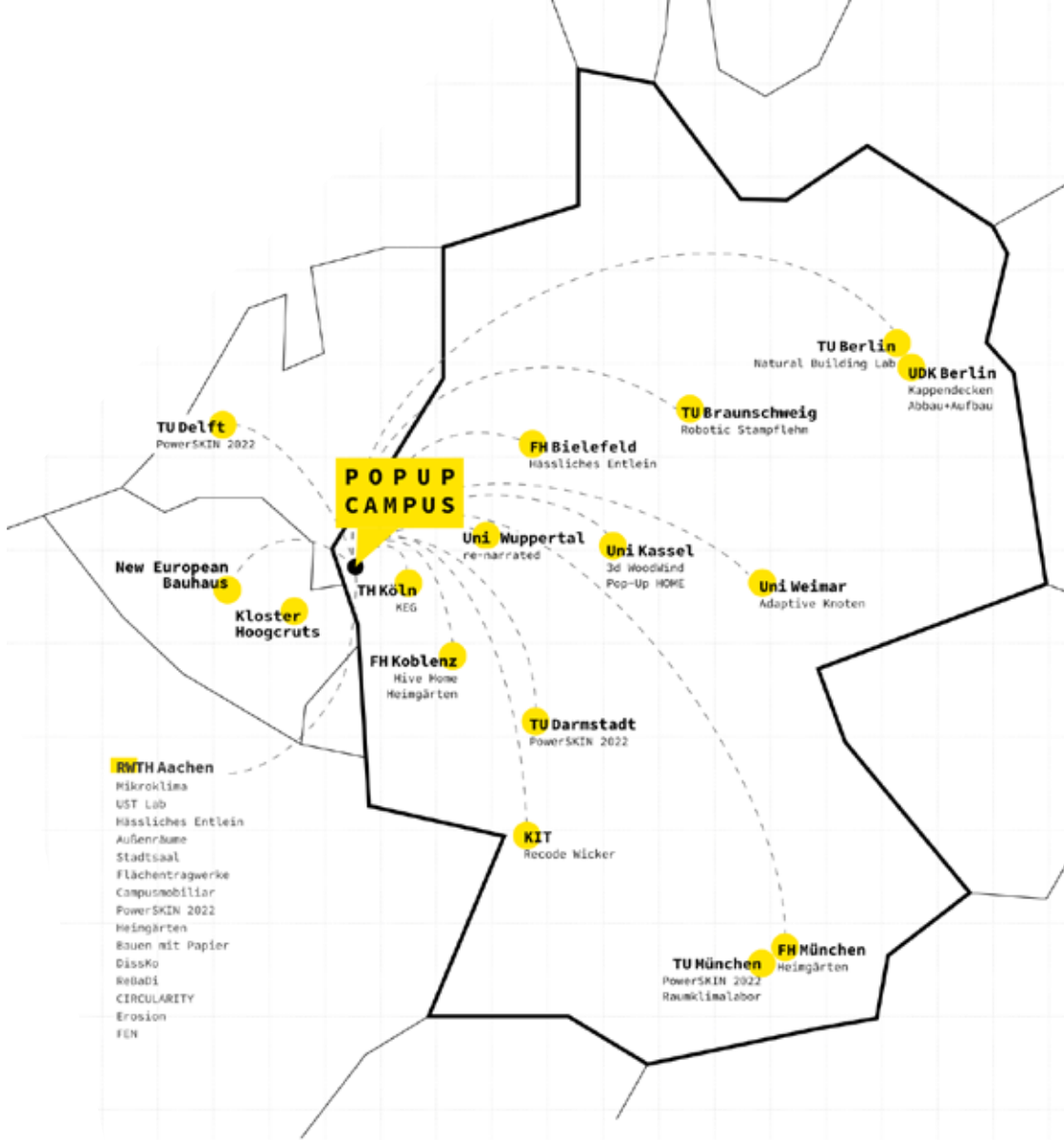
Mit dem Pop-up Campus wurde im Sommer 2022 ein Raum zum Experimentieren und Nachdenken über die Bauwende geschaffen, die auch vor Ort buchstäblich über dem Gesamtprojekt stand. Vom Dach des Pop-up-Campus-Gebäudes, einer unspektakulären, ehemaligen Bausparkasse, rief der große, gelbe Schriftzug selbstbewusst und einer Proklamation gleich zur Bauwende auf: „Aufgepasst – hier passiert etwas Neues!“, signalisierte die Dekonstruktion des Worts in seine Bestandteile BAU und WENDE und zeigte in der Umkehr der Buchstabenfolge zugleich die beabsichtigte Ausrichtung: „Das Bauen muss sich wenden!“

Unzweifelhaft sind neue Wege nötig, um die Klimaziele der Bundesregierung im Gebäudebereich schnellstmöglich umzusetzen. Wie ein bewusster Umgang mit Bestand und Ressourcen vorangetrieben werden kann und an welchen Stellschrauben gedreht werden muss – das waren die zentralen Fragestellungen, die im Rahmen des Zukunft Bau Pop-up Campus behandelt wurden.

Der Zukunft Bau Pop-up Campus – ein kurzer Überblick über das Gemeinschaftsprojekt

Unter dem Motto „Save Material – Save the Planet“ standen der Umgang mit dem Bestand und das ressourcenschonende Konstruieren im Vordergrund. Gemeinsam mit einem Netzwerk aus Hochschulen initiierte das BBSR mit Unterstützung des Bundesbauministeriums Anfang 2022 das neue Format für die Bauforschung. Der Zukunft Bau Pop-up Campus verstand sich als ein Gemeinschaftsprojekt vieler Hochschulen und beteiligter Institutionen. Nicht nur sollte ein konkretes Gebäude als Forschungsgegenstand und Treffpunkt dienen, es sollten auch in mehreren kurzen, von Zukunft Bau geförderten Forschungsprojekten neue Ansätze erarbeitet, analysiert und veranschaulicht werden. Gemeinsames Ziel war,

Der Pop-up Campus entstand im ehemaligen Gebäude der Bausparkasse in Aachen.
© David Herrmann



Die am Pop-up Campus beteiligten Hochschulen.
© Linus Hermann

der Materialknappheit entgegenzuwirken, Bauweisen kreislaufgerecht auszurichten sowie Bauabfälle und Emissionen zu vermeiden.

Die Wahl des Standorts fiel auf die Stadt Aachen. Die RWTH Aachen University konnte zusammen mit der Stadt kurzfristig ein geeignetes, innerstädtisches Bestandsgebäude als Experimentierraum zur Verfügung stellen sowie auch ein überzeugendes Konzept, das offen für die Beteiligung aller war.

Von Juni bis September 2022 kamen insgesamt 31 Forschungsteams von 16 unterschiedlichen Hochschulen aus Deutschland nach Aachen in die temporär umzunutzende ehemalige Bausparkasse. Meist in Kooperation wurde im und am Gebäude selbst geforscht, Forschungserkenntnisse sowie Wissen und Erfahrungen wurden in einer gemeinsamen

Ausstellung und Finissage präsentiert und geteilt. Veranstaltungen und Workshops setzten den thematischen Rahmen und Expertinnen und Experten sowie Interessierte aus Praxis, Politik, Verwaltung und Stadtgesellschaft waren eingeladen zum Mitforschen, Mitdiskutieren oder Mitdenken.

Die Genese des Pop-up Campus war mit ungefähr sechs Monaten ebenso kurz – und für die beteiligten Behörden und Hochschulen eine spe-

zielle Herausforderung – wie seine gesamte Dauer von vier Monaten. Auch wenn finanzielle Gründe die knappe Nutzungsdauer vorgeben, so verbanden sich mit dem Pop-up gleich mehrere Grundgedanken und Intentionen.

Die verbleibende Zeit zur Umsetzung der Bauwende ist kurz

Innerhalb der nächsten Jahre müssen die kurz- und mittelfristigen Klimaziele im Gebäudebereich erreicht werden: Mit dem Bundes-Klimaschutzgesetz wurden die Klima- und Sektorziele Deutschlands im Jahr 2019 erstmals in einem Gesetz verbindlich geregelt und 2021 verschärft. Bis 2030 muss der Treibhausgasausstoß um 65 Prozent gegenüber 1990 gemindert werden. Bis zum Jahr 2045 soll Deutschland Treibhausgasneutralität erreichen. Entsprechend zügig muss die Transformation des Gebäudebestands in der Breite vorangetrieben werden. Dabei stehen der Erhalt und die Sanierung des Bestands im Vordergrund, ebenso die Dekarbonisierung der Wärmeversorgung durch emissionsenkende Maßnahmen und den Ausbau erneuerbarer Energien.

Die bisherige Bilanz fällt kaum verheißungsvoll aus. Der Baubereich verfehlte in den letzten Jahren regelmäßig diese Ziele – trotz der seit Jahrzehnten verfolgten und zum Teil durchaus erfolgreichen Anstrengungen zur Senkung von Treibhausgasemissionen. Diese bis vor Kurzem eher schleppende Entwicklung – vor allem gebremst durch Reboundeffekte: Ein-

sparungen in einem speziellen Bereich führen zu Mehrverbrauch an anderen Stellen – gewinnt jedoch seit den letzten Jahren an Dynamik. Grund ist nicht zuletzt die Einführung verschiedener Maßnahmen im Förderbereich, darunter auch das Qualitätssiegel „Nachhaltiges Gebäude“. So ist nicht allein die höhere Taktzahl an neuen Vorschriften entscheidend, sondern vor allem sind Maßnahmen zielführend, die zu einem Kurswechsel führen beziehungsweise von einem anderen systemischen Verständnis von Bauen ausgehen.

In diesem Sinne ist sicherlich die diesjährige Einführung von Lebenszyklusbetrachtungen in der Breitenförderung ein entscheidender Schlüssel für die Bauwende. Hierdurch wird endlich der isolierte Blick vom Energieverbrauch im Gebäudebetrieb auf das gesamte Leben eines Gebäudes mit grauen Energien und Emissionen erweitert. Diese Bilanzierung verschafft ein hohes Maß an Transparenz und eine ganzheitliche Erkenntnis beim Vergleich von Bestandsgebäuden mit Neubauten. Erste wichtige Schritte sind gemacht, weitere müssen folgen. Dabei sind die meist abstrakten Klimaschutzziele das eine. Das andere sind Phänomene wie zunehmende Ressourcenengpässe, Extremwetterereignisse sowie wechselhafte Finanz- und Wirtschaftsentwicklungen – teils schon direkte Folgen des Klimawandels –, die merklich den Umgang mit Gebäuden, die Verfügbarkeit und Bezahlbarkeit von Ressourcen und Bautätigkeit beeinflussen und mehr und mehr tradierte Wege und Wertvorstellungen ins Schwanken bringen.

In Umbruchzeiten kommt dem Zusammenspiel von Forschung und Praxis eine neue Bedeutung zu

Für die Einführung neuer Ansätze wird üblicherweise auf langjährig gewonnenes Forschungswissen zurückgegriffen. Der klassische Weg von

Forschungserkenntnissen in die Baupraxis ist jedoch seit jeher komplex, langwierig und wird in Anbetracht der kurzen Zeit, die für die Umsetzung der Bauwende bleibt, allein kaum ausreichen. Wie in so vielen Branchen ist seit Jahren bereits viel theoretisches Wissen vorhanden, das jedoch in der Praxis nicht unmittelbar umgesetzt wird. Der Wissenstransfer ist eine große Herausforderung und wird bisher oft vernachlässigt. In der Baubranche ist vielleicht eine besonders große Nuss zu knacken, da aufgrund der Struktur aus kleinen und mittelständischen Unternehmen im Planungs- und Baubereich kaum größere, übergeordnet organisierte Forschungstätigkeiten stattfinden oder Wissensstrukturen vorhanden sind. Im Gegensatz zu führenden Disziplinen wie der Medizin oder Naturwissenschaften ist das Bauen sehr „vom Machen“ geprägt. Eine Evaluierung oder Reflexion des Gebauten findet nur selten systematisch statt. Hinzu kommt, dass die systemischen Zusammenhänge beim Bauen komplex sind und das Bauwesen nicht zuletzt ein hoch investiver und entsprechend stark reglementierter sowie standardisierter Bereich ist.

Die Gretchenfrage lautet daher, wie die Lücke zwischen Forschung und Praxis überwunden und wie Forschungswissen schneller als bisher in eine gesellschaftliche und bauliche Praxis überführt werden kann. Aufgrund der hohen Komplexität und der vielschichtigen Herausforderungen verfügen weder Forschung noch Praxis über ein vollständiges oder sicheres Wissen,

um die Bauwende allein voranzutreiben. Oder anders gesagt: Die unterschiedlichen Herausforderungen sind so grundsätzlich und umfassend, dass für die Bauwende nicht einfach etwas Neues erfunden werden kann, sondern dass aus dem Bestehenden – im doppelten Sinne! – gemeinsam Lösungswege herausgearbeitet und entwickelt werden müssen.

Die Bauwende erfordert transdisziplinäres und integratives Forschen, Planen und (Um-)Bauen

Genau an dieser Schnittstelle zwischen Forschung und Praxis setzt die Zukunft Bau Forschungsförderung an und unterstützt Forschungsprojekte, die einen konkreten Beitrag und Praxisbezug erkennen lassen und hier neue Impulse setzen können. Im Mittelpunkt steht die angewandte Bauforschung. Bei den meisten Forschungsprojekten schließen sich Forschende aus unterschiedlichen Fachbereichen mit Praxispartnern zusammen, um neue Ansätze, Materialien oder Konzepte zu erforschen oder zu entwickeln. Eine direkte Vermittlung neuer Erkenntnisse schaffen Forschungsprojekte, die mit Praxisbeispielen verwoben sind und neue Aspekte beim Bauen an einem konkreten Gebäude experimentell erproben und wissenschaftlich begleiten. Solche Pilotprojekte sind rar, besitzen aber das Potenzial, die transformative Kraft des Bauens hervorzubringen und Inspiration und Muster für weitere Bauprojekte zu sein.

Der Zukunft Bau Pop-up Campus: Ein Ort für die Zusammenarbeit unterschiedlicher Forschungsaktivitäten

Solche zwar zahlreichen und wichtigen, aber oftmals isoliert arbeitenden Forschungsprojekte und Transformationsbeispiele stärker zu bündeln beschäftigt Zukunft Bau schon länger. Ausgehend von diesem Grundgedanken entstand die Idee, einen Ort zu schaffen, an dem neue Forschungserkenntnisse für die Bauwende entwickelt, präsentiert, disku-



Besuch der Bundesministerin für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen Klara Geywitz auf dem Pop-up Campus.
© Henning Schacht

tiert und mit der Praxis verhandelt werden. Dabei sollten gezielt die Zukunft des Bauens und damit auch der Nachwuchs angesprochen und so direkte Verbindungen zwischen Forschung und Lehre geschaffen werden. Es galt, vor allem Forschungsaktivitäten aus den einzelnen Fakultäten von Hochschulen zu versammeln, zu verknüpfen und sichtbar sowie erlebbar zu machen. Damit entstand die Idee eines temporären Zukunft Bau Pop-up Campus, der für ein gemeinsames Lernen, Nachdenken und Debattieren über die Bauwende stehen sollte.

Ein Ort für das gemeinsame Lernen und Experimentieren

Im Rahmen des Pop-up Campus wurde bewusst darauf verzichtet, einen Wettbewerb und mehrere Ansätze für eine vorgegebene Aufgabe auszurufen, sondern es sollte ein möglichst breites Spektrum an neuen Ideen und sich ergänzenden Ansätzen gezeigt werden. In kleineren Forschungsprojekten, die eher einem Sprint als einem Marathon entsprachen, wurden entweder vorhandene Forschungserkenntnisse weiterentwickelt und veranschaulicht oder knapp und pointiert ausgearbeitet. Der Zukunft Bau Pop-up Campus, der innerhalb kürzester Zeit konzipiert wurde, animierte alle Beteiligten zum schnellen „Ins-Handeln-Kommen“ und war nicht zuletzt auch durch seine begrenzte Dauer von sechs Monaten von einer gewissen Dichte, Intensität und Aufbruchstimmung geprägt.

Ein Ort im Bestand

Das zentrale Thema der Bauwende – der niederschwellige Umgang mit dem Bestand – wurde nicht nur in mehreren Forschungsprojekten thematisiert, sondern auch durch das Pop-up-Campus-Gebäude selbst repräsentiert. In Analogie zu Pop-up-Stores sollte mit geringem Aufwand eine leer stehende Immobilie zwischengenutzt werden. Nicht nur auf der



Diskussion über die Bauwende während des „Spatenstichs“, der feierlichen Eröffnung des Zukunft-Bau Pop-up Campus; v. l. n. r.: Prof. Axel Sowa, Prof. Ulrich Knaack, Dr. Robert Kaltenbrunner, Prof. Linda Hildebrand, Prof. Philipp Eversmann, Prof. Elisabeth Endres, Prof. Christian Raabe. © David Herrmann

bespielten Fläche, sondern auch darüber hinaus sollten neue Impulse in die unmittelbare Umgebung und die erweiterte Community der Bauforschung gesendet werden.

Mit dem Gebäude der ehemaligen Aachener Bausparkasse in der Theaterstraße wurde ein Objekt gefunden, das stellvertretend für viele Fragen bei der Transformation von Innenstädten und im Umgang mit der weit verbreiteten Typologie ehemaliger Bürogebäude und Kaufhäuser der

1960er- und 1970er-Jahre steht. Im doppelten Sinne wurde hier ein Ort des Experimentierens und Veranschaulichens neuer Herangehensweisen geschaffen: Im konkret baulichen Sinne kann der Pop-up Campus als ein Symbol für niederschwellige Bestandsaktivierung aufgefasst werden, im formalen Sinne wurde erstmalig ein neues, kooperativ entwickeltes Förderformat umgesetzt.

Ein Pilot für die Etablierung von Bauwende-Laboren im Bestand?

Mit dem Pop-up Campus gelang es, einen Ort des gemeinsamen Nachdenkens über die Bauwende zu schaffen. Damit wurde ein Pilot zur Einführung von bisher kaum vorhandenen Reallaboren im Bauwesen geschaffen, der beispielgebend für weitere sein kann. Reallabore oder – vom BBSR titulierte „Bauwende-Labore im Bestand“ – können die systemische Umsetzung von Forschungserkenntnissen in die Praxis beschleunigen und einen offenen Übungs- und Testraum für Forschung, Praxis und Gesellschaft bieten. Im Gegensatz zu Modellprojekten geht es in Reallaboren vor

allem darum, nicht nur die Umsetzbarkeit von neuen Gebäudekonzepten oder Bauteilen in einem realen, aber geschützten Kontext zu entwickeln. Ziel ist es, gemeinsam mit der Forschung in der Praxis regulatorisches Lernen zu ermöglichen, schneller ins Handeln zu kommen und Rahmenbedingungen für kreislaufgerechtes Bauen zu entwickeln – jenseits von Gebäudegrenzen. Es geht um die Entwicklung eines neuen systemischen und ganzheitlichen Verständnisses von Bauen und nicht zuletzt um die Etablierung einer Experimentierkultur, die Wandel mehr als Chance und Gewinn denn als Herausforderung oder Verlust ansieht. Denn erst, wenn die Bauwende von Menschen aufgegriffen und positiv angenommen wird, kann sie in der Breite gelingen.

Gegenseitige Vorstellung aller 31 Projekte des Pop-up Campus. © privat



Mehr Zeit-Spiel-Räume!

Prof. Axel Sowa

Gemeinhin wird von der Architektur verlangt, dass sie stillhält. Nur in einer auf Dauer gestellten Ruhe könne die Architektur ihre vornehmste Aufgabe wahrnehmen: ein verlässlicher, alltags-tauglicher und komfortabler Hintergrund zu sein.

Die Architekturtheorie hat den Gedanken der *firmitas* in unzähligen Versionen festgehalten und dabei stets die Vorstellung eines fest gefügten, immobilen Hintergrunds bekräftigt. Architektur, so die tradierte und weiterhin kolportierte Vorstellung, müsse brauchbare und wohlproportionierte räumliche Unterteilungen vornehmen. Diese jahrhundertealte Erwartung hat sich auch unter den Vorzeichen der Nachhaltigkeit kaum geändert. Weiterhin darf man erwarten, dass die räumlichen Unterteilungen möglichst lange halten. Und zusätzlich darf man nun erwarten, dass Architektur auch dann noch brauchbar sein wird, wenn sie in Zukunft ganz anderen, heute noch nicht absehbaren Anforderungen entsprechen soll. Derlei Erwartungen an eine Architektur der *très longue durée* sind allzu verständlich. Doch mit der immer wieder bekräftigten und theoretisch untermauerten Vorstellung einer auf Dauer gestellten, stillhaltenden Architektur wird die Zeitdimension der Architektur vernachlässigt. Zeit kommt im Versprechen längstmöglicher Dauer nur als Bedrohung vor: Architektur muss der mit der Zeit einhergehenden Vergänglichkeit widerstehen. Sie muss robust und pflegeleicht, witterungsbeständig und wartungsfreundlich, bestenfalls auch nutzungsoffen sein. Erst wenn all diese Anforderungen erfüllt sind, wird Architektur gegen die Zumutungen der Zeit gewappnet sein. Nichts und niemand wird ihr noch etwas anhaben können. Ein derartiges Zeitverständnis unterschlägt die Tatsache, dass Architektur auch eine Zeit-Kunst ist. Architektur ist programmierbar, sie kann den in ihr stattfindenden Wan-

del rahmen und gestalten. Architektur weist einen zeitlichen Index auf, sie kann Zeugnis über die Bedingungen ihres Entstehens ablegen. Architektur ist performativ, sie kann momentane Erlebnisdichten erzeugen. Architektur ist Bedeutungsträgerin, sie kann zum Sprechen gebracht werden. In all diesen Hinsichten war der Pop-up Campus eine Hommage an die Zeitdimension der Architektur. Nicht zufällig hat der spektakuläre, bislang einzigartige Campus in der Aachener Theaterstraße stattgefunden. Der Pop-up Campus war ein Wissenschaftszirkus der Zirkularität. In seiner Manege wurden innovative Baukomponenten bestaunt und Bauexperimente inspiziert. Es traten auf: Lehrende und Lernende, Laien und Fachleute, Landes- und Bundesbeschäftigte, eine Bundesministerin sowie Architektinnen und

Architekten, denen der Sinn für die Zeitdimension ihrer Disziplin noch nicht abhandengekommen ist. Der Pop-up Campus war zudem ein Festival der Wiederverwertung. Zelebriert wurde die zweite Chance für gebrauchte Dinge. Im Inneren des Pop-up Campus wurde eine Bürorevolution ausgerufen. Die gediegene Bausparkasseneinrichtung wurde zum Rohstofflager deklariert. Der alte, graue Bürohintergrund wurde aus den Angeln gehoben. Aktenschränke wurden gestürzt und zersägt. Aus kunststoffurnierbeschichteten Pressspanplatten wurden wunderbare Sitzmöbel. Am Ende der dreimonatigen Campus-Laufzeit wurden sie versteigert und erfüllen nun andernorts ihren Zweck. Der im Winter erdachte, im Frühjahr 2022

aufknospende und sich von Juni bis September blütenartig entfaltende Campus entfachte jede Menge föderativer Energien. Er brachte Menschen zusammen, die sich und ihre Disziplin bewegen wollen. Der Pop-up Campus war ein Spielraum auf Zeit. Im Rückblick lässt sich festhalten: Es muss mehr von diesen Zeit-Spiel-Räumen geben! Denn erst in solchen Räumen scheint die Architektur zu sich selbst zu kommen.



Der Pop-up Campus als Format zum gemeinsamen Experimentieren und Diskutieren. Oben links: © Marlon Brownsword, oben und unten rechts: © David Herrmann



Pop-up Campus Raumkonzept

Prof. Anne-Julchen Bernhardt

Das Haus an der Theaterstraße

Es ist ein Haus, das nicht weiter auffällt. Eines dieser Gebäude, die den Hintergrund unserer Städte bilden, irgendwann nach dem Zweiten Weltkrieg gebaut, spätmodern könnte man als Adjektiv verwenden. Es besitzt ein offenes Erdgeschoss, leicht zurückgesetzt, darüber vier Geschosse, mit Bandfenstern und Brüstungen aus Aluminiumgussplatten, zu einem Drittel geöffnet.

Oben springt es zurück, eine Terrasse umläuft das später errichtete Staffelgeschoss. Im Innenhof befinden sich eine Garagenhalle und eine schöne Remise, die schon lange leer steht und den einzigen Verweis auf die Baugeschichte des Ortes als Palaisstraße vor den Toren der Stadt darstellt. Die beiden Palais, die hier gestanden haben, sind verschwunden; im Haus selbst finden sich noch aufgezugene Fotos, die von der Geschichte des Ortes erzählen.

Das Gebäude, das der Pop-up Campus war, ist ein Gebäude ohne Eigenschaften, wie es Tausende gibt in der Bundesrepublik, sie stehen eher unbemerkt herum. Weder fordert jemand seinen Abriss, noch ist es ein Gebäude, das Architektinnen und Architekten begeistert, es wird nicht oft fotografiert, es ist kein Gebäude, das in Facebook-Gruppen oder auf Instagram geteilt wird. Das Gebäude weckt keine Emotionen, es ist Teil der Alltagskultur, es gehört zur grauen Architektur, die Benedikt Boucsein mit seinem Befund eines unscheinbaren Hauses in der Viehofer Straße 28 in Essen als Begriff entwickelt hat.¹

Das Gebäude zählt zum Bestand ohne Eigenschaften. Der Bestand in der Bundesrepublik ist nicht umfassend beschrieben. Bestand und Neubau werden unterteilt in Wohngebäude und Nichtwohngebäude. Beim Neubau wird quantitativ viel erfasst: Die 2021 fertiggestellten Nichtwohngebäude umfassen eine Fläche von 26 Millionen Quadratmetern, was nahezu der Größenordnung zeitgleich neu gebauter Wohnfläche entspricht.²

¹ Benedikt Boucsein: Graue Architektur, Köln 2010.

² Statistisches Bundesamt: Lange Reihen z. T. ab 1949, online unter https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Bauen/Publikationen/Downloads-Bautaetigkeit/baugenehmigungen-baufertigstellungen-pdf-5311101.pdf?__blob=publicationFile / (abgerufen am 10.5.2023).

Zeichenfassade mit punktueller Schrift und 48 Hopfenpflanzen in der Fläche. © Jakob Naujack



Der Umbau im Erdgeschoss war ein Rückbau zu einem großen Universalraum. © David Herrmann

Als Bestand an Nichtwohngebäuden insgesamt errechnete ein mehrjähriges interdisziplinäres Forschungsprojekt durch Annäherungen 3,6 Millionen Gebäude. Deren Nutzfläche ist gleichwohl weiterhin unbestimmt.³

Das Haus an der Theaterstraße ist eines dieser 3,6 Millionen Gebäude. Es war eine Bausparkasse, die gerade erst ausgezogen ist. Das Gebäude hat seine Arbeit getan, so wie die Menschen darin ihre Arbeit getan haben. Raum neben Raum, an polygonalen Resopalschreibtischen mit Kabeltableaus. Der Computer steckt darin, das Verlängerungskabel läuft durch den Kabelkanal an der Brüstung, darauf eine Pflanze in Hydrokultur. Die Jalousie macht das Licht matt. In der Teeküche ein Kühlschrank für die Kondensmilch, der Kaffee aus der schwarzen Kaffeemaschine wird in bedruckte Kaffeebecher gefüllt. Den Tag über werden Tabellen ausgefüllt, es wird telefoniert. Es ist nicht braun oder bunt, sondern nur matt und grau. Fernsehserien, die in Gebäuden mit Mittelflur und Kabelkanälen in Fensterbrüstungen spielen wie *Stromberg*, erscheinen in der Präsenz des Gebäudes an der Theaterstraße übertrieben, laut und viel zu ereignisreich. Der Bauwirtschaftsfunktionalismus⁴ könnte die Kategorie sein, in die das Haus hineingebaut wurde. Heinrich Klotz hat diesen Begriff in seinem Buch *Kunst im 20. Jahrhundert* als endgültigen Zustand einer der Bedeutung entleerten Behälterarchitektur für ein Leben im Kapitalismus geprägt. Klotz hielt Gebäude des Bauwirtschaftsfunktionalismus nicht für Architek-

³ Forschungsdatenbank Nichtwohngebäude siehe <https://www.datanwg.de/forschungsdatenbank/> (abgerufen am 10.5.2023).

⁴ Bauwirtschaftsfunktionalismus, in: Heinrich Klotz: *Architektur: Funktion und Fiktion*, in ders.: *Kunst im 20. Jahrhundert. Moderne – Postmoderne – Zweite Moderne*. München 1994, S. 109.

tur und plädierte gegen diese für ein Nachdenken über die Konzeption von Architektur.

Was also tun mit einem Gebäude, das keine Architektur ist, keine über die Kategorie „Bestand Nichtwohngebäude“ hinaus beschreibbaren Eigenschaften besitzt, das als eines von vielen Millionen vergleichbaren Gebäuden in der Bundesrepublik steht? Ein Gebäude, das nebenbei noch angefüllt ist mit den grauen Dingen des grauen Lebens, das darin stattgefunden hat. Wie darin einen Pop-up Campus gründen, der die Zukunft der Architektur erforschen soll?

Das Haus als Akteur

Das Entwerfen im Bestand ist anders als im Neubau. Hermann Czech stellte heraus, dass im Umbau eine Reihe von Entscheidungen bereits getroffen wurde.⁵ Im Verständnis eines Entwurfes als Entscheidungsreihe diese Reihe also später einsetze und die nachfolgenden Gedanken mit den vorgefundenen Gedanken in Verhandlung träten.

Diesen Entscheidungen geht allerdings eine sowohl multiperspektivische, also breite, als auch genaue, das heißt tiefe Sichtung des Vorhandenen voraus. Der Entwurf mit Bestand beginnt mit einer Bestandsaufnahme in möglichst vielen relevanten Kategorien des Vorhandenen wie Struktur, Geometrie, Tragwerk, Infrastruktur, Maße, Proportion, verwendetes Baumaterial, Ausführung, Bauhistorie, Veränderungen, Besitzverhältnisse, Benutzende, Ereignisse im Bestand, Bedeutung, Fotos, Licht, Fluchtwege, Schäden. Der Bestand wird zum Akteur im Entwurfsprozess, seine Informationen sind Grundlage des Verhandlungsprozesses, der mit dem Entwerfen beginnt. Das Entwerfen im Bestand ist die Suche nach Indizien für das, was sein könnte, was im Vorhandenen schlummert und was sich daraus entfalten lässt.

Der Entwurfsprozess im Bestand ist situativ und reagiert, bevor er agiert. Er ist ein Lese- und Schreibprozess, ein Palimpsest – das Überschreiben der vorhandenen Substanz ist wörtlich zu verstehen: Der Entwurf schreibt sich über den Bestand. Im Umbau geht es nicht um die möglichst konsequente Umsetzung eines Gedankens und eines Konzepts. Der Prozess ist gleichzeitig reagierend und agierend, situativ, iterativ; vereinfacht gesagt: weicher. Ebenso ist auch das Ergebnis nicht eindeutig beschreibbar, Neues und Vorhandenes stehen mit-, neben- und übereinander. Ein Umbau stellt immer ein mehrschichtiges Werk her.

Das Bauen mit Bestand schafft ästhetisch Neues. Aus den Elementen des Bestandes, seinen bereits erfolgten Veränderungen und den neu geschaffenen Elementen entsteht eine neue Einheit, ein Konglomerat, ein Amalgam, ein hybrides Werk. Josef Plečnik verstand die gegenwärtige Architektur als Summe aller Architektur (*Architectura perennis*).⁶ Bei einem Umbau ist dies immer der Fall, Elemente aus unterschiedlichen Zeiten existieren nebeneinander. Das Neue ist die Summe aller vorher gewesenen Zustände. Die Elemente stehen in einer Beziehung, sie sprechen mit-

⁵ Herman Czech: *Der Umbau* (1989), in: Herman Czech: *Zur Abwechslung. Ausgewählte Schriften zur Architektur*, Wien 1996, S. 127.

⁶ Damjan Prelovšek: *Josef Plečnik, 1872–1957*, Salzburg 1992.



Hopfenpflanzen als temporäre Fassadenbegrünung.
© David Herrmann

einander, sie sprechen über ihre Zeit, womöglich auch über den Prozess des Alterns. Hermann Czech stellte die grundsätzliche Qualität des Altbaus gegenüber einem Neubau heraus: Er sei schon gealtert.⁷ Die aus dem Prozess des Alterns resultierende Spannung müsse nicht erst aufwendig im Projekt neu produziert werden. Das alte Gebäude sei erfüllt von vergangenen Schicksalen. Die Geschichte kann in der Architektur zum Sprechen kommen, wie dies zum Beispiel die Projektgruppe von Jonas Geist am Beispiel der Alltagsarchitektur eines Berliner Mietshauses in der Skalitzer Straße 99 eindrücklich zeigte.⁸ Dem gründerzeitlichen Haus, einem unter vielen Tausend vergleichbaren in Berlin, wurde eine detaillierte Biografie gewidmet. Seine wechselvolle Geschichte ist anhand einer genauen Entschlüsselung seiner Alltäglichkeit, seiner wichtigen Elemente, der Beschreibung unterschiedlicher Räume, der in ihm vorgefundenen Objekte und der Dokumentation aller Benutzenden über die Zeit geschildert.

⁷ Herman Czech: Wohnbau und Althaus (1985), in: Czech, 1996, S. 107.

⁸ Skalitzer Straße 99 – Biografie eines Berliner Mietshauses, in Bildern von Erhard Groß. Als Geschichte bearbeitet von Architekturstudenten der HdK, Katalog zur Ausstellung, Berlin 1988.

In einer Architektur, die auf einem Umbau beruht, wird diese Erzählung ungleich komplexer und vielschichtiger. Die Elemente sprechen über unterschiedliche Gegenwarten und unterschiedliche Sphären. Eine erzählerische Architektur entsteht, die Lust macht, gelesen zu werden. Der Pop-up Campus im Haus an der Theaterstraße entstand aus und mit den Dingen des grauen Lebens im Bestand ohne Eigenschaften.

Begehbare Zeichen in der Stadt

Das Haus in der Theaterstraße ist sowohl ein Teil der Stadt Aachen als auch ein begehbare Raum: Architektur ist immer ein großes Objekt im Gebauten und ein Objekt, das man betreten kann. Es ist also Sichtoberfläche als Außenkörper und gleichzeitig Bewegungsoberfläche als Innenraum. Jeder Entwurf muss auf diese Dualität eingehen, ein Haus steht in einem Zusammenhang mit weiteren großen Objekten, sichtbaren Körpern, man kann es mit diesen ansehen: Es besitzt eine wirkmächtige Außenoberfläche, eine Fassade, die mit der Umgebung einen nicht vollständig umschlossenen Negativraum ergeben kann. Die Häuser einer Straße ergeben den Innenraum der Stadt. Und nach dieser Eigenschaft können diese Häuser betreten werden, man kann sich also hinter die Außenoberfläche in Räume hineinbegeben. Diese Doppelräumlichkeit ist eine Qualität von Architektur, das Haus als Körper in der Stadt und das Haus als raumbergender Behälter. Der Pop-up Campus aktivierte und veränderte beide Räumlichkeiten, die äußere und die innere.

Das Haus steht an einem wichtigen Verkehrsweg in die Innenstadt Aachens und aus ihr hinaus. Diese Straße ist der Entwurf des Architekten Johann Peter Cremer aus dem Jahr 1825,⁹ der die mittelalterliche Stadt überformte und eine Sichtachse vom neu erbauten Theater zur damaligen Nachbarstadt Burtscheid herstellte. Die Straße ist in unterschiedliche Segmente gegliedert; alle eint, dass sie breit und repräsentativ ausgebaut sind. Hier wurden Palais und Geschäftssitze mit Schauffassaden errichtet. Heute ist die Theaterstraße stark befahren; viele Passantinnen und Passanten laufen vom nahegelegenen Hauptbahnhof in die Innenstadt. Angesichts der vielen Objekte in Bewegung könnte sie sogar noch breiter sein, gerade im oberen, südöstlichen Teil wünscht man sich einen breiteren Gehsteig.

Das Haus Theaterstraße 92-94 ist ein Eckhaus. An der Einmündung der Vereinsstraße entsteht über den Rücksprung des Nachbarhauses ein kleiner Platz, die Ecke ist weithin sichtbar, der Gehweg am Gebäude selbst ist schmal.

Der Pop-up Campus verstand die Fassade als wichtiges Entwurfs-element und schlug im Umbau eine repräsentative Mehrschichtigkeit vor. Die Fassade war ein wichtiges Zeichen, sie sprach mit der Stadt und denen, die sie passierten. Die umgebaute Fassade besaß unterschiedliche Maßstäbe, sie war groß und zeichenhaft für die Fern- und detailliert und fein für die Nahaussicht. Sie ermöglichte, das Haus schon im Außenraum zu betreten. Sie stellte eine Kolonnade her, die Regenschutz und Information bot.

⁹ Gerhard Curdes: Die Entwicklung des Aachener Stadtraumes, Dortmund 1999, S. 75-79.

Die Zeichenfassade bestand aus zwei Elementen – einem flächigen und einem punktuellen. Das flächige Element war ein vor die Bestandsfassade gespannter Schleier aus 48 Hopfenpflanzen, die – mit einem prognostizierten Wachstum von einem Meter pro Woche – auch die Temporalität des Pop-up Campus verkörpern sollten. Unter Normalbedingungen, so der Hopfenbauer, würden die Hopfenpflanzen während der drei Sommermonate des Pop-up Campus eine Höhe von zwölf Metern erreichen und vom ersten Obergeschoss bis zur Dachbrüstung wachsen. Der Hopfen wurde in textile Pflanzsäcke gesetzt, als Kletterhilfen dienten statisch berechnete Siselseile. Nach den Mühen einer händischen Bewässerung wurde eine automatische Bewässerung installiert. Das Projekt hat gezeigt, dass eine freie Südwest-Fassade in der Stadt keine Normalbedingung für Hopfen darstellt, nur drei Exemplare sind oben angekommen.

Das punktuelle Element war der um die Ecke führende Schriftzug, der die Bauwende in die Sichtachse der Stadt verkündete. Der Schriftzug aus wiederverwendbaren Aluminiumplatten und Aluminiumwinkeln war in der Brüstung verankert, angesichts seiner Höhe von 1,50 Meter bildete er auf der Dachterrasse einen Raum.

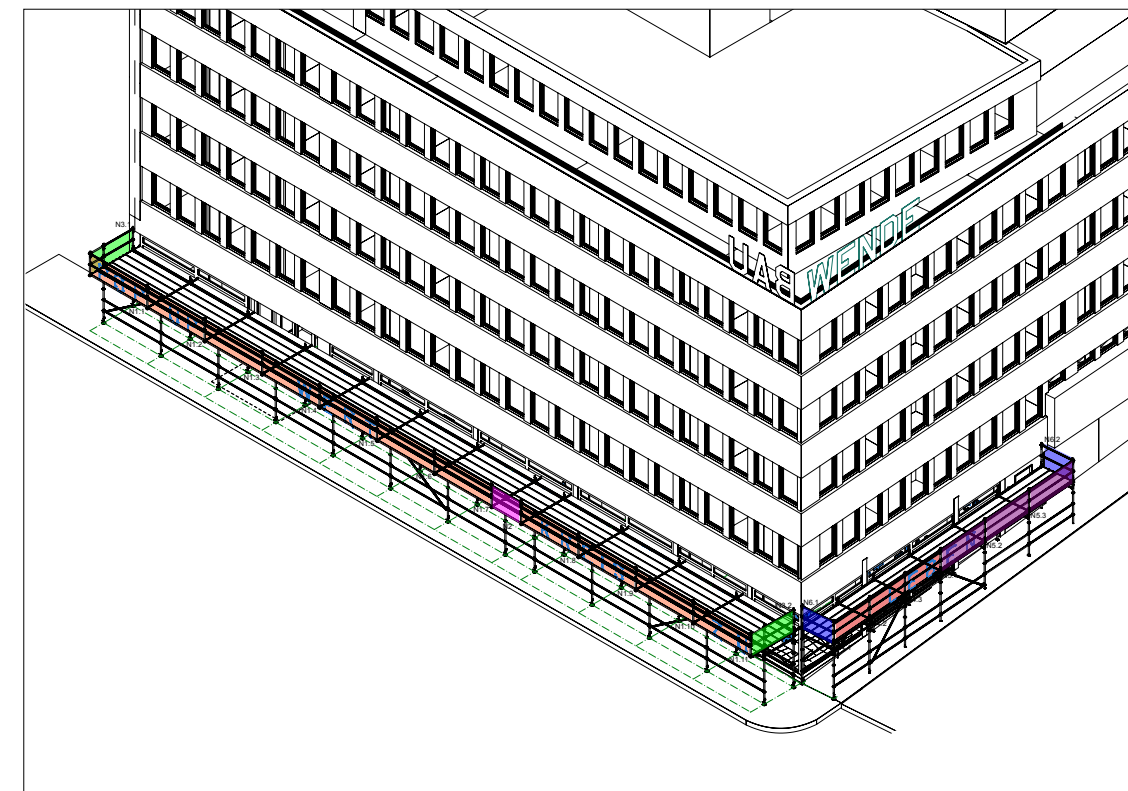
Ermöglicht wurde die Zeichenfassade über eine Gerüstkonstruktion, die die schützende Kolonnade entlang des Erdgeschosses darstellte. Hier waren die Pflanzsäcke und Spannseile auf der Höhe der Fensterbrüstung des ersten Obergeschosses platziert. Das Erdgeschoss besitzt im

Bestand ein durchgehendes Schaufensterband, das, von seiner transluzenten Folie befreit, zu informativen Schaukästen umgedeutet wurde. Die bestehende Struktur der Schaukästen wurde zu neun Kapiteln der Bauwende in allgemeinverständlichen Dioramen interpretiert. Eine von der Außenbrüstung des Gerüsts in die Kolonnadendecke gespannte Gerüstplane erhielt eine Bestickung aus Seilen, um einzelne Begriffe der Thesen aus den Dioramen auch von der Straße aus sichtbar zu machen. Zu den Festivalwochen schmückten farbige Stoffbanner der Projekte den Raum der Kolonnade.

Etagen, Räume und Systeme

Der Pop-up Campus aktivierte drei der sechs Etagen des Hauses: das öffentliche gläserne Erdgeschoss, das zweite Obergeschoss mit Mittelflur und Zellenbüros und das Dachgeschoss mit Konferenzräumen, Vorstandsbüros und Casino. Im Erdgeschoss wurden alle leichten Trennwände und die Abhangdecke entfernt, um so einen großen zusammenhängenden Raum innerhalb der Skelettstruktur zu erhalten. In den beiden oberen Geschossen waren die Eingriffe minimal. Im zweiten Stock wurden jeweils zwei Zellenbüros durch Herausnahme einer leichten Trennwand in der Größe verdoppelt, um eine gewisse Unterschiedlichkeit der Räumlichkeiten zu erlangen.

Das Erdgeschoss wurde so zum Universalraum, der über die Dioramen zur Stadt mit der Stadt kommunizierte. Die Stadt mit ihren Geräuschen war bei allen öffentlichen Veranstaltungen präsent. Das Obergeschoss bot zunächst Arbeitsräume unterschiedlicher Größe für die Gruppen. Die Zellen wurden im letzten Monat minimalinvasiv zu Ausstellungsräumen umgewidmet, Mittelflur statt Enfilade, die Museumsreferenz wurde durch den



Oben: Gerüstkonstruktion als Pflanzebene – Außenbrüstung mit bestickter Gerüstplane verkündet die Thesen zur Bauwende im Stadtraum.
© Philipp Goertz/Jakob Naujack

Unten: Gerüstkonstruktion als Kolonnade am Schaufensterband – Neun Kapitel der Bauwende in den Schaufenstern.
© Philipp Goertz/Jakob Naujack



Straßenfassade des Pop-up Campus mit erdgeschossiger Galerie. © Laura Weber

Anstrich mit Farben aus dem Kanon Karl Friedrich Schinkels verstärkt. Jedes Forschungsprojekt besaß Autonomie im Raum.

Im Dachgeschoss blieb es räumlich noch stärker im Bestand, hier fand vor allem eine Verfremdung der 80er-Jahre-Architektur durch Farbe und Möblierung statt. Hier konnten die Forschungsprojekte mit den großen 1:1-Objekten im Zusammenhang stehen, sie bildeten die Galerie der Riesen. Im Casino mit der Vollverglasung wurde ein temporärer Garten eingerichtet.

Zeit war der entscheidende Parameter des Umbaus, es gab eine kurze Planungs- und Bauzeit, die dreimonatige Standzeit, gleichzeitig Vollauslastung des Baugewerbes und ein beschränktes Budget. Die Lösung für diese Herausforderung war die Gründung der Bauhütte. Die Bauhütte

einte in Personalunion so unterschiedliche Tätigkeiten wie Hopfen gießen, Texte schreiben, Führungen geben, entwerfen, Tische tragen, Ausstellungsmöbel bauen und die Ausstellung aufbauen. Die Bauhütte bestand bewusst aus Universalisten und Dilettanten, das Alles-selber-Machen war das Prinzip des Pop-up Campus.

Die genaue Erfassung des Vorhandenen ergab einen Bauteilkatalog, der auch die umfangreich vorhandenen Möbel der Bausparkasse listete. Es gab viel graues Resopal, Aktenschränke, Rollcontainer und polygonale Schreibtische, viele Bürodrehstühle, viele Computerkabel. Die

ursprünglich spezifische, aber für den neuen Zweck Ausstellung zufällige Sammlung der Dinge, die da waren, ergab den Großteil des Materials der Ausstellungsarchitektur. Das Bestandsmaterial durch das minimale Hinzufügen von Elementen verfeinert, entgraut und transformiert. Da es schnell gehen musste, arbeitete die Bauhütte mit Halbzeugen, die das Bauspark-Hacking ermöglichten. Per Mailorder wurden farbige Dinge erworben, die mit wenigen Handgriffen Ausstellungsveritinnen, -podeste, Plakatwände, Aufsteller, Tableaus und Raumteiler entstehen ließen. Die Wiederholung von Elementen und Farben brachte eine freudvolle Familie an Objekten hervor, Hybride aus Halbzeug und Fundstücken. Nach Abschluss der Veranstaltung wurden die Objekte versteigert und verteilten sich aus dem Haus in der Theaterstraße in die Welt.

Oben: Galerie der Riesen im Bestand des Dachgeschosses, Ausstellungsmöbel aus vorhandenen Tischplatten, Rollcontainern und bestellten Sportgeräteelementen. © David Herrmann

Unten: Eine Holz-Myzel-Trennwand aus dem Forschungsprojekt „HOME“ im Büroraum mit Farbe nach Karl Friedrich Schinkel. © David Herrmann



Das Prinzip UABWENDE

Lea Schwab mit Marlon Brownsword,
Dr. Adria Daraban, Philipp Goertz, Jakob Naujack

Wir sagen: Bauen kann. Bauen kann (sich) ändern und kann verändern. Auf dem Pop-up Campus stand die Veränderung im Mittelpunkt. Bauen diente hier zugleich als Ausgangslage für Veränderung sowie als Akteur und Objekt der Veränderung. Es gab keine Zweifel, dass Veränderung notwendig ist. Jegliches Engagement für Wandel wurde mit offenen Armen begrüßt. Ein Wandel, der zu einer Transformation führen soll. Eine Transformation, die durch Handlungen aus unterschiedlichen Richtungen aufgenommen wird, um derzeitige Kurse der Baukultur ab- und umzuwenden.

Der Umbau baulichen Bestandes in der heutigen Zeit beinhaltet zwangsläufig einen Paradigmenwechsel für die Architektur. Er ist notwendig für eine nachhaltige Zukunft.¹ Bereits 1974 wurden kritische Bestandsaufnahmen durchgeführt und die Summe allen menschlichen Bauens als Umweltverschmutzung erkannt und benannt. Eine Aufarbeitung der Probleme blieb jedoch fällig.² Bis heute mangelt es an weitreichenden, raumgreifenden Ansätzen, die das (Um)Bauen anders denken. Umbaukultur wird theoretisch bemüht, aber praktisch vernachlässigt. Der bauliche Bestand ist sowohl Lagerstätte unzähliger materieller Rohstoffe wie auch immaterieller Rohstoffe, Spuren früherer Rhythmen, Lebenspraktiken, Techniken, Atmosphären. Sie sind Zeugnisse einer durchlebten Vergangenheit, die ungeahnte Fähigkeiten bündelt.³ Für eine nachhaltigere Zukunft müssen diese genutzt werden. Der Weg in Richtung baukultu-

¹ Christoph Grafe/Tim Rieniets mit Baukultur Nordrhein-Westfalen: Umbaukultur. Für eine Architektur des Veränderns, Bönen/Westfalen 2022, <https://baukultur.nrw/publikationen/neuaufgabe-umbaukultur-fuer-eine-architektur-des-veraenderns/> (abgerufen am 16.1.2023).

² Rolf Meyer-von Gonzenbach: „Bauen als Umweltzerstörung“, in: Schweizerische Bauzeitung, 92. Jg., Nr. 46, 14.11.1974, S. 1027-1028, <https://doi.org/10.5169/SEALS-72511> (abgerufen am 16.1.2023).

³ Grafe/Rieniets, 2022.

reller Transformation erzeugt dabei die Frage nach einer methodischen Herangehensweise. Die Bevorzugung von Abriss und Neubau vor Erhalt, der sorglose Umgang mit Vorhandenem sowie eine von der Materialbeschaffung und -verarbeitung entfremdende Standardisierung machen die notwendigen Prozesse der Veränderung im Bestand schwer umsetzbar. Mit mangelnder Erfahrung einer andersartigen Praxis und im zugleich belastenden und befreienden Bewusstsein, temporär begrenzt zu sein – zwischenzunutzen –, bewegte sich das Experiment des Pop-up Campus. Mit der Unterstützung des Innovationsprogramms Zukunft Bau befasste sich der Pop-up Campus mit Möglichkeiten experimentellen Bauens im Bestand auf theoretischer Ebene bei gleichzeitiger Rückkopplung im Erlernen materieller Adaptionen.

Bestandsaufnahme Pop-up Campus. „Was ist eigentlich noch da?“ Diese Frage lässt sich im Hinblick auf die hinterlassenen Materialien im Mikrokosmos des Pop-up-Campus-Haushaltes, aber auch im Makrokosmos des globalen Ressourcenhaushalts stellen. Handlungsoptionen im Bestand – sowohl im globalen Ressourcenbestand als auch im Gebäude-

bestand – sind begrenzt. Zugleich trägt jedes Bestandsgebäude historische, symbolische und politische Einschreibungen in sich, deren physische Zeugnisse sich nur unter sorgsamer Beachtung nachvollziehbar und erlebbar machen lassen. Die Geschichten, die zum Bau eines Gebäudes führten, und das, was während seines täglichen Betriebs durchlebt wurde, sind untrennbare Bestandteile des Ressourcenkonglomerats. Um Handlungsoptionen zu ermitteln, gilt es deshalb, den Bestand achtsam aufzunehmen.

Zu Beginn des Pop-up Campus stand das bauliche Erbe eines Bürogebäudes aus den 1970er-Jahren, dessen Charakter durch die Funktion als private Bausparkasse geformt worden war. Leere Büroräume, graue Flure, Reste im Kühlschrank und Sektflaschen – abgelaufen 2012. Das Projektteam versuchte, sich einen Überblick zu verschaffen. Wie sind die Räume auf den Etagen 0, 2 und 5 aufgebaut? Wo befinden sich die Lichtschalter? Welche Möbel gibt es noch?

Wir sammelten alle Hinweise, die über die ehemalige Identität des Gebäudes Aufschluss gaben. Alte Handlungsmuster und Alltagsabläufe wurden in der Raumstruktur erkennbar. Das unscheinbare Objekt war ein Abdruck vergangener Gedankengebäude und Verhandlungsprozesse im städtischen Raum – ein Produkt seiner Zeit. Excel-Tabellen wurden verfasst, Grundrisse angefertigt und Materialien aufgelistet. Das Team wuchs parallel zur fortschreitenden Erfassung des Gebäudes – genauso wie die Bandbreite an Ideen zunahm. Schritt für Schritt drangen wir in den Kern des Ganzen vor, bis wir in den Büroschränken mehr als graues Resopal sahen und wilde Geometrien in den Abhangdecken entdeckten. Wir erkannten neue Muster und Zusammenhänge im Bestand, welche uns bei physischer Distanz, digitaler Abstraktion, raumlosen Abbildungen der Substanz oder der Delegation der Bestandsaufnahme an jene, die im Sinne wirt-



Aufstellen der 48 Hopfenpflanzen an der Fassade des Pop-up Campus.
© Philipp Goertz

schafflicher Maximierung handeln, nicht aufgefallen wären. Wir wurden Expertinnen und Experten für ein Gebäude, von dem wir gedacht hatten, es wäre so banal, dass es kein Spezialistentum braucht. Und dann wurde es Zeit, die Potenziale zu ergreifen, sich den Bestand anzueignen und einen Verwaltungsbau von innen heraus neu zu verwalten.

Die am Zukunft Bau Pop-up Campus beteiligten Akteure und Projekte trieben die Transformationsforschung der Bauwende voran. Möglichkeiten einer Veränderung von innen heraus wurden im Gebäude der einstigen Aachener Bausparkasse erkundet und bis auf die Straße hinaus verwirklicht. Das methodische Vorgehen entwickelte sich aus dem Transformationsgedanken heraus. Schließlich galt es, einen Ort zu erdenken beziehungsweise umzudenken, der die Aufgabe hatte, über einen begrenzten Zeitraum Lehre und Wissenschaft mit Gesellschaft, Politik und Wirtschaft zu verbinden. Ein Lern- und Suchprozess setzte ein, das Gebäude musste erst erlebt und belebt werden, bevor es seine neue Gestalt des Veranstaltungsortes annehmen konnte. Die Pop-up-Campus-Transformationskultur formte sich durch ihren antizipativen Charakter. Die Wünsche und Ziele an ein nachhaltiges, inklusives und die Kreativität förderndes Projekt waren gesetzt. Alles Weitere war das Experiment, welches im April 2022 aufgenommen wurde und noch immer nachhallt.

Keine Zeit. Zwischennutzung bedeutet eine zeitliche Einschränkung beim Umbauvorhaben. Es gab keine Zeit, um Voranalysen und Machbarkeitsstudien zu erstellen oder abwägend bis ins Detail zu planen. Es gab keine Laborzeiten, nur die Zeit, die wir auf dem Pop-up Campus blieben, vor Ort verweilten und den Ort belebten. Von dieser Basis aus stellte sich uns die Frage: Was ist jetzt möglich?

Die Bestandsaufnahme wurde zu Rohstoff. Rohstoff, der zu Baustoff wurde. Wir begannen Aufsteller aus Schrankrückwänden zu planen. Passten ihre Größe an das alte Inventar aus Resopal an. Wir hatten ein Konzept und stellten fest, dass gerade Fachkräftemangel herrschte. Also fingen wir selbst an zu bauen. Das Team wuchs, die Motivation auch – bis wir bemerkten, dass die Aufsteller nicht durch alle Türen passten. Wir gingen einen Schritt zurück, dachten neu und bauten die Einzelteile in den Räumen zusammen.

Bestand von innen heraus zu gestalten bedeutete auf dem Pop-up Campus das Neudenken aus einem verfestigten System heraus. Hier wurden Herangehensweisen erprobt, die genaues Hinsehen, Spontaneität und die Bedeutung kleiner Gesten für ein großes Projekt integrierten. Sie stützten sich auf die experimentellen Praktiken und die Gedanken Lucius Burckhardts: Es gebe nicht die eine perfekte Lösung. Die Bedeutung liege in Zusammenhängen, Wechselbeziehungen und zukünftigen Umbrüchen. Es gehe nicht darum, jedes Problem für sich optimal zu lösen, sondern darum, eine Kompatibilität verschiedener Lösungen zu erzeugen, wie es bereits zu Zeiten des Bauhauses gelehrt wurde.⁴ Die dadurch erzeugten Unfertigkeiten formten eine eigene Ästhetik, welche keinen Perfektionismus benötigte. Es war die Ästhetik einer Transformation, die durch spontanes Handeln in einem engen Zeitrahmen auf dem Pop-up Campus entstanden ist. Eine Ästhetik, bei der man mehr noch als reine Schönheit auch die Freude und Begeisterung derjenigen sah, die sich auf dem Pop-up Campus aufhielten und gemeinsam eine kollektive Werthaltung von Bestand formten. Die Schönheit einer zügig entstandenen Genese einer früheren Bausparkasse, in der das Vorfinden eine größere Bedeutung spielte als das Vorplanen. Denn Mehrwert aus dem Vorhandenen zu ziehen bedeutet genau hinzuhören, was der Bestand zu sagen hat.⁵

Neue Dynamik; neue Ordnung. Das Handeln wurde zur logistischen Herausforderung. Die 185 grauen Resopaltische, -stühle und -schränke wechselten permanent die Räume, während wir sie strichen. Wir waren ständig zwischen Werkstattgarage und Laptop am Empfang unterwegs, während im zweiten Stock die

⁴ Martin Schmitz: Querfeldein denken mit Lucius Burckhardt (1/3) – Von der Urbanismuskritik zur Spaziergangswissenschaft, Deutschlandfunk, 14.6.2015, <https://www.deutschlandfunk.de/querfeldein-denken-mit-lucius-burckhardt-1-3-von-der-100.html> (abgerufen am 31.1.2023).

⁵ werk, bauen + wohnen, Umbauen. Mehr Öffentlichkeit schaffen, 4/2021, <https://www.wbw.ch/de/heft/archiv/2021-4-umbau.html> (abgerufen am 31.1.2023).



Oben: Montage der Aufsteller.
© Philipp Goertz

Links: Gemeinsames Arbeiten, gemeinsames Essen.
© Laura Weber





Versuche der Forschungsteams liefen. Es entstand ein Wechselspiel, das auf Flexibilität und Spontaneität beruhte und nur im Hier und Jetzt stattfinden konnte. Aus dem Nebeneinander wurde ein Miteinander. Die antizipierten Szenarien waren das Ziel, der Weg dorthin ein stetiger Prozess. Dabei war die Methodik dieses spontanen Handelns weitestgehend frei von Fremdbestimmungen und Zwängen. Es musste kein Gewinn erzielt, kein Wettbewerb gewonnen werden, wir waren frei und durften unseren Visionen folgen, ausprobieren, scheitern und lernen. Wir lernten das Gebäude und unsere Arbeit neu kennen. Wir lernten, wie weniger mehr sein kann. Wir lernten Unfertigkeit zu akzeptieren und bemerkten, dass es kein Problem für eine Ausstellung ist, wenn die Wände nur einmal gestrichen werden können und die alte Farbe noch durchschimmert.

Die Transformation des Pop-up Campus zeigte, dass Unfertigkeit keine Hürde, sondern eine Chance sein kann. Eine Möglichkeit, etwas Neues auszuprobieren und dadurch Wissen zu erzeugen. Sie generierte einen Erkenntnistransfer in die Praxis und zeigte das Wirken einer nachhaltigen Transformation, welche Denken und Machen direkt verknüpfte. Sie war eine Reaktion auf die Problemstellungen unserer Zeit, in der Handwerk und Bauwirtschaft ausgelastet sind und strukturelle Probleme in naher Zukunft nicht allein durch finanzielle Mittel ausgeglichen werden können. Die

gegenwärtig verschlechterten Rahmenbedingungen der Baubranche resultieren aus Lieferengpässen und steigenden Zinsen, dabei sind schnelles Handeln und zügige Veränderung notwendig.⁶ Das sofortige Wenden derzeitiger Baupraktiken muss heute erlernt werden und wirkliches Lernen entsteht durch das Erkennen von Möglichkeiten.⁷ In diesem Sinne entwickelte sich der Pop-up Campus nicht nur zum räumlichen Behälter einer Ausstellung mit Lehrcharakter über die Bauwende, sondern die Ausstellung selbst wurde zu einem Lernraum für das Projektteam und die wechselnden Gäste. Der interaktive Charakter des Experiments als gemeinsame Basis von Lehrenden, Studierenden, Forschenden sowie politischen und bürgerlichen Akteurinnen und Akteuren erzeugte eine ungewöhnliche Projektdynamik. Partizipation und das Heraustreten aus gewohnten, standardisierten Abläufen wurden etabliert, was die Lernagilität auf dem Pop-up Campus und um ihn herum förderte. Zu Lernen bedeutete mit Unsicherheit, Chaos und neuen Herausforderungen zurechtzukommen.⁸ Die Aneignung auf dem Pop-up Campus selbst legte Erkenntnisse über die komplexen Zusammenhänge offen, die mit den Herausforderungen der Bauwende zusammengehen.

⁶ Lothar Lenz: Geywitz zu Wohnungsbau. Bauziel frühestens 2024 erreichbar, tagesschau.de, 23.1.2022, <https://www.tagesschau.de/inland/innenpolitik/geywitz-wohnungsbauziel-101.html> (abgerufen am 20.2.2023).

⁷ Vgl. Anh-Linh Ngo: Dialektik der Selbstaufklärung, in: ARCH+, Nr. 249, 55. Jg., September 2022, Berlin, S. 1 f.

⁸ Manu Kapur/Beatrix Emo/Grégoire Farquet: Lernagilität: Auf künftiges Lernen vorbereiten, in: ARCH+, Nr. 249, 55. Jg., September 2022, Berlin, S. 46–49.

Oben links: Montage der Posterschienen. © Philipp Goertz

Oben: Produktion der Buchstaben. © Philipp Goertz

Links: Anbringen von Netz und Schrift. © Philipp Goertz



Verbinder. Massen von 4 x 9 cm großen Flachverbindern wurden in Pop-up-Campus-Gelb angesprüht. Sie hielten alles zusammen. Quer verschraubt verbanden sie Aufsteller, verknüpften Latten mit Ausstellungspostern und öffneten die Türen des Kaffeewagens. Man fand sie im gesamten Gebäude. Sie formten die Kommunikation des Teams und wurden zu Querverbindern. Die Adaptionen fügten sich und bauliche Veränderung wurde zunehmend gesellige Festivität statt lästiger Notwendigkeit. So wurde der Pop-up Campus ein Verbund an Querbeziehungen zwischen Forschung, Event sowie Wissens- und Kulturvermittlung. Publikum fand sich auf dem Pop-up Campus ein, die ersten Vorträge und Seminare fanden statt. Schließlich trudelten Anfragen ein, ob man so einen Querverbinder mitnehmen könne. Oder einen Hocker, eine Pflanze, einen Aufsteller oder ein Resopalpodest. Dabei wirkte das Projektteam nicht nur in seiner planerischen und durchführenden Tätigkeit, es war die Schnittstelle, an der alle Fragen und Anmerkungen irgendwann landeten. Das Kollektiv war stiller Beobachter der entstehenden Dynamiken und gleichzeitig ein Teil davon. Es agierte als Bindeglied zwischen innen und außen. Zwischen Raum und Projektbeteiligten, zwischen Gebäude und Veranstaltung, zwischen Wissenschaft und Öffentlichkeit, zwischen dem, was geplant war, und allem, was sich dem Umbau unvorhersehbar in den Weg stellte.

Zwischen Lernen, Ausführen und Lehren gestalteten sich Entwürfe, Umsetzungserkenntnisse, Tagesabläufe und Arbeitskollektive. Wir stellten fest, dass die Tätigkeit auf dem Pop-up Campus nicht nur ein Gebäude, sondern auch ein Team neu geformt hatte. Bestehend aus Studierenden, frisch abgeschlossenen Masterandinnen und Masteranden, erfahrenen Promovierenden, Professorinnen und Professoren entstand ein Arbeitsprozess mit unscharfem Wechsel zwischen Lernenden und Lehrenden.

Die Pop-up-Arbeitsdynamik war zielorientiert, aber experimentierfreudig und losgelöst von institutionellen Klammern, denn eine Baukultur ist das Ergebnis dynamischer, sich immer wieder neu anordnender Qualitätskriterien. Baukultureller Fortschritt ist die Suche nach den geeigneten Lösungen für sich wandelnde gesellschaftliche Bedürfnisse.⁹ Das Pop-up-Experiment entwickelte ein Lösungsmodell nachhaltiger Transformation und gab Widerstand und Kritik gegenüber bestehenden Standards und (Bau-)Konventionen eine Plattform.

Die Akteurinnen und Akteure auf dem Pop-up Campus erkannten sich in der Tradition der Bauhütte wieder – angeregt durch Prozesse des Lernens, des Sammelns und Sicherns von Erfahrungswissen und des Abgleichens mit Tradiertem. In den Bauhütten des Spätmittelalters arbeiteten Handwerker verschiedener Gewerke zusammen. Diese Vereinigungen gerieten nicht zuletzt durch den Transformationsdruck der Industrialisierung

⁹ Werner Durth/Paul Sigel: Baukultur. Spiegel gesellschaftlichen Wandels, Berlin 2009, S. 11.

und der Urbanisierung in Vergessenheit.¹⁰ Erst das Bauhaus verwies wieder auf die Kreativität des Kollektivs im Kontext zeitgemäßer Gestaltung. Unter dem heutigen Transformationsdruck und in Verbindung mit den Zielen des europäischen Green Deals knüpfen politische Initiativen wie das Neue Europäische Bauhaus¹¹ an die Idee des historischen Bauhauses an. Die Ziele des Neuen Europäischen Bauhauses, Nachhaltigkeit, Ästhetik und Inklusivität für die Bauwende, waren auch die Leitmotive des Pop-up Campus. Nach diesen Prinzipien prägte das neue Bauhütten-Kollektiv die einstige Aachener Bausparkasse und ließ sich wiederum selbst durch das vorgefundene Gebäude prägen. Gemeinsam wurde danach gestrebt, das zeitgenössische Bauen zu wenden.

Bauwende. Der Pop-up Campus wendete das Bauen. Der Projektzeitraum von vier Monaten wurde eingehalten, die Ausstellung zum Thema Bauwende für das Publikum geöffnet und ein temporärer Lehr- und Lernraum geschaffen. Der Pop-up Campus wendete Baukultur in Umbaukultur. Aktuelle Forschung nachhaltigen Bauens wurde in der ehemaligen Aachener Bausparkasse vollzogen und präsentiert. Das Gebäude wurde selbst zum Objekt nachhaltiger Transformation in kurzer Zeit. Planung und Gestaltung wurden aus dem Gebäude herausgetragen. Der Pop-up Campus wendete Arbeitsweisen. Denken und Handeln wurden direkt miteinander verknüpft und reagierten ad hoc. Der Pop-up Campus wendete Lehre und Lernen. Er verknüpfte beides, bot beidem Raum und öffnete sich allen Interessierten. Der Pop-up Campus wendete Zusammenarbeit. Es entstand ein gemeinschaftlicher Prozess in Richtung nachhaltiger Transformation. Der Pop-up Campus wurde Teil der Bauwende.

¹⁰ Peter Leusch: Durchbruch der Moderne. Das Bauhaus und seine Wurzeln, Deutschlandfunk, 10.1.2019, <https://www.deutschlandfunk.de/durchbruch-der-moderne-das-bauhaus-und-seine-wurzeln-100.html> (abgerufen am 24.1.2023).

¹¹ Informationen zur Initiative New European Bauhaus der Europäischen Union unter: https://new-european-bauhaus.europa.eu/index_de

Experimentierräume als Katalysatoren der Bauwende

Prof. Thomas Auer

Die große Herausforderung der nächsten Dekaden ist die nachhaltige Transformation und im Besonderen die Dekarbonisierung des Gebäudebestands. Mögliche Ansätze müssen zwingend in Experimentierräumen erprobt und nachgewiesen werden. Die Komplexität, die sich über die Jahre beim Bauen etabliert hat, kombiniert mit (vermeintlichen) Komfortstandards, führte dazu, dass Gebäude häufig genauso wenig die energetische Effizienz wie die gewünschte Nutzerzufriedenheit erzielen. Man spricht von einem Performance Gap. Das Forschungsprojekt „Einfach Bauen“ der TU München zeigt anhand von drei Forschungshäusern in Bad Aibling Ansätze, wie dieser überwunden werden kann, und formuliert die Hypothese, dass einfachere Strategien effektiver sind und auch zu einer Beschleunigung der energetischen Bestandssanierung führen.

Die Notwendigkeit einer Bauwende wird in der Fachwelt nicht infrage gestellt. Die Gründe sind zahlreich publiziert und einige davon können wie folgt zusammengefasst werden:

- Der Gebäudesektor ist in der westlichen Welt verantwortlich für 20 bis 40 % des gesamten Energiebedarfs.¹

Forschungshäuser in Bad Aibling, gebaut aus Infralichtbeton (links) und Holz (rechts).
© Florian Nagler Architekten

¹ Luis Pérez-Lombard et al.: A review on buildings energy consumption information, in: Energy and Buildings, Vol. 40, S. 394–398, Amsterdam 2008.

- Die Carbon Roadmap der Europäischen Union sieht vor, dass im Vergleich zu 1990 die CO₂-Emissionen des Gebäudesektors bis zum Jahr 2050 um 90 % reduziert werden.²
- Auf den Gebäudesektor entfallen während Herstellung, Bau und Betrieb etwa 50 % der weltweit verarbeiteten Rohstoffe, 40 % des deutschen Endenergieverbrauchs und ein Drittel der deutschen CO₂-Emissionen.³
- Um die nationalen Klimaschutzziele zu erreichen, soll bis zum Jahr 2050 der Primärenergiebedarf in diesem Bereich um 80 % gegenüber dem Jahr 2008 gesenkt werden.⁴
- Wissenschaftliche Studien zeigen, dass der gemessene Energieverbrauch oftmals deutlich größer ist als der in der Planung berechnete Energiebedarf.⁵
- Eine umfangreiche britische Studie untersuchte knapp 60.000 Bildungseinrichtungen – einschließlich 85 % aller Schulen des Landes – mit dem Ergebnis, dass 95 % den vorhergesagten Energiebedarf übertreffen.⁶

Die Bundesregierung hat die Konsultation „Grünbuch Energieeffizienz“ ins Leben gerufen. Mit dem Leitsatz „Efficiency First“ soll klargestellt werden, dass eine deutliche Reduktion der Treibhausgasemissionen nur möglich ist, wenn die vorhandenen Energieeinsparpotenziale im Bau- und Gebäudesektor voll ausgeschöpft werden.⁷ Doch selbst wenn ab jetzt ausschließlich klimaneutrale Gebäude errichtet würden, ließe sich der ökologische Fußabdruck der Vergangenheit und des derzeitigen Gebäudebestandes nicht kompensieren. Die Neubaurate liegt in Deutsch-

² European Commission: 2050 Long term strategy, Brussels: European Commission, DG Climate Action, 2018, siehe https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2050_en (abgerufen am 10.1.2023).

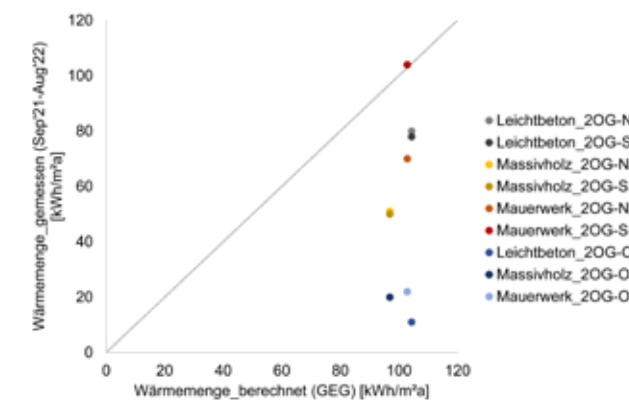
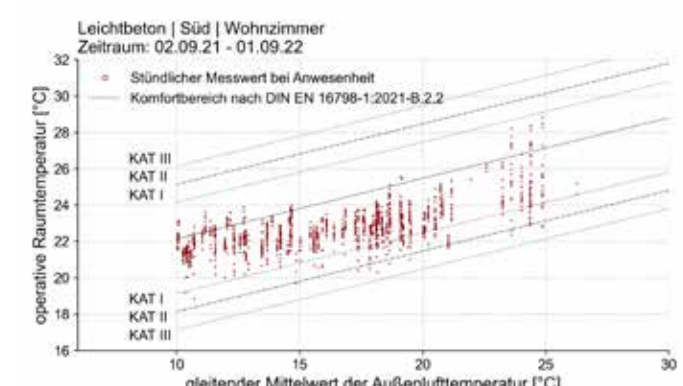
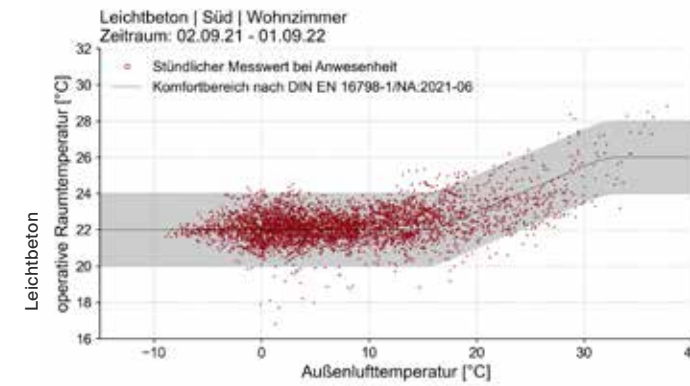
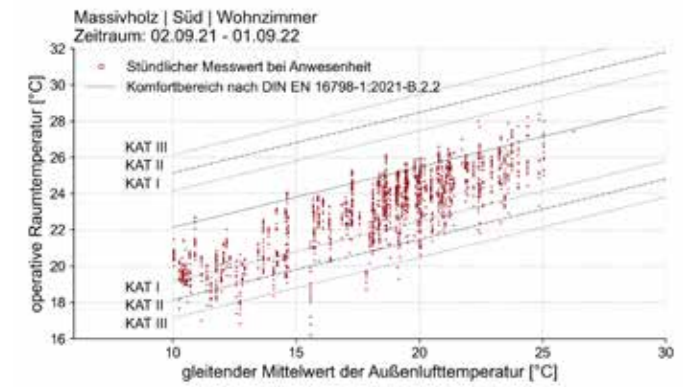
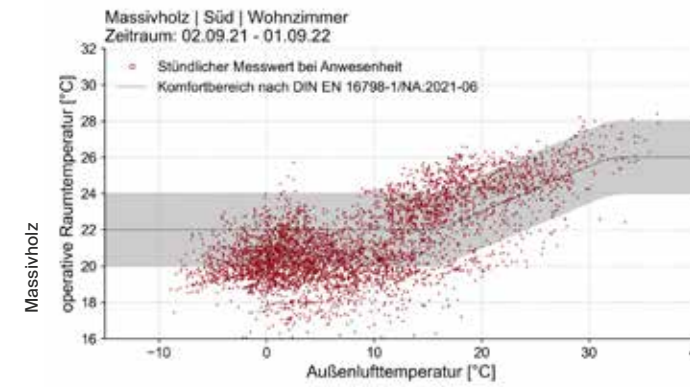
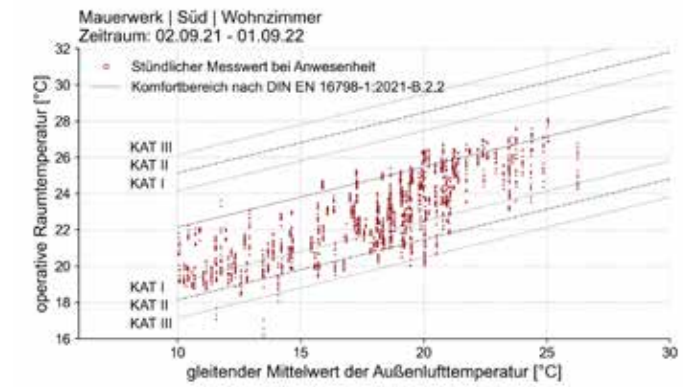
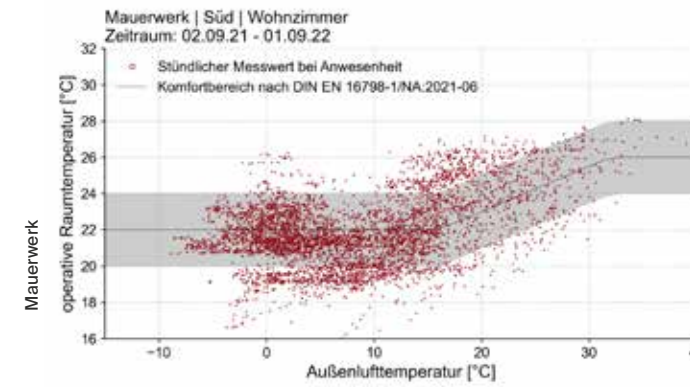
³ BMWi: Grünbuch Energieeffizienz. Diskussionspapier des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie, Berlin 2016.

⁴ BMWi: Grünbuch Energieeffizienz. Diskussionspapier des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie, Berlin 2016.

⁵ BINE: Nutzerverhalten bei Sanierungen berücksichtigen, BINE Informationsdienst, Projektinfo 02/2015, Energieforschung konkret, E.ON Energy Research Center der RWTH Aachen University, Aachen 2015; OBB: e% – Energieeffizienter Wohnungsbau. Abschlussbericht der wissenschaftlichen Begleitung des Modellbauvorhabens, Technische Universität München/Hochschule Augsburg/Hochschule Coburg/Oberste Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern, für Bau und Verkehr; Elham Delzendeh et al.: The impact of occupants' behaviours on building energy analysis: A research review, in: Renewable and Sustainable Energy Reviews, Vol. 80, 2017, S. 1061-1071.

⁶ Education Funding Agency: Property data survey programme. Summary report. London: 2015. URL: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/402138/PDSP_Summary_Report.pdf (abgerufen am 22.3.2022).

⁷ BMWi: Energieeffizienzstrategie Gebäude – Wege zu einem nahezu klimaneutralen Gebäudebestand, Broschüre des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi), Berlin 2015.



Oben: Thermischer Komfort – 2. OG/Wohnung Süd/Wohnzimmer gemäß der DIN 16798, deutscher Anhang, links und adaptive Komfortstandards rechts dargestellt. © Lehrstuhl für Gebäudetechnologie und klimagerechtes Bauen, TUM

Links: Grafische Gegenüberstellung von Energiebedarf (Berechnung nach GEG) und Energieverbrauch (Messung) nach Gebäuden und Wohneinheiten. © Lehrstuhl für Gebäudetechnologie und klimagerechtes Bauen, TUM

land bei rund einem Prozent, was bedeutet, dass 70 % des Gebäudebestandes von 2050 heute schon existieren. Deshalb muss der Fokus der Betrachtung auf den Bestand gerichtet sein sowie auf einen Zubau, der möglichst klimapositiv und ressourcenschonend ist.

Es stellt sich längst nicht mehr die Frage nach dem Ob, sondern nur noch nach dem Wie. Der Aufgabe ausschließlich mit Technik zu begegnen ist aus unterschiedlichen Gründen kritisch zu sehen. Die Komplexität von Gebäuden hat in den vergangenen zwanzig Jahren ständig zugenommen. Zusätzlich stiegen die Baukosten überproportional, was sicherlich nicht nur, aber auch auf die Zunahme der Komplexität zurückzuführen ist.

Die Diskrepanz zwischen Verbrauch (gemessen) und Bedarf (errechnet) wird als Performance Gap bezeichnet – vor allem im Betrieb von Wohngebäuden ist er signifikant.⁸ Demgegenüber ist beim sonstigen Gebäudebestand die Komplexität der Technik, vor allem im Hinblick auf die Mess-, Steuer- und Regelungstechnik, hauptverantwortlich für den Performance Gap. Das Forschungsprojekt „Einfach Bauen“⁹ der TU München beschreibt einen Ansatz, wie man der Komplexität sowie dem Problem des Performance Gap durch eine sogenannte robuste Optimierung begegnen kann und dies in einem Experimentierraum (Reallabor) nachweist.

„Einfach Bauen“ und eine robuste Architektur schaffen

Der International Style¹⁰ und die einhergehende Idee einer räumlichen Qualität, verknüpft mit einem architektonischen Ausdruck und Ingenieurbaukunst, müssen kritisch reflektiert und im Sinne der Nachhaltigkeit neu gedacht werden. Eine Hilfestellung hierfür kann die robuste Optimierung bilden. Ein robustes System ist weniger anfällig gegenüber sogenannten unsicheren Randbedingungen wie klimatischen Schwankungen

und Abweichungen von einem langjährigen Mittel (vor allem in Städten), Nutzerverhalten oder baulichen Mängeln. Eine detaillierte Modellierung ermöglicht es, verschiedene Parametersätze zu testen, um ein robustes Verhalten zu bestimmen. Eine robuste Optimierung ist in vielen Industriezweigen Stand der Technik, hat jedoch im Bauwesen noch keinen Einzug gehalten. Gleichzeitig bestehen gerade im Gebäudesektor unsichere Randbedingungen. Eine robuste Optimierung lässt sich – im Gegensatz zu Begriffen wie Lowtech – wissenschaftlich beziehungsweise methodisch beschreiben.¹¹

Im Kontext einer robusten Optimierung manifestiert sich seit 2016 der Verbund „Einfach Bauen“ von Lehrstühlen aus Architektur und Ingenieurwesen der TU München, die über Forschung und Lehre den Ausgangspunkt zu einer neuen, gegenläufigen Bauentwicklung schaffen und so einen wichtigen Impuls setzen wollen. Die Strategie für einfaches und

⁸ Delzende et al., 2017.

⁹ <https://www.einfach-bauen.net/>

¹⁰ Henry-Russell Hitchcock/Philip Johnson: The International Style: Architecture Since 1922, New York 1932.

¹¹ Beate Rhein: Robuste Optimierung mit Quantilmaßen auf globalen Metamodellen, Inaugural-Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Universität zu Köln, Geilenkirchen/Köln 2014.

gleichzeitig ressourcenschonendes Bauen umfasst unter anderem die Reduktion der Gebäudetechnik, monolithische, klimatisch träge Bauten und angemessene Fensterflächen. Optimierte Konstruktionen aus Massivholz, unbewehrtem Leichtbeton und wärmedämmendem Ziegelmauerwerk sind die Mittel der Wahl.

Im ersten Teil der Forschung zu den Prinzipien des einfachen Bauens wurden die Wechselwirkungen von Raum, Konstruktion und Gebäudetechnik untersucht (Förderung durch das BBSR). Knapp 3000 Varianten von Raummodellen wurden thermisch-dynamisch simuliert, wobei neben der Bauweise auch die Himmelsrichtung, die Raumtiefe und Raumhöhe, der Fensterflächenanteil, die Art der Verglasung sowie die Schichtdicke der Außenwand parametrisiert untersucht wurden. Auf der Gebäudeebene wurde eine Lebenszyklusanalyse durchgeführt und zusammen mit den Lebenszykluskosten vergleichend dargestellt.

Die theoretische Grundlagenforschung ermittelte als wesentliche Elemente des „Einfachen Bauens“:

- Sortenreinheit
- einschichtige Wand- und Deckenkonstruktionen
- klimatisch träge Bauteile durch Speichermasse
- angemessene Fensterflächen ohne Sonnenschutz, natürliche Fensterlüftung
- wenig Aufwand für den Betrieb durch geringe Komplexität
- keine kontrollierte (maschinelle) Lüftung
- konsequente Trennung von Gebäude und Techniksystemen.

Aufbauend auf die erste Phase wurden von Florian Nagler Architekten drei Wohngebäude für die B&O Gruppe entworfen und geplant und in Bad Aibling errichtet. Technische Installationen wurden minimiert und bauliche Details sowie Anschlüsse systematisch vereinfacht. Die drei Gebäude sind

monolithisch aus Holz, Ziegelmauerwerk oder Infralichtbeton gebaut. Der minimierte technische Ausbau ist sichtbar und zugänglich installiert. Ziel des Forschungsprojekts war es, die Strategien „Einfach Bauen“ konsequent umzusetzen.

Forschungshäuser in Bad Aibling – Lessons Learned

In den drei Gebäuden wurden in jeweils zwei Wohnungen zahlreiche Daten wie Lufttemperatur und Luftfeuchte, Lüftungsverhalten, Wärmebedarf etc. detailliert erfasst. Die Grafiken auf S. 43 zeigen den gemessenen thermischen Komfort nach DIN EN 16798 jeweils im Wohnzimmer der Südwohnung. Jeder Punkt entspricht einem über eine Stunde gemittelten Messwert während der Anwesenheit der Bewohnerinnen und Bewohner. Es wird zwischen der Komfortdarstellung nach dem deutschen Anhang (Grafiken links) und nach den adaptiven Komfortstandards (Grafiken rechts) differenziert. Eine Betrachtung der gemessenen operativen Temperaturen gemäß dem deutschen Anhang zeigt, dass in zahlreichen Räumen das Komfortband im Winter unter- und bereits in der Übergangs-

zeit überschritten wird. An heißen Tagen werden die Komfortstandards eingehalten.

Sowohl die Unter- als auch die Überschreitung könnte durch den entsprechenden Nutzereinfluss „korrigiert“ werden. Die Heizung ist in der Lage, an kalten Tagen eine Mindesttemperatur von 20° C bereitzustellen. Bei der Überschreitung zeigt sich, dass dies häufig bei Außentemperaturen unter 25° C der Fall ist. Entsprechend könnte man durch das Öffnen der Fenster Wärme effektiv abführen und eine Überhitzung vermeiden. Dies zeigt, dass in allen Wohnungen sowohl die Unter- als auch die Überschreitung eine Nutzerpräferenz darstellen. Demgegenüber zeigt die Darstellung nach den adaptiven Komfortstandards ein sehr gutes Ergebnis.

Die statistische Anzahl der gemessenen Wohnungen ist zu gering, als dass sich daraus ein verallgemeinerbares Ergebnis ableiten ließe. Es zeigt sich jedoch eine eindeutige Tendenz, aus der sich ableiten lässt, dass die adaptiven Komfortstandards die Nutzerbedürfnisse besser abbilden als der deutsche Anhang.

Der Wärmebedarf – Raumwärme und Warmwasserbereitung – ist auf S. 43 dargestellt. Es zeigt sich, dass die sechs gemessenen Wohnungen keinen Performance Gap aufweisen und der gemessene Wärmebedarf

den nach dem GEG prognostizierten Bedarf teilweise deutlich unterschreitet. Die Hypothese der Robustheit konnte damit nachgewiesen werden. Auch dieses Ergebnis ist aufgrund der limitierten Anzahl von Wohnungen als Tendenz zu sehen.

Fazit

Die Forschungsgebäude in Bad Aibling sind ein Paradebeispiel, welchen Mehrwert Experimentierräume im Bauen haben können. Neben der medialen Aufmerksamkeit, die den Gebäuden zuteilwurde, brachte das Experiment einen relevanten Erkenntnisgewinn. Dieser erlaubt es, sowohl Komfortstandards (DIN EN 16798 deutscher Anhang) als auch energetische Anforderungen wie den Effizienzhausstandard infrage zu stellen. Es zeigt sich, dass das Ziel der Nachhaltigkeit auf Basis der robusten Optimierung und Lebenszyklusbetrachtung über andere Wege erreicht werden kann.

Die Herausforderungen für eine nachhaltige Transformation des Gebäudesektors sind gewaltig und bergen soziale Sprengkraft. Theoretische Forschungsprojekte, die in einem Bericht enden, sind wichtig; es braucht zusätzlich jedoch zwingend derartige Experimentierräume. Diese dienen dem Erkenntnisgewinn, helfen zusätzlich potenziell einfachere Transformationsstrategien zu kommunizieren und Fehlentwicklungen zu identifizieren. Damit wirken Experimentierräume als Katalysatoren für die notwendige Bauwende – vor allem im Hinblick auf eine Transformation des Bestands.



Das dritte Forschungshaus
in Bad Aibling, gebaut aus
Ziegelmauerwerk.
© Florian Nagler Architekten

Down to Earth Umwandlung von urbanem Erdaushub in Baumaterialien

Ken De Cooman

Das belgische Architekturbüro Brussels Cooperation (BC) architects & studies & materials sammelte bei der Realisierung von Bauprojekten in Afrika Erfahrungen mit traditionellen Bautechniken und in der Verwendung lokaler Materialien. Um auf dieser Basis Strategien für die Bauwende in Europa abzuleiten, veranstaltete BC Workshops, in denen lokal vorhandene Stoffe wie Lehm und Hanf verwendet wurden, und initiierte ein Netzwerk, das Produkte aus dem Urban Mining in die Kreislaufwirtschaft des Bausektors einbringt.

Menschliche Aktivität wird im Allgemeinen durch das Bruttoinlandsprodukt (BIP) gemessen – eine monetäre Messgröße für den Marktwert aller in einem Jahr produzierten Waren und Dienstleistungen, die als grober Indikator für die Beurteilung des Zustands einer Nation verwendet wird. Das BIP stützt sich auf ein Wachstumsparadigma, in dem Wachstum mit Wert gleichgesetzt wird, und es definiert Wert als das, was in Bezug auf den Marktwert zählt. So reduziert das BIP menschliche Interaktionen auf Dienstleistungen und macht Zeit in Form von Arbeitsstunden zur Ware. Das, was nicht gezählt werden kann, wird in der BIP-Gleichung außen vor gelassen: Gerechtigkeit, Gleichheit, Ökologie, Teilen, Fürsorge. Die ausschließliche Fokussierung auf wirtschaftliche Aktivität führt zu einem „Überwachstum“, die Konzentration auf eine begrenzte Art menschlicher Produktivität, während die langfristigen Auswirkungen der Ausbeutung natürlicher, sozialer und menschlicher Ressourcen ignoriert werden. Es herrscht der Glaube vor, mithilfe wissenschaftlicher Erkenntnisse und daraus resultierender Technologien ließe sich eine Lösung finden, um das Modell des Überwachstums innerhalb der begrenzten Produktionskapazitäten unseres Planeten möglich zu machen. Untersuchungen zur Geschichte technologischer Innovationen, wie zum Beispiel die Arbeiten des

Sammlung verschiedener Materialien im BC-Lager.
© Theresa Zschäbitz



Oben: Baustelle von BC architects, Wiederverwendung von Erdaushüben. © DeMeuter

Rechts: Konstruktionsworkshop mit Erdaushub. © Theresa Zschäbitz

Unten: Produktion von BC materials. © Theresa Zschäbitz



tschechisch-kanadischen Umweltwissenschaftlers Vaclav Smil, widersprechen diesem Glauben. Das derzeitige Modell ist nicht in der Lage, das Wirtschaftswachstum von den materiellen und sozialen Externalitäten abzukoppeln, auf denen es beruht. Es deutet alles darauf hin, dass die Fehler im Modell des Überwachstums fest in seiner Struktur verankert sind und dass es keine technologische Innovation gibt, welche die Auswirkungen dieses Modells aufheben könnte.

Das belgische Architekturbüro Brussels Cooperation (BC) architects & studies & materials glaubt, dass die Art von Veränderung, die wir brauchen, kultureller Natur ist. Diese Veränderung muss in der Praxis erlernt werden. Das trifft in besonderem Maße für die Kultur des Bausektors zu. Es braucht Zeit, bis sich die an Planung und Ausführung Beteiligten eine bestimmte Art von Wissen aneignen – ein Wissen, das häufiger durch „Learning by Doing“ und in der Zusammenarbeit erworben wird. Eine Art von Wissen, das aus einem Akt der Annäherung an ein Material oder an eine Methode nach dem Prinzip „Trial and Error“ entsteht und unseren Blick auf die Ressourcen, die unsere Materialien und damit unsere Gebäude bereitstellen, neu ausrichtet.

Brussels Cooperation (BC) hat mit Projekten in Marokko, Burundi, Äthiopien und Benin viele Bauwerke außerhalb von Europa realisiert, bei denen lokale Techniken und Materialien wie Lehmsteinmauerwerk, Fasern, Holz und Naturstein eingesetzt wurden. BC nutzte das vor Ort verfügbare Handwerk und regionale Typologien in überwiegend ländlichen Gebieten, in denen industrielle Materialien noch nicht weit verbreitet sind. An jedem Ort ließ sich das Architekturbüro von der vorhandenen Baukultur dazu inspi-

rieren, die landestypischen und bioklimatischen Prinzipien zu übernehmen und anzupassen. Gemeinsam mit den Vorarbeitern auf den Baustellen, den lokalen Beteiligten und Partnerorganisationen überdachte BC, wie Gebäude gebaut werden können, welche Wirtschaftsmodelle sie voraussetzen, welche Rolle sie in Zukunft übernehmen und wie sie wahrgenommen werden.

Diese Erfahrungen hat BC nach Europa gebracht, mit der Absicht, Strategien zu finden, wie diese Praktiken in einer Baukultur mit einem höheren Lohnniveau wirtschaftlich tragfähig sein könnten. Im Gegensatz zur klassischen Strategie, eine größere Anzahl an Projekten zu übernehmen, bestand die Reaktion von BC darin, sich stärker in jedes einzelne Projekt einzubringen. Die Mitarbeitenden erweiterten ihre Rolle weit über die Planung hinaus, und so wurden sie auch mit der Materialberatung beauftragt und gebeten, Workshops zur Materialherstellung und der Ausführung vor Ort zu veranstalten. Das gab ihnen die Möglichkeit, ihr erworbenes Wissen weiterzugeben und den Einsatz unüblicher Materialien zu fördern. Lokal vorhandene Stoffe wie Lehm und Hanf sind nicht unbedingt teuer, aber ihre Bearbeitung und ihr Einsatz können kostspielig sein. Workshops bieten hier einen Weg, die Baukosten zu senken. An diesen Workshops teilnehmen können alle Personen, die sich für Materialien interessieren. Durch die Beteiligung an einem laufenden Projekt erlernen sie die notwendigen Techniken und können sie an Ort und Stelle anwenden.

Nach einer Reihe von öffentlichen und privaten Projekten, die auf diese Weise ausgeführt wurden, wuchs das Interesse anderer Architekturbüros und Auftragnehmer, sodass BC seine Materialproduktion und

-beratung ausgliederte. Gleichzeitig wurde das Konzept der Verwendung lokaler Materialien auf Projektbasis ausgeweitet zu einer systemischen Lagerproduktion aus dem Urban Mining lokaler Erdaushübe. Im Oktober 2018 wurde die Kooperative BC materials gegründet, die Erdaushub von Baustellen zu Baumaterialien aufarbeitet.

Je nach Rezept werden Erdaushübe unterschiedlicher geologischer Schichten und verschiedener Orte gemischt. Diese Rezepte müssen kontinuierlich überwacht werden, um heterogene Ressourcen aus dem Urban Mining in homogene Baumaterialien zu transformieren. Dies erfordert eine beständige Handwerkskunst vor Ort. Diese Arbeit kann weder verlagert noch vollständig automatisiert oder industrialisiert werden.

Bei den Ressourcen für die Materialien von BC handelt es sich um ein konstantes Volumen von rund 36 Millionen Tonnen Erde pro Jahr in Belgien. Die größten Probleme betreffen Transport und Entsorgung. Etwa 75 Prozent dieses Abfallstroms sind nicht verschmutzt, 40 Prozent davon werden jenseits einer Kreislaufwirtschaft für den Straßenbau wiederverwendet und 60 Prozent dienen zur Geländeauffüllung oder werden als Abfall in Steinbrüchen entsorgt. Diese Zahlen sind in nahezu allen europäischen Ländern im Verhältnis vergleichbar. BC materials wandelt diese Ressourcen

in lokale, gesunde, kohlenstoffneutrale und abfallfreie Produkte um. Das Büro arbeitet daher in doppelter Hinsicht in einer Kreislaufwirtschaft: Die Baumaterialien sind zirkulären Ursprungs – sie stammen aus Erdaushubströmen, die rechtlich als Abfall gelten, und sie verringern den Abbau in Steinbrüchen –, sie sind kreislauffähig, da Baumaterialien aus Lehm und Erde ohne Qualitätsverluste unendlich oft wiederverwendet werden können. BC materials produziert und vertreibt drei Lagerprodukte: Brusseleir (Lehmputz), Brickette (verdichtete Erdblöcke) und Kastar (gestampfte Erde). Diese Produkte werden hauptsächlich Business-to-Business über unser Netzwerk aus Architektinnen und Architekten, Auftragnehmenden sowie Baustoffhandlungen und öffentlicher und privater Kundschaft verkauft. BC produziert auf Bestellung, um große Lagerflächen zu vermeiden. Die meisten Ressourcen erhält BC materials kostenlos von Erdbauunternehmen, die diese den Abfallströmen von Baustellen entnehmen. Neben den drei Lagerprodukten bietet BC materials auch zwei weitere Dienstleistungen an: Beratung auf Projektbasis und Workshops. Diese Dienstleistungen sollen allen Beteiligten dabei helfen, von Anfang bis Ende hochwertige Erdbauprojekte umzusetzen.

BC materials arbeitet auf einer Brachfläche in Brüssel in einer vollständig demontierbaren und kreislauffähigen Produktionshalle, die bei Bedarf zu anderen Brachflächen in der Region transportiert werden kann. Das Unternehmen wird als Kooperative von der Arbeitnehmerschaft und anderen interessierten Parteien geführt. Das spiegelt das Ziel von BC materials wider, durch den Aufbau einer Gemeinschaft und die Schaffung von Kapazitäten rund um den Erdbau eine breite und nachhaltige Wirkung im Bausektor zu erreichen, die nicht auf den schnellstmöglichen Verkauf von Baumaterialien mit den höchstmöglichen Gewinnen ausgerichtet ist. Die Balance zwischen kommerzieller Tätigkeit und gesellschaftlichem Auftrag ist es, die unser Geschäftsmodell antreibt. Vor dem Hintergrund des derzeitigen Produktionsmodells des Überwachstums möchte BC materials

Strategien für einen angemessenen Übergang des Bausektors hin zu einer Kultur lokalen, kreislauffähigen und nahezu kohlenstoffneutralen Bauens im Zusammenspiel zwischen Handwerk und Industrie vorstellen und umsetzen.

BC materials arbeitet innerhalb eines weitläufigen Netzwerks mit Kolleginnen und Kollegen aus dem europäischen Erdbausektor, mit Architekturbüros, Finanzierungsorganisationen und Laboren, mit Investorinnen und Investoren, politischen Akteurinnen und Akteuren, Auftragnehmerinnen und Auftragnehmern, Normungsinstitutionen und Universitäten. Die Auswirkungen sind bereits spürbar, sowohl in der Baukultur im Allgemeinen als auch auf dem Markt für Baumaterialien im Besonderen. Als Reaktion auf seine ClayBioMasonry-Forschungsprojekte arbeitet BC materials derzeit gemeinsam mit dem belgischen Bauforschungsinstitut (BBRI) an der Umsetzung der DIN 18945, 46 und 47 in belgische Normen. Diese Forschungsarbeiten führen hoffentlich dazu, Baumaterialien aus Erde und Lehm zu einem vertrauenswürdigen Standard für eine weitverbreitete Anwendung in Belgien zu machen. In der Zwischenzeit nutzt BC die in belgischen Laboren geprüften deutschen DIN-Normen, um die Baumaterialien zu klassifizieren.

Darüber hinaus hat BC materials beim BBRI einen Antrag auf Fördermittel für Forschung und Entwicklung gestellt, um den Erdaushub aus dem Metro3-Projekt in Brüssel in 27.000 m³ verdichtete Erdblöcke umzuwandeln (UTUBE-Projekt). Hier erforscht das Büro, wie sich die Ressourcen aus dem Erdaushub in die vorhandene Verdichtungsinfrastruktur im Betonsektor einspeisen lassen. Ziel ist, die Produktion zu erhöhen und die

Kosten pro Block zu senken. Dieses beispielhafte und innovative Urban-Mining-Projekt könnte für große Infrastrukturprojekte im Benelux-Raum oder in anderen europäischen Städten wiederholt werden. Cycle Terre in Paris ist mit einer Fabrik, die Erdaushübe aus der Region verarbeiten wird, ebenfalls auf diesem Gebiet tätig.

BC materials vertraut darauf, dass die Politik in Europa die notwendigen Voraussetzungen dafür schaffen wird, diese neuen Produktionsmodelle zu einer tragfähigen Alternative zu machen. Aufgrund des Kreislaufwirtschaftspakets, das von der EU verabschiedet werden soll, und der Verpflichtungen für ein umweltfreundliches öffentliches Beschaffungswesen – die bereits seit 2021 gesetzlich vorgeschrieben sind –, werden immer mehr Akteurinnen und Akteure des Bausektors dazu gezwungen sein, für ihre Projekte kreislauffähige Produkte mit niedrigen Lebenszykluskosten und einer sauberen Endbehandlung herzustellen oder zu kaufen und einzusetzen. Das Kreislaufwirtschaftspaket beinhaltet auch Ziele zur Abfallreduzierung, die ab dem Jahr 2022 noch anspruchsvoller geworden sind. Wie McKinsey in dem Bericht *Value Creation in Building Materials* feststellt: „Obwohl Nachhaltigkeit heute bereits ein wichtiger Entscheidungsfaktor ist, stehen wir lediglich ganz am Anfang einer immer rasanteren Entwicklung. [...] Die Produktion wird nachhaltiger werden (beispielsweise durch den Einsatz von elektrischen Maschinen), und die Lieferketten werden zunehmend aus der Perspektive der Nachhaltigkeit und Widerstandsfähigkeit optimiert. [...] Wasserverbrauch, Staub, Lärm und Abfälle sind ebenfalls kritische Faktoren.“



Oben und rechts: Regional House Edegem, BC architects © Thomas Noceto

BC materials wagt es, sich ein dezentralisiertes europäisches Netzwerk aus Produzentinnen und Produzenten von erdbasierten Materialien vorzustellen, das mit den Urban-Mining-Aktivitäten an zahlreichen Standorten verbunden ist. BC ist optimistisch, dass die aufkommende Kreislaufwirtschaft einen Durchbruch in der Nutzung zeitgenössischer erdbasierter Materialien erlauben wird.

Der Beitrag basiert auf dem Vortrag, den Ken De Cooman (Brussels Cooperation) zur Eröffnung des Pop-up Campus hielt.



BC materials. © Theresa Zschäbitz



Der Pop-up Campus als Plattform zur Vernetzung von Hochschule und Praxis

Prof. Agnes Förster

Die Aachener Innenstadt durchläuft einen tiefgreifenden Wandel – neben dem Einzelhandel und der damit verbundenen Krise von Innenstadtlagen verändern sich ebenso die Räume der Mobilität, des Arbeitens, der Bildung. Die RWTH Aachen University ist Partnerin im Wandel der Stadt und hat eine besondere Verantwortung für die Innenstadt. Die Nähe und das Vernetzungspotenzial zwischen der Hochschule und den zentralen Funktionen der Innenstadt sowie der Lebendigkeit beider – der Innenstadt und der Hochschule als „Places to be“ – sind dabei besonders bedeutend.

Genese, Durchführung und Wirkung des Zukunft Bau Pop-up Campus in der Theaterstraße sind auf verschiedenen Ebenen lesbar: Er ist das gelungene Ergebnis einer fruchtbaren, neugierigen und respektvollen Kooperation zwischen Menschen aus BBSR, Universität und Stadtverwaltung. Das aufgebaute Vertrauen und der „kurze Draht“ ermöglichten es, in Kürze einen Standort für das gemeinsame Vorhaben zu finden und Umsetzung und Betrieb zu gewährleisten. Der gewählte Standort fügte sich zugleich in laufende Transformationsaufgaben für die Innenstadt ein – in zentraler Lage direkt am Hauptbahnhof und als Baustein eines zukünftigen „Boulevards Theaterstraße“. Darüber hinaus bot der Campus eine hervorragende Gelegenheit, die Kooperation zwischen der RWTH und der Stadt Aachen, zwischen Forschung, Lehre und Praxis gemeinsam zu reflektieren und weiterzuentwickeln.

Nicht nur die Stadt ist im Umbruch – auch Universitäten stehen vor herausragenden Transformationsaufgaben. Die Coronapandemie hat Spuren hinterlassen. Begegnung und Austausch vor Ort sind mit digitalen Formaten in Lehre und Forschung neu auszutarieren. Universitäten sind

Durch seine urbane Lage
öffnete sich der Pop-up
Campus zum Straßenraum.
© David Herrmann

aufgefordert, zu drängenden Transformationsaufgaben in unseren Gesellschaften beizutragen. Damit entwickeln sich zunehmend Ansätze und Formate transformativer Lehre und Forschung. Dabei treten Forschende, Studierende, Stadtgesellschaft und Verantwortliche in der Stadt im besten Fall in einen Austausch mit neuen Qualitäten: in einen Dialog auf Augenhöhe, im Verständnis wechselseitigen Lernens, in einer Stadt, die Ort des verantwortungsvollen Entwickelns, Testens und Evaluierens realweltlicher Lösungen ist.

Im Rahmen des Pop-up Campus wurde der Dialog zu transformativer Lehre und Forschung vertieft. Für die Fakultät für Architektur bot sich ein herausragender Rahmen, um die eigenen Themen und Projekte innerhalb der Universität und der Stadt zu öffnen und gemeinsam zu diskutieren. Die drei im Folgenden beschriebenen Formate des inter- und transdisziplinären Austauschs veranschaulichen diesen Dialog: Der Wissenschaftstag zur Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses im Bereich der gebauten und gelebten Umwelt, der Experimentierworkshop „Wohnen wandelt Innenstadt“ des interdisziplinären Forschungsnetzwerks „Making of Housing“ sowie das Symposium „Transformation durch Dialog vor Ort“ in Kooperation von transformativer Forschung, Stadtmacher:innen und Stadtverwaltung.

**Wissenschaftstag „Built and Lived Environment – Towards a Sustainable, Livable, Urban and Regional Future“
Prof. Frank Lohrberg und Prof. Agnes Förster**

Der Wissenschaftstag ist ein Format, um den Austausch zu laufenden Forschungsaktivitäten in der Fakultät für Architektur zu stärken und den wissenschaftlichen Nachwuchs zu fördern. Auf dem Pop-up Campus fand der Wissenschaftstag erstmals in der Vernetzung von fünf Fakultäten statt, welche die Wirkungs- und Transformationszusammenhänge in

der gebauten und gelebten Umwelt im Rahmen eines sich entwickelnden Profilbereichs der RWTH Aachen University beforschen. Neben der Fakultät für Architektur sind das die Fakultäten für Bauingenieurwesen, Philosophie, Wirtschaftswissenschaften und Medizin.

Im Mittelpunkt stehen dabei die Zukunft des Bauens in einer Welt mit endlichen Ressourcen und begrenztem Raum sowie die Erkenntnis, dass nachhaltige Lösungen nicht nur die Produktion gebauter Umwelten – „Built Environments“ – zum Gegenstand haben können. Auch deren Adaption, Nutzung und stete Anpassung an einen immer stärker durch Krisen herausgeforderten gesellschaftlichen Kontext – „Lived Environments“ – gehören dazu. „Built and Lived Environment“ (BLE) versammelt daher architektonische, ingenieurwissenschaftliche, ökonomische, medizinische, umwelt-, geistes- und sozialwissenschaftliche Expertisen und bündelt diese mit der Zielstellung einer exzellenten Forschung.

Das Bauwesen ist von großen Umbrüchen gekennzeichnet, die sich in Schlagwörtern wie „Bauwende“, „Raumwende“ oder „Wärmewende“ niederschlagen. Der Klimawandel, die Dekarbonisierung, eine zunehmende Ressourcenknappheit in Bezug auf Material, Raum und Arbeitskraft, brüchige globale Lieferketten und die Gefahr sozialer Spannungen infolge



Oben: Das Pop-up Campus Mobiliar im Einsatz.
© David Herrmann



Rechts: Forschungs-Praxis-Austausch zum Thema Innenstadtwohnen. © Benedikt Nestmeier

steigender Wohn- und Energiekosten sowie ungleicher gesundheitlicher Belastungen führen zu großen Herausforderungen für das Bauwesen. Das Bauen der Zukunft muss klimaneutral und resilient im Sinne einer laufenden Anpassung der gebauten Umwelt an den Klimawandel sein. Neue Technologien sowie Planungs-, Entwurfs- und Gebrauchsinnovationen für Gebäude und Infrastrukturen müssen maßgeschneidert und in enger Relation zueinander entwickelt werden.

Neben der technischen und materiellen Perspektive widmet sich BLE insbesondere der Nutzung von gebauter Umwelt durch den Menschen und ihrer Wirkung auf Menschen und Umwelt. Bauwerke müssen einerseits den Nutzungsanforderungen entsprechen; andererseits wirken sie zurück auf das menschliche Verhalten und können etwa Anreize zu Bewegung oder sozialer Interaktion setzen. Gerade im Hinblick auf diese wechselseitigen Anpassungsphänomene zwischen baulichen und sozialen Strukturen herrscht noch großer Bedarf an inter- und transdisziplinärer Forschung und Innovation. In diesem Sinne zielt BLE darauf ab, dem Bauen eine neue Richtung zu geben: vom Probleme verursachenden, teils krank machenden Ressourcenverbraucher zum Lösungsgeber im Hinblick auf nachhaltige Adaptionprozesse.

Der Wissenschaftstag bot Austausch zu den fünf Fokusbereichen „Urban Health Solutions“, „Carbon Sink Solutions & Materials“, „Built-as-Resource Solutions“, „Climate Change Adaptation“ sowie „Agile Infrastructure Solutions“. In einem „Book of Abstracts“ wurden die Forschungsansätze knapp porträtiert und in englischer Sprache verfügbar gemacht.

<https://publications.rwth-aachen.de/record/849502//10.18154/RWTH-2022-06848>

Experimentierworkshop „Wohnen wandelt Innenstadt“ des interdisziplinären Forschungsnetzwerks „Making of Housing“ Prof. Agnes Förster und Helena Schulte

Das interdisziplinäre Forschungsnetzwerk „Making of Housing“ der RWTH Aachen University lud auf den Pop-up Campus ein, um Perspektiven des Wohnens in den sich wandelnden Innenstädten zu erörtern. Zwischen Forschung und Praxis entfaltete sich eine lebendige Diskussion. Dabei wurden zehn Potenziale des Experimentierens identifiziert und mittels eines Planspiels für ausgewählte Praxisfälle erörtert.

Wohnen ist ein multidimensionales Phänomen: Es reicht von der Errichtung und Bereitstellung eines gebauten Raums über die sozialen Prozesse der Wohnpraxis bis zu den institutionellen Rahmenbedingungen der Planung und Wohnungspolitik – in verschiedenen Maßstäben vom Bauteil bis zur räumlichen Entwicklung in Quartier, Stadt, Region.

Wohnen ist ein menschliches Grundbedürfnis. Die Praxis des Wohnens und das dynamische Wechselspiel aus Wohnungsnachfrage und -angebot prägen den Alltag unserer Städte und sie sind zugleich Entwicklungstreiber vom Quartier bis zur Region. Wohnen, wie wir es kennen und leben, ist ein gesellschaftliches Arrangement inmitten dieser vielen Kräfte, ausgehandelt und in vielen seiner Bestandteile hochgradig routiniert und

standardisiert. Doch erleben wir in diesen Zeiten, dass unsere bisherigen Arrangements, unsere sozialen, technischen und räumlichen Systeme in der Krise sind. Sie zeigen soziale Schiefelage, sind räumlich zu expansiv und ressourcenintensiv, und sie sind anfällig für Störungen. Wohnen ist Teil dieses Problems, (Mit-)Verursacher genauso wie Symptomträger.

„Making of Housing“ ist ein Forschungsnetzwerk, das sich im Jahr 2020 ausgehend von der RWTH Aachen University gegründet hat, um interdisziplinär die Entwicklungsperspektiven der verschiedenen Dimensionen des Wohnens zu verknüpfen: Das „System Wohnen“ benötigt einen 360°-Forschungs- und Entwicklungsansatz. Der Wandel bestehender Systeme gelingt nur mittels wirkungsvoller Impulse – diese können im Fall des Wohnens baulich, sozial, technologisch, institutionell und prozessorientiert ausfallen und sind oftmals nur wirksam, wenn sie geschickt miteinander gekoppelt werden. Impulse designorientierter Sozialwissenschaften können dabei ebenso relevant sein wie neue kreislauforientierte Bauprozesse oder neue Managementansätze für den Wohnbestand. „Making of Housing“ ist eine Versuchsanordnung, um interdisziplinäre Wohnforschung mit einem starken Gestaltungs-, Handlungs- und damit Praxisbezug zu etablieren und entlang von drängenden Themen und Problemen zu testen und weiterzuentwickeln.

Das Netzwerk adressiert Partnerinnen und Partner in Wohnungs- und Immobilienwirtschaft, Bauwirtschaft und Finanzwesen, sozial und nachbarschaftlich orientierte Institutionen, Organisationen und Initiativen sowie hoheitlich Verantwortliche in Bund, Ländern und Kommunen. Es organisiert einen Erfahrungsaustausch und Wissenstransfer zwischen Wissenschaft und Praxis und initiiert praxisorientierte Forschungs- und Entwicklungsprojekte. Aus dem Netzwerk heraus entstehen Beiträge zu Aus- und Weiterbildung in Form von Gesprächen, Workshops, Konferenzen, Verbundprojekten etc. So können die Entwicklungs- und Design-

ansätze miteinander verknüpft und die vielgestaltigen Dimensionen des Wohnens aus einer 360°-Perspektive beforscht und entwickelt werden.

Unsere Innenstädte benötigen Impulse durch neue Nutzungen und Routinen. Innenstädte im Wandel bieten zugleich Spielräume zum Ausprobieren und Experimentieren. Wohnen ist eine städtische Grundfunktion und Ausgangspunkt für soziale Interaktion, räumliche Aneignung und gesellschaftliches Engagement. Die Wohnfunktion kann Innenstädte diversifizieren, stabilisieren und im Sinne einer solidarischen Stadtmitte fortentwickeln. Wohnen wandelt Innenstadt – vorausgesetzt, Innenstadt bietet Raum für Wohnexperimente.

Der Umbau unserer Innenstädte bietet die Chance, in zentralen Lagen Experimentierräume für wichtige Transformationsthemen des Wohnens zu entwickeln:

- Zukunft im Bestand: In Innenstädten besteht die Chance, Wohnen im Bestand neu zu denken und zunächst unbequem erscheinende bauliche und rechtliche Rahmenbedingungen als Anreiz für neue Lösungen zu verstehen. Bestehende Haustypen suchen experimentierfreudige Akteure: Individuen, Gruppen, Initiativen, die Büro- und Geschäftshäuser bewohnbar machen, Erdgeschoss zu Schnittstellen der Integration vielfältiger Menschen und Nutzungen entwickeln und graue Stadträume in grüne Lebensräume umwandeln.
- Perspektiven der Suffizienz: In zentraler Lage gut eingebunden besteht die Chance, dass Menschen neue Genügsamkeit im Wohnen entwickeln und erproben: weniger Wohnfläche, einfache Ausstattung – dafür viele Optionen zum Mitnutzen und Selbermachen rund um die eigenen vier Wände. Umbau macht erfinderisch, und soziale Kreisläufe machen es möglich, auch den materiellen Verbrauch zu reduzieren.
- Neue Nachbarschaften: Wer in der Innenstadt wohnt, entwickelt Alltagsroutinen im Umfeld. Die unmittelbare Nähe zu verschiedenen zentralen Funktionen und Angeboten lässt Wohnen auch außer Haus stattfinden – vom Essen bis zum gemeinschaftsorientierten Wohnzimmer im Erdgeschoss. Der innerstädtische Nutzungsmix erweitert das Wohnen um Möglichkeiten des Arbeitens, Handwerkens oder gemeinsamer Kulturproduktion. Impulse zur Integration können auch von karitativen und sozialen Einrichtungen und Initiativen ausgehen.
- Wohnen und (Innen-)Stadtentwicklung mit Gemeinwohl: Mit dem Umbau unserer Innenstädte sind die Perspektiven für das Gemeinwohl im Herzen der Stadt neu auszuhandeln. Der innerstädtische Immobilienbestand liegt im Wesentlichen in privaten Händen. Zugleich hat das Stadtzentrum eine hohe gesellschaftliche, kulturelle und politische Bedeutung. Gesucht werden Perspektiven, um innerstädtisches Wohnen mit Gemeinwohlorientierung zu stärken, das eine positive Wirkung auf sein Umfeld hat. Dafür sind neue Kooperationen notwendig, die eine am Gemeinwohl ausgerichtete Innenstadt-Rendite erwarten lassen.

<https://www.moh.rwth-aachen.de/cms/~jnxhr/MOH/>

<https://www.moh.rwth-aachen.de/cms/MOH/Forschungsnetzwerk/~wvrxy/Veroeffentlichung/>

Mit dem Workshop auf dem Pop-up Campus lud das Forschungsnetzwerk „Making of Housing“ dazu ein, gemeinsam Ansätze für neues Wohnen in

Innenstädten zu entwickeln, Experimentierfelder zu definieren, Lösungen „jenseits des Standards“ zu formulieren und Kooperationen für Ideen und Projekte auf den Weg zu bringen.

Symposium Transformation durch Trialog vor Ort

Laura Brings und Prof. Agnes Förster

Am 1. und 2. September 2022 fand auf dem Pop-up Campus das Symposium „Transformation durch Trialog vor Ort“ statt. Dabei diskutierten rund fünfzig Interessierte und Engagierte aus Stadtverwaltungen, der transformativen Forschung und der Stadtmacher:innen-Szene zu Herausforderungen und Strategien der Zusammenarbeit. Die Vernetzung und der Austausch miteinander standen dabei im Vordergrund.

Aktuelle dringliche Transformationsaufgaben in Städten – insbesondere durch die Wohnungsnot und den Klimawandel – zeigen, dass die Kooperation aller Akteurinnen und Akteure einer Stadt unverzichtbar ist. Dabei – so die Beobachtung – sind transformative Forschung, Stadtplanung und Stadtentwicklung innerhalb der Verwaltung und Stadtmacher:innen

eine treibende Kraft. Sie arbeiten besonders effizient an Lösungen im Sinne des Gemeinwohls und der Nachhaltigkeit zusammen – allerdings bisher oftmals eher im Dialog. Dies soll sich nun mithilfe von langfristigen Strategien für einen Trialog ändern. Ziel des Workshops ist es, den Trialog vor Ort gemeinsam zu entwickeln und dabei über Strategien einer langfristigen Zusammenarbeit der drei Akteursgruppen nachzudenken.

Das Symposium richtete sich an städtische Beschäftigte aus den Bereichen Stadtplanung und Stadtentwicklung, Stadtmacher:innen aus der Stadtgesellschaft, transformativ Forschende und alle jene, die so etwas werden möchten, das heißt, Studierende und Menschen, die sich für die Entwicklung ihrer Städte interessieren. Eingeladen hat eine offene Arbeitsgruppe, die sich im Oktober 2021 mit der Lust, gemeinsam den Trialog zu stärken, formiert hatte. Dazu zählen Prof. Agnes Förster und Laura Brings, RWTH University Aachen, Isabel Strehle, Stadt Aachen, Matthias Wanner, Wuppertal Institut, Prof. Heike Köckler, Hochschule für Gesundheit, Bochum, Dr. Markus Egermann, Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung e. V., Dresden, Christian Hampe, Utopiastadt gemeinnützige GmbH, Wuppertal, und Svenja Noltemeyer, die Urbanisten e. V., Dortmund.

Das Symposium startete mit einem transformativen Spieleabend, um verschiedene Szenarien des Trialogs zu erkunden. Bei dem Spiel ging es darum, möglichst viele sich ergänzende Eigenschaften, Ressourcen und Kompetenzen zu finden, um die akteursspezifischen Grenzen aufzulösen. Das Spiel regte viele Diskussionen über Grundsteine der Zusammenarbeit sowie wichtige Stellschrauben des Trialogs an. So wurden beispielsweise Vertrauen, Verantwortlichkeit und Verlässlichkeit als Grundsteine beschrieben und sich ergänzende Formen von Wissen als wichtiger Faktor der Zusammenarbeit genannt. Daneben spielen laut den Teilnehmenden Freude an der Zusammenarbeit und Wissen über und Akzeptanz für die akteursspezifischen Handlungsweisen eine Rolle. Zudem wurde der Trialog als Form der Legitimation gegenüber der Politik und weiteren Akteuren bewertet. Die größten Herausforderungen sahen die Teilnehmenden

im generellen Mangel an Zeit auf allen Seiten, in der fehlenden Transparenz gegenüber den jeweils anderen Akteurinnen und Akteuren sowie in Sprachbarrieren.

Am zweiten Tag stand die Diskussion der Chancen und Hürden des Trialogs in Ortsgruppen im Mittelpunkt: Aachen, Bochum, Dresden und Wuppertal bildeten jeweils eigene Gruppen. Die übrigen Teilnehmenden arbeiteten zu den Themenschwerpunkten Quartiersentwicklung sowie Mobilitätswende. Eine zweite Gruppenarbeitsphase fand in den einzelnen Akteursgruppen statt. Die Gruppen sollten über Herausforderungen der Zusammenarbeit diskutieren und darauf aufbauend Ideen zur Zusammenarbeit sowie für eine mögliche Selbsttransformation formulieren. Dabei wurden auch bereits konkrete Umsetzungsstrategien erarbeitet.

Alle drei Gruppen reflektierten dabei intensiv ihre eigene Arbeit. Neben den schon bemängelten Sprachbarrieren und der begrenzten Zeit zeigten sich als Herausforderungen Schubladendenken und Erwartungen an die jeweils anderen Akteursgruppen, unterschiedliche Arbeitsweisen und zeitliche Dynamik sowie kurze Projektlaufzeiten, welche der Versteigerung von Prozessen entgegenstehen. Zu den Ideen für eine verbesserte Zusammenarbeit zählten Verständnis für Strukturen anderer Akteurinnen und Akteure aufzubauen, schon im frühen Stadium gemeinsam Ideen zu entwickeln, die jeweiligen Rollen und die Kommunikation klar zu definieren sowie regelmäßiger Wissenstransfer, das Schaffen von Experimentierräumen und die gemeinsame Reflexion und Begleitforschung.

In der abschließenden Podiumsdiskussion wurden die Erfahrungen der zwei Konferenztage diskutiert und zusammengefasst. Auf dem Podium waren Stephanie Haury vom BBSR, Dr. Timo Munzinger vom Deutschen Städtetag sowie die offene Trialog-Arbeitsgruppe und Teilnehmende des Symposiums im Wechsel vertreten. Stephanie Haury betonte, dass es bis-

her noch nicht selbstverständlich sei, die drei Akteursgruppen im gleichen Maße in Projekten mitzudenken. Die deutlichere Herausstellung der Benefits dieser Zusammenarbeit sei daher wünschenswert. Dr. Timo Munzinger ergänzte, dass es wichtig sei, nach den Stärken der anderen Akteure zu fragen: Wer kann eigentlich was beitragen? Um darüber mehr zu erfahren, gab es den Vorschlag, ein Praktikum im Alltag der anderen zu machen. Ein Ansatz dafür wäre beispielsweise ein bezahlter FREItag, wie er von Unternehmen mit bezahltem Engagement in eigenen Projekten bereits umgesetzt wird. Zudem wurde betont, dass es auch weiterhin Einzelpersonen brauche, die andere von der Notwendigkeit der Zusammenarbeit überzeugen können. Weil aber eine positive Grundhaltung dem Trialog gegenüber allein nicht reiche, sei eine Veränderung in bestehenden Strukturen notwendig. Hier wurde die Vision geäußert, den Trialog als Mainstream in allen akteursspezifischen Strukturen zu verankern, um eine neue Art der Lösungsentwicklung für die vielfältigen Herausforderungen zu schaffen. Dafür sind freies, flexibles und offenes Arbeiten eine Voraussetzung.

<https://www.pt.rwth-aachen.de/go/id/wgqnu>

<https://doi.org/10.18154/RWTH-2022-05190>

How to pop-up a Campus

Prof. Christian Raabe

Die kleine Anatomie des Zukunft Bau Pop-up Campus kann vielleicht für zukünftige vergleichbare Projekte als Handreichung dienen. Grundlage des Pop-up Campus war die Ausschreibung einer Hochschulpartnerschaft, die das Vorhaben explizit als ein neues Format des Innovationsprogramms Zukunft Bau auswies und vier konkrete Bausteine benannte: die Suche und Aktivierung einer geeigneten Location für den Campus, die Organisation, Durchführung und Kuratierung aller Veranstaltungen, den Aufbau einer zugehörigen Website sowie die Dokumentation aller wissenschaftlichen Beiträge.

Der im Kontext von Zukunft Bau akzentuierte neue Ansatz einer auch öffentlich wirksamen Wissenschaftskommunikation erforderte über die genannten organisatorischen Aufgaben hinaus vor allem die Gestaltung eines vermittelbaren Gesamtbildes des Projekts zu einem Zeitpunkt, zu dem weder die genauen Bedingungen, die finanziellen Möglichkeiten, die Beteiligungen und Beiträge oder gar der Ort des Geschehens bekannt waren. Eine erste Darstellung der Campus-Idee entwickelte sich schließlich in enger Zusammenarbeit mit dem BBSR. Am Anfang standen eine Timeline des möglichen Ablaufs und eine Art Topografie bereits existierender Forschungsaktivitäten aus dem Umfeld der Fakultät, die sich inhaltlich als Partnerprojekte und örtlich als mögliche Satellitenstandorte anboten.

Damit waren die wesentlichen Stichwörter gesetzt. Der Pop-up Campus sollte ein Freiraum für unterschiedlichste Forschungsformate sein, die sich auf verschiedenen Ebenen parallel, aufeinander aufbauend oder ineinandergreifend entwickeln und über verschiedene Orte verteilen können. Der wesentliche Baustein der Campus-Idee war der offene Prozess, den es zu organisieren und zu strukturieren galt und der sich über drei Phasen erstreckte.

Ganz am Anfang stand inhaltlich der Förderaufruf für die avisierten Projektbeiträge. Für Ausarbeitung und Einreichung standen ca. sechs Wochen zur Verfügung, was ausreichend war, da es sich um vergleichsweise schnell zu projektierende Konzepte handeln sollte. Die „Überschaubarkeit“

Meeting von Akteurinnen und Akteuren auf dem Pop-up Campus.
© privat

der Vorhaben begünstigte im Sinne der Ausschreibung zudem die Einbindung des wissenschaftlichen Nachwuchses. Das zahlte sich aus, denn viele Projekte wurden größtenteils eigenverantwortlich von wissenschaftlich Mitarbeitenden und Studierenden geleitet und durchgeführt. Insgesamt konnten so gut wie alle der etwa 35 eingereichten Projekte gefördert und im Rahmen des Campus realisiert werden.

Sobald der Ort gefunden war, begann eine Art Improvisations- und Probephase mit der Umbauplanung, dem Einholen der zugehörigen Baugenehmigungen sowie dem eigentlichen Baugeschehen, das dann allerdings über die gesamte Zeit nie vollständig abgeschlossen wurde.

In dieser ersten Phase stand das Campusgebäude ersten Lehrprojekten und kleineren Präsentationen offen – betreut zunächst vor allem von der Aachener Architekturfakultät –, die auch dazu dienten, das Gebäude „auszuprobieren“, lokal einzuführen und zu beleben. Unabhängig vom Förderaufruf konnten in diesen ersten paar Monaten weitere Gruppen und Netzwerke für das Projekt gewonnen werden, was nicht zuletzt den ersten

vorzeigbaren Aktivitäten am zukünftigen Pop-up Campus zu danken war. In diesem Umfeld entschied sich damit auch, ob die adressierten Netzwerke und Körperschaften sich überhaupt angesprochen fühlten. Das war der Fall, die Anfragen und Angebote einer Mitarbeit häuften sich auch unabhängig vom Förderaufruf.

Die zweite Phase begann am Ende der Vorlesungszeit mit der offiziellen Eröffnung des Pop-up Campus. Die Bauarbeiten waren weitestgehend abgeschlossen und der Campus stand nun der konkreten Arbeit und dem Austausch vor Ort zu Verfügung. Hier kamen die in dieser Zeit beteiligten Hochschulen, die kommunalen Kooperationspartnerinnen und -partner und sonstige Netzwerke zusammen.

Abschluss und Höhepunkt des gemeinschaftlichen Engagements war schließlich das Festival. Über zwei Wochen lang wurde das gesamte Gebäude täglich und öfter auch mehrzünftig als Kommunikations- und Ausstellungsort bespielt.

Wenn man nun die Erfahrungen dieses ersten Zukunft Bau Pop-up Campus zusammenfassen wollte, dann wären folgende Bausteine zu nennen:

Ort

Naheliegend ist die frühzeitige Suche nach einem geeigneten Veranstaltungsort. Dieser sollte zentral sowie verkehrsgünstig gelegen sein und eine Zwischennutzung mit Umbauten für ca. neun Monate ermöglichen. Die vertraglichen Konditionen müssen die beabsichtigten Nutzungen, die Art der baulichen Interventionen sowie den Zustand des Objekts bei der Rückgabe möglichst klar beschreiben. Gegebenenfalls ist ein frühzeitiger Kontakt mit den zuständigen Genehmigungsbehörden herzustellen. Nach längerer Suche war im Fall des Pop-up Campus die Wahl auf die ehemalige Aachener Bausparkasse gefallen, ein leer stehendes Gebäude aus den 1970er-Jahren in der Theaterstraße, das alle Arten von Aktivitäten unterstützte und innerstädtisch und bahnhofsnahe gelegen ist. Es gab einen Veranstaltungsbereich mit großen umlaufenden vitrinenartigen Schaufenstern im Erdgeschoss, Kabinette und größere Seminar- bzw.

Ausstellungsräume im Obergeschoss, ein großflächig beispielbares und helles Dachgeschoss sowie im Hof ein Werkstattgebäude, das Raum für größere Arbeiten bot und während der Festivalwochen als Ausstellungsfläche für größere Objekte diente. Mieter des Pop-up-Campus-Gebäudes war das BBSR. Aus der Erfahrung des Pop-up Campus heraus empfiehlt es sich, bei ähnlichen Projekten ein möglichst umfangreiches Mietpaket abzuschließen, das verschiedene Leistungen einer Zwischennutzung abdeckt.

Organisation

Bewährt hat sich für die projektinterne Vorbereitung und die sukzessive Einbindung der in die Organisation involvierten Partnerinnen und Partner ein regelmäßiger Austausch über die gesamte Projektlaufzeit hinweg. In diesem Falle handelte es sich neben der RWTH Aachen University und dem BBSR um die Stadt Aachen sowie die Eventagentur Vagedes & Schmid, die die organisatorische und technische Ausgestaltung der Eröffnung des Campus, der Finissage des Festivals und des Besuchs der

Bauministerin Klara Geywitz übernahm. Aus dem Kreis der involvierten Hochschulen heraus bildete sich zudem ein Beirat, der seitens des Organisationsteams regelmäßig über den Stand der Dinge informiert wurde.

Mit dem Abschluss des Kooperationsvertrags konnten die Stellen der Projektleitung sowie der studentischen Hilfskräfte besetzt werden, womit das bis dahin zwar effektiv, aber dennoch in einer eher lockeren Zusammensetzung agierende Organisationsteam die für die Umsetzungsphase notwendige Stabilisierung erfuhr. Hier ist zu betonen, dass im Rahmen der oben beschriebenen zweiten und dritten Phase mindestens ca. 40 eigenständige Projekte zu koordinieren waren. Hinzu kamen weitere zahlreiche Veranstaltungen, die ebenfalls über mehrere Monate hinweg stattfanden, und zum Abschluss, im Rahmen des Festivals, flossen schließlich alle Aktivitäten in einer gehörigen Dichte zusammen.

Der Zukunft Bau Pop-up Campus erwies sich als ein Prozess, der am Ende nicht nur zahlreiche Projekte initiiert, sondern darüber hinaus mit Stadtverwaltungen, Betrieben und Stadtgesellschaft all jene einbezogen hatte, die die ökologische Wende jenseits des akademischen Elfenbeinturms gestalterisch, technisch, baulich und administrativ schließlich ganz konkret zu stemmen haben.

POP-UP

CAMPUS

Aneignung und
Transformation der
Aachener Bausparkasse



Zeichen und Begriff

Marlon Brownsword mit Dr. Adria Daraban,
Philipp Goertz, Jakob Naujack, Lea Schwab

Beim Experiment Pop-up Campus fungierte der Begriff Bauwende sowohl im figurativen als auch im wörtlichen Sinn als Überbau: Während der temporären Umwandlung der einstigen Aachener Bausparkasse war das Wort Bauwende in gelben, metallenen Buchstaben über Eck an der oberen Gebäudekante montiert und diente zugleich als übergeordnete gedankliche Konzeption des Pop-up-Campus-Projekts.

Die sogenannte Bauwende war somit identitätsstiftend wie auch handlungsweisend für alle Vorgänge, die im und am ehemaligen Bausparkassengebäude stattfanden. Der Begriff überzog die Gebäudeoberfläche und seine Ausdifferenzierung war das tiefere Forschungsziel.

In der Disziplin der Architektur bezeichnet der Überbau den Teil einer (Gebäude-)Struktur, der auf bestehenden Tragkonstruktionen wie Fundamenten oder Stützpfälern erbaut ist. Der Duden präzisiert und nennt ihn den „Teil eines Bauwerks, der über etwas hinausragt“, für die Politikwissenschaften hingegen bezeichnet der Überbau die „Gesamtheit der politischen, juristischen, religiösen, weltanschaulichen o. ä. Vorstellungen und die ihnen entsprechenden Institutionen in dialektischer Wechselwirkung mit der materiellen Basis (z. B. soziale und wirtschaftliche Verhältnisse)“. Der Bauwende-Begriff muss beides leisten: Er verweist auf ideelle Wertanpassungen und baulich-materielle Adaptionen zugleich. Der Pop-up Campus war ein Versuch, ebensolche wechselwirkenden, bilateral verbindenden Institutionen temporär zu erproben. Dabei galt es, Rücksicht zu nehmen auf die sozialen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen. Nicht zuletzt hatte der Pop-up Campus den Anspruch eines im Austausch befruchtenden, reziproken wissenschaftlich-gesellschaftlichen Transfers.

Bei der Errichtung der ephemeren Pop-up-Institution stellten sich zwei wesentliche Fragen. Erstens: Wie lässt sich der Bauwende-Begriff angemessen besetzen? Zweitens: Wie lassen sich solche Begriffsdeutungen zufriedenstellend mit der „Wirklichkeit“ rückkoppeln? Diese doppelte Anforderung kann schnell zu Überforderung oder Motivationsproblemen führen. Der Pop-up Campus war einer von vielen Teilschritten, derer es bedarf, um das bislang noch rein semiotische Symbol Bauwende füllend zu besetzen, belastbar zu verfestigen und in die materielle Welt zu überführen. Der Zukunft Bau Pop-up Campus und das BBSR bemühen sich um die operative Funktion des Begriffs Bauwende insofern, als dieser Begriff handlungsher-

Montage des „Bauwende“-
Schriftzugs auf dem Dach
des Pop-up Campus.
© David Herrmann

vorbringend und interdisziplinär funktionsfähig wird. Die Bauwende muss zur Einhaltung aktueller klimapolitischer Ziele möglichst verlustfrei in ihrem Ideal und ihren ethischen Werten im Bausektor und letztendlich in der gebauten Umwelt umgesetzt werden. Gerade deswegen wurden auf dem Pop-up Campus verschiedenste Ansätze zur Bauwende „über-dacht“.

Der Begriff zielt auf eine Wende im Bauen. Bauwende, verstanden als Zeichen und Begriff – als neue Vokabel –, verfolgt den Anspruch, mit sprachlichen Mitteln einen Wandel von Bewertungs- und Deutungsstrukturen einzuleiten. Es besteht die Hoffnung, dass ein solcher Wandel wiederum Auswirkungen auf räumliches Handeln hat und ohne allzu große Abschlüsse und Kompromisse bezüglich des theoretischen Ideals bei der pragmatisch-strategischen Umsetzung operationalisiert werden kann. Nach dieser Lesart enthält die Bauwende eine immaterielle (symbolische, sprachliche) und eine materielle (physische, architektonische) Dimension, wobei die zeitlichen Faktoren im Prozess sich dazwischen verorten. Beginnen wir also bei den Herausforderungen der Interpretation des Zeichens und Begriffs und betrachten schrittweise den Verlauf zur Konkretisierung

am Fallbeispiel des Pop-up Campus. Denn das Überwinden der „Kluft zwischen Sein und Sollen“¹ hinsichtlich der Klimaneutralität ist gleichsam das leitende Ziel der Bauwende wie der experimentellen Institution Pop-up Campus.

Obwohl das Interesse an einer Bauwende, also an einem andersartigen Verlauf von Bauprozessen und Raumproduktion, gerne bekundet wird, bleibt die konkrete Bedeutung des Zeichens und Begriffs vorerst weitestgehend unbestimmt oder obliegt individueller Interpretation. Damit die Bauwende nicht nur ein intellektueller Modetrend oder ein ewig bevorstehendes Vorhaben auf sprachlicher Ebene bleibt, ist die einzige Möglichkeit, mit der Bauwende einhergehende klimatische Zielsetzungen einzuhalten, materielles (Ver-)Handeln im physischen Raum. Das ist kein leichtes Unterfangen, und es besteht die Gefahr, dass zu große Kompromisse und Lücken bei dieser Umsetzung irreversible Konsequenzen mit sich ziehen. Daher lohnt es sich, diese Lücke zwischen Zeichen und Begriff einerseits und architektonischer Manifestation andererseits genauer zu betrachten.

Wie kann Bauwende konstituiert werden? In der Semiotik wird unterschieden zwischen Signifikant und Signifikat. Ersteres meint das referierende sprachliche Zeichen an sich, Letzteres den intendierten Inhalt eines Zeichens, auf den verwiesen wird. Das sprachliche Symbol „Bauwende“ (Signifikant) wird von verschiedenen Institutionen wie dem BBSR verwendet, während der Verweis in der physischen Welt (Signifikat) noch weitestgehend abwesend und als zu etablieren gilt. Dieses Verhältnis zwischen symbolisch-sprachlichem Verweis und materieller Umsetzung im Raum sollte auf dem Pop-up Campus experimentell erkundet werden. Eine „Verräumlichung“ des Begriffs Bauwende kann damit begonnen werden, den Begriff als solchen zur sprachlichen Konvention aufzuheben und neue assoziative Verbindungen mit materiellen Transformationen zuzulassen. Dabei gilt es

¹ Dieter Birnbacher: Klimaethik. Eine Einführung, durchgesehene und aktualisierte Ausgabe, Ditzingen 2022, S. 52.

zu fragen, wie die mit einer Bauwende einhergehenden Ideale im Sinne eines klimagerechten Bauens unter realen Bedingungen übersetzt werden können. Denn mit der Bauwende soll die Kluft zwischen Ideal und Nichtideal, zwischen Sein und Sollen überwunden werden, und das mit möglichst geringen Abweichungen auf pragmatisch-strategischer Ebene.² Unter Realbedingungen sollte auf dem Pop-up Campus das Ideal einer Bauwende so weit wie möglich im Mikrokosmos eines einzelnen Gebäudes erprobt werden. Was geschieht, wenn die Bauwende, die bislang lediglich als Zeichen und Begriff vorhanden ist, ihr ideal-theoretisches Territorium verlässt und unter Realbedingungen zur Anwendung kommt?

Die Annäherung zur Bauwende erfolgte auf dem Pop-up Campus eben über diese neuen Begriffe und Zeichen. Es ist auffällig, dass in der nahen Vergangenheit Ausdrücke wie Suffizienz, Resilienz, Mitigation etc. neben dem altbekannten Begriff der Nachhaltigkeit an Bedeutung und Verwendungshäufigkeit gewannen. So wurden in neun Vitrinen in den Schau Fenstern im Erdgeschoss die Themenbereiche des Pop-up Campus ausgestellt: „Campus“, „60 %“, „Werkstoffe“, „Umbau“, „Dichte“, „Kreislauf“, „Zusammenleben“, „Material“, „2030“.

Die Repräsentation im Straßenraum hatte auch zum Ziel, einen niedrigschwelligen, gesellschaftlichen Resonanzraum auf das Vorhaben Bauwende zu provozieren und zu erfahren. Es galt herauszufinden, wie die Idee, Botschaft oder antizipierte Ausrichtung „Bauwende“ im breiten sozialen Kontext aufgenommen, verstanden und akzeptiert werden würde. Welche Reaktionen würde die Angelegenheit „Bauwende“ im Kontext hervorrufen und wie würde sie von Menschen wahrgenommen und interpretiert? Würde darunter etwas aufgefasst, das Zustimmung findet oder Ablehnung?

Letztendlich galt es zudem, die Begriffe „Pop-up“ und „Campus“ selbst erweiternd zu belasten. Im Laufe des Projekts entwickelten sich Pop-up-Ausstellung, Pop-up-Projektaufsteller, Pop-up-Mobiliar, Pop-up-Gerüstnetze, Pop-up-Kerzenständer, Pop-up-Raumteiler, mobile Pop-up-Theke, Pop-up-Team, Pop-up-Erkenntnisse, welche ursprünglich nicht antizipiert waren. Es galt, ad hoc – oder „pop-up“ –, strategische Fähigkeiten zu erlernen, um eine Beziehung zum unkuratierten, unbekanntem und unbeachteten Bestandsgebäude herzustellen und es spontan – oder „pop-up“ – in einen sorgfältig kuratierten Ausstellungsraum umzugestalten. Unter dem Überbau Bauwende entstanden auf drei Etagen Projekträume in ehemaligen Bürozeilen. Auch der „Campus“-Begriff wurde strapaziert. Der universitäre Campus – häufig angenommen als quasi gegebene, neutrale Bühne wissenschaftlicher Abläufe – wurde hier neu interpretiert: Die Baustelle im Bestand ließ sich als fruchtbarer Lernort für alle begreifbar machen.

Doch die semiotische Deutung und Auslegung der Begrifflichkeiten allein ist erst der Startpunkt und die Umsetzung mit Prozessen des Wachstums und der Widerstände verbunden.

² Zu dem Drei-Ebenen-Modell „ideal, nicht-ideal und pragmatisch-strategisch“ in der Klimaethik siehe: ebd., S. 43–53.

Wachstum und Widerstand

Marlon Brownsword mit Dr. Adria Daraban,
Philipp Goertz, Jakob Naujack, Lea Schwab

Bauwende ist momentan ein Begriff für einen antizipierten Zustand, der den Herausforderungen des Klimawandels gerecht wird. Der Pop-up Campus war ein Ort, der den Begriff mit realen Möglichkeiten verbinden und auf einer Handlungsebene füllen sollte. Ein Vorgang, der von gedanklicher Konzeption zu materieller Umsetzung führt, ist jedoch kein monokausaler, stringenter Verlauf. Der Pop-up Campus stellte einen von vielen Teilschritten dar. Wirklichkeit und Zeichenwelt bedingen sich gegenseitig, durchmischen sich und setzen einander verschiedensten Reibereien aus. Um die Bauwende zu erreichen, müssen zeitliche und räumliche Prozesse durchlaufen werden, die von Wachstum und Widerstand bestimmt werden.

Bei dem Vorhaben, die kollektiven Deutungen der damit verbundenen „Zeichen und Begriffe“ sowie die dahinterliegenden Motivationen und Haltungen möglichst verlustfrei in den Raum zu übertragen, ergeben sich weitere Spannungsfelder. Es handelt sich dabei um einen Prozess, dem entlang des Begriffspaars „Wachstum und Widerstand“ nachgegangen wird. Die Widerstände, die mit Transformation verbunden sind, wurden auf dem Pop-up Campus nicht als Problem, sondern als erkenntnisreicher Lernvorgang aufgefasst: Der örtliche Gebäudebestand wurde spontan zu einem Campus und festlichen Eventraum umgewidmet. Zwischen der Software, dem Immateriellen, der Begriffsauslegung, und der Hardware der materiellen Umsetzung verorteten sich wertvolle Lern- und Verhandlungsprozesse.

Pop-up bedeutet „plötzlich auftauchen“, und „Campus“ ist ein etablierter Begriff, der je nach Zeitpunkt und Kontext unterschiedliche Ausprägungen erfahren hat. Die Verbindung von „Pop-up“ als plötzlich entstandene materielle Adaption mit „Campus“, als verbindende Institution, verlief nicht so selbstverständlich, wie es die Begriffe vermuten lassen.

Das ehemalige Casino wurde zum Biotop. Die Pflanzen sollten das Raumklima beeinflussen.
© Laura Weber

Anders als beim digitalen Pop-up-Dialogfenster, dessen grafische Benutzeroberfläche vorbereitete Inhalte anbietet und zweckbestimmte Interaktionen abfragt, bedurfte es beim analogen Pop-up eines widerspenstigen Prozesses, den die Neuordnung von noch Unvorbereitetem und ursprünglich anderen Zwecken Dienendem abverlangt. Zunächst einmal galt es, den Gebäudebestand, so wie er vorgefunden wurde, auf sich wirken zu lassen. Beim Arbeiten im Bestand wurde unvermeidlich offensichtlich, was im Entwurfsstudio auf dem universitären Campus oder am Schreibtisch in der Berufspraxis leicht übersehen werden kann: Es geht weniger um Form und Stil der Architektur als vielmehr um die Art und Weise, wie Entscheidungsprozesse zu baulichen Veränderungen führen. Nur selten konnten Entscheidungen über längere Zeit abgewogen werden. Es musste verwendet werden, was vorzufinden war. Beim Streben nach einer klimaneutralen gebauten Umwelt sind förmlich-ästhetische Gestaltungsmittel weniger relevant als die Erkundung des angemessenen Umgangs mit dem bereits Bestehenden. Es gilt, (ästhetisch) wertzuschätzen, was schon vorhanden ist. Unschärfen und Uneindeutigkeiten, die das Planen in ein Kontingent der Zukunft mit sich bringt, müssen ausgehalten werden. Transformatio-

nen wie die Bauwende oder die Pop-up-Adaptionen erfordern, etablierten und eingeschliffenen Haltungen und Architekturen, die sich kaum fügen lassen wollen, einen Kurswechsel zu verpassen. Die Wende betrifft gleichwohl das Konstrukt Bestandsgebäude wie das konstruierte Gedankengebäude. Etablierte Vorstellungen wie das traditionelle Bild des Campus oder konventionelle Formen der Informationsvermittlung mussten überwunden und neuen Lern- und Erfahrungsmöglichkeiten weichen. Auf dem Pop-up Campus wurde der Campus nicht als gegebene Raumkonfiguration verstanden, sondern als Aushandlungsgegenstand. Architektur ist weniger die Auseinandersetzung mit starren, architektonischen Objekten, als das „[...] Resultierende von Handlungen und Aktionen, mit denen die materiellen Dinge so in Bezug gesetzt werden, dass sie für den Menschen bedeutungsvoll werden [...]“.³ Das Gleiche galt bei der Umnutzung des Bestandsgebäudes. Der Pop-up Campus war ein dynamisches Event, und die Handlungen und Aktionen, die zum abschließenden Festival führten, bildeten eine Reihe an Reibungsstellen, die es zu überwinden galt. Damit das Projekt wachsen konnte, war es wichtig, sich nicht an widerstreitenden Interessen aufzureiben, sondern Konflikte auszuhalten und Widerstand konstruktiv zu begegnen.

Es wurde offenbar, dass ein Pop-up Campus wie eine Bauwende sich weniger abrupt vollziehen als zu vermuten oder zu erhoffen wäre. Die Bauwende als Wendepunkt und Diskontinuität der Gepflogenheiten im Bausektor ist ein langwieriger Prozess. Die Bauwende kann kein punktueller, genau datierbarer Wendepunkt sein. In der Regel sind historische Wendepunkte etwas nachträglich konstatiertes und prinzipiell Unvorhersehbares und selten etwas gezielt Herbeigeführtes. Auch wenn ein bestimmtes Ereignis in den Mustern des Überlieferten im Nachhinein als punktueller

³ Siehe: Jörg H. Gleiter: Architektur als philosophische Praxis, in: Die Architektur, 4/2019, 16. August 2019, URL: <http://derarchitektbda.de/architektur-als-philosophische-praxis/>

Umbruch erscheinen kann, resultiert ein umfassender Wandel meist aus einer Verkettung von Geschehnissen, die nicht isoliert herausgegriffen, sondern im Kontext verschiedenartiger Umstände und Konditionen gelesen werden sollten.

Ein wesentlicher Widerstand, der die Umsetzung der Bauwende begleitet, resultiert daraus, dass Zukunftsprobleme schwerer zu vermitteln sind als Gegenwartsprobleme. Die Ausmaße der globalen Umweltschädigungen waren auf dem Pop-up Campus nur indirekt spürbar. Dafür umso direkter die lokalen Problematiken von Transformation. Man spricht hier

von dem Problem der Diskontierung⁴: Häufig besteht ein Wertabschlag aufgrund von zeitlicher, räumlicher oder psychologischer Distanz. Das heißt, Konsequenzen, die eine fernere Zukunft, entfernte Orte und unbekannte oder gar ungeborene Personen betreffen, werden geringer gewichtet als früher eintreffende und persönlich unmittelbar betreffende Konsequenzen. Deshalb wurde der Versuch gewagt, Wissenschaft konfrontativ zu gestalten und von der Mikro- auf die Makroebene zu schließen. Rein kognitiv vermitteltes Wissen und Zahlenwerte sind wichtig zum Verständnis der klimatischen Situation, aber häufig nicht hinreichend, um Motivationsprobleme zu überwinden und zum Handeln zu bewegen. Deshalb verstand sich der Pop-up Campus als Eventraum, dessen temporäres Dasein in die Festivalwochen mündete. Durch das Zelebrieren der Bauwende und das Herstellen affektiver Bindungen der Besucherinnen und Besucher zum Gebäude wurde in einer sich zuspitzenden klimatischen Entwicklung ein bedeutungstiftender Prozess aktiviert. „In einer sich zunehmend differenzierenden, ja partikularisierenden Welt scheinen Events eine der wenigen Möglichkeiten zu sein, die dem spätmodernen Menschen noch die – situative, also zeitlich und räumlich begrenzte – Erfahrung von ‚Einheit‘ und ‚Ganzheit‘ erlauben, vor allem dadurch, dass sie Erlebnisformen anbieten, die nicht nur den ‚Intellekt‘, sondern alle Sinne ansprechen, also ‚Wirklichkeit‘ sinnlich fassbar und körperlich spürbar werden lassen.“⁵ Der Pop-up Campus verstand sich daher als etwas Außeralltägliches, das sich vom herkömmlichen Campus und seiner Wissensvermittlung differenzierte. Sein Ziel war, Besucherinnen und Besucher durch Irritation des Gewohnten spontan aus ihren Lebensroutinen herauszuholen und dadurch den kritischen Blick auf das Unscheinbare, aber auch das Altbekannte wie das ehemalige Bausparkassengebäude zu schärfen. „Aus dem Alltag herausgehobene, raum-zeitlich verdichtete, interaktive Performance-Ereignisse besitzen [...] eine hohe Anziehungskraft für relativ viele Menschen.“⁶ Bauwende hieß hier, bestehenden Ordnungen im Bausektor nicht länger affirmativ gegenüberzustehen. Denn gehört zu Pop-up nicht auch das Pop-uläre? Es ist förderlich, wenn die Bauwende als erfreuliches Ereignis statt als lästige Notwendigkeit wahrgenommen wird.

⁴ Vgl. Dieter Birnbacher: Klimaethik. Eine Einführung, durchgesehene und aktualisierte Ausgabe, Ditzingen 2022, S. 206.

⁵ Winfried Gebhardt/Ronald Hitzler/ Michaela Pfadenhauer (Hg.): Events. Soziologie des Außergewöhnlichen. Erlebniswelten, Bd. 2, Opladen 2000, S. 10 f.

⁶ Ebd., S. 12.

Pop-up Campus bedeutete auch Wachstum. Das Kollektiv rund um den Pop-up Campus, bestehend aus Studierenden, Lehrenden, Forschenden, Planenden und Stadtgesellschaft, wuchs mit der Metamorphose des Bestandsgebäudes. Netzwerke wurden gebildet, Ausstellungsräume konzipiert und gefüllt, Baugerüste aufgebaut, Möbel umgebaut, und Hopfenpflanzen wuchsen allmählich die Fassade empor.

Muss Pop-up schneller geschehen oder langsamer? Die Herausforderungen des Klimawandels werden einerseits mit fortschreitender Zeit ohne Beschleunigung der Bauwende immer schwerer zu meistern sein. Andererseits besteht ein Teil der Herausforderungen gerade darin, emissionsreiche Baudynamiken zu entschleunigen, beispielsweise durch Bau- und Abrissmoratorien. Das Konzept des Pop-up Campus als temporärer Eingriff und Lernerfahrung fördert die theoretischen und praktischen Fertigkeiten, derer es bedarf, um durch die komplexen und teils widerstandsreichen Kompromisse, die eine erfolgreiche Bauwende durchlaufen muss, zu navigieren.



Alltag auf dem Pop-Up Campus.
© Jakob Naujack

Material und Fügung

Marlon Brownsword mit Dr. Adria Daraban,
Philipp Goertz, Jakob Naujack, Lea Schwab

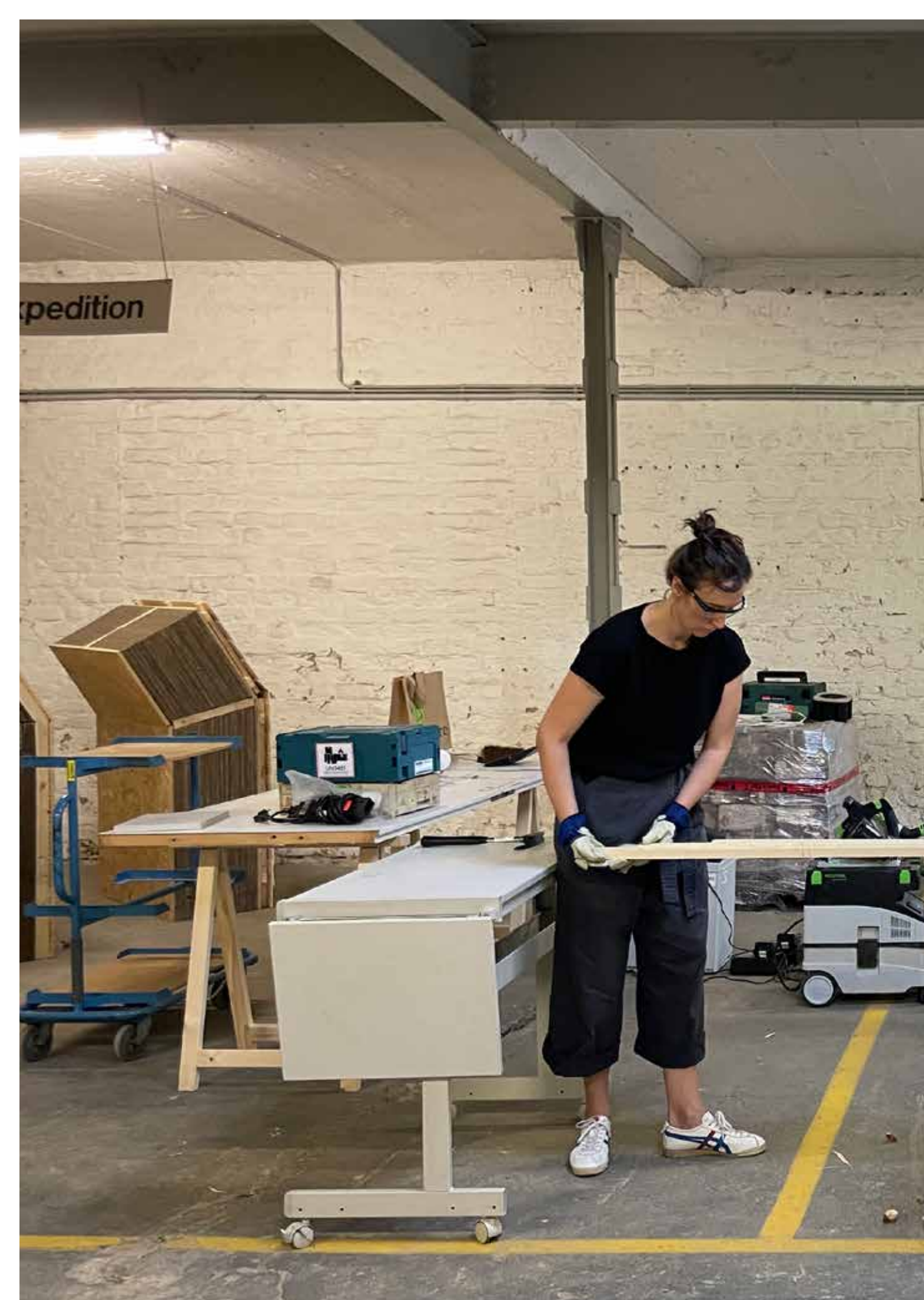
Bei all den Festivitäten, dem Jonglieren mit Begriffen, dem Zelebrieren des Umbaus und dem geselligen, transdisziplinären Austausch wurde stets darauf geachtet, dass der Pop-up Campus mehr als nur ein Spektakel war. Denn das belastende Wissen um die zunehmend aussichtslos werdende reale Situation des Klimawandels unterwanderte jegliches Treiben.

Viele junge Architektinnen und Architekten geraten angesichts verbrauchter Zukunftsperspektiven und akuter (Umwelt-)Bedrohungen beim Ausführen ihrer primären Berufung – dem Planen ressourcenintensiver Konstruktionen – in kognitive Dissonanz. Es war daher erleichternd, dass der Pop-up Campus einen Ort bot, an dem die Bedenken thematisiert wurden und zugleich unmittelbar mit schon genutztem, ohnehin vorhandenem Material experimentiert werden konnte. Denn zu bauen ist grundsätzlich optimistisch, egal wie groß oder klein die Geste des Eingriffs ist.

Im Anwendungskontext Pop-up Campus entwickelten Fachleute und die betroffene Öffentlichkeit gemeinsam Lösungsvorschläge. Der Campus war antizipativ, partizipativ und konstruktiv zugleich: Die Handlungen waren auf gesellschaftliche Wirkungen ausgerichtet, Interaktion fand unter real existierenden Kontextbedingungen statt, Innovationen wurden zur Anwendung gebracht. Alternative Bauweisen, erforscht an Universitäten im ganzen Land, bündelten sich kurzzeitig auf dem Pop-up Campus in Aachen. Bislang theoretische Auseinandersetzungen konnten vor Ort in der Praxis getestet werden. Spontane Ideen durften ohne Zögern in die Tat umgesetzt werden. Innovative Projekte wurden hier materialisiert und in die Räumlichkeiten integriert, denn die Bauwende kann gar nicht konkret genug werden.

Die Bauwende ist, wie viele andere Veränderungen auch, zuerst einmal unbequem. Das spürten nach längeren Diskussionen auch die Gäste auf den Sitzgelegenheiten aus ehemaligen Büroschränken der Bau-sparkasse. Das recycelte Mobiliar stand sinnbildlich für die Aufgaben des zukünftigen Bauens – die Priorität lag nicht auf der Bequemlichkeit, sondern auf Umnutzung und Wiederverwertung des Vorhandenen. Zu wenden ist unkomfortabel, und es erfordert den ein oder anderen großen Schritt zur Seite, um tief ausgetrampelten Pfaden den Rücken zu kehren und nicht sofort wieder in die alte Spur zurückzufallen, die das konventionelle Bauen hinterlassen hat. Der Pop-up-Campus wollte auch zu solchen Schritten motivieren und bot Freiräume, in denen spielerisch die Experimentierfreu-

Die Bauhütte des Pop-up
Campus. © Philipp Goertz



de und der Mut zu scheitern zurückgewonnen werden konnten, welche in vielen anderen Bildungseinrichtungen längst verlernt wurden.

Immer wieder wurde daher der Pop-up-Campus als Experiment verstanden. Für die Teilnahme am Pop-up Campus mussten Forschende die Labortüren weit öffnen, um ihre Projekte vom konventionellen Campus in die „reale“ Umgebung zu tragen und dort zu erproben. Seine Bezeichnung als Reallabor trifft insofern zu, als der Pop-up Campus mitgebrachte oder im Bestand spontan geschaffene, experimentelle Versuchsaufbauten beherbergte. Intendiert war nicht, historisch gewachsenen Zusammenhängen fremde Ordnungen aufzudrängen, sondern von den vorhandenen Begebenheiten zu lernen. Anders als im traditionellen Labor wurde hier vermieden, vereinfachte und geordnete Modellwelten zu erzeugen, in denen Experimente hervorsehbar gestaltet werden. Das typische Labor ist ein Ort künstlicher Ordnungen, an dem Einflussgrößen vorselektiert werden, um optimale Experimentbedingungen zu erreichen und unerwartete Faktoren auszuschließen. Das Labor auf dem behüteten universitären Campus ist eine Vereinfachung der überwältigenden, nicht kuratierten Wirklichkeit. Um diszipliniert zu arbeiten, muss isoliert und ausschnitthaft betrachtet werden; es muss dekontextualisiert werden. Das Reallabor des Pop-up Campus durchkreuzte die ideale Versuchsanordnung: Es rekontextualisierte, förderte Netzwerke und überwand disziplinäre Grenzen. Der Pop-up Campus war ein Ort, an dem „[...] zuvor aus ihrer ursprünglichen Umgebung herausgelöste Diskursfragmente erneut eingebettet und kon-

textualisiert“⁷ wurden. Das Reallabor fördert transdisziplinäres Denken und aktiviert Lern- und Verhandlungsprozesse, die außerhalb der selektiven Reduktion in der Modellwelt des regulären Labors unumgänglich sind. Der Pop-up Campus wirkte der Isolation der wissenschaftlichen Fachdisziplinen ausgleichend entgegen. Lernräume wurden vom formalen Bildungssystem entkoppelt, unvorhergesehene Situationen als praxisnahe Substitut für die Lehrveranstaltungen auf dem regulären Campus aufgefasst, denn neue Forschungsansätze erfordern zunächst neuen Raum zur Entfaltung. Beim Umgang mit dem Bestand werden Erwartungssicherheiten zwangsläufig immer wieder unterlaufen. Eben das meint das Präfix „Real-“ am Labor. Die großen Herausforderungen der Bauwende liegen nicht allein in der Produktion von Informationen oder der Erforschung technologischer Ausrüstung, sondern in der Überwindung lokaler und globaler Hürden bei der materiellen Umsetzung der Bauwende in der komplexen Wirklichkeit.

Im Reallabor muss mit dem Unvorhergesehenen gerechnet werden. Der Pop-up Campus legte Hindernisse offen, bei deren Überwindung wir lernen und wachsen. Erst wenn wir unser geschütztes Umfeld verlassen, sind wir mit dem konfrontiert, was wir noch nicht gänzlich begreifen – etwa der Bauwende. „Praktisches Handeln führt zu einem tieferen Verständnis. Durch Materialisierung von Wissen und Fähigkeiten in der Praxis manifestiert sich Verständnis als verkörperte Form und wird nutzbar. Der

⁷ Simon Meier/Gabriel Viehhauser-Mery/Patrick Sahle, Hrsg. Rekontextualisierung als Forschungsparadigma des Digitalen. Schriften des Instituts für Dokumentologie und Editorik, Band 14. Norderstedt 2020.

Ort der Praxis wird zum Lernraum.“⁸ Es gab dabei Zufälligkeiten, glückliche und unglückliche Fügungen. Mal musste mehr verändert werden, mal weniger.

Im Gebäude, das der Pop-up Campus werden sollte, waren standardisierte Büroräume und entsprechendes Inventar vorzufinden. Der Bau aus den 1970er-Jahren war das Ergebnis einer Raumproduktion, die den damaligen Anforderungen der Arbeitswelt entsprach und nun sorgfältige Aufmerksamkeit erforderte, um zu einer neuen Lebenswelt zu werden. Gebäude wie Institutionen sind auf Dauer ausgelegt. In diesem Fall hatte das Gebäude die Institution der Aachener Bausparkasse überdauert. Die Bauwende keimt in solchen Diskontinuitäten von Entwicklungslinien. Die von früheren Konventionen und Habitus geformte Struktur ist der Ausgangspunkt für Innovation. Unweigerlich traten Akteurinnen und Akteure sowie das Publikum in ein Zwiegespräch mit dem materiellen Erbe und den Ordnungen derjenigen, die es hinterlassen hatten. Eine genaue Betrachtung der Spuren offenbarte die Bedingungen, die sie hervorgebracht hatten.

Anders als Experimente im herkömmlichen Labor ist das Experiment Pop-up Campus nicht exakt reproduzierbar, und die Faktoren, die zu dessen Gelingen beitragen, sind keine allgemeingültigen numerisch erfassbaren Variablen. Das Ergebnis ist abhängig von den vorgefundenen Ressourcen im Bestand, der Anpassungsfähigkeit des Materials, den sozialen und rechtlichen Rahmenbedingungen, der vorhandenen Architektur als Bedeutungsträgerin kollektiver Werte wie beispielsweise ästhetische Wertschätzung und vor allem von den Beteiligten. Wie sich all diese Aspekte

fügen, muss im Einzelfall evaluiert werden. Es gibt zwar besondere Kennzeichen des Pop-up Campus, wie seine adaptive und temporäre Existenz, aber zugleich kann es kein allgemeingültiges Pop-up-Rezept geben, das seriell reproduzierbar gemacht werden könnte. Jedes Bestandsgebäude und jeder städtische Kontext ist eigen.

Nichtsdestoweniger bleibt zu hoffen, dass Pop-up-Adaptionen von Bestandsgebäuden an Zahl und Bedeutung zunehmen – dass sie möglichst verlustfrei von der Mikro- auf die Makroebene überführt werden. Für eine gelungene Bauwende braucht es Orte, an denen Innovations- und Bildungsaktivitäten ineinandergreifen. Der Schriftzug „Bauwende“ – der gelbe „Überbau“ – ist im Paket archiviert und steht bereit, um erneut als symbolischer Richtungsweiser „aufzupoppen“. Die Festivalgäste sind in ihren Alltag zurückgekehrt. Doch der Campus kann auch in Zukunft erneute spontane Kontextverschiebung vertragen. Trotz des vergänglichen Konzepts und gründlichen Aufräumens hat das Projekt bleibende Erfahrungen hinterlassen. Über den Moment des „Aufpoppens“ hinaus hat der Pop-up Campus bleibend dazu beigetragen, herauszufinden, was die Bauwende bedeuten wird.

⁸ Momoyo Kaijima: Was ist ein Lernraum?, in: Nora Dünser/Mirko Gatti/Franziska Gödicke/Momoyo Kaijima/Grégoire Farquet/Christoph Hölscher/Beatrix Emo (Hg.): Learning spaces. ARCH+, Nr. 249, 55. Jg., September 2022, Berlin, S. 14.

MMA

BAU

CAAMM

3

TA
TA
TA
OO
OO

Die Ausstellung auf
dem Pop-Up Campus

Bauwende in vier Thementischen

Marlon Brownsword mit Dr. Adria Daraban,
Philipp Goertz, Jakob Naujack, Lea Schwab

Stell dir vor, es ist Klimastreik und alle gehen hin! Dass unser Planet in einem intakten Zustand erhalten werden muss, ist Konsens, und kaum jemand lässt sich finden, der dagegen ist. Ebenso unbestritten ist, dass die Summe aller Baumaßnahmen, einschließlich des vorangehenden Rohstoffabbaus und -transports sowie der nachfolgenden Instandhaltung und Modernisierung, derzeit einen wesentlichen Teil zu Klima- und Umweltschäden beiträgt.¹ Das Baugeschehen unverändert weiterzubetreiben hat angesichts der akuten klimapolitischen Ziele nur wenige bekennende Befürworter. Konfliktreicher wird es jedoch, wenn es um die Dringlichkeit, die Legitimität der Mittel zum Zweck, die ästhetische Wertschätzung von Bausubstanzen, die Präferenz von Baumaterialien und die Effizienz technologischer Lösungsansätze im Bausektor geht. Deshalb wurden die Projekte im Rahmen des Pop-up Campus in vier Themengebiete geteilt. An den jeweiligen Thementischen begaben sich die Projektbeteiligten, geladene Fachleute sowie Vertreterinnen und Vertreter der Stadtgesellschaft in Aushandlungsprozesse rund um die Deutung und Ordnung der Bauwende.

¹ Siehe z. B.: BBSR-Online-Publikation NR. 17/2020: Umweltfußabdruck von Gebäuden in Deutschland. Kurzstudie zu sektorübergreifenden Wirkungen des Handlungsfelds „Errichtung und Nutzung von Hochbauten“ auf Klima und Umwelt. <https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/bbsr-online/2020/bbsr-online-17-2020.html>

Zwischen den vier Thementischen bestand ein „konflikthafter Konsens“² über die Bauwende. Die Thementische stimmten in Bezug auf den grundsätzlichen sozial-ökologischen Bedarf einer Bauwende überein, unterschieden sich jedoch hinsichtlich ihrer inhaltlichen Auslegung und ihrer praktischen Umsetzungsstrategien. Der Ressourcenverbrauch im Bausektor soll zirkulär werden, nicht aber die Gespräche darüber. Es besteht nach wie vor eine Diskrepanz zwischen der Anerkennung klimaethischer Verpflichtungen und der tatsächlichen Umsetzung dieser Verpflichtungen in Handlungen. Rein kognitiv vermittelte Risiken in Form von numerischen Daten zu klimatischen Entwicklungen und Zielsetzungen sind notwendig und alarmierend, aber allein offenbar noch nicht hinreichend, um die materielle Umsetzung von Transformationen in Gang zu setzen.³ „Als sehr viel wirksamer erweisen sich Rollenspiele und Konfrontationen mit konkreten Verhaltensalternativen, die die Affekte stärker mobilisieren als pure Information.“⁴ Bauwende zu erlernen bedeutet, sich jenseits von Informationskonsum und -produktion zu wagen. Gerade deshalb verfolgte der Pop-up Campus den Anspruch, unmittelbaren, interdisziplinären Austausch zu provozieren und die Öffnung wissenschaftlicher Forschung

in Richtung Öffentlichkeit anzuregen. Für eine Kooperation zwischen verschiedenen Disziplinen, Fachleuten, Kunst und Politik sowie der Öffentlichkeit ist eine ungezwungene Kommunikation erforderlich. Es reicht aber nicht, wenn diese parallel verläuft. Die Kooperation wird fruchtbar, „wenn einer den anderen ins Handwerk pfuscht. [...] Erst dann, wenn der Soziologe den Ökonom auf dessen eigenem Gebiet durch soziologische Argumente unsicher macht, wenn der Techniker dem Soziologen die Grenzen seiner Denkweise aufzeigt und der Künstler mit seinen gestalterischen Ideen den Techniker mit neuen Themen beunruhigt, kommt eine Zusammenarbeit, die die Schäden der Spezialisierung überwindet, zustande.“⁵

Auf dem Pop-up Campus wurde die Konfrontation verschiedenartiger Denksätze gefördert. Dazu teilten sich 31 Projektbeteiligte ein gemeinsames Dach und öffneten die Labortüren für die Öffentlichkeit. Es galt, unvorhergesehene Netzwerke zu bilden sowie Konflikt und Widerspruch als etwas Gewinnbringendes zu verstehen. Bauwende meint hier kontinuierliche Konfrontation. Es gibt keinen bestimmten Punkt, an dem man sagen könnte, dass diese Konfrontation enden würde, da eine perfekte Bauwende erreicht wäre. Womöglich können keine zweifelsfreie, rationale Lösung

² Chantal Mouffe: Agonistik: Die Welt politisch denken, 2. Aufl., Berlin 2021 [2014], S. 200.

³ Vgl. Dieter Birnbacher: Klimaethik: eine Einführung, durchgesehene und aktualisierte Ausgabe, Ditzingen 2022, S. 171–185.

⁴ Ebd., S. 181.

⁵ Hans Paul Bahrdt: Humaner Städtebau. Überlegungen zur Wohnungspolitik und Stadtplanung für eine nahe Zukunft, 7. Aufl., München 1977, S. 12.

zur Bauwende und kein eindeutig vernünftiger Konsens erreicht werden. Denn im Sinne des Begriffs der Agonistik, auf den sich die Politikwissenschaftlerin Chantal Mouffe bezieht, dient die Konfrontation nicht dazu, ausschließende Gegensätze zwischen Freund und Feind zu schüren, sondern vielmehr dazu, die Legitimität gegenläufiger Forderungen anzuerkennen und zu verhandeln.⁶ Die Bauwende ist nicht apodiktisch, und es wäre nicht zielführend, nur die Aspekte herauszugreifen, die die eigene Spezialisierung betreffen. Ebenso wäre es fehlleitend, die Bauwende als rein baulich-architektonisches Projekt zu verstehen, wenn es doch einer holistischen Betrachtung bedarf, die gleichsam alle anderen Disziplinen betrifft. Stattdessen sollte die fortwährende Möglichkeit von Widersprüchen akzeptiert und konstruktiv in einem kollektiven Verständnis wirksam gemacht werden. Die Bauwende bleibt Verhandlungssache. So wurden unterschiedliche Erwartungen an die Bauwende in Bezug zueinander – „zu Tisch“ – gesetzt. Ein Pop-up Campus bietet die Chance, disziplinäre Grenzüberschreitungen zu pflegen und sich temporär auf unsicherem Boden außerhalb des etablierten Universitätscampus zu bewegen.

Die nachfolgend vorgestellten Projektbeiträge des Pop-up Campus sind, wie während der Festivalwochen vor Ort, in die vier Felder der Thementische geteilt. Gemeinsam ist ihnen das Adverb „anders“:

„Anders mit Ort und Bestand umgehen“, „Anders mit Material umgehen“, „Anders planen und konstruieren“ sowie „Anders mit (Bau-)Technik umgehen“. In den Diskussionen wurde versucht, den auf der Makroebene immens wachsenden Diskurs rund um „Nachhaltigkeit“ und „Klimaneutralität“ auf einer Mikroebene in den Tischgemeinschaften wiederzuerkennen und fortzusetzen.

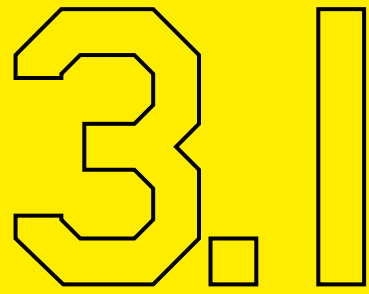
Beim Navigieren durch die komplexe Diskurslandschaft um die Bauwende stellen sich ähnliche Fragen wie bei der Zusammensetzung einer Tischrunde: Wen lädt man ein? Neben wen möchte man sich setzen? Mit wem will man ins Gespräch kommen? Sind es zu viele oder zu wenige verschiedene Positionen für einen erkenntnisreichen Austausch? Sollten Alternativen, die zuvor unter den Tisch gefallen sind, wieder ins Spiel gebracht werden? Unterhält man sich nur mit bereits befreundeten Gästen, deren Position im Diskurs man teilt, oder auch mit noch Fremden, die gar entgegengesetzte Haltungen vertreten? Trifft man auf die immer gleichen „Tagungsnomaden“ oder interveniert die lokale Öffentlichkeit? Haben sich bereits Tischfreundschaften verfestigt? Sind wir gedanklich an einem Stammtisch mit Fachleuten, die sich seit Jahren wiederkehrend versammeln, um ein spezifisches Gebiet isoliert zu betrachten? Ist es notwendig, „zwischen den Stühlen zu sitzen“, um die Bauwende ganzheitlich zu denken?

⁶ Mouffe, 2021 [2014], S. 200.

Genau diese Gefahr der isolierten Betrachtung einer Bauwende durch Fachspezialisierung galt es abzuwenden. Der Teilung in differenzierte Fachbereiche könnte stattdessen institutionell integrativ entgegengewirkt werden. Jedem Schritt der erforderlichen, selektiven Betrachtung spezifischer Aspekte der Bauwende sollte gleichsam mit integrativen Plattformen wie dem Pop-up Campus begegnet werden. Die Themenfelder durchmischten sich, und es wird dazu eingeladen, auch die Projektbeiträge so zu lesen. Die Umsetzung der Bauwende benötigt genau diese Prozesse des interdisziplinären, agonistischen und ganzheitlichen Austauschs.

So liegt es nicht fern, auch die Räumlichkeiten für solch einen Austausch sowie die Pop-up-Ausstellungskonzeption „anders“ zu verstehen. Bei der Planung von Ausstellungen für Innovationsprojekte in

einem Bestandsgebäude, das ursprünglich nicht als Ausstellungsraum vorgesehen war, ist es vorteilhaft, einen musealen Charakter zu vermeiden. Auf dem Pop-up Campus wurde Baukultur in lebendigen Festivals vermittelt. So wurde Respekt für das historische Bestandsgebäude aufgebaut, während die Ausstellung zugleich stets die Bedürfnisse der Gegenwart und der Zukunft adressierte. Die Projekte in ehemaligen Bürozeilen wurden interaktiv begriffen und fügten sich individuell in die gewandelte Ordnung. Nur so fanden sich ungeplante Möglichkeiten zur spontanen Adaption der Gebäudestruktur. Im Folgenden schildern die beteiligten 31 Projektgruppen ihre Erlebnisse bei der Aneignung des Bestandsgebäudes und während des Pop-up Festivals, ihre Auslegung der Bauwende und ihre Forschungsansätze.



Anders mit Ort und Bestand umgehen

Die Forschungsprojekte zum Thema „Anders mit Ort und Bestand umgehen“ setzen sich mit grundlegenden Fragen der Bauwende auseinander. Wirtschaftliche Interessen werden den Faktoren Klimawandel und Baukultur gegenübergestellt. Wie lassen sich wirtschaftliche Interessen, baukulturelle Werte und die politische Zielsetzung von Klimaneutralität vereinbaren? In den folgenden Projekten spielen Maß und Zeit eine wichtige Rolle. Die Ansätze der Projektteilnehmenden wägen Abriss, Erhalt und Umbau von Bestandsgebäuden gegeneinander ab, analysieren die Nutzung städtischer Räume und erforschen die Prozesse der Wiederverwertung von Materialien. Die Projekte konkretisieren die abstrakte Ebene einer Bauwende und bringen Definitionen von Baukultur ins Spiel, die Ästhetik als Faktor für zukünftige Entwicklungen des Umbaus nutzen.

**Seeing Building Living
CIRCULARITY**

Urban Sustainability Transition Lab

Stadtsaal

Campusmobiliar

Umbau oder Abbau + Aufbau

**„Hässliche Entlein“. Nachhaltigkeit
als Problem der Ästhetik**

Außenräume der Stadt

**Klimaneutraler erhaltenswerter
Gebäudebestand**

Seeing Living Building CIRCULARITY

Im Projekt „Seeing Living Building CIRCULARITY“ wurden mittels verschiedener Medien, Demonstratoren und Ausstellungskomponenten die Prinzipien und die Mechanismen, die im Planungsprozess die Kreislauffähigkeit in der gebauten Welt bestimmen, erlernt, experimentell angewendet und spielerisch direkt erlebt. Dies erfolgte über eine Synthese aus Forschung, angewandter Lehre und digitalen Technologien.

Noch nie waren sich Gesellschaft, Forschung und Politik so einig über die Gefahr des aktuell als unvermeidbar erscheinenden Kollabierens der Umwelt. Eine Kursänderung in der Handhabung der Themen Nachhaltigkeit wie Klimaschutz, Ressourceneffizienz und Kreislauffähigkeit seitens Industrie, Gesellschaft und Politik ist von höchster Dringlichkeit. Das Projekt verfolgt die Auffassung, dass diese Kursänderung nur durch die Aktivierung und Integration von Forschung und Lehre, die schnelle Entwicklung und Implementierung innovativer Technologien und die Bildung der breiten Öffentlichkeit über die mit der Kreislauffähigkeit und der Ressourceneffizienz verbundenen Herausforderungen sowie die wissenschaftlich verifizierten Möglichkeiten ihrer Bewältigung erreichbar ist. Damit werden die Voraussetzungen für die Realisierung der Bauwende geschaffen.

Die Grundlagen einer Bauwende

Die Dringlichkeit verlangt, dass Forschungsmethoden entwickelt und schnell auf ihre Wirksamkeit und Umsetzbarkeit in der Praxis getestet werden. Die enorme Anzahl vermeintlicher Lösungen, die sich allzu oft als Greenwashing herausstellen, verlangt nach einer substanziellen Aufklärung der Öffentlichkeit und einer fundierten Ausbildung derjenigen, die die gebaute Welt planen und realisieren und ihre Performanz über die nächsten Jahrzehnte bestimmen. Eine aktive Kollaboration mit der Öffentlichkeit ist genauso notwendig wie eine Aktivierung der Studierenden in der Forschung und in der Entwicklung neuer Lösungsansätze. Ein Gelingen der Bauwende beruht somit auf drei Säulen:

1

Forschung und Wissenschaft als Generatoren wissenschaftlich fundierter Methoden und Ansätze für Lösungen in Synergie mit Ausgründungen und Start-ups, die Tools, Produkte und Dienstleistungen für die Praxis weiterentwickeln und zur Marktreife bringen. Ein Beispiel bietet der

Kooperationspartner GREENbimlabs GmbH, eine Ausgründung des Lehr- und Forschungsgebiets „Bauplanung und Baurealisierung“ der RWTH Aachen University. Auf Grundlage seiner Forschung im Bereich „Simulation und Optimierung der Kreislauffähigkeit und Ressourceneffizienz in BIM-basierten Projekten“ galt es, eine marktfähige Technologie zu entwickeln und ein Start-up zu gründen. Das Unternehmen arbeitet inzwischen mit einer Vielzahl führender deutscher und europäischer Architektur- und Ingenieurbüros, mit internationalen Material- und Produktherstellern und in der Standard- und Richtlinienentwicklung rund um die Themen Nachhaltigkeit, Ressourceneffizienz und BIM-unterstützte Nachhaltigkeitsmodellierung mit Industrievereinigungen und Branchenvertretern.

2

Die Ausbildung der nächsten Generation Studierender in Architektur, Ingenieurwesen und verwandten Fachgebieten, die für die Notwendigkeiten einer Bauwende sensibilisiert und mit wirkmächtigen Methoden und Tools ausgestattet werden müssen, um Greenwashing zu erkennen und zu vermeiden. Bereits im Rahmen des Studiums sollen Praxisanwendungen neue Standards, Denkweisen und kritisches Hinterfragen fördern.

3

Bildung und Involvierung der Öffentlichkeit erfordern Aufklärung über die aktuelle globale Situation und Sensibilisierung für Ressourcenknappheit und Ressourcenverschwendung. Die Prinzipien und Methoden der Kreislaufwirtschaft und des Urban Mining gilt es, allgemeinverständlich zu vermitteln. Diese Kommunikation in die Öffentlichkeit sollte zu einem festen Bestandteil der Forschung werden.

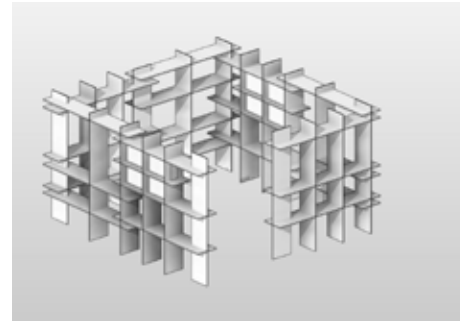
Der Demonstrator

Im Zentrum der Ausstellung und als Hub fungierend stand die Struktur des Demonstrators, den Studierende der Architektur aus modularen, wiederverwendbaren, recyclingfähigen und rezyklierten Materialien gebaut hatten. Indem entsprechende Verfahren, Verbindungen und Formate zum Einsatz kamen, war das Prinzip „Zero Waste“ ebenso befolgt wie

weitere Anforderungen der Kreislauffähigkeit durch die Möglichkeit des Wiederaufbaus der Struktur sowie der multifunktionalen Weiterverwendung, ihrer Skalierbarkeit und Erweiterbarkeit. Die Kreislauffähigkeit und die optimalen Möglichkeiten für die Wiederverwendung von Materialien wurden mit der Aikana-Technologie ermittelt. Aikana basiert auf den Methoden und Konzepten für die Bewertung und Optimierung der Kreislauffähigkeit in BIM-basierten Projekten, entwickelt in der Forschung am Lehr- und Forschungsgebiet Bauplan der RWTH Aachen University.

VR-Game

Diese Methoden und Lösungskonzepte waren die Basis der entwickelten Spielszenarien für das VR-Game, das das Publikum in die Perspektive der Architektinnen und Architekten versetzte, um nachzuvollziehen, wie die Entscheidungen bei der Errichtung eines Bauwerks Einfluss auf unsere Umwelt und Zukunft nehmen, welches Gewicht der anthropogenen



Oben: Die Platten für den Prototyp werden geschliffen und poliert. © GREENbimlabs GmbH

Oben rechts: Aufbau des Prototyps im Ausstellungsraum. © GREENbimlabs GmbH

Unten rechts: Perspektive des Prototyps aus dem Revit-Modell, das für die Produktionspläne verwendet wurde. © GREENbimlabs GmbH

Welt zukommt, welche Maßnahmen kurz- und langfristig sinnvoll und welche weniger zielführend sind. Provokationen im Spiel und in den Spielaufgaben sollten insbesondere auf verbreitete „Trends“ und „Hypes“ in den Medien und in der architektonischen Praxis aufmerksam machen, die aus wissenschaftlicher Sicht wenig wirksam wären oder gar als Greenwashing gelten würden und die es zu hinterfragen gilt.

Ausstellung

Die Ausstellung bestand aus Beiträgen von Studierenden aus den Lehrveranstaltungen „Urban Mining and Circular Buildings“ und „Future Sustainability“.

In der Lehrveranstaltung „Future Sustainability“ erhielten Studierende die Aufgabe, die Zukunft der Nachhaltigkeit zu denken, kommende Probleme, die sich aus aktuellen Tendenzen antizipieren lassen, zu definieren und proaktiv Lösungsansätze zu entwickeln. Es war ihnen freigestellt, Kreislauffähigkeit, Abfallvermeidung, Klima, Wasser, Dürre oder Ressourcen ins Zentrum ihrer Überlegungen zu stellen, eine utopische oder eine dystopische Richtung einzuschlagen und auf welcher Ebene der Lösungsansatz entwickelt werden sollte, das heißt, ob sie beim Material, Produkt oder Gebäude, bei der Technologie oder auf Stadtebene ansetzen würden. Die Lösung musste nicht unmittelbar realisierbar sein, allerdings sollte nachvollziehbar und glaubwürdig erläutert werden, warum sie in der Zukunft realisierbar wäre.

Die Lehrveranstaltung „Urban Mining and the circular Building“ war ein Forschungsmodul über zwei Semester und verfolgte zwei Ziele: Studierende mit den Methoden, Standards und der Best Practice der Forschung vertraut zu machen und ihnen die Möglichkeit zu geben, ein für sie relevantes Thema aus dem Bereich „Ressourceneffizienz und Kreislauffähigkeit“ selbst zu erforschen. Die Lehrveranstaltung 2022/23 nahm das Thema „Bauen mit Holz“ in den Fokus und beschäftigte sich insbe-

sondere kritisch mit der Frage, ob Bauen mit Holz uneingeschränkt und immer einen positiven Beitrag zu Klima-, Ressourcen- und Umweltschutz darstellt. Daraus ergaben sich weitere Überlegungen: Wo sind die Grenzen des Systems? Welche Parameter lassen sich anwenden und wann kann das System kippen? Welche Rolle spielt dabei das CO₂-Absorptionsvermögen der lebendigen Wälder, und in welchem Verhältnis steht dieses zu den reduzierten Emissionen, die der Ersatz mineralischer Baustoffe durch Holz bewirkt? Welche Relevanz und welche Ursache besitzt die sehr niedrige Kreislauffähigkeit von Holz und Holzprodukten und kann diese optimiert werden?

Die Projekte wurden im Demonstrator in drei verschiedenen Formaten präsentiert: als Poster, Booklets und als drei- bis fünfminütige Videos, die in Dauerschleife ausgestrahlt wurden und in denen die Studierenden

leicht verständlich die Ergebnisse aus den Projekten erklärten; sowie als kurze Statements und Fakten, die in die Flächen des Demonstrators mit den Porträts und Namen der jeweiligen Studierenden eingefräst waren. Diese Platten durften die Urheberinnen und Urheber nach der Ausstellung mitnehmen.

Weiterverwendung der Ergebnisse

Nach dem Abbau auf dem Pop-up Campus wurde der Demonstrator für die Vorstellung und Verteidigung mehrerer Masterarbeiten wiederaufgebaut und genutzt. Das gesamte Projekt wurde im Rahmen der Jahresausstellung 2023 der Fakultät für Architektur unter dem Motto „Wege zu Klimaneutralität“ wiederaufgebaut und noch mal vorgestellt. Bei ihrem Besuch auf dem Pop-up Campus wurden der Leiterin des Schülerlabors am Forschungszentrum Jülich Konzept und Ziel des VR-Games vorgestellt. Im Gespräch entstand die Idee, ein gemeinsames Forschungsvorhaben mit einem Konsortium aus Vertreterinnen und Vertretern von Schulen und Forschungseinrichtungen zu initiieren, in dem das Spiel fortentwickelt, erweitert und verfeinert wird, um es an Mittelschulen zur frühzeitigen Bildung und Sensibilisierung für Themen der Nachhaltigkeit und für die altersgemäße Vermittlung aktueller Forschungsergebnisse in diesem Bereich zur Verfügung zu stellen.

Beteiligte

Dr. Stanimira Markova

(Leitung und Koordination) RWTH Aachen University, Lehr- und Forschungsgebiet „Bauplan“, Forschungsbereich „Future technologies for the comprehensive building sustainability“

GREENbimlabs GmbH

Urban Sustainability Transition Lab

Welche ökonomischen und sozialen Effekte entstehen bei der Schließung von Stoffkreisläufen im Bauwesen? In dem Ausstellungsbeitrag zum Urban Sustainability Transition Lab konnte interdisziplinäre Forschung zum Einsatz und zur Leistungsfähigkeit von rezyklierter Gesteinskörnung nachvollzogen werden. Ziel war es, mittels selbst hergestellten Prüfkörpern aus ressourcenschonendem Beton (R-Beton) zu zeigen, dass mineralische Materialien aus dem Rückbau von Gebäuden hochwertig wiederverwendet werden können. Dargestellt wurde der gesamte Materialkreislauf vom Abbruch bis zur Weiterverwendung als Rezyklat. In einem Workshop mit Akteurinnen und Akteuren der gesamten Wertschöpfungskette Bau aus der Region Aachen konnten Impulse für ein Umdenken hin zu kreislaufgerechterem Bauen gesetzt werden.

Das vom Land NRW geförderte Forschungskolleg Verbund.NRW untersucht die Kreislaufführung von Stoffströmen im Bauwesen. Promovierende der RWTH Aachen University und der FH Münster betrachten den ressourceneffizienten und kreislaufgerechten Einsatz von komplexen Verbundwerkstoffen aus technischer, ökonomischer, ökologischer und soziologischer Perspektive. Voraussetzungen für die Bauwende sind die Schließung von Stoffkreisläufen und die Gestaltung von Transformationsprozessen hin zu einer Circular Economy. Da es hierbei eine Vielzahl komplexer, ineinandergreifender Anforderungen zu berücksichtigen gilt, kann ein Beitrag zu einer nachhaltigen Kreislaufwirtschaft nur gemeinsam geleistet werden: im interdisziplinären Austausch und im ständigen Dialog mit all denjenigen, die in der Praxis am Lebenszyklus von Baumaterialien beteiligt sind. Neben einzelnen Promotionsvorhaben unterstützt das Kolleg daher Aktivitäten, die Wirkung und Sichtbarkeit der Forschung im Praxisumfeld fördern.

Der Pop-up Campus gab den Promovierenden den Raum, mit der interessierten Öffentlichkeit in den Dialog zu treten und interdisziplinäre Forschung zugänglich zu machen. Wegen seines hohen Potenzials der Ressourceneinsparung bot es sich an, den Sekundärbaustoff R-Beton aus unterschiedlichen fachlichen Perspektiven zu betrachten. Die Ergebnisse



Oben links: Prüfkörper mit 20 % Anteil rezyklierter Gesteinskörnung. © Sonja Stahn

Unten links: Die Abbruchmaterialien nach Korngrößen klassifiziert. © Sonja Stahn

Rechts: Ausstellungsraum auf dem Pop-up Campus. © Sonja Stahn



wurden noch während des Festivals zusammengeführt und mit dem Ausstellungspublikum diskutiert, um Impulse für ein Umdenken hin zu kreislaufgerechterem Bauen zu setzen.

Ausstellung und Workshop

Mit Prüfkörpern aus ressourcenschonendem Beton (R-Beton) wurde in Experimenten dargelegt, dass mineralische Materialien aus dem Rückbau von Gebäuden hochwertig wiederverwendet werden können. Durch die Beschreibung der bautechnischen Eigenschaften von Betonen aus rezyklierten Gesteinskörnungen (RC-GK) sollte gezeigt werden, wie sekundäre Materialien neu genutzt werden können und welchen Mehrwert diese für die Baubranche darstellen. Begleitend wurden durch einen Fragebogen Meinungen zu Recycling, Wiederverwendung und Umnutzung von Baumaterialien evaluiert.

Im Vorfeld der Ausstellung wurde ein Workshop mit Beteiligten aus der Praxis der Wertschöpfungskette Bau organisiert. Unter der Leitfrage nach ökonomischen, ökologischen und sozialen Herausforderungen beim Einsatz von RC-GK sollten konkrete Probleme benannt sowie Möglichkeiten der Etablierung von (Organisations-)Prozessen für Sekundärmaterialien erarbeitet und reflektiert werden. Die Ergebnisse des Workshops wurden ebenfalls im Rahmen der Ausstellung präsentiert.

Aufbereitung des Abbruchmaterials und Herstellung der Betonprüfkörper

Die Abbruchmaterialien – Bauschutt, Betonbruch und Ziegelsteine – wurden von der Firma BHR GmbH aus Würselen zur Verfügung gestellt, dort abgeholt und in das Aufbereitungstechnikum des Instituts für Anthropogene Stoffkreisläufe (ANTS) gebracht. Am ANTS wurden die Proben zerkleinert, gesiebt und sortiert sowie nach Korngrößen klassiert. Im nächsten Schritt wurden im Betonlabor des Instituts für Baustoffforschung

(IBAC) die Betonprüfkörper mit unterschiedlichen Anteilen an RC-GK hergestellt. Die natürliche Gesteinskörnung (GK) wurde zu 20, 45 und 90 Masseprozent substituiert. Der Zementanteil wurde, wie bei der Herstellung von R-Beton üblich, nicht signifikant verändert und in analogen Anteilen wie bei der konventionellen Betonproduktion eingesetzt. Mit steigendem Anteil der RC-GK war ein erhöhter Fließmitteleinsatz notwendig, da der Wasserbedarf durch die Porosität des Recyclingmaterials erhöht ist und somit die Fließfähigkeit des Betons abnimmt. In der Praxis wird der erhöhte Wasserbedarf der RC-GK durch eine gezielte Vorwässerung des Materials ausgeglichen. Die Betonwürfel wurden in Anlehnung an die DIN-Norm bei einer definierten Temperatur bis zum Erreichen einer bestimmten Festigkeit gelagert, um sie in der Ausstellung einer Druckfestigkeitsprüfung unterziehen zu können.

Erstellung der Ökobilanz

Ein weiteres Teilprojekt untersuchte die Frage, wie sich ressourcenschonender Beton im Vergleich zu Beton mit ausschließlich natürlicher GK unter ökologischen Gesichtspunkten verhält. Zur Bewertung des Umweltpotenzials erstellte Berfin Bayram (ANTS) in Zusammenarbeit mit Luca Reiter (IBAC) eine vergleichende Ökobilanz für die Verwendung von RC-GK in Beton mit unterschiedlichen Massenanteilen an natürlicher GK und RC-GK. Mit den Rahmenbedingungen einer Produktion unter Verwendung von Elektrizität nach deutschem Strommix und gleichem Zementbedarf

zeigte sich eine Verringerung der Umweltwirkungen mit zunehmendem Einsatz an RC-GK. Bei einer Nutzung regionaler Ressourcen aus urbanen Lagerstätten mit entsprechend kurzen Transportwegen war das Ergebnis ein ökologischer Vorteil von Beton mit höheren Massenanteilen an RC-GK gegenüber konventionellem Beton.

Organisation der Netzwerkveranstaltung

Eine Netzwerkveranstaltung, organisiert von Tabea Bongert und Jannis Gruß (STO, RWTH Aachen University), Ellen Sterk (IW, RWTH Aachen University), Linda Reinhart (CON, RWTH Aachen University) und Wojciech Walica (IWARU, FH Münster), gab Akteurinnen und Akteuren aus verschiedenen Bereichen der regionalen Kreislaufwirtschaft den Raum, ihre Erfahrungen zum Thema „Rezyklierte Baumaterialien: Chancen, Hemmnisse und Treiber für ihren Einsatz“ in einem Dialog zu teilen. Der Workshop wurde als ergebnisoffener Prozess im Austausch mit anderen Netzwerken, dem Runden Tisch Zirkuläre Wertschöpfung NRW und ReBAU, gestaltet.

Am 18. August 2022 kamen rund zwanzig Vertreterinnen und Vertreter von Abbruch- und Bauunternehmen, Architekturbüros, Umweltministerium und Stadtverwaltung im Foyer des Pop-up Campus zusammen. Impulsvorträge zur Baupraxis unter den Leitfragen „Welche Erfahrungen wurden mit der Herstellung von rezyklierten Baustoffen gemacht?“, „Welche Einsatzpotenziale gibt es im Hochbau und wie ist die regulatorische Perspektive?“ sowie „Welche Anforderungen braucht es für die Zukunft?“ eröffneten eine angeregte und bereichernde Diskussion.

Umfragen zur Akzeptanz von R-Beton

Umfragen haben gezeigt, dass eines der größten Hemmnisse beim Einsatz von R-Beton die fehlende Bekanntheit des Baustoffs bei den Planenden ist. Deshalb hat sich bislang keine wirksame Nachfrage gebildet. Dass sich rezyklierte Baustoffe auf dem Markt etablieren können, wenn sie nachgefragt werden, wurde in der Schweiz gezeigt. Die öffentliche Bereitstellung von Informationen ist daher essenziell. Begleitend zur Ausstellung wurden durch eine Publikumsbefragung die Akzeptanz gegenüber rezyklierten Baumaterialien und der potenzielle Einfluss auf die Meinungsbildung durch vergleichbare Veranstaltungen eruiert.

Ausstellung

Während der Festivalwochen konnten interessierte Besucherinnen und Besucher die hergestellten Betonkörper begutachten. Am Prüfstand ließ sich demonstrieren, dass auch mithilfe RC-GK hergestellte Betone die anforderungsgemäße Druckfestigkeit aufweisen. Die im Aufbereitungstechnikum zerkleinerten und in verschiedene Korngrößen klassifizierten

Ausgangsmaterialien wurden ebenfalls ausgestellt, um den Kreislauf vom Abbruch bis zur Weiterverwendung der RC-GK zu veranschaulichen. Mit Postern zu den technischen Anforderungen der Betonherstellung, zu den Ergebnissen der Ökobilanz und dem Resümee der Netzwerkveranstaltung fasste die Ausstellung die Ergebnisse der interdisziplinären Betrachtung des Sekundärrohstoffs zusammen. Die Ausstellung wurde abwechselnd von den Promovierenden des interdisziplinären Verbund.NRW-Teams und seinen studentischen Hilfskräften betreut und von Menschen aller Altersstufen mit und ohne Facherfahrung besucht.

Beteiligte

Dr. Sonja Stahn

(Koordination) RWTH Aachen University,
Lehr- und Forschungsgebiet Technologie der Energierohstoffe

Berfin Bayram

RWTH Aachen University, Institut für
Anthropogene Stoffkreisläufe

Tabea Bongert

RWTH Aachen University, Lehrstuhl
Technik- und Organisationssoziologie
und Institut für Soziologie

Vanessa Overhage

RWTH Aachen University,
Lehrstuhl für Textilmaschinenbau
und Institut für Textiltechnik

Linda Reinhart

RWTH Aachen University,
Lehrstuhl für Controlling

Luca Reiter

RWTH Aachen University,
Institut für Bauforschung,
Lehrstuhl für Baustoffkunde

Kai Schlögel

RWTH Aachen University,
Lehr- und Forschungsgebiet
Technologie der Energierohstoffe

Ellen Sterk

RWTH Aachen University,
Lehr- und Forschungsgebiet
Internationale Wirtschaftsbeziehungen

Wojciech Walica

FH Münster, Institut für Infrastruktur
Wasser | Ressourcen | Umwelt – AG
Ressourcen

www.verbund-nrw.de

Stadtsaal

Der Stadtsaal ist ein Reallabor der urbanen Transformation, in dem städtebauliche, soziale und technologische Fragen verhandelt werden. Ein Unort wurde mit minimalen Eingriffen zum innerstädtischen Raum transformiert. Mittels Neuprogrammierung finden hier unterschiedlichste Handlungen temporär und gemeinschaftlich statt.

Im Reallabor Stadtsaal werden im Sinne der transformativen Forschung städtebauliche, soziale und technologische Aspekte der Nachhaltigkeit anhand eines gebauten Objekts und seines Gebrauchs verhandelt. Die einander gegenüberliegenden Treppenabgänge führten ursprünglich unter einer Straße durch zum Bushof in Aachen. Seit Langem sind die verschlossene Unterführung und ihr Zugang die Antithese zu gelebtem Stadtraum. Doch besitzt der Treppenabgang sowohl atmosphärische als auch typologisch-formale Qualitäten, die ihn als zentralen Raum für öffentliche Versammlungen qualifizieren: gut erreichbar, im Zentrum, dennoch „sous terrain“ gelegen, sodass wer ihn besuchen will, aus dem belebten Stadtraum abtauchen muss.

Der Stadtsaal ist ein unkonventioneller Ort, es gibt keine routinieren Formen des Gebrauchs, diese müssen, können und dürfen entwickelt werden. Den Schnitt des Treppenraums als Scheibchen eines Amphitheaters zu verstehen und ihn zum „Stadtsaal“ zu ernennen bringt sowohl neue Möglichkeiten seines Gebrauchs als auch eine neue Wertschätzung für den Ort zum Ausdruck. Ein vernachlässigter, unterschätzter Raum der

Stadt wird als Ressource erkannt und mithilfe weniger präziser Eingriffe zu einem nutzbaren, gemeinschaftsstiftenden Raum transformiert: „Das Drecksloch soll zum Stadtsaal werden“, berichteten die *Aachener Nachrichten* am 20. August 2021.

Partnerinnen und Partner vor Ort fanden sich in der Nachbarschaft und unter den Geschäftsleuten rundherum, unter Mitarbeitenden der Stadtverwaltung, in sozialen Projekten und Initiativen wie Querbeet und Aachen Eden e. V. Die Vernetzung mit all diesen Akteurinnen und Akteuren fand im Stadtsaal statt und war Teil seiner Belebung. Die wenigen räumlichen Elemente wurden ressourcenschonend behandelt und in Richtung einer zukünftigen Verwendung ertüchtigt.

Nach einer intensiven Reinigung wurden die Wände verputzt. Sie erscheinen nun wertig und besitzen eine haptisch angenehme Oberfläche. Die Treppenstufen wurden mit wiederverwendeten Heizkörperabdeckungen belegt und können sowohl als Sitzplätze als auch zur Präsentation von Objekten genutzt werden. Die Beläge wurden gestrichen: Das Farbkonzept brachte Fröhlichkeit an einen Ort, der bisher grau, trostlos und verwahrlost war. Die tragende Dachkonstruktion wurde mit einem Gerüstbau umgesetzt, alle Elemente sind nach dem Abbau an anderer Stelle wieder ver-

wendbar. Die zusammenfaltbare Dachhaut besteht aus einem Bautextil, das durch seine funktionale Beschichtung Stickstoff bindet.

Der Stadtsaal besitzt Sichtbarkeit und Zeichenhaftigkeit im öffentlichen Raum und wird auf vielfältige Weise in Gebrauch genommen: Seminare, Kurzvorträge, Film- und Theatervorführungen, Konzerte, Partys, Märkte, Bastelkurse und Spielenachmittage finden hier über vorerst zwei Jahre statt. Es besteht die Option einer Verlängerung.

In der ehemaligen Unterführung am Fußpunkt der Treppe entstand eine Aquaponikanlage. Diese füllt den ungenutzten Raum mit neuem Leben und bespielt ihrerseits den Stadtsaal mit öffentlichen Veranstaltungen.

Textildach als funktionales und gestalterisches Element

Die bauliche Realisierung des Stadtsaals erfolgte durch die Studierenden vor Ort. Für die Umsetzung des Textildaches mit integrierter Funktion als Luftfilter wurde eine Beschichtung aus einer wässrigen Dispersion mit einem Anteil Titandioxid in einer bestimmten Konzentration (Lonox) eingesetzt. Diese wurde bereits am Institut für Textiltechnik an einer textilen Demofassade erprobt und ihre stickoxidbindende Wirkung auf die Umgebung ermittelt.¹ Schädliche Stickoxide (NO und NO₂) werden aus der Luft gebunden, mithilfe eines photokatalytischen Effekts in unschädliches NO₃ (Salze) verwandelt, das an der Textiloberfläche haftet. Durch Niederschlag wird die Textiloberfläche von dem Salz befreit, das in den Boden gelangt und als Nitratdünger wirkt.

Die Lonox-Beschichtungsdispersion wurde mit einer Acryllackbeschichtung im manuellen Sprühprozess auf das Polyestergewebe aufgetragen. Die Textilien wurden einseitig vollflächig besprüht. Durch die Verwendung einer feinen Düse konnte die Dispersion gleichmäßig verteilt werden, sodass Tropfenansammlungen an der hydrophoben Oberfläche des Textils ausgeschlossen waren. Die Beschichtung bleibt nach dem Prozess für das menschliche Auge unsichtbar.

Die gestalterisch erfolgreiche Einbindung des technisch effektiven Textils zeigt einen Aspekt seiner vielfältigen Verwendungsmöglichkeiten. Das technische Element ist kein Fremdkörper im Entwurf, sondern integraler Bestandteil.

Urbane Landwirtschaft

Im Bereich der an den Treppenabgang anschließenden ehemaligen Unterführung wurde der erste Bauabschnitt einer Aquaponikanlage zu Demonstrationszwecken realisiert. Diese steht im Zusammenhang mit Forschungsfragen zu einer innerstädtischen nachhaltigen Lebensmittelproduktion.

Aquaponik ist eine Kombination aus Hydro- und Aquakultur, bei der anstelle regelmäßiger Wasserwechsel feste Abfallstoffe über einen mechanischen Filter entfernt und gelöste Ausscheidungen über einen biologischen Filter in weniger toxische Verbindungen umgewandelt werden. Zusätzlich werden im aquaponischen Aufbau Nutzpflanzen wie Gemüse,



Oben: Blick vom Bushof auf den Stadtsaal. © Benedikt Nestmeier

Unten: Blick unter das textile Dach in den Stadtsaal. © Ivo Mayr

¹ Jan Frank Serode: Funktionalisierte Textilfassaden. Innovationspotenziale für die Entwicklung nachhaltiger Gebäudehüllen, Aachen 2020.

Salate oder Kräuter in Hydrokultur angebaut, die dem Wasser weitere überschüssige Nährstoffe entziehen und einen durchgängigen Wasserkreislauf ohne Wasserwechsel ermöglichen.

Im Sinne der Kreislaufwirtschaft nutzte der Verein Aachen Eden zum Bau seiner Anlage sekundäre Materialien wie ausgediente IBC-Tanks, Paletten und Altholz. Die Pflanzen werden in Regalen aus Paletten unter Einsatz von speziellen LEDs angebaut, um die Fläche möglichst effizient zu nutzen. Paletten wurden außerdem zur Konstruktion des Bodens und der Wände der Fischtanks verwendet, während in den IBC-Tanks die mechanischen und biologischen Filter untergebracht sind.

Nach wie vor finden im Stadtsaal Kultur- und Lehrveranstaltungen und Führungen durch die Unterführung zur Präsentation der modularen Aquaponik statt. Der Treppenabgang wird sowohl von Studierenden und Lehrenden der RWTH als auch von der Stadtgesellschaft bespielt.

Der Stadtsaal zeigt auf prototypische Weise die Hybridität urbaner Lebenswelten und deren kulturelles Potenzial. Unterschiedlichste Nutzungen – Filmabend und Fischzucht, Fröhlichkeit und Forschung – finden ver-

träglich nebeneinander statt, befördern sich gegenseitig und schaffen das Gegenteil einer strengen Funktionstrennung.

Diese Aktivitäten benötigen personellen Einsatz und beständige Pflege. Hochschulen wie die RWTH Aachen University können solche Projekte anstoßen und über einen gewissen Zeitraum durchführen. Langfristig ist die Schließung und Überdeckung der Treppenanlage geplant. Der Stadtsaal als temporäre, reversible, materialschonende Zwischennutzung nutzt sowohl den Ort als auch die Zeit.

Beteiligte

Prof. Anne-Julchen Bernhardt
RWTH Aachen University, GBL

Marina Cernyshova
RWTH Aachen University, ITA

Bernadette Heiermann
RWTH Aachen University, GBL

Fabian Römer
Aachen Eden e. V.

Dr. Anna-Maria Weber
RWTH Aachen University, GBL

mit besonderem Dank an:

Sto-Stiftung

Mehler Technologies GmbH

H. Seybold GmbH & Co. KG



Die Studierenden montieren die farbigen Sitzstufen auf die ehemalige Treppenanlage.
© Ivo Mayr

Campusmobiliar

Auch der Ausstattung der Pop-up-Campus-Ausstellung wurde ein Forschungsprojekt gewidmet. Zur Verwendung stand ausschließlich das vorhandene Material aus dem Campusgebäude, in dem zuvor eine Bausparkasse ansässig gewesen war. Im Prozess der Wiederverwertung wurde die Recyclingfähigkeit des vorhandenen Materials quantifiziert.

Pop-up Manufaktur – Transformation von Material

Als Ausstattung für die Ausstellung des Pop-up Campus in der Aachener Theaterstraße wurde diverser Mobiliar benötigt. Die Vision war, diese Ausstattung aus Materialien des Bestandsgebäudes zu produzieren. Der transformierende Wiederaufbau des vorgefundenen Inventars ermöglichte über die Wiederverwertung hinaus den direkten Austausch mit anderen Akteurinnen und Akteuren der Bauwende sowie mit den Aachener Studierenden. Im Sinne des Mottos „Save material – save the planet“ wurde so bereits auf der Ebene der Ausstellungsausstattung die Grundidee des Pop-up Campus materialisiert.

Das Haus in der Theaterstraße diente als Reservoir für das „Urban Mining“, das den sparsamen Umgang auch mit den bereits gebundenen Ressourcen unserer anthropogenen Umwelt bezeichnet. Eine Denkweise, die im Laufe des vergangenen Jahrhunderts in vielen Industrienationen an Bedeutung verloren hat. Durch Wiederverwendung und Wiederverwertung noch funktionstauglicher Baumaterialien galt es, den Möglichkeitsraum des „Urban Mining“ auszuloten. Auf konventioneller Ebene sind wir heute aufgrund wirtschaftlicher Zwänge nur eingeschränkt imstande, zirkulär zu

arbeiten. Der Mehraufwand des vorsichtigen Ausbaus, zusätzlicher Transporte und einer häufig notwendigen Zwischenlagerung sind Kosten, die eine Wiederverwendung erschweren.

Gleichwohl hat das Projekt Lösungswege gezeigt, wie Abfallmengen reduziert und als Müll deklarierte Materialien zurück in den Stoffkreislauf geführt werden können. Dabei galt es, nicht nur die Minimierung von Lagerzeiten zwischen Ausbau und Wiederaufbau, den Verzicht von Transportwegen und die Maximierung der Wiederverwertung in den Fokus zu nehmen. Auch die haptische Erfahrbarkeit, die Potenziale der Wiederverwertung sollten eine Bühne erhalten.

Theorie und Praxis – Forschungsfragen des Projekts

Das Projekt „Campusmobiliar“ widmete sich nicht nur der Reduktion des Materialverbrauchs mittels reiner Wiederverwertung, sondern es stellte drei zentrale Forschungsfragen:



Oben: Die Möbelfamilie Campusmobiliar. © Jonathan Schmalöer

Rechts: Die zurückgelassenen Bestandsmöbel als Materialquelle. © Jonathan Schmalöer



1. Wie können nicht sortenreine und nicht unmittelbar wiederverwendbare Materialien und Bauteile durch Upcycling-Prozesse wie den Möbelbau ebenfalls Teil einer zirkulären Wirtschaft sein?

2. Ist das „neualte“ Mobiliar in der Lage, eine Brücke zwischen dem theoretisch fortgeschrittenen Diskurs zum zirkulären Bauen und einem breiten Publikum zu schlagen?

3. Ist die Fertigung kleiner Möbelserien im Rahmen des zirkulären Bauens wirtschaftlich abbildbar, also skalierbar, und somit ein Weg, auch Materialverbrauch in größerem Maßstab zu reduzieren?

Arbeiten vor Ort – Pop-up Campus, Aachen

Bis auf vereinzelte planerische und koordinierende Tätigkeiten fanden alle Arbeitsschritte auf dem Gelände des Pop-up Campus statt: die Katalogisierung und der Ausbau des Materials, der Entwurf und der Bau von prototypischem Sitzmobiliar mit Studierenden der RWTH Aachen Uni-

versity, die Evaluierung der Prototypen, die Produktionsplanung sowie die Fertigung des Mobiliars in Zusammenarbeit mit Alexander Niehaves und Studierenden der RWTH Aachen.

Stegreif I „Ausbau“

In Kooperation mit dem Lehr- und Forschungsgebiet Raumgestaltung der RWTH Aachen University arbeitete der Baukreis im Rahmen von zwei Seminaren mit Studierenden.

Aufgaben des ersten Seminars waren der Ausbau und das Katalogisieren des zurückgelassenen Büromobiliars in der Theaterstraße 92 in Aachen. Dazu gehörten leere, graue Aktenschränke, die in jedem der kleinen Büroräume standen. Diese wurden auseinandergelöst und die Einzelteile aufgemessen, analysiert, kartiert, katalogisiert und sortiert, um einen Überblick über die Materialquelle für das Campusmobiliar zu erhalten.

Auch die vorgefundenen Verbindungen und Fügeelemente der alten Aktenschränke wurden dabei berücksichtigt und sind in die Entwürfe der Prototypen mit eingeflossen. So wurden beispielsweise LAN-Kabel zu aussteifenden Abspannungen geflochten und Schwerlasttraversen für Akten zu Druckstäben umfunktioniert.

Die ausgebauten und geordneten Materialien wurden gemeinsam mit den prototypischen Möbelentwürfen auf der Eröffnungsfeier des Pop-up Campus am 9. Juni 2022 präsentiert.

Stegreif II „Zirkulär“

Vor dem zweiten Stegreif wurden die Entwürfe evaluiert und mit dem Organisationsteam des Pop-up Campus, der Bauhütte, abgestimmt. Dabei kristallisierte sich das Ziel heraus, in einer seriellen Produktion Sitzmöbel in Form von Hockern, kurzen und langen Bänken in – gemessen an den Produktionsbedingungen auf dem Campusgelände – hoher Auflage zu produzieren.

Unterstützung leistete Alexander Niehaves, Entwickler einer mobilen CNC-Fräse, die ein wichtiger Bestandteil der Produktion wurde. Sie erlaubte hochpräzises Arbeiten in kleinem Rahmen, sodass siebzig Hocker, zwölf Hockerbänke und sieben Bänke realisiert werden konnten.



Die Schnittkanten wurden in den Campusfarben lackiert.
© Jonathan Schmalöer

Hocker, Hockerbank und Bank

Die alten Aktenschränke des ehemaligen Versicherungssitzes waren ausschließlich aus resopalbeschichteten Pressspanplatten gefertigt, einem minderwertigen Material, welches sich aufgrund seiner porösen Struktur nicht für übliche Schraubverbindungen eignet. In der experimentellen Phase des ersten Stegreifs stellte sich heraus, dass es sinnvoll war, die bestehenden Verbindungen der Aktenschränke in die neuen Möbelentwürfe miteinzubeziehen.

Die alten Schränke wurden durch eine dünne Rückwand ausgesteift, die in einen vierseitig umlaufenden Rahmen eingebaut war. In diesen konnten wiederum die Regalbretter eingelegt werden. Für die Entwürfe waren vor allem die Verbindungen der Seitenwände mit den Boden- und Deckenteilen interessant. Die halbierte Schrankbreite von 40 cm ergab die Sitzhöhe. Die horizontalen Elemente der Aktenschränke wurden die vertikalen Standelemente des neuen Mobiliars.

Für die Hocker wurde eine geschlitzte Kreuzsteckkonstruktion entwickelt, für die Hockerbänke und die Bänke eine jeweils aus zwei Fußelementen und zwei Schweren (Unterzug) konzipierte Unterkonstruktion.

Durch die Teilung und den Zuschnitt des Pressspans war es unmöglich, offene Kanten zu vermeiden. Zur klaren Verortung des Mobiliars innerhalb des Campusgebäudes und zum Schutz wurden die offenen Kanten in einer Auswahl von sieben Farben lackiert. Diese Farben leiteten sich aus dem Farbkanon des Campusgebäudes ab.

Beteiligte

Ioan Brumer

Jonas Läufer

Jannik Oslender

Conrad Risch

Baukreisel – Architekturkollektiv
für Transformation und Gestaltung

Jonathan Schmalöer

RWTH Aachen University,
Lehr- und Forschungsgebiet Raumgestaltung

Studierende der RWTH Aachen University

Alexander Niehaves

Umbau oder Abbau + Aufbau

Im Rahmen eines einwöchigen Workshops sollten in dem leer stehenden Bürogebäude des Pop-up Campus architektonische Konzepte zur Umnutzung und Weiterverwendung des Bestands erforscht werden. Durch Studierende der Universität der Künste Berlin wurden vier Entwürfe erarbeitet. Zwei davon sehen einen Umbau des Bestands in Wohnungen vor, die anderen beiden Entwürfe den Rückbau und das Zerlegen des Bürogebäudes in einzelne Betonelemente, die beim Bau eines Wohnhauses auf einem nahegelegenen Grundstück Wiederverwendung finden sollen.

Leer stehende Gebäude lösen zwangsläufig stadtgesellschaftliche Debatten über ihre zukünftige Nutzung aus. Aus konventioneller wirtschaftlicher Betrachtung spricht oft viel für einen Abriss und einen (Ersatz-)Neubau. Da dies angesichts des voranschreitenden Klimawandels und der dabei nicht unwesentlichen Rolle der Bauwirtschaft eine nicht mehr haltbare Vorgehensweise darstellt, müssen Alternativen gefunden werden. Zum einen kann der Bestand weiter- oder umgenutzt werden, gegebenenfalls durch minimale bauliche Veränderung und Ertüchtigung; zum anderen bietet die Strategie des Rückbaus und des Zerlegens der Gebäudeelemente in wiederverwendbare Bauteile die Möglichkeit, auf veränderte Nutzungsanforderungen oder städtebauliche (Um-)Planungen besser zu reagieren. Um

diese beiden Konzepte an einem konkreten Beispiel zu erproben und zu vergleichen, wurde im Rahmen des Pop-up Campus ein Workshop mit Studierenden durchgeführt.

Das Ziel der diesem Workshop zugrunde liegenden Aufgabenstellung war das Erarbeiten einer bestmöglichen architektonischen Lösung zirkulären Bauens unter der Berücksichtigung sowohl von Aspekten der Nachhaltigkeit als auch von architektonischer Sinnhaftigkeit und Qualität. Als Maßstäbe für diese Einschätzung wurden etwa die Menge von neu zu verwendenden Baustoffen – und damit verbrauchter Energie und emittiertem CO₂ mittels LC-Analyse –, Anzahl und Größe der entstehenden Wohnungen, aber auch ihre architektonische Qualität bewertet.

In dem einwöchigen Workshop sollten die zuvor beschriebenen Konzepte in vier Gruppen entwickelt, erprobt und verglichen werden. Die ersten beiden Gruppen sollten einen Umbau und die Weiternutzung des leer stehenden Gebäudes als Wohnungsbau untersuchen. Die anderen

beiden Gruppen beschäftigten sich mit der Zerlegung der Tragstruktur des Gebäudes in wiederverwendbare Stahlbetonelemente und deren Nutzung als Grundlage für ein neues Wohngebäude auf einem nahegelegenen Baugrundstück. Um die Entwurfsarbeit zu vereinfachen, wurde von einem entkernten Bestandsgebäude ausgegangen, sodass nur der Rohbau zu bearbeiten war. Den Entwurfsaufgaben wurden eine gemeinsame Erfassung des Gebäudes anhand von Bestandsunterlagen und mittels 3-D-Laserscan-Technik sowie eine intensive Beschäftigung mit dem Bestand vor Ort vorangestellt.

Für die Umnutzungskonzepte waren vor allem die Themen Erschließung, Aufteilung der Regelgeschosse in einzelne Wohnungen sowie der Ausbau und die thermische Hülle zu bearbeiten. Für die Rück- und Wiederaufbaukonzepte bildeten die Schnittplanung und das Zusammensetzen der gewonnenen Teile besondere Schwerpunkte. Für beide Themenkomplexe wurde nach Fertigstellung der Grundrissentwürfe eine auf 3-D-Modellen basierende LC-Analyse durchgeführt, die zum einen die Entwürfe untereinander vergleichbar machte, zum anderen aber auch einen Vergleich zu einem entsprechenden Neubau unter Verwendung von neuem Stahlbeton ermöglichte.

Konzepte Umbau 1 + 2

Im ersten Umbaukonzept wurden die ca. 880 m² BGF des Regelgeschosses in vier große Wohnungen auf ca. 680 m² aufgeteilt. Die zwei bestehenden Treppenhäuser wurden entnommen und die Deckenöffnungen geschlossen. Als Erschließung wurde ein neuer vorgesetzter Laubengang mit außenliegender Treppe geplant. Die LCA-Berechnung für ein Regelgeschoss ergab 353 kg CO₂e/m² im ausgebauten Zustand, inklusive neuer thermischer Hülle.

Im Vergleich dazu steht die zweite Umbauvariante mit 144 kg CO₂e/m², ebenfalls im ausgebauten Zustand, inklusive neuer thermischer Hülle. Dieser Entwurf basiert auf der Weiternutzung der bestehenden Treppenhäuser und erschließt pro Geschoss neun Wohnungen auf 580 m² über einen

Der Laubengang, eine selbst tragende Holzkonstruktion, erschließt die Wohnungen, die sich über private Loggien zur Verkehrsfläche öffnen.
© Eva Erny/Bent Fromke/
Eva Heilmann





Untersuchungen der Rohbaustruktur im Bestandsgebäude.
© Christoph Henschel

an einer Außenwand geführten Flur. Durch die Verwendung von Recycling-Ziegeln sowohl für Innenwände als auch an der Fassade konnte eine erhebliche Einsparung von grauer Energie erzielt werden.

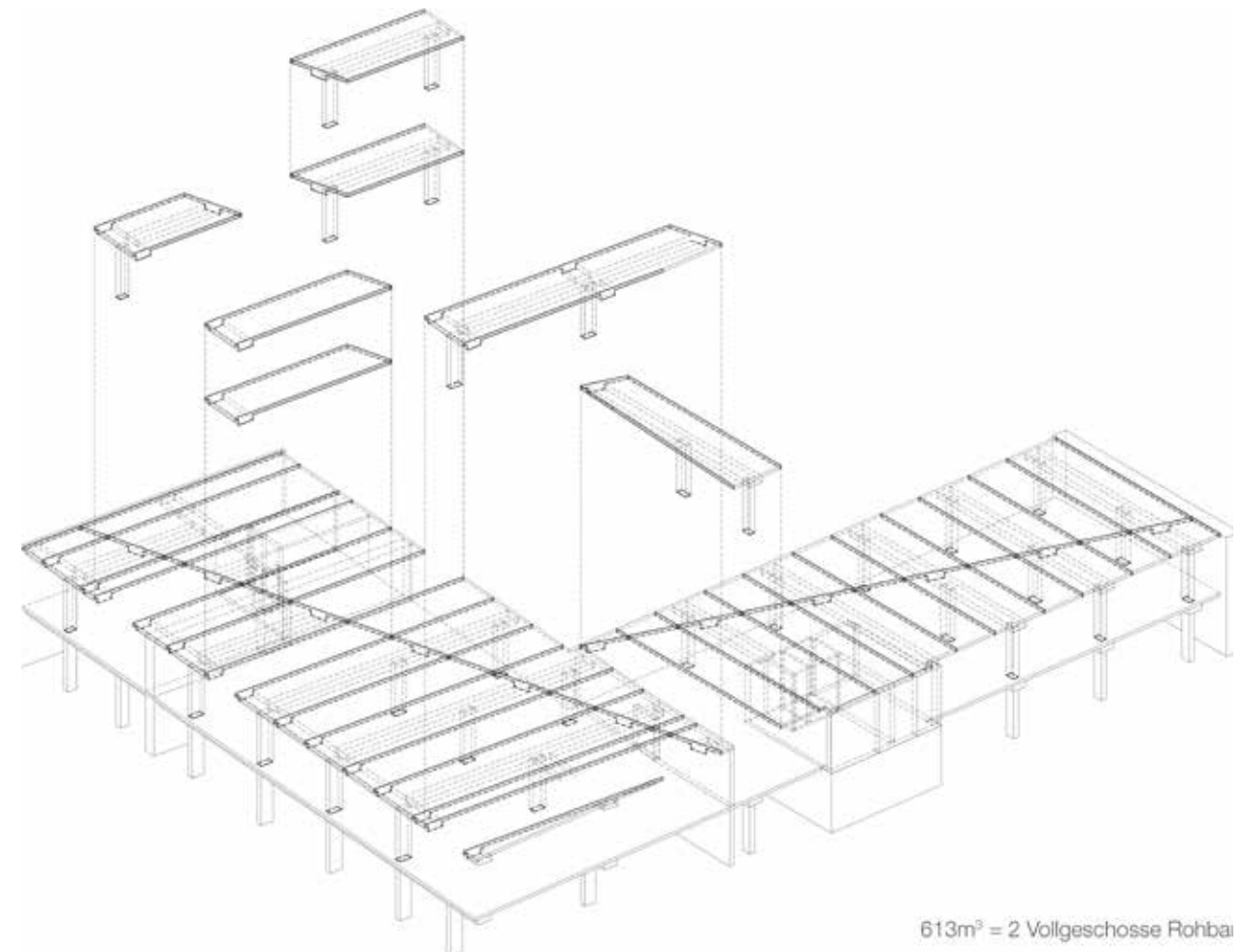
Für die Umbauvariante 1 lassen sich durch die Weiternutzung der bestehenden Stahlbetonstruktur ca. 25 % des Global-Warming-Potenzials einsparen, bei der Umbauvariante 2 sind es sogar ca. 60 % weniger CO₂-Ausstoß im Vergleich zu einem entsprechenden Neubau unter Verwendung von neuem Stahlbeton.

Konzepte Abbau und Aufbau 1 + 2

Der erste Wiederaufbauentwurf sieht eine Zerlegung des Bestands in vertikale und horizontale Bauelemente vor. Diese Stützen mit Unterzügen und die Decken können dem Bestandsgebäude in einheitlichen

Abmessungen entnommen werden und so in einen streng rasterbasierten Neubau wieder eingesetzt werden. Fehlende Stützpunkte werden im Neubau durch ein Prothese-Element in Holzbauweise ersetzt, das darüber hinaus sowohl die Aussteifung, die vertikale Erschließung als auch die Versorgungsanschlüsse beinhaltet. Aus ca. 3500 m² BGF des Bestandsgebäudes auf vier Regelgeschossen mit jeweils ca. 880 m² BGF wurden ca. 3100 m² Neubau mit 36 Wohnungen geschaffen. Die LC-Analyse ergab, dass gegenüber einem entsprechenden Neubau 35 % der grauen Energie

Zerlegung eines Regelgeschosses des Bestandsgebäudes in wiederverwendbare Betonelemente.
© Martin Baier/Kalle Niemann/
Felix Schuschan/Zoya Solovieva/
Björn Sterz



613m² = 2 Vollgeschosse Rohbau

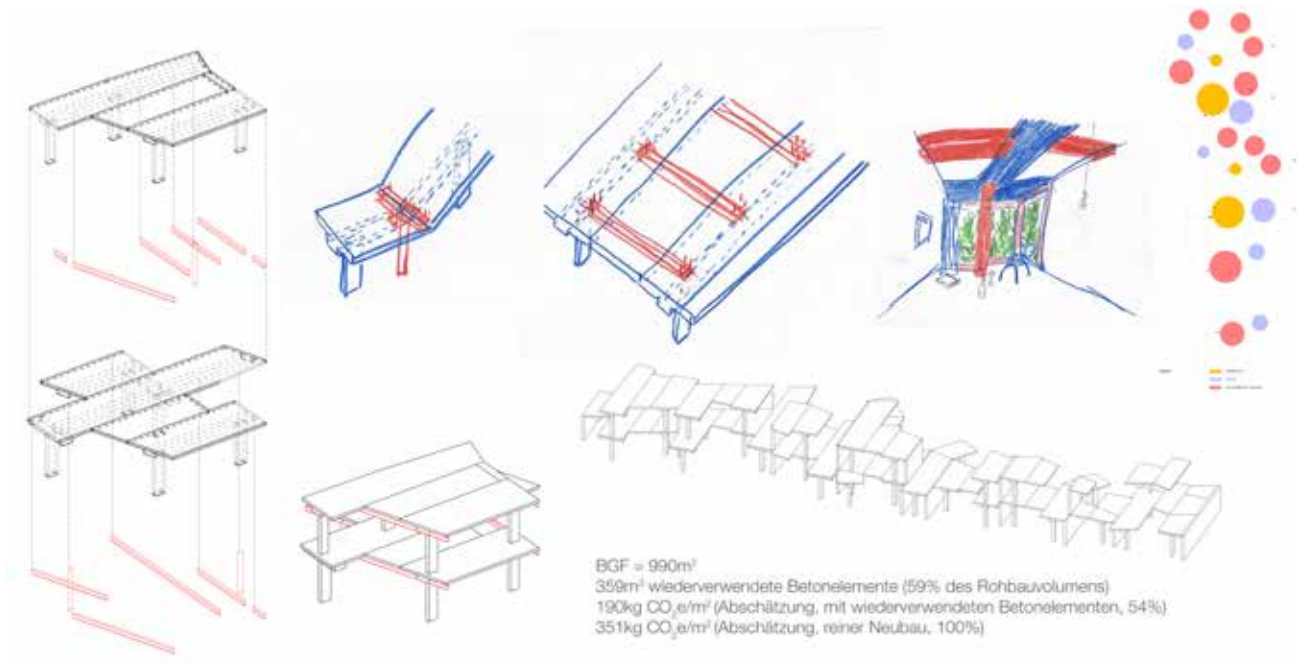
eingespart werden können, wobei hier nur das Gebäude im Rohbau mit thermischer Hülle betrachtet wurde.

Beim zweiten Wiederaufbaukonzept wurden die Regelgeschosse des Bestands in gleich breite Streifen zerteilt und aus Transportabilitätsgründen einmal in der Länge geteilt. Diese Teile wurden mit einer neuen Sekundärstruktur aus Stahlträgern verbunden und zu einem teils ein- und teils zweigeschossigen Gebäude zusammengesetzt. Unter Verwendung von ca. 60 % des Rohbauvolumens von zwei Regelgeschossen wurden aus ca. 1760 m² BGF des Bestandsgebäudes ca. 1000 m² BGF mit zehn unterschiedlich großen Wohnungen im neuen Gebäude. Im Vergleich zu einem entsprechenden Neubau konnten durch die Wiederverwendung der Stahlbetonelemente ca. 46 % der grauen Energie eingespart werden. Auch hier wurden nur Rohbau und thermische Hülle in der Berechnung berücksichtigt.

Potenzial zur Einsparung von Energie und Ressourcen

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass sowohl der Umbau als auch das Zerlegen und Wiederverwenden erhebliches Potenzial zur Einsparung von Energie und Ressourcen im Vergleich zu konventionellen Stahlbetonneubauten bieten. Die Entwürfe beweisen, dass durch die intensive Beschäftigung mit dem Bestand ansprechende neue Räume entstehen können. Der Vergleich der Konzepte zeigt allerdings auch, dass

es nicht eine einzelne richtige Lösung gibt. Die Bewertungskriterien sind vielfältig und jedes der Konzepte hat in verschiedenen Bereichen Vor- und Nachteile. Auf dem Weg zu einer Umsetzung entsprechender Konzepte in der Praxis müssen zudem Faktoren wie höhere Baukosten durch den erheblich steigenden Arbeitsaufwand auf der Baustelle und verlängerte Projektzeiträume aufgrund von erhöhtem Planungsaufwand in die Betrachtung einbezogen werden. Diese Aspekte bilden zusätzlich zur räumlichen Gestaltung und dem Ressourcen- und Energieeinsparpotenzial eine Diskussionsgrundlage für Bauherren und müssen für jeden Einzelfall individuell betrachtet und abgewogen werden. Festzuhalten ist aber, dass es eine Bandbreite von innovativen Alternativen zum zurzeit immer noch vielfach praktizierten konventionellen Abriss und Ersatzneubau gibt.



Konzeptskizzen für das Zusammenfügen der wiederverwendeten Betonelemente.
© Martin Baier/Kalle Niemann/
Felix Schuschan/Zoya Solovieva/Björn Sterz

Beteiligte

Diego Apellániz
Prof. Christoph Gengnagel
Christoph Henschel
Alexander Hey

Umbau 1:
Eva Erny
Bent Fromke
Eva Heilmann

Umbau 2:
Emily Adele
Sveva Eikemann
Richard Prugger

Abbau und Aufbau 1:
Emanuel Eder
Justus Schweer
Roman Stamborski
Firas Tokdemir

Abbau und Aufbau 2:
Martin Baier
Kalle Niemann
Felix Schuschan
Zoya Solovieva
Björn Sterz

Universität der Künste Berlin,
FG Konstruktives Entwerfen
und Tragswerksplanung

„Hässliche Entlein“ Nachhaltigkeit als Problem der Ästhetik

Das Projekt widmete sich der Frage, ob die architektonische Qualität als hässlich empfundener Gebäude der 1970er- und 1980er-Jahre mithilfe der Fotografie wieder sichtbar gemacht werden kann, um auf diesem Wege ein positives Image zu schaffen. Im Sinne einer ästhetischen Nachhaltigkeit sollten damit die Wertschätzung sowie die Motivation zur Weiternutzung dieser Aachener Bauten gesteigert werden. Die fotografischen Serien der Studierenden wurden im Rahmen des Pop-up Campus in einer Ausstellung gezeigt.

Nachhaltigkeit gewinnt in unserer Gesellschaft immer mehr an Bedeutung, besonders in der Bauwirtschaft und damit auch im Umgang mit Architektur. Selbst unter Einbeziehung ressourcenschonender Techniken und Materialien stellt am Ende der Erhalt bestehender Bauten immer noch den nachhaltigsten Umgang mit Architektur dar. Die Gründe, warum Gebäude trotzdem abgerissen werden, sind vielfältig. Abgesehen von Einschränkungen bei der Nutzbarkeit, zum Beispiel verursacht durch Schadstoffe oder technische Überalterung, spielt häufig die fehlende Wertschätzung der Ästhetik einer bestimmten Epoche eine Rolle. Gebäude, die als hässliche Schandflecke wahrgenommen werden, fallen der Abrissbirne meist schneller zum Opfer. Das ist schon deshalb problematisch, weil sich der Zeitgeschmack ständig wandelt. Während zum Beispiel die Architektur der

1920er- und 1930er-Jahre heute wieder hoch im Kurs steht, haben es Bauten aus den 1970er- und 1980er-Jahren derzeit vergleichsweise schwer. Das Projekt „Hässliche Entlein“ widmete sich daher der Frage, ob es möglich ist, die architektonische Qualität dieser verschmähten Gebäude mithilfe fotografischer Darstellung wieder sichtbar zu machen und ihnen auf diesem Wege ein neues, positives Image zu verschaffen. Im Sinne der Nachhaltigkeit sollten damit die Wertschätzung und die Motivation zur Weiternutzung dieser Bauten gesteigert werden. Es galt, die Wirkmacht von Bildern im Kontext der Bewertung von Architektur zu untersuchen sowie die Rolle der Fotografie bei der Verbreitung architektonischer Ideen. Dass Architekturfotografie einen Wandel in der Wahrnehmung von Architektur beeinflussen kann, zeigt aktuell das Beispiel des Brutalismus. Jahrzehntlang als abstoßende, unwirtliche Betonklötze abgestempelt, erleben diese



Oben: Hannah Gobien/Jakob Polster: Verwaltungsgebäude, Lagerhausstr. 20, Aachen, Ausstellung „Hässliche Entlein“ auf dem Pop-up Campus.
© David Herrmann

Rechts: David Herrmann/Maya Keim/Wenzel Weikert: Wohnhaus, Augustastr. 1, Aachen, Ausstellung „Hässliche Entlein“ auf dem Pop-up Campus.
© David Herrmann



Bauten gerade eine Renaissance, zu der das Medium Fotografie maßgeblich beigetragen hat. Architekturfotografie vermag es, die ästhetischen Qualitäten eines Gebäudes hervorzuheben, die in der Realität vielleicht gar nicht oder zumindest nicht auf den ersten Blick wahrnehmbar sind.

Auswahl und fotografische Dokumentation der „hässlichen Entlein“

Im begleitenden Seminar wurden zunächst die theoretischen Grundlagen zur Architekturfotografie erarbeitet. Themen waren neben der medientheoretischen und kunsthistorischen Einordnung auch Fragen zur Theorie der Ästhetik sowie erste Überlegungen zum Zusammenhang von Nachhaltigkeit und Architekturfotografie. Es wurde erörtert, wie sich Häss-

lichkeit als maximal subjektives Kriterium überhaupt definieren lässt und aus wessen Perspektive dieses Urteil zu fällen ist, denn entscheidend ist, ob es sich bei den Betrachtenden der Fotografien um Laien oder um Publikum handelt. Als Ergebnis wurde festgehalten, dass zunächst die allgemeine Wahrnehmung der lokalen Bevölkerung und der Verantwortlichen einer Stadt zählt.

Im Anschluss galt es, bei Stadtspaziergängen geeignete „hässliche Entlein“ der 1970er- und 1980er-Jahre im Aachener Stadtraum aufzuspüren. Es wurde eine Auswahl infrage kommender Bauten zusammengestellt und diese anhand erster Probeaufnahmen und Archivrecherchen auf ihre Tauglichkeit für das Projekt geprüft. Die finale Wahl fiel auf Objekte, deren Schicksal gerade diskutiert wurde, deren Abriss bereits beschlossen war oder die in der allgemeinen Wahrnehmung nicht als erhaltenswert erscheinen. Ziel war es zudem, ein möglichst breites Spektrum an Bautypen abzudecken. Unter den gewählten Objekten befanden sich prominente „Unorte“, wie der Aachener Bushof, das alte Polizeipräsidium in der Soers oder das Eurohochhaus, aber auch kaum beachtete Wohnbauten, Verwaltungs- und Universitätsgebäude und sogar ein Sakralbau. Die meis-

ten Bauten waren in den 1970er-Jahren entstanden, lediglich die Marienkirche und Teile des Polizeigeländes in den frühen 1980er-Jahren realisiert worden. Die individuelle Herangehensweise ergab sich aus der intensiven Auseinandersetzung mit dem Objekt, dessen Geschichte und vor allem den architektonischen Qualitäten der einzelnen Bauten.

In einem Workshop, der vom renommierten Architekturfotografen Roman Bezjak, Professor am Fachbereich Gestaltung der FH Bielefeld, geleitet wurde, konnten die Studierenden ihre fotografische Technik weiter verfeinern und durch umfangreiche Studien dem Charakter der Architektur näherkommen.

Aufgrund der Heterogenität der Gebäude unterschieden sich die Serien stark voneinander. Während bei manchen Projekten eher die Umgebung oder der gesellschaftspolitische Kontext im Vordergrund standen, thematisierten andere die Nutzung durch die Bewohnerschaft oder fokussierten sich detailliert auf die architektonische Formensprache des Objekts. Am Ende stellte jede Arbeit auf ihre Weise eine spezifische Analyse der Vor- und Nachteile der jeweiligen Architektur dar.

Ausstellung der Fotografien auf dem Pop-up Campus

Die Fotografien wurden im Rahmen des Pop-up Campus ausgestellt. Konzeption und Durchführung der Ausstellung lagen in der Hand der Studierenden. Der Ort des Campus – der ehemalige Hauptsitz der Aachener Bausparkasse – hätte nicht passender gewählt sein können: Das leer stehende Bürogebäude aus den frühen 1970er-Jahren wurde im Rahmen des Projektes ebenfalls fotografisch dokumentiert.

Zur Gestaltung der Ausstellung wurden im Sinne der Nachhaltigkeit ausschließlich Materialien verwendet, die bereits im Gebäude vorhanden waren, zum Beispiel Büroregale aus Eisen, die Türen der Einbauschränke oder verwaiste Plastikpflanzen. Ergänzt wurde die Ausstellung durch einen Katalog, der sowohl die Fotografien enthält als auch erläuternde Texte der Studierenden zu den einzelnen Objekten und deren architektonischen Eigenheiten.



Anna Hensel: ehemaliges Bausparkassengebäude, Theaterstr. 92–94, Aachen, Ausstellung „Hässliche Entlein“ auf dem Pop-up Campus.
© David Herrmann



In der Kombination von Bild und Text ließen sich für jedes der Objekte gute Gründe für dessen Erhalt darlegen. Zudem bleiben die Ergebnisse des Projekts auf diese Weise über die Dauer des Pop-up Campus hinaus zugänglich.

Im Rahmen des Pop-up Campus unterschied sich das Projekt durch seine baukulturellen Fragestellungen von den meist praktisch-technisch orientierten Forschungsvorhaben. Einige der ausgewählten Bauten, allen voran der hoch umstrittene Bushof, waren Gegenstand zahlreicher Diskussionen im Rahmen der unterschiedlichen Veranstaltungen des Pop-up Campus, bei denen auch Verantwortliche der Stadt, unter anderem aus dem Baudezernat, zugegen waren. Die lokale Presse griff das Projekt ebenfalls mehrfach auf. Das Ziel, mithilfe der Fotografien Aufmerksamkeit für die „hässlichen Entlein“ zu generieren, wurde somit erreicht. Die Wahrnehmung für diese Bauten im Stadtraum wurde geschärft und eine tiefergehende Debatte um deren Erhalt angestoßen.

Perspektiven in der Forschung

Es gibt bisher keine wissenschaftliche Studie, die den Zusammenhang zwischen Architekturfotografie und praktischem Umgang mit Architektur im Sinne der Nachhaltigkeit untersucht. Das studentische Projekt der „hässlichen Entlein“ liefert erste Belege dafür, dass die unter ästhetischen Gesichtspunkten angefertigte fotografische Dokumentation in Verbindung mit einer bauhistorischen Aufarbeitung gerade im lokalen Kontext einen Beitrag zum Erhalt umstrittener und unterschätzter Gebäude leisten kann. Eine Weiterführung dieses Forschungsvorhabens im größeren Umfang und unter Mitwirkung der verschiedenen Disziplinen Architektur, Kunstgeschichte und Fotografie erscheint folglich vielversprechend und notwendig.

Beteiligte

Prof. Alexander Marksches

(Projektleitung)

Dr. Birgit Schillak-Hammers

(Projektleitung und Text)

RWTH Aachen University,
Lehrstuhl für Kunstgeschichte

Leonie Bunte

(Projektleitung und Text)

RWTH Aachen University,
Lehrstuhl für Architekturtheorie

Prof. Roman Bezjak

(Workshopleitung)

FH Bielefeld University of Applied
Sciences, Lehrgebiet Fotografie

Mitwirkende Studierende:

Marie Becker

Ann-Kristin Bierotte

Sophia-Franziska Bouveret

Fiona Cordes

Hannah Gobien

David Herrmann

Maya Keim

Jana Keshty

Andre Mangad

Jakob Polster

Georges Reiser

Teresa Schreer

Carlos Schrewe

Katharina Sieben

Dennis Sommer

Wenzel Weikert

Sara Wendler

Hannah Gobien/Jakob Polster:
Verwaltungsgebäude, Lagerhausstr. 20,
Aachen, Ausstellung „Hässliche Entlein“
auf dem Pop-up Campus.
© David Herrmann

Außenräume der Stadt

Ausgehend von der Annahme, dass die räumliche Unterscheidung von Stadt und Land im 18. Jahrhundert noch deutlich lesbar war, nimmt das Forschungsprojekt „Außenräume der Stadt“ an, dass diese Lesbarkeit heute weniger deutlich erscheint und städtische und ländliche Motive hier und da unterschiedlich auftreten. Räumliche Atmosphären der Stadt finden sich in der Landschaft wieder, landschaftliche Räume in der Stadt. In diesem Zusammenhang versteht das Projekt die städtischen Außenräume als bisher wenig erforschtes ästhetisches Potenzial künftiger Stadtentwicklungen.

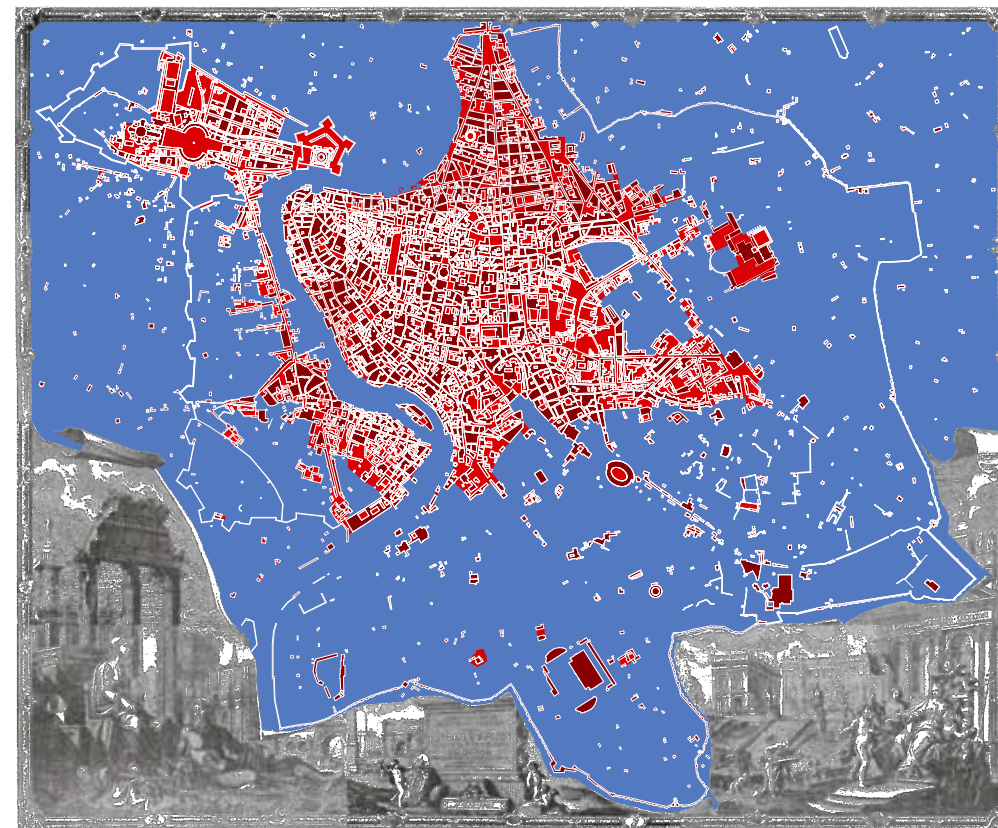
Das Forschungsprojekt „Außenräume der Stadt“ stellt Fragen an die Qualitäten außenräumlicher Situationen in der Stadt, an der Schnittstelle zwischen Stadt und Land, an den peripher erscheinenden Orten europäischer Städte.

Referenz nehmend auf den Begriff der „städtischen Kulturlandschaften“¹ erfolgt im Rahmen des Forschungsprojektes „Außenräume der Stadt“ eine Introduction zu einer enzyklopädischen Sammlung städtischer Außenräume – Räume, die als Potenzial im Diskurs zu einer künftigen Entwicklung von Stadt unter gesellschaftlichen und sozialen Veränderungen verstanden werden können. Räume der Stadt lassen sich als innen- und außenräumlich gestaltete Situationen unterscheiden, die sowohl als gedeckte als auch als nicht gedeckte Räume erscheinen.² Nach der am Lehr- und Forschungsgebiet Raumgestaltung der Aachener Universität entwickelten Kartierungsmethode des Rotblauplans wurden architektonische Räume, die aufgrund ihrer baulichen Grenzen proportionale Verhältnisse von Innenräumen aufweisen, rot kartiert.³ Weite

¹ Vgl. Uwe Schröder: Stella. Sternbild Berlin Brandenburg 2070, Köln 2021.

² Vgl. Uwe Schröder: Pardié. Konzept für eine Stadt nach dem Zeitregime der Moderne, Köln 2015.

³ Diese Kartierungsmethode wurde bereits im Rahmen des Forschungsprojektes ArchéA am Beispiel zweier mittelgroßer europäischer Städte, Bologna und Aachen, erprobt. Die Ergebnisse dieser Forschung wurden veröffentlicht in: Lamberto Amistadi / Valter Balducci / Tomasz Bradecki / Enrico Prandi / Uwe Schröder: Mapping Urban Spaces. Designing the European City, New York 2021, Routledge (<https://www.taylorfrancis.com/books/oa-edit/10.4324/9781003190660/mapping-urban-spaces-lamberto-amistadi-valter-balducci-tomasz-bradecki-enrico-prandi-uwe-schröder>), die Kartierungen der Stadt Aachen in: Lamberto Amistadi / Enrico Prandi / Uwe Schröder: ArchéA. Mapping the City, Firenze 2021.



Rotblauplan, Rom, Neuzeichnung auf Grundlage des Nolli-Plans aus dem Jahr 1748.
© Studierende des Seminars „Typologie der Außenräume“, Wintersemester 2022/2023, RWTH Aachen University

und offene Außenräume wie Gärten, Parks oder Friedhöfe wurden blau kartiert.

Das Projekt „Außenräume der Stadt“ widmete sich diesen blau kartierten Orten der Stadt. Jene innerstädtischen Außenräume werden als Potenzial für den dauerhaften Fortbestand von Stadt verstanden; durch eine umfassende und präzise methodische Herangehensweise lassen sich mögliche Strategien für den Um- und Weiterbau dieser Räume ermitteln.

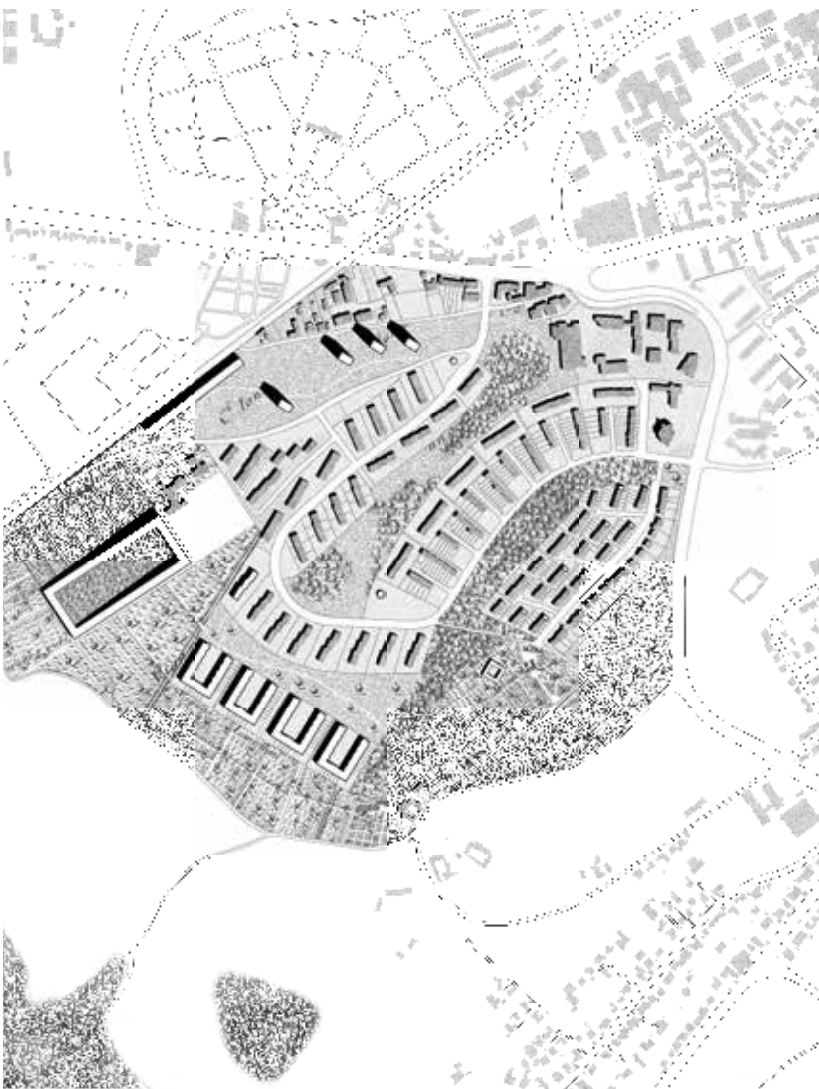
Raumforschungen zu Stadt und Landschaft

Städtischen Innenräumen wie Straßen, Plätzen oder Höfen können, auch durch die Analyse ihrer proportionalen Verhältnisse, jeweils eigenständige atmosphärische Beschreibungen zugeordnet werden.⁴ Für eine räumlich-atmosphärische Beschreibung städtischer Außenräume hingegen liegen derzeit nur erste Ansätze für eine zusammenhängende Sammlung vor.⁵

Die räumliche Transformation der Schnittstellen zwischen Stadt und Land unter den sich verändernden gesellschaftlichen Anforderungen und dem damit einhergehenden Diskurs eines ressourcenschonenden Bauens stellt Fragen an die künftige Entwicklung der Stadt. Der Umbau der Wohnsiedlungen, die zwischen 1950 und 1970 entstanden, ist nur ein

⁴ Ebd. S. 81 ff.

⁵ Vgl. Vittorio Magnano Lampugnani / Konstanze Sylva Domhardt / Rainer Schütze: Enzyklopädie zum gestalteten Raum. Im Spannungsfeld zwischen Stadt und Landschaft, Zürich 2014.



Lageplan der Siedlung Kronenberg mit Erweiterung der Wohntypologien, Gruppe RWTH Aachen University. © Franziska Kramer/Felix Meyer/Philipp Pelzer/Konstantin Overdieck

Aspekt, der die Transformation solcher Orte mit außenräumlichem Charakter betrifft. Die konzeptionelle Offenheit dieser Siedlungen ermöglicht eine Entwicklung verschiedener räumlicher Strategien und Interventionen zu ihrem Umbau und ihrer Verdichtung.

Für das Forschungsprojekt „Außenräume der Stadt“ stellte diese Annahme den Ausgangspunkt für die Aufnahme einer enzyklopädischen Sammlung des räumlich-atmosphärischen Bestands dar. Ausgangspunkt für das Projekt war die Rotblauplan-Kartierung der Stadt Rom, die auf Grundlage des großen Rom-Plans von Giovanni Battista Nolli (1748) neu gezeichnet wurde. In dieser Kartierung handelt es sich bei den blau gekennzeichneten „städtischen Kulturlandschaften“ vor allem um Friedhöfe, archäologische Stätten, Parks, Siedlungen und Wälder. Im Sommersemester 2022 hatte das Lehr- und Forschungsgebiet Raumgestaltung unter Leitung von Uwe Schröder und Franziska Kramer ein Seminar initiiert, in dem die äußeren Formen dieser Areale analysiert und in Form einer Collage einer neuen Vorstellung des Ortes und seiner Atmosphäre zugeführt worden waren. Mit dem Begriff der „städtischen Kulturlandschaft“ ist eine gewisse Ambiguität beschrieben, denn die „Funktion“ der Landschaft und ihr Verhältnis zur Stadt sind nicht zwangsläufig eindeutig definiert – sie kön-

nen trennenden und verbindenden Charakter zugleich besitzen. Die blau kartierten Areale sind daher Gegenstand der Erforschung der räumlichen Eigenschaften von Orten.

Vier Fallbeispiele in Aachen

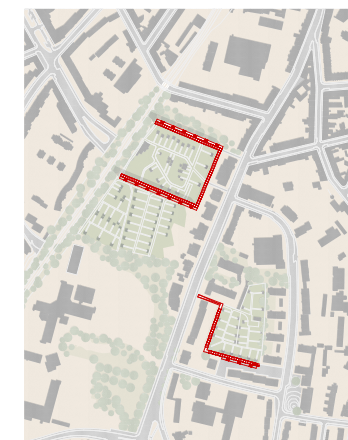
Der Workshop „Außenräume der Stadt“ widmete sich dem Thema der Siedlung und ihrem außenräumlichen Charakter. An vier Aachener Fallbeispielen aus den 1960er- und 1970er-Jahren wurde die Annahme überprüft, dass diese Orte ihr außenräumliches Potenzial nicht voll ausschöpfen. Die Arbeit an diesen Fallstudien sollte zu grundlegenden räumlichen Strategien und Interventionen hinsichtlich des Umbaus der Außenräume dieser Siedlungen führen, die auch auf andere Orte übertragbar sein könnten. In einer öffentlichen Abschlussveranstaltung wurden die Projekte der vier Gruppen zusammen mit Alexander Bartscher, Uwe Schröder, Hans van der Heijden und den Beteiligten erörtert und diskutiert.

Durch die Hinzufügung von Baukörpern entstehen räumliche Verdichtungen dort, wo die Verknüpfung innerer und äußerer Räume als problematisch und wenig eindeutig betrachtet wurde. Räume, die blau kartiert waren, wurden durch Interventionen räumlich gebunden, sodass

Verknüpfungen zwischen inneren und äußeren Räumen geschaffen wurden. Typologische Szenarien eines künftigen Umbaus der Siedlungen der Nachkriegsjahre entstanden unter der Vorstellung, dass dort kollektive Wohnformen an Bedeutung gewinnen werden und somit die Frage nach der Neudefinition räumlicher Schwellensituationen gestellt werden würde. Orte, die der Gemeinschaft gewidmet sind, werden als räumliche Vermittler zwischen individuellen und kollektiven Räumen vorgeschlagen, beispielshalber unter der Annahme einer Verkehrswende, durch welche sich

Unten: Grundriss der Wohnsiedlung Amystraße, Gruppe TU Graz. © Christina Aschauer/Michael Hafner/Pia Pollack/Antonia Prohammer

Rechts: Lageplan der Wohntürme am Lousberg, Gruppe Politecnico di Bari. © Nicola Carofiglio/Chiara Carofiglio/Vito de Cicco/Luca Tommasi





Lageplan und Analysezeichnungen der Siedlung am Driescher Hof, Gruppe Università della Svizzera italiana.
© Matthew Truan Bailey/Marina Bruno/Carmen Höhener/Cristina Roiz della Parra Solano



neue Formen der Erschließungen des vorhandenen Bestands an Wohnungsbauten ergeben würden.

Rus in Urbe - Urbs in Rure

Diese Bausteine einer phänomenologischen Erforschung landschaftlicher Räume im städtischen Kontext bilden den Ausgangspunkt für künftige Reflexionen über die Peripherien europäischer Städte. Der Versuch einer ersten Klassifikation städtischer Außenräume fragt auch nach der Anwendbarkeit phänomenologischer Betrachtungen in der Architektur. Das Projekt legte somit einen Ansatz vor, in dem Szenarien skizziert und Differenzen räumlicher Qualitäten aufgespürt wurden. „Städtische Kulturlandschaften“ werden als natürliche Ressource verstanden. Ihre Porosität und Offenheit stellen räumliche Qualitäten dar, welche es vor dem Hintergrund gesellschaftlicher und sozialer Veränderungen zu bewahren oder auch zu fördern gilt. Städtische und landschaftliche Motive treten dabei in einen Dialog, der darauf abzielt, das Gewebe von Stadt und Land einer räumlichen Neudefinition zuzuführen.

neue Formen der Erschließungen des vorhandenen Bestands an Wohnungsbauten ergeben würden.

Beteiligte

Prof. Uwe Schröder
Dr. Franziska Kramer
Felix Mayer

(Projektleitung und Text)
RWTH Aachen University, Lehr- und
Forschungsgebiet Raumgestaltung

Nicola Carofiglio
Luca Tommasi PhD
(Wissenschaftliche Mitarbeit)
Politecnico di Bari

Chiara Carofiglio
Vito de Cicco
(Studentische Mitarbeit)
Politecnico di Bari

Workshops:

Christina Aschauer
Michael Hafner
(Wissenschaftliche Mitarbeit)
TU Graz

Dr. Franziska Kramer
Felix Mayer
(Wissenschaftliche Mitarbeit)
RWTH Aachen University

Carmen Höhener
Pia Pollak
(Studentische Mitarbeit)
TU Graz

Konstantin Overdiek
Philipp Pelzer
(Studentische Mitarbeit)
RWTH Aachen University

Matt Truan Bailey
Cristina Roiz de la Parra Solano
(Wissenschaftliche Mitarbeit)
Università della Svizzera italiana

Marina Bruno
Carmen Höhener
(Studentische Mitarbeit)
Università della Svizzera italiana

Klimaneutraler erhaltenswerter Gebäudebestand

Das Projekt „Klimaneutraler erhaltenswerter Gebäudebestand (KEG)“ der Technischen Hochschule Köln befasste sich mit Möglichkeiten, das Klimaneutralitätsziel der Bundesregierung im Gebäudebestand zu erreichen und gleichzeitig das baukulturelle Erbe des Stadtraums zu erhalten, indem das äußere Erscheinungsbild von Gebäuden unverändert bleibt. Es wurden Kriterien für diese Bewertung entwickelt und rund tausend Gebäude in Bergisch Gladbach beispielhaft entsprechend klassifiziert.

Im Rahmen der Festivalwochen des Pop-up Campus stellte die Technische Hochschule Köln ihr Forschungsprojekt „Klimaneutraler erhaltenswerter Gebäudebestand (KEG)“ vor. Das Projekt befasste sich mit dem Konflikt zwischen Maßnahmen zum Erreichen des Klimaneutralitätsziels der Bundesregierung im Gebäudebestand und dem Erhalt baukulturellen Erbes. Bachelor- und Master-Studierende erfassten und kartierten Wohnhäuser in Bergisch Gladbach, um zu ermitteln, welche Gebäude als erhaltenswert eingestuft werden können, und um Kriterien für diese Bewertung zu entwickeln. Wurde ein Gebäude als erhaltenswert klassifiziert, sollte es aufgrund seiner Gestaltung oder Wirkung für den Stadtraum äußerlich un-

verändert bleiben. Die Feldstudie wurde in einem begleitenden Seminar wissenschaftlich vorbereitet und durch zwei Gastvorträge von Prof. Michael Werling, Bergisch Gladbach, und Dr. Elke Janßen-Schnabel, LVR-Amt für Denkmalpflege im Rheinland, Brauweiler, mit Diskussionen ergänzt.

Die Präsentation der Ergebnisse erfolgte in Form einer interaktiven Ausstellung von Fotografien der kartierten Häuser auf dem Pop-up Campus. Die Ausstellung trug den Titel „schön alt“, um auf die subjektive Wahrnehmung bestehender Bausubstanz aufmerksam zu machen. Von den rund zweitausend erfassten Wohngebäuden wurden etwa tausend ausgewählt und mit je einem quadratischen Foto in langer Reihung auf den Fluren des Pop-up Campus ausgestellt. Die Idee der Studierenden war es, die Besucherinnen und Besucher des Campus „auf die Straßen Bergisch Gladbachs“ mitzunehmen und sie mit der Entscheidungsfindung über die Wertigkeit von Alltagsarchitektur zu konfrontieren. Dafür bekam jedes der fotografierten Häuser eine ID-Codenummer, die über einen QR-Code eingegeben werden konnte. So erhielt das Publikum die spielerische



Oben: Ausstellungsraum mit Steckbriefen.
© Gerit Yonny Godlewsky

Rechts: Kartierte Wohnhäuser in Bergisch Gladbach.
© Gerit Yonny Godlewsky



Möglichkeit, Gebäude als „erhaltenswert“ einzustufen sowie in einem Multiple-Choice-Verfahren Gründe für die Entscheidung auszuwählen. Zudem gab es nach der Idee der Studierenden ein Instagram-Profil, das im täglichen Wechsel zehn Gebäude zeigte, über deren Erhaltungswürdigkeit die Follower intuitiv und spontan entscheiden konnten.

Die Ergebnisse des Campus-Votings wurden am Ende eines jeden Tages ausgewertet und in anonymisierten Grafiken vorgestellt. Zusätzlich zu den Auswertungsdiagrammen gab es Texttafeln, auf denen die Bewertungskriterien erläutert wurden, die die Studierenden im Vorfeld festgelegt hatten.

Ausstellung „schön alt“

Alle in den Fluren gezeigten Wohngebäude wurden zusätzlich auf doppelseitig bedruckten Wendekarten abgebildet. Auf der Rückseite des jeweiligen Fotos befand sich ein Steckbrief mit Informationen über die Baualterklasse, den Sanierungszustand oder bereits erfolgte bauliche Veränderungen sowie energetische Merkmale, die nach dem Abnehmen von der Wand gelesen werden konnten. Durch einen gelben Rahmen um das Foto wurde erkennbar, dass das Haus von den Studierenden als erhaltenswert eingestuft worden war. Dadurch konnten die Besucherinnen und Besucher ihr eigenes Voting mit der Bewertung der Studierenden vergleichen.

In einem weiteren Teil der Ausstellung dokumentierten die Studierenden theoretische Hintergründe, Leitfragen und besondere Vorkommnisse während der Datenerfassung. Dies waren einerseits Fakten und Grundbegriffe aus der theoretischen Vorarbeit sowie kurze Aussagen von Anwohnerinnen und Anwohnern aus den Gesprächen mit den Studierenden. Diese Statements wurden im Treppenhaus auf Spruchbändern an den Wänden und den Stufen angebracht. Dieser Teil der Ausstellung manifestierte die Notwendigkeit, bei einer Fortführung der Feldstudien die Betroffenen vorab und während der Kartierungen umfangreich zu informieren, um Unsicherheiten, Skepsis und Ablehnung zu vermeiden, die bei manchen

zu spüren waren, sobald es um die Bewertung ihres Heims ging. Um die Akzeptanz der Bewohnerinnen und Bewohner für eine Kartierung und Dokumentation ihrer Häuser sollte bei zukünftigen Feldforschungen durch ergänzende Maßnahmen wie Beteiligungen und Informationsmaterial gewonnen werden.

Der Weg durch die Ausstellung „schön alt“ über die verschiedenen Stationen auf dem Pop-up Campus wurde in Zusammenarbeit mit der Kuratorin Dr. Adria Daraban und ihrem Team angelegt. Durch die Abfolge der Fotografien wurde einerseits die fußläufig erfolgte Kartierung der Wohngebäude im Stadtraum widergespiegelt. Andererseits ermöglichte die Länge der verfügbaren Wandfläche auf den Fluren die Darstellung der schieren Masse der zu betrachtenden Gebäude. Am Ende des Weges lag der Ausstellungsraum, in dem die Ergebnisse und Einschätzungen mit dem Publikum und anderen Forschungsteams diskutiert werden konnten.

Fachlicher Austausch im Rahmen des Pop-up Campus

Im Rahmen des Pop-up Campus ergab sich die Möglichkeit, die Fragestellungen zur Klimaneutralität im Gebäudebestand auch mit anderen Forschungsteams zu diskutieren. Trotz der unterschiedlichen Ansätze und Methoden der Projekte spiegelte sich die grundlegende Fragestellung auch in anderen Projekten wider: Wie erreichen wir mit unseren Bestandsgebäuden das Klimaneutralitätsziel der Bundesregierung bis 2045, wenn denkmalgeschützte und erhaltenswerte Gebäude von den Bestimmungen ausgenommen bleiben?

Durch den intensiven Austausch mit Beitragenden und Publikum während der Festivalwochen vom 29. August bis zum 9. September 2022 ergaben sich für das Team der TH Köln zahlreiche neue Fragestellungen, die für die weitere Forschung von Bedeutung sind, sowie Möglichkeiten

der Reflexion, um die eigenen Untersuchungsmethoden neu zu bewerten und zu präzisieren. So hat sich gezeigt, dass der Kriterienkatalog zur Erfassung der erhaltenswerten Wohngebäude überarbeitet und angepasst werden muss. Für die Feldstudie war ein großer Personal- und Zeitaufwand erforderlich, der eine flächendeckende Erfassung erschwert und zu optimieren wäre. Außerdem gab es zwischen dem Voting des Publikums und der Auswahl der Studierenden bemerkenswerte Unterschiede. Die Gründe hierfür werden nun im Spannungsfeld zwischen Objektivität und Subjektivität evaluiert, zwischen allgemeinen und wissenschaftlichen Bewertungskriterien sowie persönlichen, oberflächlichen und schnellen visuellen Einschätzungen. Diese Ergebnisse werden für die weitere Schärfung des Kriterienkatalogs von großem Nutzen sein.

Beteiligte

Prof. Thorsten Burgmer

Prof. Daniel Lohmann

Gerit Yonny Godlewsky

Sarah John

TH Köln – Technische Hochschule Köln,
Fakultät für Architektur

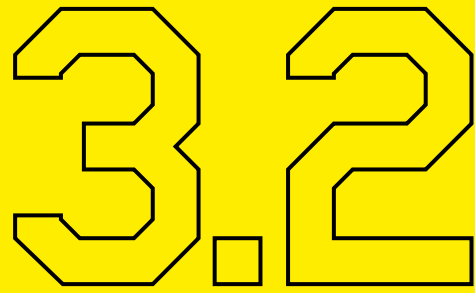


Oben: Saniertes Einfamilienhaus in Bergisch Gladbach.
© Gerit Yonny Godlewsky

Mitte: Wegeführung zum Ausstellungsraum.
© Gerit Yonny Godlewsky

Unten: Statements der Anwohnerinnen und Anwohner.
© Gerit Yonny Godlewsky





Anders mit Material umgehen

Wie kann der Umgang mit Materialien im Bauwesen aussehen? Verschiedene Forschungsteams beschäftigten sich auf dem Pop-up Campus mit Möglichkeiten, Materialien sparsamer zu verwenden oder durch nachhaltigere Materialien zu ersetzen. Behandelt wurden die Fragen: Welche nachhaltigen Alternativen gibt es zu konventionellen Materialien? Kann Flexibilität durch neue Prozesse und kreislaufgerechte Lebenszyklen entstehen? Welche neuen Geschäftsmodelle können greifen, wenn sich Marktlogik und Klimaziele scheinbar widersprechen? „Anders mit Material umgehen“ heißt, sich an verändertes Konstruieren mit unterschiedlichen Materialien zu wagen und Rückbaubarkeit und Recycling in Betracht zu ziehen. Holz-Myzelium, Holzverbundbauweise, Papier, Lehm, Ton und leichte Tragwerke aus Blech wurden auf ihre Eigenschaften hinsichtlich Verarbeitung, Ein- und Abbau sowie Volumen untersucht.

Adaptierbare Knotenpunkte für materialsparende Tragsysteme

re-narrated

Robotische Fabrikation von Bauteilen aus Stampflehm

3DWoodWind

Holz-Myzelium-Verbundbauweise für Ein- und Ausbauten

Hoogcruts

Bauen mit Papier

Demonstrator eines neuartigen Kappendeckensystems

Leichte Flächentragwerke aus Blech

Stampflehm und Erosion

Adaptierbare Knotenpunkte für materialsparende Tragsysteme

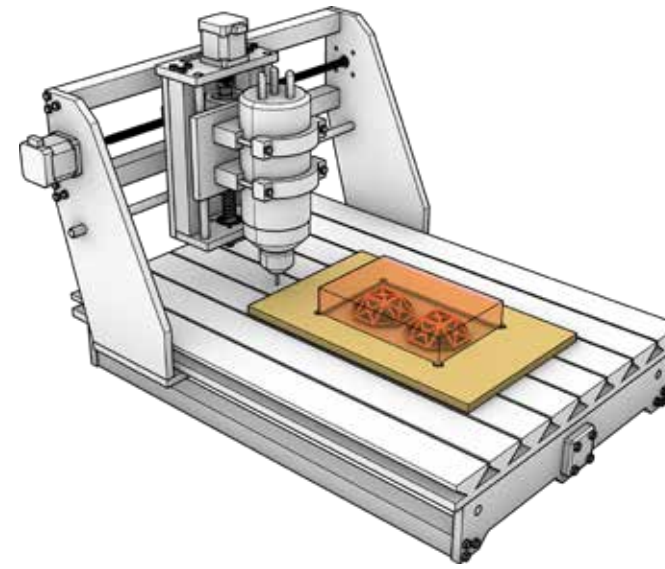
Der Umgang mit Bestandsgebäuden und das materialsparende Bauen mit kreislauffähigen Bauteilen bilden die Basis für die Bauwende. Die Entwicklung angepasster Tragwerke kann einen wichtigen Beitrag zu einem ressourcenschonenden und klimaneutralen Bauen leisten. Das Projekt „Adaptierbare Knotenpunkte für materialsparende Tragsysteme“ lieferte hierzu einen direkten Forschungsbeitrag.

Der Umgang mit Bestandsgebäuden, das materialsparende Bauen und der Entwurf von kreislauffähigen Bauteilen sind die Grundlagen des klimaneutralen Bauens. Die Entwicklung individuell optimierter und an das Bestandsgebäude angepasster Tragwerke kann hierzu einen wichtigen Beitrag leisten. Das Projekt „Adaptierbare Knotenpunkte für materialsparende Tragsysteme“ widmete sich einem solchen Prozess und führte Studierende an das Thema der digitalen Fabrikation heran.

In einem einwöchigen Workshop auf dem Pop-up Campus wurden durch händische sowie digitale Entwurfs- und Fertigungsprozesse unterschiedliche, jeweils speziell optimierte Knotenverbindungen entwickelt, entworfen und unter anderem mittels einer CNC-Fräse aus Polystyrol-Hartschaum hergestellt. Die Studierenden lernten unterschiedliche Tech-

niken des computerbasierten Entwurfs einschließlich Designprogrammierung und Fabrikationssimulation, der strukturellen Optimierung und der Fabrikation kennen und wandten diese durch konkrete materielle Studien und die Herstellung von Prototypen an.

In dem Workshop wurde ein auf das Bestandsgebäude abgestimmtes Tragwerk aus Aluminiumknotenpunkten und Holzstäben entworfen und im Anschluss per Trial and Error vor Ort gefertigt. Für den Aluminiumguss wurde die „Lost Foam Casting“-Methode angewendet. Dabei wird das aus Schaumstoff gefräste Objekt in Quarzsand eingebettet und anschließend aus Metall gegossen. Durch die Hitze schmilzt der Schaumstoff augenblicklich und wird vom Metall verdrängt.



Set-up zum Fräsen des Schaumstoffrohlings (18-mm-Multiplexplatte mit 5 mm tiefer Tasche zur Befestigung des Schaumstoffes).
© Lukas Kirschnick

Das fertige Gussteil kann anschließend dem Quarzsand entnommen werden und der Sand erneut Verwendung finden. Dank der Möglichkeiten des Einschmelzens von Fehlversuchen und der schnellen Fertigung neuer Gussformen durch das Zuschneiden oder Fräsen von Polystyrol beziehungsweise Hartschaumplatten und der Wiederverwendung des Quarzsandes konnte ein experimentell-iterativer Entwurfsprozess stattfinden.

Die Fertigung komplexer metallischer Knotenpunkte mithilfe von 3-D-Druck ist inzwischen in einigen Forschungsprojekten untersucht worden.¹ Sie erfordert aber teure und für akademische Forschung schwer zugängliche Maschinen und Prozesse. Ein Beispiel für einen solchen Fertigungsprozess in der architektonischen Forschung bildet „Space Shingles – Casting bespoke connectors for structural shingles“.² In diesem Verfahren wird die Gussform 3-D gedruckt. Durch die verwendeten Bindemittel ist sie jedoch nicht direkt recycelbar.

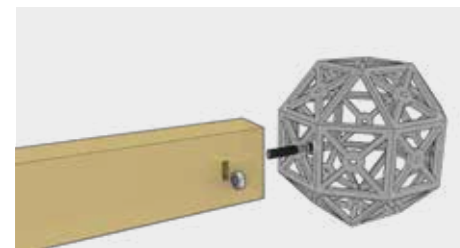
Die hier untersuchte digitale Prozesskette unter Verwendung CNC-gefräster Schaumstoffrohlinge in Verbindung mit dem „Lost Foam Casting“-Verfahren ermöglicht dagegen eine schnelle individuelle Fertigung komplexer Bauteile aus Metall und verursacht wenig Schalungsabfall. Gerade bei der Einzelfertigung ist diese Technik von Vorteil, da der Schaumstoffrohling für die finale Form direkt hergestellt werden kann und auch Hohlräume sowie spezifische Formen gegossen werden können.

Experimente mit digitaler Prozesskette

Der Entwurf in CAD und die anschließende Materialoptimierung mit dem tOpos-Plug-in in Rhinoceros 7.0 wurden erfolgreich durchgeführt. Der CAM-Prozess von der Generierung der G-Code-Datei bis zur Ausführung des Fräswegs auf einer EAS-Heavy-450-CNC-Fräse war erfolgreich. Beim

¹ Carlos Bañón / Félix Raspall: 3D Printing Architecture. Workflows, Applications, and Trends, Singapur 2021, Springer Nature, S.21–37.

² M. Becker / A. Fromm / P. Mecke / F. Kelle: Space Shingles – Casting bespoke connectors for structural shingles, 2021: https://www.igd.uni-hannover.de/fileadmin/igd/dma/Forschung/Publicationen/AAG2020_20_Becker.pdf (abgerufen am 25.9.2022).



Oben: Vergleich MERO-Knoten und Knotenpunkt-Prototyp.
© Lukas Kirschnick

Rechts: Anschlussprinzip Knotenpunkt.
© Lukas Kirschnick

Fräsprozess zeigten sich Limitierungen in der Herstellung von Wandstärken unter 4 mm. Hier hatte der Schaumstoff zum Teil nicht mehr die nötige Stabilität, um den auftretenden Kräften beim Fräsen standzuhalten. Zur Herstellung des Schaumstoffrohrlings wurde ein Ø-4-mm-Schaumstofffräser von Sorotec verwendet. Durch den geringen Widerstand beim Fräsen sind hohe Vorschubgeschwindigkeiten in Schaumstoff möglich. Für einen Schaumstofffräser mit Ø 6 mm ist laut Hersteller ein Vorschub von 6 bis 8m/min bei 24.000 Umdrehungen/min möglich.

Zur Einbettung des Schaumstoffrohrlings wurden zwei verschiedene Arten von Sand getestet: ölgebundener Formsand und ein feinkörniger, vorwiegend aus Quarz bestehender Fugensand. Hier erwies sich der Quarzsand als vorteilhaft, da sich der Schaumstoffrohrling sehr leicht in diesen lockeren Sand einbetten und entformen ließ. Beim Formsand hingegen war eine zusätzliche Kompression notwendig. Bei der Wiederverwendbarkeit erwies sich der ungebundene Quarzsand ebenfalls als vorteilhaft, dieser konnte direkt neu genutzt werden. Aus dem Ölsand dagegen mussten zunächst die verkohlten Bestandteile herausgelöst werden, bevor er wiederverwendet werden konnte.

Vergleich des Materialverbrauchs bei Vergleichstragwerken

Zur Entwicklung von besonders materialsparenden Tragwerken sind Raumfachwerke ein guter Ausgangspunkt. Ein Raumfachwerk ist eine Tragwerksform, die zwar materialsparend, aufgrund der komplexen Knotenpunkte jedoch aufwendiger in der Herstellung ist als beispielsweise Fachwerkträger. Ein weitverbreitetes Beispiel für einen solch komplexen Raumfachwerksknoten ist der MERO-Universalknoten.

Der MERO-Universalknoten entspricht dem geometrischen Modell eines 26-flächigen Körpers und hat sechzehn verschiedene Anschlussmöglichkeiten. Dadurch kann dieser Knoten sehr flexibel eingesetzt und zur Konstruktion von Raumfachwerken genutzt werden. Um eine Vergleich-

barkeit bei der Ermittlung der Materialeinsparung zu gewährleisten, wurde der MERO-Universalknoten daher als Benchmark herangezogen.

Der entwickelte und gefertigte Knotenpunkt besteht aus einem hohlen Rhombenkuboktaeder. Im Sinne der Nachhaltigkeit wurde versucht, beim Raumfachwerk auf Stäbe aus Metall und Kunststoff zu verzichten und stattdessen einen Anschluss für Holzstäbe zu entwickeln.

Ein aus massivem Aluminium gefertigter MERO-Knoten von 10 x 10 x 10 cm wiegt 1.417 Gramm. Der entwickelte Prototyp ist dagegen ein Hohlkörper mit fachwerkartiger Außenhaut, das Gewicht dieses Knotenpunktes beträgt 373 Gramm. Damit wurde im Vergleich zum MERO-Knoten eine Materialersparnis von 73,67 Prozent erreicht. Es handelt sich hierbei primär um einen Prototyp, um den vorgeschlagenen Herstellungsprozess von komplexen Knotenpunkten nachzuweisen. Um dessen Leistungsfähigkeit zu validieren, müssten zusätzliche Belastungstests im Rahmen einer Anschlussforschung durchgeführt werden.

Beteiligte

Prof. Jürgen Ruth
Lukas Kirschnick

Bauhaus-Universität Weimar,
Professur Konstruktives
Entwerfen und Tragwerkslehre

Knotenpunkt-Prototyp mit angeschraubten Holzstäben
28 x 48 mm.
© Lukas Kirschnick



re-narrated

Das im Rahmen des Pop-up Campus durchgeführte Projekt „re-narrated“ widmet sich der Verwendung vorhandener Materialien und propagiert den Umgang mit unvorhersehbaren und zufälligen Dimensionen, Oberflächen und Farben: Mit der Wiederverwendung von Materialien wird der Entwurfsprozess umgekehrt und muss sich an dem Vorhandenen orientieren.

Noch vor 250 Jahren war der Einfluss menschlicher Bautätigkeit auf die Umwelt gering. Konnte ein Gebäude den Anforderungen nicht mehr genügen, so wurde es in einen Neubau integriert oder man schlachtete es aus und ließ den nicht mehr verwendbaren Rest verfallen. Ein Entsorgungsproblem entstand nicht: Die verwendeten Materialien beschränkten sich bis auf wenige Ausnahmen auf Naturmaterialien, die verrotteten. Mittlerweile hat sich die Bautätigkeit nicht nur aufgrund der gestiegenen Bevölkerungszahl exponentiell erhöht, sondern auch weil in Ballungsräumen die Lebensdauer von Gebäuden sinkt. Der Bodenpreisdruck erzwingt eine immer höhere Ausnutzung von Grundstücken und die Erneuerungszyklen verkürzen sich aufgrund der schneller steigenden Anforderungen an die Gebäudeperformance vor allem in den Industrienationen. Das Ergebnis sind überfüllte Abfalldeponien und steigende Entsorgungskosten.

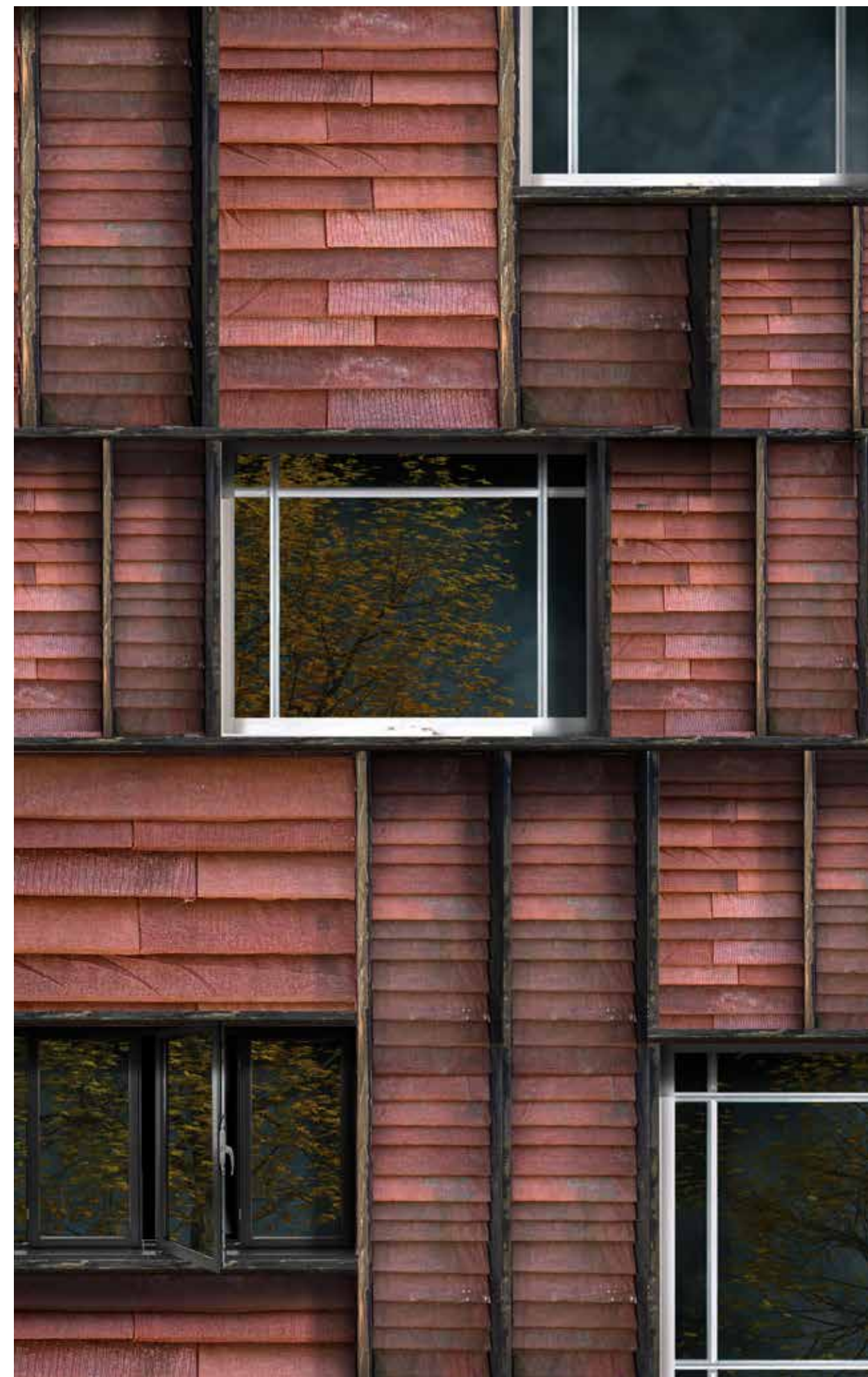
Mithilfe der Suffizienzstrategie kann dem entgegengewirkt werden. Das Bauen im Bestand, das Wiederverwenden von Bauteilen und Baumaterialien sowie der weitgehende Verzicht auf Neubau stellen zukunftsfähige Handlungsweisen dar.

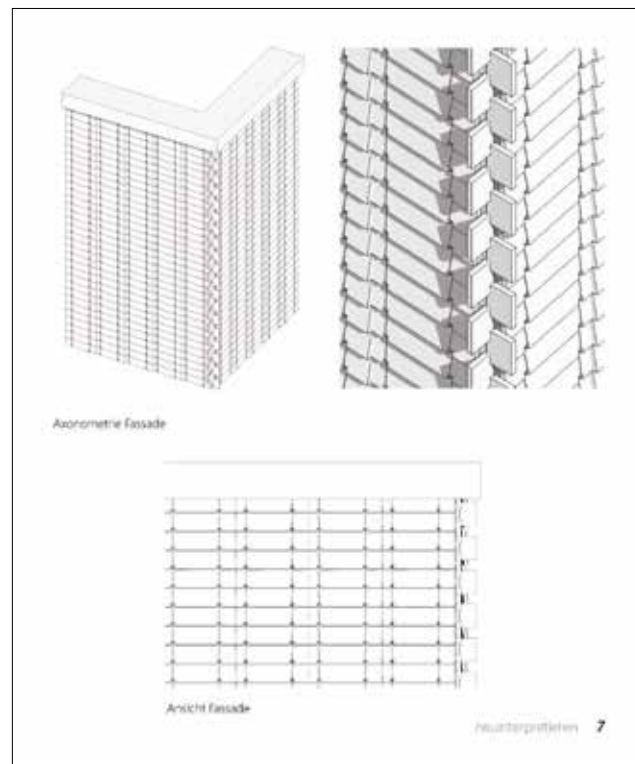
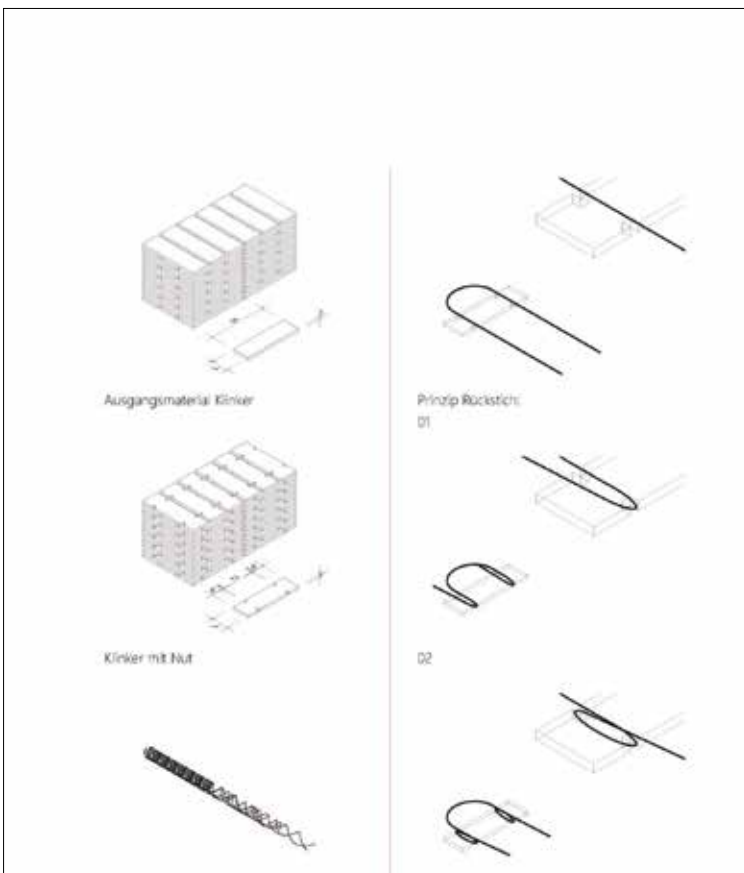
Das im Rahmen des Pop-up Campus durchgeführte Projekt „re-narrated“ widmet sich der Wiederverwendung von Materialien. Das Entwerfen mit gebrauchten Materialien impliziert den Umgang mit unvorhersehbaren und zufälligen Dimensionen, Oberflächen und Farben. Der Entwurfsprozess wird umgekehrt: Anstatt Materialien für einen Entwurf neu

zu entwickeln oder auszuwählen, muss ein Entwurf anhand gegebener Materialien und Bauteile erarbeitet werden.

Es gilt, Strategien zu finden, die das Unerwartete erwarten und den unvermeidlichen Verlust der Kontrolle in ästhetische Qualität umkehren. Ästhetische Objekte werden häufig als attraktiv wahrgenommen, wenn sie sich im Gleichgewicht zwischen identifizierbar und überraschend befinden. Ebenso hat eine auf Wiederverwendung basierende architektonische Ästhetik das Potenzial, zwischen Kontrolle und provozierender Radikalität ein Gleichgewicht herzustellen.

Fassade „Adding Softness“.
© TEAMhillebrandt





Oben: Konstruktionstechniken für die Fassade „KlinkerBert“. © TEAMhillebrandt

Rechts: Aufbau der Fassade „KlinkerBert“. © TEAMhillebrandt

Wahre Schönheit ist nie perfekt

Zeitabhängige Parameter – ob Witterungseinflüsse oder Spuren besonderer Nutzung – sind für das Lesen von architektonischen Objekten ausschlaggebend: Vergangene Geschichten werden wiedererzählt (re-narrated). Genauso kann das Bauen mit wiederverwendeten Materialien auf dem Design der zukünftigen Demontierbarkeit basieren. Infolgedessen werden die Verbindungsmittel ein sichtbares Element. Der Entwurf deutet gleichermaßen auf Vergangenheit und Zukunft hin und ist erfahrbar in der Gegenwart.

In dem einwöchigen Workshop „re-narrated“ erprobten sechzehn Studierende der Bergischen Universität Wuppertal am Lehrstuhl von Prof. Annette Hillebrandt unter Leitung von Christina Sonnborn gestalterische und konstruktive Lösungen zum Einsatz von Re-Use-Materialien, die wiederum im geschlossenen Kreislauf gehalten werden können. Der Workshop fand in Kooperation mit Søren Nielsen von Vandkunsten Architects vom 13. bis zum 19. Juni 2022 auf dem Außengelände der Bergischen Universität Wuppertal statt.

Vorbereitend auf den Workshop sammelten Studierende zurückgebaute Stoffe und Bauteile sowie Restbestände nicht genutzter Materialien. Diese wurden qualitativ und quantitativ erfasst und in einem Materialkatalog zusammengestellt. Die Materialpässe wurden in Kategorien nach Gestein, Keramik, Metall, Holz, Kunststoff und Sonstiges unterteilt. Sie führten neben einem Foto eine Beschreibung zu Menge, Abmessungen, Farbigkeit der Oberflächen, Fundort und ursprünglichem Einsatzbereich sowie eine Bewertung des Zustands auf.

Aus den gesammelten und erfassten Materialien wurden Mock-ups verschiedener Fassadenbekleidungen hergestellt. Als Abfall deklarierte Materialien erfuhren ein Upcycling und konventionelle untrennbare Verbundkonstruktionen wurden durch neue (traditionelle) Verbindungstechniken ersetzt.

Die Übung verstand sich als erkundende Forschung. Die zur Verfügung stehenden Komponenten repräsentierten eine zufällige Sammlung von Abfallmaterialien – meist mit kleinen Dimensionen. Die Materialwahl für den Mock-up oblag jeder Studierendengruppe selbst. Individuelle Präferenzen und Intuition waren für die Auswahl ausschlaggebend. Diese Bedingungen bildeten ein Feld von Zufällen, welches die Grundlage für einen freien Designprozess darstellte.

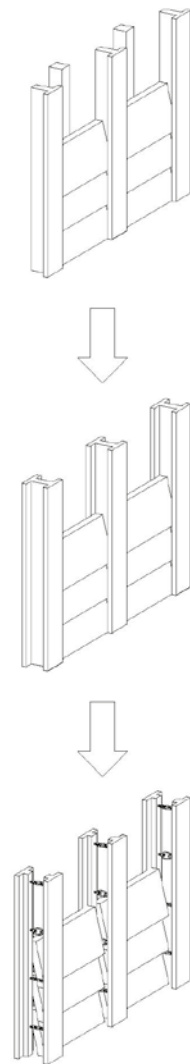
Insgesamt entstanden drei Mock-ups für Gebäudehüllen im Maßstab 1:1, die auf dem Festivalgelände des Pop-up Campus in Aachen ausgestellt wurden. Sie konfrontieren unsere bisherige Wahrnehmung von (neu anmutender) Ästhetik mit der Akzeptanz von Alterung und Zufälligkeit.

Drei Entwürfe auf dem Pop-up Campus

Der Entwurf „Adding Softness“ beschäftigte sich mit dem Umhüllen einer statischen Form durch ein Textil. Als Hauptträgermaterial für den Mock-up wurde überwiegend Vollholzparkett aus Eiche genutzt. Das Parkett wies viele Kleberrückstände auf und war nicht geeignet, um ein wiederholtes Mal als Bodenbelag genutzt zu werden. Als Hülle wurden rote

und silbrige Schattiergewebe aus einem Gewächshaus genutzt, welche zum Teil mit Moos bewachsen waren und Löcher aufwiesen. Das Textil wurde locker um die unterschiedlich langen Parkettstreifen gewickelt und mit Tackernadeln aus Edelstahl befestigt. Das umhüllte Holz wurde in einem durchschnittlichen Neigungswinkel von 22,5 Grad an einer Trägerplatte über Verschraubungen befestigt. Die Unterkonstruktion bestand aus keilförmigen Holzabschnitten, welche den jeweiligen gewünschten Winkel aufwiesen. Um Varianz zu schaffen, fand an einigen Stellen ein Wechsel des Materials, der Neigung, der Dimensionen und der Anordnung statt. Das Vollholzparkett wurde zum Teil durch Doppelstegplatten ersetzt, um Transparenz zu generieren. Teile der mit diesen Elementen erstellten Fassade ließen sich öffnen und ermöglichten Ein- und Ausblicke. Der Abstand der vertikalen Begrenzungen variierte, sodass die Dimensionen der textilen Streifen ebenfalls divergierten. Durch unterschiedliche Neigungswinkel entstand eine Heterogenität innerhalb der Fassade und der Schattenwurf auf der textilen, weichen Hülle variierte. Der Hüllstoff änderte sich in Farbe, Haptik und Patina. Im Laufe der Zeit würde die Natur sich weiter an der Fassade abzeichnen. Die Hülle kann heimischen Pflanzen und Insekten ein Habitat bieten und somit einen positiven Beitrag für die Umwelt leisten.

Der Entwurf „Self Shingling“ stellte ein Prinzip zur Verwendung von Materialien dar, die in konventioneller Bauweise verklebt würden. Teilweise beschädigte Materialien wie Natursteinplatten, Gummipplatten oder Fliesen wurden in T-Schienen überlappend eingeführt. Durch regelmäßig angebrachte stoppende Elemente ordneten sich die Materialien durch ihr Eigengewicht übereinander an. Die T-Schienen wurden im Workshop



aus Holzleisten hergestellt. Schrauben bildeten die stoppenden Elemente. Weitere Befestigungen für diese Fassadenbekleidung waren nicht notwendig. Die Materialien mussten für ihre Verwendung als Fassadenmaterial weder gebohrt, geschnitten, genagelt noch anderweitig bearbeitet werden, deshalb war ein einfacher Rückbau möglich.

Der Entwurf „KlinkerBert“ zeigte das Potenzial von scheinbar unbrauchbar gewordenen Materialien und griff dabei lokale Traditionen und Techniken auf, die über Jahrhunderte in der Textilindustrie in Wuppertal angewendet worden sind. Zum Einsatz kamen Klinkerriemchen, die auf der Längsseite mit 1 cm breiten und tief eingeschnittenen Nuten versehen wurden.

Um sie zusammenzufügen, wurden Binde-, Knot- und Nähtechniken ausprobiert und die Möglichkeiten der Kombination ausgelotet. Dafür kamen Reste einer Rolle gedrehten Kunststoffseils zum Einsatz. Durch Aufdrehen des Seils entstanden viele einzelne Stränge, die eine effizientere Verwendung des Materials erlaubten. Die Anwendung verschiedener Nähtechniken wie Rück-, Hexen- und Heftstich erfolgte zunächst experimentell. Durch den Einsatz dieser Techniken entwickelten sich eine Ornamentik und gestalterische Qualität. Um eine geschlossene und auch witterungsfeste Hülle herzustellen, wurden jeweils fünf bis sechs Klinkerriemchen überlappend miteinander verwoben. Dieses Paket ließ sich mithilfe einer geknoteten Schlaufe im Seil und einer Schraube auf der Trägerplatte befestigen. Die folgenden Pakete wurden dann jeweils überlappend über und neben dem ersten Paket angebracht. Als verbindendes Seil könnte anstelle des Kunststoffseils ein geflochtenes Drahtseil verwendet werden.

Die grafische und textliche Dokumentation der drei Entwürfe umfasste eine axonometrische Darstellung, Konstruktionszeichnungen mit dem Fokus auf Verbindung und Fügung sowie eine Visualisierung der Mock-ups an Gebäuden. Neben den Mock-up-Entwürfen wurden weitere Erkenntnisse des Projektes „re-narrated“ in einer Broschüre zusammengetragen.

Beteiligte

Prof. Annette Hillebrandt

Christina Sonnborn

Bergische Universität Wuppertal,

Fakultät 05 Architektur und

Bauingenieurwesen,

Lehrstuhl Baukonstruktion | Entwurf |

Materialkunde

Oben und rechts: Aufbau der Fassade „Adding Softness“.
© TEAMhillebrandt

Unten rechts: Aufbau der Fassade „Self Shingling“.
© TEAMhillebrandt

Robotische Fabrikation von Bauteilen aus Stampflehm

Lehm gehört zu den natürlichen Baustoffen und wird weltweit in unterschiedlichen Bauweisen verwendet. Stampflehmwände sind als Massivbauweise geeignet, Räume zu bilden und Lasten abzutragen. Bis heute erfolgt die Herstellung von Stampflehmwänden durch das lagenweise Einbringen von erdfeuchtem Lehm in eine zuvor errichtete Schalung mit anschließender manueller Verdichtung. Der Verdichtungsprozess wird durch lokale Druckstöße mittels händisch geführter, pneumatischer Stampfer ausgeführt. Dieser sequenzielle manuelle Fertigungsprozess ist zeit- und kostenintensiv. Der innovative robotergestützte Stampflehmprozess vereint Einschalen, Verdichten und Ausschalen in einem automatisierten Prozessschritt. Die traditionelle Stampflehmbauweise wird somit wirtschaftlich attraktiv bei gleichzeitig höheren Fertigungsqualitäten und großer Gestaltungsfreiheit.

Im Forschungsprojekt „Robotische Fabrikation von Bauteilen aus Stampflehm“ wurde ein neuartiges, automatisiertes Verfahren entwickelt, mit dem großformatige Stampflehmteile robotergestützt in Vorproduktion gefertigt werden können.

Einschalen, Verdichten und Ausschalen in einem Prozessschritt

Grundidee des automatisierten Fertigungsverfahrens ist das gleichzeitige Schalen und Verdichten mittels eines digital gesteuerten Roboterarms. Von den traditionellen handwerklichen Verdichtungsmethoden mit vorlaufendem Schalungsbau unterscheidet sich das robotische Verfahren im Wesentlichen durch eine am Verdichtungswerkzeug mitgeführte aktive Schalung: Dies spart Ressourcen in Form von nicht benötigtem Schalungsmaterial, Bauzeit durch den Entfall des Umbauens der Kletterschalung und schlussendlich Baukosten.

Während das Streben nach Wirtschaftlichkeit zur Vergrößerung der Schalungsteile geführt hat und heutzutage in der Stampflehmbauweise

zumeist Systemschalungen aus dem Betonbau eingesetzt werden, nutzt die robotergestützte Stampflehmfabrikation konsequent den Unterschied zum Beton aus, nämlich die unmittelbar nach dem Verdichten vorhandene Grundfestigkeit von Lehm. Im Unterschied zum Betonbau kann daher die Schalung sofort nach dem Verdichten entfernt werden. Durch eine parallel zum Verdichtungsgerät aktiv geführte Gleitschalung wird die Schalungsfläche auf den Verdichtungsbereich reduziert. In der Folge können auch die Lagenhöhe und die Verdichtungsenergie reduziert werden, was den seitlichen Druck auf die Schalung minimiert. So wird der Herstellungsprozess wirtschaftlich optimiert und die Fertigungsqualität gesteigert. In dem Forschungsprojekt wurden die Parameter Schalungsdimension, Lagenhöhe und Verdichtungsenergie präzise aufeinander abgestimmt; das automatisierte Verfahren wurde durch die Herstellung von Prototypen im Labor und eine Komponentenvalidierung getestet (Technology Readiness Level 4 bis 5). Ein weiterer Vorteil der robotischen Stampflehmbauweise liegt darin, dass durch den automatisierten Fertigungsprozess die Streuungen der Materialkennwerte, insbesondere der Druckfestigkeit, geringer sind, was die Zulassung höherer Festigkeiten für die Bemessung von Stampflehmteilen begünstigen kann.

Vom Bauteil zum Bausystem: Passgenaue Fügescnitte von Stampflehmelementen

Für den Pop-up Campus wurde auf Basis der im Forschungsprojekt entwickelten Technologie eine „Stampflehm-Bar“ hergestellt. Ziel war es, die robotische Fertigung von Einzel-Lehmteilen zu einem bausystemischen Ansatz weiterzuentwickeln. Zentraler Ansatz hierzu ist die Herstellung von Trockenstoßfügungen durch nachlaufende subtraktive Bearbeitungsschritte. Das Digital Building Fabrication Laboratory (DBFL) am ITE der TU Braunschweig bietet hierzu ideale Voraussetzungen. Neben dem robotischen Portal für additive Fertigungsprozesse ermöglicht ein zweites Portal mit einer CNC-5-Achs-Einheit entweder gleichzeitige Prozesse wie die Materialbeschickung oder nachlaufende Prozessschritte wie das subtraktive Schneiden oder Fräsen. Durch die Herstellung großformatiger Elemente und anschließendes Zuschneiden auf Modulgröße sowie das Integrieren von Fügungen wird die robotische Stampflehmtechnik hoch-effizient und wirtschaftlich.

Die Herstellung der wandartigen Elemente und ihre Nutzung als Bar-Elemente auf dem Pop-up Campus dienen dazu, die Herstellungsmethode inklusive aller Prozessschritte in anschaulicher und im Kontext des Pop-up Campus gut nutzbarer Weise zu erforschen (TRL 5 bis 6). Dabei spielten insbesondere das Zerteilen der großformatigen Wandelemente sowie die Beschaffenheit der Bauteilunterlage und das Handling der Elemente eine übergeordnete Rolle.

Sämtliche Untersuchungen zum Segmentieren von Stampflehmelementen wurden am DBFL durchgeführt. Für das Zerteilen der Elemente sind grundsätzlich verschiedene Verfahren geeignet, die auch in der Stein- und in der Betonverarbeitung angewendet werden: vor allem das Schneiden mit einer CNC-gesteuerten Diamantkreissäge sowie das Diamantseilsäge-Verfahren sind zu nennen.



Oben: Das Digital Building Fabrication Laboratory (DBFL) am ITE der TU Braunschweig.
© ITE/TU Braunschweig

Links: Fügeschnitte.
© ITE/TU Braunschweig

Rechts: Die Bautechnik.
© ITE/TU Braunschweig

Unten: Stampflehmelement, hergestellt in robotischer Fertigungsweise.
© ITE/TU Braunschweig

Anhand von Vorversuchen zeigte sich, dass das CNC-gesteuerte Diamantkreissäge-Verfahren gut geeignet ist, um präzise Geometrien herzustellen, etwa für Trockenstoßverbindungen. Aufgrund eines erhöhten Materialverschleißes und erschwelter Logistik – beispielsweise durch ihre begrenzte Eintauchtiefe – erwies sich die Diamantkreissäge jedoch als ineffizient hinsichtlich des Zerteilens der Bauteile. Das Diamantseilsäge-Verfahren hingegen ist für die Herstellung von gradlinigen, orthogonal zur Bauteiloberfläche laufenden Schnittgeometrien gut geeignet und wurde bisher nicht an Stampflehmelementen getestet, weshalb diese Methode im Rahmen der Herstellung der Bar-Elemente untersucht wurde.

Die Wandelemente wurden in einer Länge von 2,50 m mit dem robotischen Stampflehmverfahren hergestellt. In den wiederverwendbaren Fundamentbalken aus Stahlbeton wurden Holzkeile integriert, die nach

Herstellung der Stampflehmelemente herausgeschlagen wurden, um die Bauteile nach dem Schnitt ohne Probleme von der Unterlage abtransportieren zu können. Für die Herstellung wurde ein feiner Grubenlehm mit einem Größtkorn von 8 mm gewählt. Die Wandelemente wurden in Segmente von 1,25 m Länge zerteilt.

In Abstimmung über die möglichen Lasten für das Gebäude des Pop-up Campus wurden zwei Stampflehmelemente nach Aachen transportiert und als Tresen aufgebaut. Von der Herstellung der Elemente im Labor bis zum Einsatz der Prototypen in einem relevanten Umfeld wurde der Gesamtprozess erstmalig vollständig durchgeführt, was weitreichende Erkenntnisse zu den einzelnen Prozessschritten brachte und einen wichtigen Beitrag hinsichtlich der industriellen Anwendung der robotischen Stampflehmtechnik darstellt.

Beteiligte

Prof. Harald Kloft
Joschua Gossler

Technische Universität Braunschweig,
Institut für Tragwerksentwurf

Robotische Fabrikation von Bauteilen aus Stampflehm: CNC-gesteuerte Beschickungseinheit (rechts) und Verdichtung-/Schalungseinheit (links).
© ITE/TU Braunschweig



3DWoodWind

Die Bauindustrie ist für einen hohen Anteil der weltweiten CO₂-Emission verantwortlich. Der nachhaltige Baustoff Holz wird dadurch eine der wichtigsten Alternativen unter den direkt anwendbaren Konstruktionsmaterialien. Durch den hohen Bedarf sowie die begrenzte Verfügbarkeit der Ressource ist einerseits die Entwicklung von Bausystemen erforderlich, die eine Wiederverwendbarkeit der Bauteile erlauben, und andererseits sind neue Bautechnologien gefragt, die einen materialeffizienten Einsatz des Baustoffs ermöglichen. In einer Teilsequenz des Forschungsprojekts „3DWoodWind“ sollte auf dem Pop-up Campus eine alternative Herangehensweise für konventionelle Bauelemente durch strukturelle Leichtbauelemente aus Furnierholz erforscht und weiterentwickelt werden.

Additive Herstellungsprozesse kommen in der Industrie durch die einhergehenden ressourcen- und dadurch kosteneffizienten Eigenschaften immer häufiger zum Einsatz. Zudem verbreitet sich die Technik in Form von FDM-Printing (Fused Deposition Modeling) bis in den privaten Bereich. In der Bauindustrie wurden bereits zahlreiche Beton- und Stahlbauprojekte durch additive Herstellungsprozesse verwirklicht. Allein Methoden und Prozesse, die Vorteile additiver Herstellungsprozesse mit dem nachhaltigen Material Holz verbinden, finden noch kaum Anwendung. In diesem Bereich wurden bisher Verbundwerkstoffe aus Holzpulver und Polymeren genutzt, wobei jene inhärenten Materialeigenschaften verloren gehen, die beispielsweise auf Faserrichtung und -verbund beruhen.

Durch dreidimensionale Wickelprozesse können diese Eigenschaften genutzt werden, um Hohlbauteile aus Furnierholz mit minimalem Materialaufwand und angepassten strukturellen Eigenschaften zu entwickeln. Hohlbauprofile aus Metall und Kunststoff finden bereits eine vielgestaltige

Anwendung in der Bauindustrie; zukünftig könnten diese Elemente durch gleichwertige Hohlbauprofile aus Holz substituiert werden. Diese standardisierten und regelmäßig verlaufenden Profile sind aber nicht die einzigen Formen, die durch einen Wickelprozess gefertigt werden können. So sind Elemente mit doppelt gekrümmten Oberflächen möglich, die als materialeffiziente Leichtbauteile tragende Elemente ersetzen könnten.

Tragende Elemente aus Furnierholz

In einer Teilsequenz des Forschungsprojekts „3DWoodWind“, in dem die Machbarkeit robotischer Wickelverfahren für Leichtbauteile aus Furnierholz festgestellt und die grundlegende Technik untersucht wurde, sollten massive Bauteile wie Decken oder Säulen durch Leichtbauelemente aus Buchenfurnierholz ersetzt werden. Für das Wettbewerbsprojekt „BBSR Research Prototype“ wurde eine 7 x 7 m große, modulare Struktur aus Stützen und Deckenelementen für die DigitalBau Messe in Köln 2022 realisiert. Im Rahmen des Pop-up Campus beschäftigte sich das Projekt mit den Möglichkeiten der Wiederverwendbarkeit und einer Umnutzung der Elemente. Dies sollte durch die Modularität der einzelnen Bauteile gelingen, die auf dem Pop-up Campus in einer anderen Kombination einer neuen Nutzung zugeführt werden sollten. Dazu mussten zunächst die räumlichen Möglichkeiten vor Ort untersucht werden. Der Wiederverwendung und Umnutzung der Leichtbaudeckenelemente wurde der Vorzug gegeben. Diese sollten im neuen Umfeld sowohl in der Anordnung als auch für eine Nutzung als Kombination aus Fundament und Sitzbank verwendet werden. Hiermit sollten die Effektivität der Module bei Umnutzung und somit die Möglichkeiten einer zirkulär ausgerichteten Bauweise erforscht werden, die der Knappheit der Baumaterialien entgegenwirken sowie Emissionen und Abfälle im Herstellungsprozess verringern könnten.

Leichtbauteile im Wickelverfahren mit integriertem Klebstoffauftrag

Das Fachgebiet Experimentelles und Digitales Entwerfen und Konstruieren (EDEK) der Universität Kassel beschäftigt sich mit der Nutzung nachhaltiger Materialien, eng verknüpft mit digitalen Fertigungsweisen in der Architektur und im Bausektor. Unter der Leitung von Prof. Philipp Eversmann entstand rund um Andreas Göbert, Julian Ochs und Ole Weyhe das Projektteam „3DWoodWind“, das sich mit additiven Auftragsmethoden

Modulare Struktur aus robotisch gewickelten Stützen und Deckenelementen aus Furnierholz, angepasst an die Gegebenheiten vor Ort. © EDEK, Universität Kassel





Die Leichtbaustruktur wird vor Ort assembliert: von Fundamenten für tragende Säulenelemente über Deckenverbinder bis hin zu Hohlkörpern als tragende Deckenelemente. Der Aufbau wird durch die Modularität vereinfacht. © EDEK, Universität Kassel

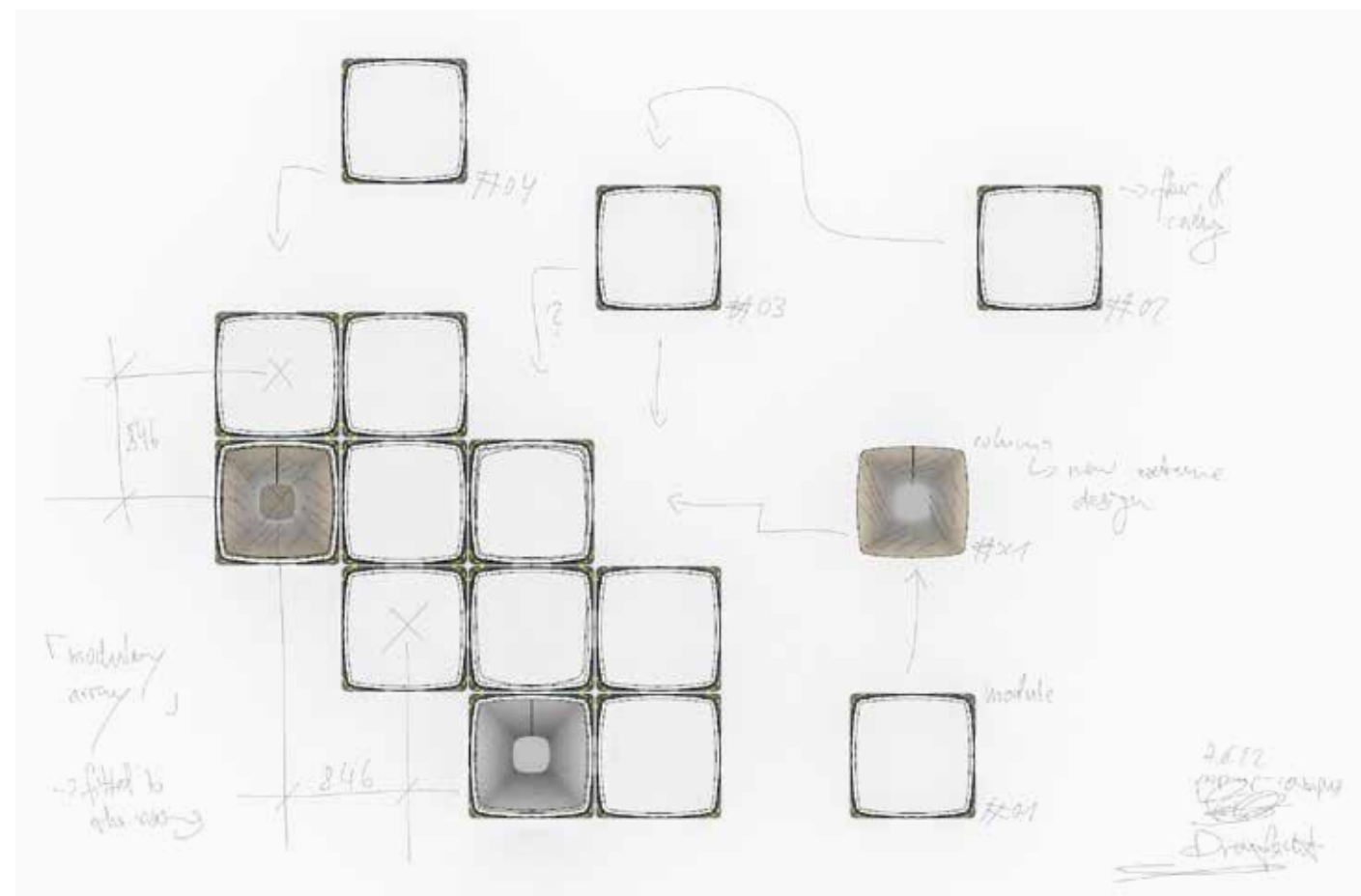
von Furnierholz-Endlosbändern für neuartige Leichtbaukonstruktionen beschäftigt. Jene Auftragsmethoden beinhalten Wickelprozesse mit integriertem Klebstoffauftrag, die eine Herstellung von Hohlbauteilen möglich machen. Die Eigenschaften des verwendeten Furniers lassen sich optimal ausnutzen, sodass materialeffizient gearbeitet werden kann. Der methodische Ansatz des Forschungsprojekts erfolgte in sechs Arbeitspaketen, die sich mit der Evaluation der Demonstratoren aus dem Forschungsprojekt „BBSR Research Prototype – 3DWoodWind“ und der Anpassung an den untersuchten Bestand in Aachen beschäftigten. Folgend wurden mit der Erstellung eines neuen Nutzungskonzepts, der Herstellung beziehungsweise Anpassung der Elemente, der Planung von Montage, Transport und Abbau sowie möglichen Nachnutzungskonzepten alle Stationen der projektbezogenen Zirkularität betrachtet.

Das vorausgegangene Projekt „BBSR Research Prototype – 3DWoodWind“ hatte neue Möglichkeiten für additive Technologien im Holzbau geschaffen. Im dreidimensionalen robotergestützten Wickelverfahren waren materialeffizient hohle Leichtbauteile realisiert worden.

Modulare Komponenten könnten zukünftig zu mehrgeschossigen Strukturen verbunden werden und Massivholzplatten und -träger sowie Betonplatten und Stahlprofile ersetzen. Das Teilprojekt auf dem Pop-up Campus zeigte, dass die Modularität der einzelnen Elemente mittels Umnutzung und geringfügiger Anpassungen an die Gegebenheiten im

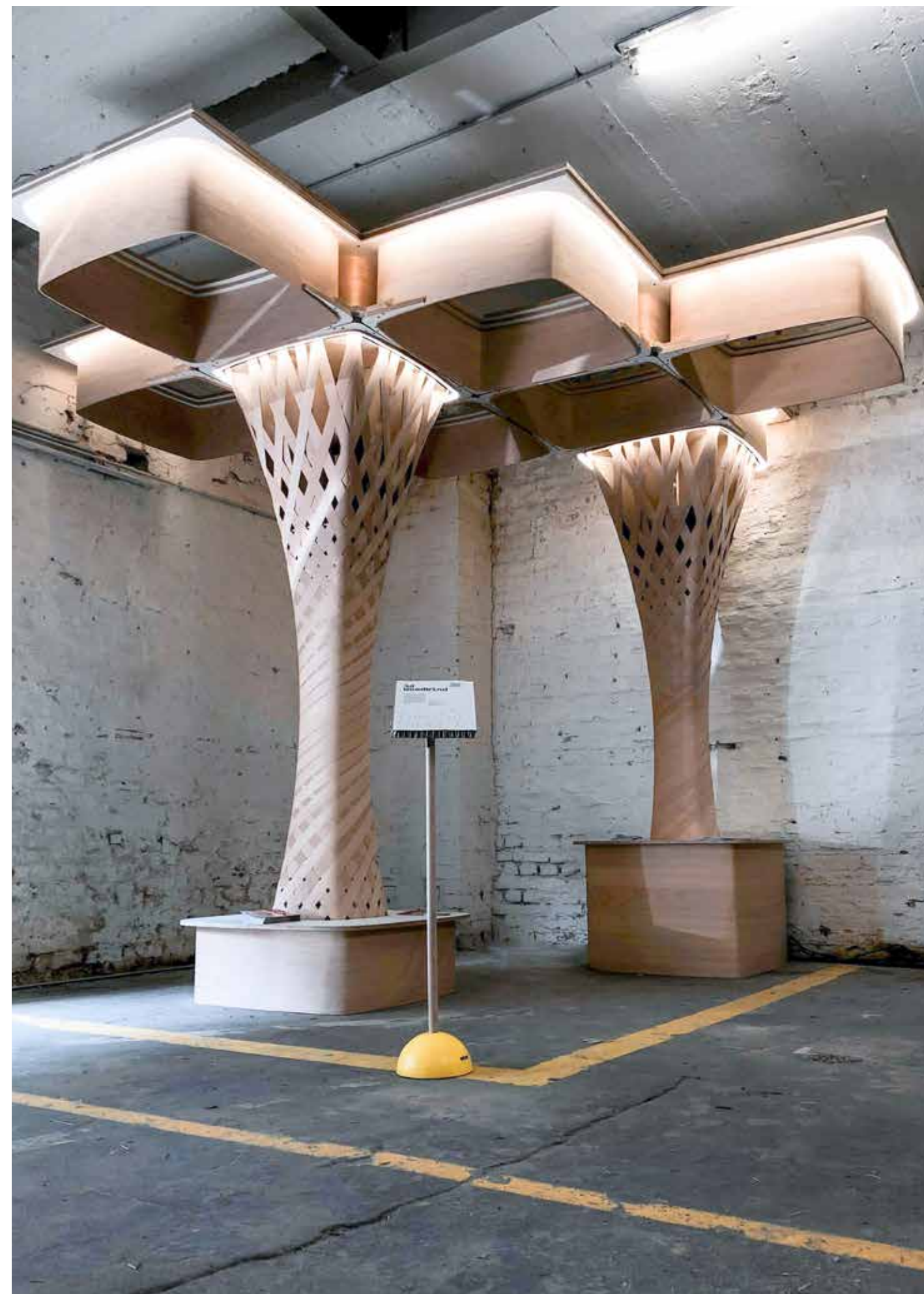


Der Umnutzungsgedanke skizziert: In der Vogelperspektive wird der modulare Aufbau im quadratischen Raster deutlich. Oben und unten: © EDEK, Universität Kassel



Bestand Zirkularität ermöglicht. Die meisten Elemente konnten von der ursprünglichen Struktur ohne Anpassung übernommen werden, allein für die Fundamentmodule wurden einzelne Elemente angepasst und neue Holzflächen zum Sitzen hinzugefügt, die aber zukünftig für andere frei stehende Anordnungen verwendet werden können. Die mögliche Nutzung der Module als Fundamente und als Elemente für Interior-Design und Möbelbau wurde dargelegt. Das Forschungsprojekt „BBSR Research Prototype – 3DWoodWind“ konnte durch die neue Fabrikationsmethode des Furnierbandwickelns mit integriertem Klebstoffauftrag eine materialeffiziente und nachhaltigere Bauweise von Substitutionselementen in der Architektur demonstrieren und die Machbarkeit nachweisen. Zukünftig sollen verschiedene Klebstoffsysteme sowie weitere Freiformgeometrien erforscht sowie strukturelle Tests zur weiterführenden Validierung durchgeführt werden.

Finaler Aufbau der Struktur in atmosphärischer Beleuchtung.
© EDEK, Universität Kassel



Beteiligte

Prof. Philipp Eversmann

Julian Ochs

(Projektmanagement und
-kommunikation, Konzeptualisierung
Umnutzung und Montage)

Andreas Göbert

(Entwicklung und Expertise, Montage)

Ole Weyhe

(Entwicklung und Expertise, Montage)

Unterstützende Kooperationspartner:

H. Heitz Furnierkantenwerk

GmbH & Co. KG

(Furnierkanten)

Jowat SE

(Klebstoff)

Oest GmbH & Co. Maschinenbau KG

(Klebstoffanlage)

Universität Kassel, Fachgebiet
Experimentelles und Digitales
Entwerfen und Konstruieren (EDEK)

Holz-Myzelium- Verbundbauweise für Ein- und Ausbauten

Der Ausstellungsbeitrag POP-UP HOME umfasste erste großflächige Holz-Myzel-Trennwand-Demonstratoren. Auf der Grundlage bisheriger Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt „HOME“ wurden drei Prototypen entwickelt und produziert: eine furnierverstärkte flache Trennwand, eine furnierverstärkte gebogene Trennwand und eine Trennwand aus topologisch verzahnten Einzelmodulen. Für das Publikum wurde ein sinnlich-ästhetischer Erfahrungsraum geschaffen, der es ermöglichte, die Wirkung der verwendeten nachhaltigen Materialien auf das eigene Wohlbefinden wahrzunehmen.

Aufbauend auf den vielversprechenden Ergebnissen des Forschungsprojekts „HOME“ wurden erste großmaßstäbliche Holz-Myzel-Verbund-Demonstratoren als Anwendungsbeispiele für raumtrennende Elemente hergestellt. Es galt, das Potenzial des Bioverbundwerkstoffs aus Holzfilamenten und Myzelmaterial für den Bau vielgestaltiger und akustisch wirksamer Flächenbauteile zu demonstrieren. Die Besucherinnen und Besucher des Pop-up Campus sollten außerdem die Möglichkeit einer haptischen Erfahrbarkeit des Materials bekommen. Im Verlauf des Gesamtforschungsprojekts waren lediglich kleinmaßstäbliche Demonstratoren für mechanische und akustische Testungen hergestellt worden. Anhand derer

hatte sich ermitteln lassen, welche Holzgitterstrukturen sich beispielsweise als mögliche Bewehrungsstrukturen für eine Hochskalierung des Holz-Myzel-Verbunds anbieten.

In der Frage nach Lösungswegen für einen besseren Umgang mit Ressourcen im Bauwesen erweist sich der Holz-Myzel-Verbund als biobasierte Alternative zu den meist wenig nachhaltigen Materialien, die üblicherweise im Innenausbau Verwendung finden. Gleichzeitig werden Materialien und Geometrien so entwickelt, dass die hergestellten Bauteile auch wieder demontiert und als einzelne Elemente für weitere Zwecke, etwa Büromöblierung, wiederverwendet werden können. Dank ihrer ausschließlich natürlichen Beschaffenheit können die Bauteile am Ende ihres Lebenszyklus zerkleinert und neuem Ausgangsmaterial hinzugefügt oder sogar durch Kompostierung in den biologischen Kreislauf zurückgeführt werden.



Oben: POP-UP HOME-Demonstratoren auf dem Pop-up Campus. Links: Flache Myzel-Trennwand, rechts: Myzel-Trennwand bestehend aus topologisch verzahnten Elementen, hinten: geschwungene Myzel-Trennwand mit teilweise sichtbarem Furniergitter. © EDEK, Universität Kassel

Rechts: Befüllung der robotisch gefertigten Gitterstrukturen aus Holzfurnier mit Myzelium-Substrat. © EDEK, Universität Kassel

Materialkonzept

Myzelium ist das Wurzelwerk von Pilzen; im Rahmen des Projekts wurde der Pilzstamm *Ganoderma lucidum*, auch bekannt als Reishi-Pilz, auf Hanffasern, die als Abfallmaterial aus der Landwirtschaft verfügbar sind, kultiviert. Als Verstärkung wurden additiv hergestellte dreidimensionale Holzgitter verwendet, die den Einsatz des Materials im architektonischen Maßstab ermöglichten.

Durch den biotechnologischen Herstellungsprozess der Bauteile sowie den Verzicht auf synthetische Materialien werden CO₂-Emissionen vermieden. Bauabfälle lassen sich durch den Einsatz wiederverwendbarer oder einwachsender Schalungen reduzieren.

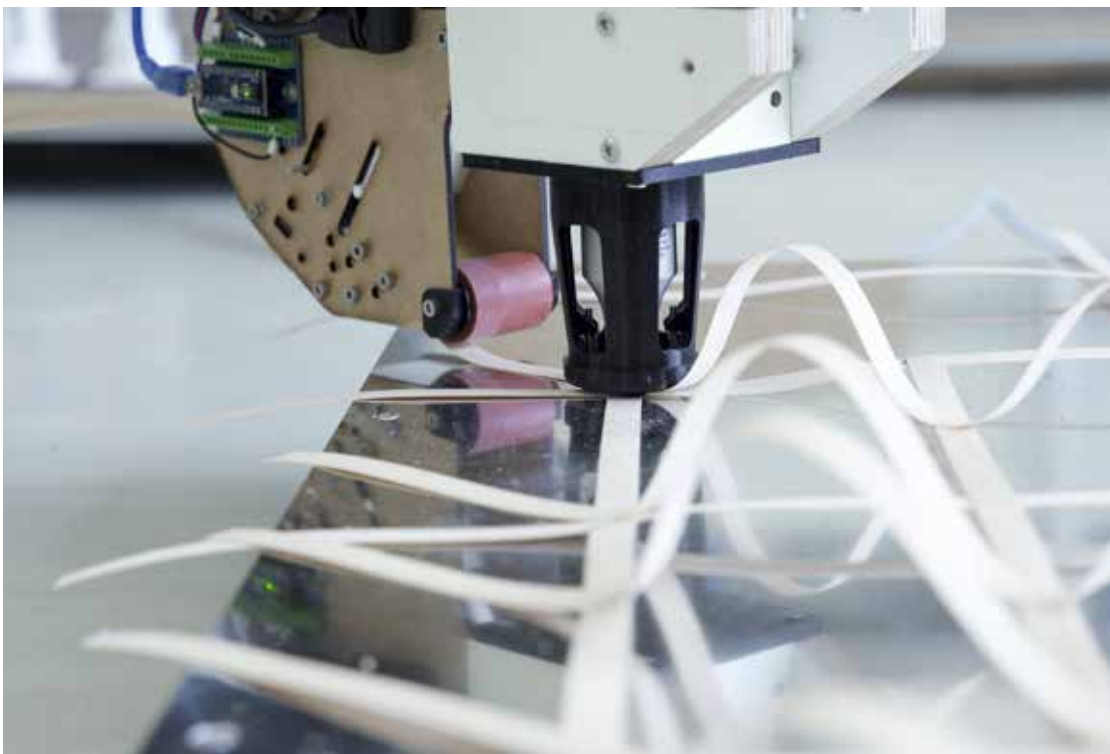
Projektgliederung

Auf Basis der ersten Forschungsergebnisse aus seinem Projekt „HOME“ entwickelte das Team des Fachgebiets EDEK der Universität Kassel sechs verschiedene Arbeitspakete, die sich in Vorversuche, die Konkretisierung der Entwürfe, die Herstellung der Elemente, den Transport und die Montage, die Ausstellung und die Entwicklung von Nachnutzungskonzepten gliederten. Die Herstellung der Gitterstrukturen und der Schalungen sowie der biologische Wachstumsprozess fanden in den Werkstätten des Fachgebiets EDEK statt.

Herstellung der Demonstratoren für den Pop-up Campus

Basierend auf mechanischen und strukturellen Tests des Forschungsprojekts wurden zunächst Vorversuche zur Skalierung der Bauteile und der Geometrie der (teilweise) innenliegenden Gitterstruktur durchgeführt. Um den Zeitplan von vier Monaten bis zur Ausstellung einhalten zu können, wurde das Myzelmaterial als Halbwerkzeug von der niederländischen Firma Grown.bio erworben.

Anschließend wurden die Entwürfe für den Einsatz von Verbundflächenkomponenten als Raumgliederungselemente angefertigt: Sie umfassen Gitterstruktur-Geometrien, gesamte raumtrennende Bauteile (fest/mobil) und die Geometrien einzelner Module sowie deren Schalungen. Hierbei wurden zusätzlich zu Holz-Myzel-Verbund-Elementen mit Gitter-



Ultraschallschweißen der Gitterstrukturen. © Mona Schmidt

strukturen Bauteile entwickelt, die auf dem Prinzip einer topologischen Verzahnung der geometrisch geformten Außenkanten beruhen. Dies ermöglicht eine strukturelle Wirkung ohne zusätzliche Verbindungsmittel.

Parallel wurde der Bau einer 2,4 x 2,4 x 2 m großen Wachstumskammer geplant und realisiert, um die erforderlichen Bedingungen für das Myzel-Wachstum zu schaffen.

Im nächsten Schritt erfolgte die Herstellung der Komponenten: Die Gitterstrukturen wurden mithilfe eines Ultraschallschweißverfahrens hergestellt. Dabei wurden die Holzfurniere manuell in die Form der zuvor entworfenen dreidimensionalen Gitterstrukturen gebracht und mit einem Handschweißgerät verbunden. Myzelmaterial und Gitterstrukturen wurden in der Schalung zusammengeführt, durchliefen ihre Wachstumsphase

unter kontrollierten Bedingungen in der Wachstumskammer und wurden anschließend bei Raumtemperatur getrocknet.

Das Projektteam montierte vor Ort in Aachen die Demonstratoren sowie die Präsentationspaneele mit Illustrationen und einem Videoscreen.

Für das Ausstellungspublikum wurde ein sinnlich-ästhetischer Erfahrungsraum geschaffen, in dem es die Wirkung der verwendeten nachhaltigen Materialien auf das eigene Wohlbefinden erspüren konnte. Das Projektteam gewann einen Eindruck von der haptischen Wahrnehmung und der Akzeptanz des Publikums gegenüber dem Material: Das Feedback in Bezug auf Ästhetik und Wohlbefinden war durchweg positiv.

Nachnutzungskonzepte

In der letzten Phase wurden Nachnutzungskonzepte der Varianten REUSE, RESHAPE, BIOCYCLE für die Flächenkomponenten untersucht: Die modularen Elemente lassen sich nach der Nutzung wieder flexibel zu neuen Wandelementen zusammenfügen und können dementsprechend

weiterverwendet werden. Die Materialwahl erlaubt außerdem, dass die Elemente zerkleinert und neuen Biofabrikationsprozessen zugefügt oder durch Kompostierung in den biologischen Kreislauf zurückgeführt werden.

Ergebnisse der praktischen Anwendung

Das Projekt zeigte das Potenzial des Bioverbundwerkstoffs aus Holzfilamenten und Myzelmaterial für den Bau vielgestaltiger und akustisch wirksamer Flächenbauteile. Die mögliche Nutzung des Materialverbunds

und die Herstellungsweise für Trennwandelemente wurden dargelegt. Das Projekt demonstrierte, dass die Herstellung von flächigen sowie gekrümmten Holzgitterstrukturen durch ultraschallgeschweißte Verbindungen möglich ist. Des Weiteren wurde bewiesen, dass eine Wachstumskammer im Low-Tech-Standard für die Herstellung von großskalierten Myzelementen verwendet werden kann. Der Wachstumsprozess soll im Verlauf des Projekts weiter optimiert werden, um Oberflächen in gleichbleibender Qualität herzustellen. Weil sie einen starken Einfluss auf die Bauteilpräzision der endgültigen Module hat, soll die Methode der Schalungsbefüllung mit dem Myzelmaterial weiterentwickelt werden.

Geschwungene Myzel-Trennwand mit teilweise sichtbarem Furniergitter. © Nicolas Wefers



Beteiligte

Prof. Philipp Eversmann

Nadja Nolte

Eda Özdemir

Andrea Rossi

Zoe Kaufmann

Longbiao Shi

Universität Kassel,
Fachgebiet Experimentelles und
Digitales Entwerfen und Konstruieren
(EDEK)

Unterstützende Kooperationspartner:

H. Heitz Furnierkantenwerk

GmbH & Co. KG
(Furnierkanten)

Grown.bio
(Myzelmaterial)

Herrmann Ultraschall
(Ultraschallschweißgeräte)

Hoogcruts

Das Kloster Hoogcruts liegt unweit von Aachen, in der niederländischen Provinz Limburg und gehörte zu den Außenstandorten des Pop-up Campus. Während der Campus-Wochen wurde im Klostergarten ein Bambus-Workshop durchgeführt. Dabei entstand eine leichte Dachkonstruktion zum Schutz eines Stampflehmbaus, der 2020 im Rahmen einer Summer School von Studierenden errichtet worden war. Die methodisch zwischen Experiment und Spiel einzuordnende Vorgehensweise bot die Möglichkeit, konzeptionelle Entscheidungen während des Bauprozesses zu verhandeln.

Experimente gehören zum Kernbestand wissenschaftlicher Praxis. In ihrem Verlauf lassen sich Hypothesen verifizieren und Erkenntnisse gewinnen. Zur Durchführung von Experimenten müssen Versuchsaufbauten in einer kontrollierbaren Umgebung erstellt werden. Zu beobachtende Gegenstände müssen erfasst und beschrieben werden. Nicht zuletzt muss auch die Beobachtung beobachtet werden, um deren Dauer und die zur Beobachtung notwendigen Instrumente zu bestimmen. Eine andere Methode zur Erlangung von Erkenntnissen ist das Spiel, das die Spielenden zu einer veränderten Wahrnehmung ihrer Umwelt und ihrer selbst ermuntert. Experimente und Spiele sind innerhalb eines raumzeitlichen Rahmens ergebnisoffen. Als Beitrag für den Pop-up Campus fand ein Selbstbauseminar im Kloster Hoogcruts statt, das sich in methodischer Hinsicht zwischen Experiment und Spiel bewegte.

Das ehemalige Kloster befindet sich in der Nähe der niederländischen Gemeinde Gulpen und wurde im 15. Jahrhundert erstmals urkundlich erwähnt. 1978 wurden das bis dahin vielfältig genutzte Hauptgebäude und die Klosterkapelle durch einen Brand zerstört. Die Stiftung Het Limburgs Landschap erwarb das Anwesen und restauriert seit vielen Jahren die Mauern und den Klostergarten. Die Stiftung will das Areal im Dreiländereck in eine regionale Zukunftswerkstatt umbauen, in der Technik, Kunst und Landschaft neu miteinander in Beziehung gesetzt werden. Seit 2019 unterstützt das Lehr- und Forschungsgebiet Architekturtheorie der RWTH Aachen University die Landschaftsstiftung der Provinz, ermittelt Entwicklungspotenziale und führt Design-Build-Workshops durch.

Erde und Lehm

Ausgangspunkt eines ersten Bauexperiments war die nachhaltige Baupraxis mit Lehm und Erde. Im Rahmen eines DAAD-Projekts der



Oben: Dachkonstruktion aus Bambus auf frei stehenden Stampflehmwänden.
© Nicola Paternuosto

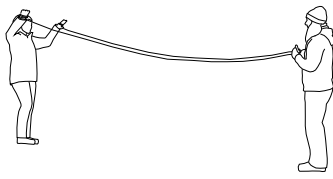
Unten: Auskragende Traversen auf zweiter Ebene der Dachkonstruktion. © Nicola Paternuosto

Förderlinie „A New Passage to India“ sammelten indisch-deutsche Teams auf mehreren Forschungsreisen im Vorfeld Daten zu historischen sowie aktuellen Lehmbauten. Die Erkenntnisse wurden in einer Datenbank zusammengefasst. Im Sommersemester 2020 wurde das inventarisierte Materialwissen anhand von Modellen und Mock-ups untersucht und auf seine Verwendbarkeit in der Baupraxis getestet. Parallel dazu fand ein Entwurfsworkshop statt, als dessen Ergebnis Studierende Entwürfe für den Bau von Stampflehmwänden im Kloster Hoogcruts präsentierten. Nach der Diskussion zahlreicher Varianten wurde ein Entwurf gewählt, bei dem vier frei stehende Wände einen Innenraum bilden, ohne diesen ganz zu verschließen. Der Bau wurde während einer zehntägigen Summer School im August 2020 unter Beteiligung von 22 Architekturstudenten

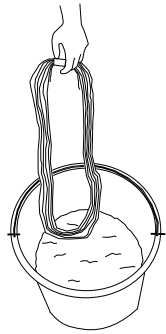
und -studenten durchgeführt. Der Kontext des Projekts ermöglichte eine spezifische Form der Beteiligung an Entscheidungsfindung und Koordination. Die Prozesse waren stark durch das Material bestimmt: Lehm und Erde sind weder genormte noch zertifizierte Baustoffe, sondern variieren je nach Vorkommen.

Bambus

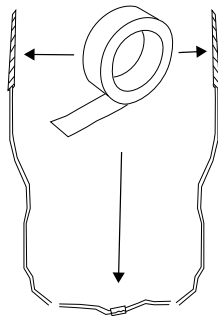
Der zweite Teil des Bauexperiments begann mit der Suche nach einem geeigneten Material für die Dachkonstruktion. Aufgrund der erforderlichen Spannweite wäre ein Tragwerk aus Holzbalken zu schwer gewesen. Außerdem wären Punktlasten und Schwerkräfte entstanden, denen die Lehmwände kaum hätten standhalten können. Daher fiel die Entscheidung zugunsten einer Bambuskonstruktion. Bambus ist aufgrund seiner Querschnitte und der Beschaffenheit seiner Fasern ein ideales Material für Dachkonstruktionen. Es ist stark und leicht zugleich. Teams von Masterstudierenden entwickelten im Sommersemester 2021 sowie im Winter-



semester 2021/22 Vorschläge für weit gespannte Stabkonstruktionen, geflochtene Schalen und Strukturen, die sich auf Vorbilder südostasiatischer Kragkonsolen bezogen. Nach eingehender Diskussion der Tragwerke wurden die wichtigsten Verbindungspunkte identifiziert und anhand von Mock-ups verifiziert. Nach mehreren statischen Beratungen durch Prof. Evelyn Rottke (FH Aachen) und das Team um Prof. Martin Trautz (RWTH Aachen University) wurde eine Lösung gewählt, bei der die frei stehenden Lehmwände durch einen mehrlagigen Ringanker verbunden wurden. Im rechten Winkel zur ersten Ringankerlage wurden auskragende Traversen aufgebracht, welche die zweite Ebene des Ringankers aufnehmen konnten.



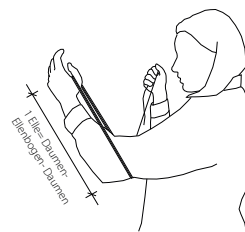
Der Workshop zum Bau der Bambuskonstruktion fand in zwei Etappen statt: Ein erster Bauabschnitt konnte in Zusammenarbeit mit Studierenden der Aachener Handwerksakademie Gut Rosenberg im November 2021 in Angriff genommen werden. Die Zusammenarbeit der Studentinnen und Studenten aus zwei verschiedenen Bildungseinrichtungen erwies sich als sehr produktiv. Die Komplementarität der Teams kam dem gesamten Bauprozess zugute. Als lehrreich erwiesen sich beim Bauen mit Bambus auch die situativen und materialbedingten Anforderungen. Während der Verarbeitung des Materials musste der ursprüngliche Bauplan ständig angepasst werden. Die Teams mussten improvisieren und ihre Ideen den Unebenheiten des Materials anpassen. Der Bauprozess wurde fortlaufend neu organisiert. Im Verlauf von Koordination und Ausführung entstand ein eingespieltes Baukollektiv. Bemerkenswert war auch die grafische Dokumentation, welche die Studierenden anfertigten, um ihre gemeinsame Arbeit zusammenzufassen: Sie wendeten sich von der meist unhinterfragten Normativität technischer Detailzeichnungen ab und entwickelten eine neue Notation, die ihren eigenen Erfahrungen beim Bau der Dachkonstruktion entsprach. Der gesamte Prozessverlauf, der konzeptionelle Entscheidungen wie auch Prozesse der Materialisierung sichtbar und nachvollziehbar macht, wurde in einem Leporello festgehalten. Details wurden



dabei stets so gezeichnet, dass Körperbewegungen und Handgriffe mit in die Darstellung aufgenommen wurden, die dadurch den Charakter einer Gebrauchsanweisung annahm.

Als akribische Rekapitulation aller Abläufe hielt die Notation nicht nur das Erreichte fest, sondern diente auch der Vorbereitung des zweiten Bauabschnitts im März 2022, der abermals durch ein vorbereitendes Entwurfsatelier eingeleitet wurde. Die Studierenden diskutierten alternative Dachkonstruktionen im Hinblick auf entstehende Lasten, mögliche Aussteifungen und Dachhäute. Die Wahl fiel auf ein Zeltdach mit leichter Neigung. Wie im ersten Bauabschnitt wurden zur Fügung der Bambushalme Seil- und Schraubverbindungen gewählt. Auf die obere Lage des die Lehmwände verbindenden Ringankers wurden kleine, leicht zu handhabende Dreiecksbinder aufgebracht und untereinander mit Pfetten verbunden. Zur Dachabdeckung wurden Grobspanplatten aufgebracht und mit Dachpappe überzogen. Ausgenommen davon war der mittlere Teil der Konstruktion. Zur Materialeinsparung wurde hier ein Geschränk aus gespaltenen Bambushalmen gewählt. Die Halme wurden der Länge nach geviertelt und über einem offenen Feuer so lange erhitzt, bis sie in eine leicht gebogene Form zu bringen waren. In einer vor Ort erstellten Lehre konnten

Oben und unten:
Prozessverlauf im Leporello.
© Studierende des M1 Projektes
„Hoogcruts als epistemischer
Raum“



Die geviertelten Bambushalme wurden über dem offenen Feuer erhitzt, bis sie sich biegen ließen.
© Nicola Paternuostro

die Halmabschnitte erkalten. Danach wurden sie im Zentrum des Pavillon-dachs montiert.

Im Laufe des zweijährigen Entwicklungsprozesses mit wechselnden studentischen Teams erwies sich das Kloster Hoogcruts als ein hervorragender Experimentierraum. In ihm konnten Lerngemeinschaften entstehen, in denen praktisches Wissen erworben und weitergegeben wurde. Die Offenheit des Klosters bot Laborbedingungen, die es ermöglichten, die handwerklichen Praktiken im Umgang mit nachhaltigen Materialien auf neue Fragestellungen auszurichten.

Beteiligte

Prof. Axel Sowa
Florian Eschner
Kai Kumano

RWTH Aachen University, Lehr- und
Forschungsgebiet Architekturtheorie

Mitwirkende:
Fernando Caballero Sansano
Rumeysa Diler
Svenja Dornik
Philipp Essig
Mareike Goldbach
Friederike Macher
Christin Migge
Erika Okura
Nicola Paternuostro
Wenzel Weikert
Teresa Zgonc
Kevin Ziarkiewicz

Bauen mit Papier

Im Bauwesen besteht durch die weltweit endlichen Ressourcen erheblicher Bedarf an Kreislaufplanung und dem Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen wie Holz. Da Papierwerkstoffe größtenteils aus Holz bestehen und rezyklierbar sind, werden sie als kreislaufgerechter Baustoff eingestuft. Das Projekt „Bauen mit Papier“ prüfte im Rahmen des Pop-up Campus alternative Papierkonstruktionen anhand eines Prototypenbaus. Die Komplexität der Bauteile wurde unter Beteiligung von drei verschiedenen Instituten erfasst und im Austausch zwischen den Studierenden reflektiert.

Um den CO₂-Ausstoß des Gebäudesektors zu senken, ist es wichtig, die Emissionen sowohl während der Nutzungsphase durch robuste Energieeffizienzmaßnahmen als auch in der Herstellungsphase durch den Einsatz CO₂-bindender Ressourcen, wie beispielsweise Holz, zu reduzieren. Zudem müssen bei allen Planungsschritten die Rückbaubarkeit und die Zirkularität mitbedacht werden. Papierwerkstoffe bestehen zu einem Großteil aus dem Rohstoff Holz und gehören somit in die Gruppe der erneuerbaren und CO₂-bindenden Ressourcen. Zudem existieren weit entwickelte Rezyklierverfahren und hohe Altpapiereinsatzquoten für Papierwerkstoffe, womit sie grundlegend als kreislaufgerechter Werkstoff einzustufen sind.

Die Bearbeitung des Projekts „Bauen mit Papier“ im Rahmen des Pop-up Campus erfolgte auf den Ergebnissen des gleichnamigen Projekts, das die Deutsche Bundesstiftung Umwelt gefördert hatte, sowie in drei Lehrveranstaltungen der Projektpartner. Während das DBU-Projekt auf Gebäudeebene arbeitet, wurden in dem Projekt für den Pop-up Campus und in den Lehrveranstaltungen Fassaden aus Papier konzipiert.

Ziel des Projektes war es, Studierende an alternative Konstruktionen heranzuführen und mit Papierbaustoffen vertraut zu machen. Durch den Prototypenbau wurde das Verständnis für die Wirkungsweise verschiedener Schichten eines Bauteils vertieft. Mit den unterschiedlichen Perspektiven der drei beteiligten Institute auf die Bauteile wurde die Komplexität der Thematik deutlich. Beim Zusammenführen der Prototypen in Aachen kamen die Studierenden in den Austausch und konnten die Planungsentscheidungen reflektieren.

Projektdesign

An die gegenwärtigen Forschungstätigkeiten des Projektkonsortiums war ein Forschungsseminar angegliedert. Das Forschungsseminar

arbeitete an der Konzeptionierung und der Herstellung eines Außenwandaufbaus mit einem sinnvollen Anteil an Papierwerkstoffen. Das Ziel des Seminars war es, unter den Gesichtspunkten der materialspezifischen konstruktiven Umsetzung, dem Dreiklang zwischen Materialität, Behaglichkeit und Energiebedarf, und der kreislaufgerechten Planung Lösungsansätze zu entwickeln. Folglich waren in dem Seminar Studierende aus den drei Disziplinen Konstruktion, Bauklimatik und rezykliegerechtes Bauen vertreten. Jedes Institut hatte verschiedene Schwerpunkte in der Aufgabenstellung gewählt.

Tragwerk und Baukonstruktion (TU Darmstadt)

Nach ersten Überlegungen im Hinblick auf das verwendete Material und seine Eigenschaften wurden Konstruktionen vor allem bezüglich ihrer Bauteilfügungen und -aufbauten untersucht und entwickelt. Ihre Komposition erfordert sowohl die Berücksichtigung von Aspekten wie der Stabilität und der bautechnischen beziehungsweise bauphysikalischen Umsetzbarkeit als auch das Einbinden und Fortführen von zuvor durch andere Disziplinen erarbeiteten Materialvorgaben. Hierzu gehören die Ausformulierung eines Tragkonzeptes, die Entwicklung von Fügungspunkten von Bauteilen und die Untersuchung von geeigneten Verbindungsweisen.

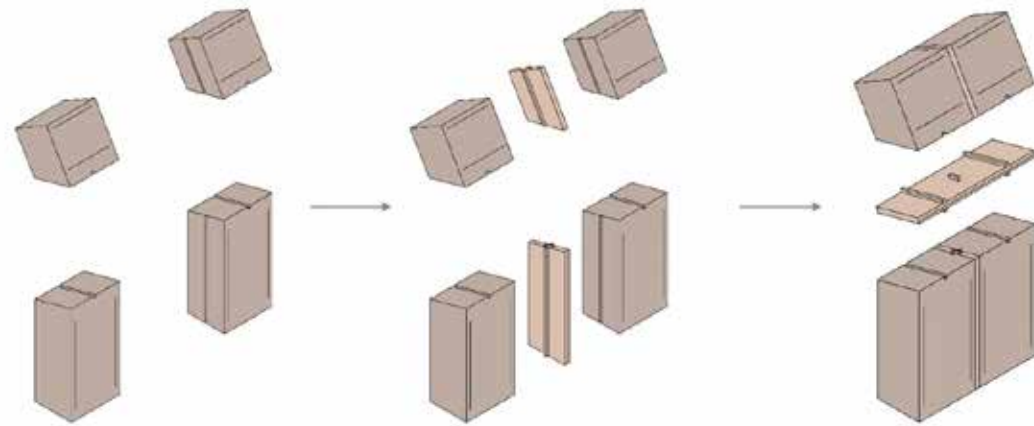
Bauphysik und Raumklimatik (TU Braunschweig)

Das Seminar sollte die Vor- und Nachteile ermitteln, die sich durch den Einsatz von Papier als Baumaterial auf das Raumklima und somit den Komfort ergeben. Zum einen standen hier materialspezifische Eigenschaften im Vordergrund, die sich auf das Luftfeuchte-Sorptionsverhalten, das Einstellen unterschiedlicher thermischer Massen und die Wärmeisolierung auswirken. Zum anderen wurde untersucht, wie eine Integration

von Gebäudetechnik und dem Baustoff Papier realisiert werden kann. Im Fokus standen die Fragen nach wärmeisolierenden Eigenschaften der thermischen Masse (Speichern/Puffern) und der hygrologischen Masse (Speichern/Puffern). Dafür wurden in Abstimmung mit den beiden anderen universitären Partnern zwei ähnliche Papierkonstruktionen gebaut und bauklimatisch bewertet. Diese Bewertung fand durch einfache Untersuchungen und Berechnungen der Studierenden innerhalb des Seminars statt.

Zirkularität (RWTH Aachen University)

Um Papierwerkstoffe im Gebäude kreislaufgerecht zu verbauen, spielen die Kombination von Materialien sowie die Art der Fügung eine Rolle. Mechanische Verbindungen mit Klebstoffen sind denkbar, denn auch im Herstellungsprozess werden Papierwerkstoffe zur funktionalen Ertüchtigung mit anderen Materialien, vor allem Klebstoffen und Beschichtungen, kombiniert. Die Art und die Menge der zugefügten Substanzen – sowohl in der Materialherstellung als auch in der Konstruktion – entscheiden darüber, ob eine spätere Aufbereitung möglich ist. Bei Wasserlöslichkeit können die Papierfasern separiert werden. Eine Trennung kann auch erfolgen, wenn die Stoffe mechanisch trennbar sind. Um die Prüfung auf Materialebene vorzunehmen, wurden im Forschungsfeld zunächst die Materialien



zurückgebaut. Wo es möglich war, wurden lösbare Verbindungen eingesetzt. Der Fokus lag auf dem Materialeinsatz und der Umweltwirkung, der Dekonstruierbarkeit und der Wiedernutzbarkeit.

Projektdurchführung

Im Rahmen des Projekts wurden verschiedene Wand- und Dachkonstruktionen aus Papierwerkstoff konzeptionell entwickelt und baulich umgesetzt. Die Bauteile aus Papierwerkstoff waren so zu gestalten, dass sie den gesetzlichen Anforderungen an den Wärmeschutz entsprechen. Unter Vorgabe verschiedener Prinzipien erstellten die Studierenden der drei beteiligten Universitäten Prototypen. Die Detaillierung und die Durcharbeitung erfolgten im Kurs, der von Vorträgen der Lehrenden der drei Universitäten begleitet wurde. An den jeweiligen Standorten wurden ähnliche Bauteile hergestellt, die unter den Aspekten Wärmedurchgang und Feuchte (TU Braunschweig), Statik (TU Darmstadt) und Zirkularität (RWTH Aachen University) geprüft wurden. Das Konsortium betrachtete gemeinsam die Realisierbarkeit der Konstruktionen. Die Prototypen wurden gebaut und zum Teil zerstörend getestet. Im nächsten Schritt wurden optimierte Prototypen umgesetzt und auf dem Pop-up Campus ausgestellt.

Ergebnisse des Prototypenbaus

Durch den Selbstbau der Prototypen haben die Studierenden ihre Fähigkeiten und Kenntnisse vertiefen können. Die Reflexion machte deutlich, dass im handwerklichen Umsetzen die Komplexität erfahrbar wird. Das physische Zusammenbringen der Mock-ups, die unter Berücksichtigung verschiedener Schwerpunkte hergestellt wurden, war die optimale Grundlage für die Auseinandersetzung über die Entwicklung eines idealen Wandaufbaus. Die Teams wurden zu Expertinnen und Experten der einzelnen Themenfelder und konnten ihre Erfahrungen einbringen.



Links: Entwicklung der Prototypen.
© Wenyi Kang/Sijia Li

Oben: Demonstratoren. © Till Zihlmann

Rechts: Die drei Prototypen.
© Linda Hildebrand



Beteiligte

Prof. Linda Hildebrand

Bozhidar Vlasov

RWTH Aachen University,
Juniorprofessur für Rezykliergerichtetes
Bauen RB

Prof. Ulrich Knaack

Christin Gandyra

Alexander Wolf

TU Darmstadt, Institut für Statik und
Konstruktion ISM+D

Prof. Elisabeth Endres

Jan Mehnert

Till Zihlmann

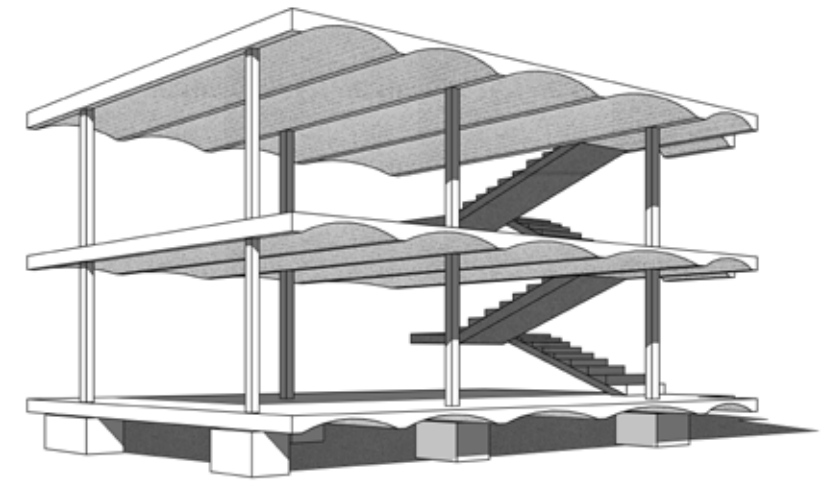
TU Braunschweig, Institut für
Bauklimatik und Energie der Architektur
IBEA

Demonstrator eines neuartigen Kappendeckensystems

Deckensysteme sind eine der größten Herausforderungen auf dem Weg zu klimaschonendem Bauen. Die gemauerte Kappendecke erweist sich hier als einsatzfähiges System. Im Vergleich zu Stahlbetondecken verkörpert sie weniger als halb so viel graue Energie. Das im Folgenden vorgestellte neu entwickelte Holz-Mauerwerk-Hybridssystem basiert auf dieser traditionellen Deckenkonstruktion. Mithilfe digitaler Optimierungswerkzeuge wurde die historische Form durch geometrische Details multifunktional angereichert. Im Rahmen des Pop-up Campus wurden entsprechende handwerkliche und robotische Fertigungsmethoden erkundet. Die Einfachheit und die Effektivität der rein druckbelasteten Tragstruktur erfuhren dabei im Lichte der Debatten über Ressourcenknappheit und Zirkularität neue Relevanz.

Die Wahl des Deckensystems ist maßgeblich für nachhaltigeres und klimaschonenderes Bauen: In herkömmlichen Deckensystemen steckt im Vergleich zu allen anderen Bauteilgruppen proportional die meiste graue Energie, denn heute sind Stahlbetondecken das vorherrschende und nach geltenden Vorschriften beinahe einzig mögliche Deckensystem im Hochbau. Weltweite Ressourcenknappheit erfordert jedoch ein Bemühen um konstruktive Vielfalt. Ein Blick in die Vergangenheit offenbart Lösungsansätze und Anknüpfungspunkte. Den gewölbten Deckensystemen bescherte der Materialmangel nach dem Zweiten Weltkrieg eine kurze Renaissance. Einfachheit und Effektivität der rein druckbelasteten Kappen ermöglichten einen raschen Wiederaufbau mit dem vorhandenen Material und Schutt. Im Zuge heutiger Debatten über Ressourcenknappheit und Zirkularität liegt es nahe, dieses bewährte System einer erneuten eingehenden Betrachtung zu unterziehen.

In einem einheitlichen Vergleichsrahmen wurden sechs Deckensysteme für eine Büro- oder Schullnutzung vorbemessen. Für diese Konstruktionen wurden Lebenszyklusanalysen durchgeführt. Während her-



dom-ino non-plus – Paradigmen
der Moderne hinterfragen.
© Emil Brechenmacher

kömmliche Betonflachdecken ein Global Warming Potential (GWP) von 136 kg CO₂ e/m² haben, erreicht die Kappendecke im besten Fall einen Wert von nur 64 kg CO₂ e/m². Sie hat damit ein Einsparpotenzial von 53 %.

In ihrem konstruktiven Aufbau ist die Kappendecke frei von Kompositen und Verbundwerkstoffen. Das zugrunde liegende Gewölbetrageprinzip ermöglicht eine Trennung verschiedener Bauteile und unterschiedlicher Materialgruppen. Der Lastabtrag ist klar in ein primäres und ein sekundäres System aufgegliedert. Sowohl auf Konstruktions- als auch auf Materialebene finden Prinzipien der Kreislaufwirtschaft Anwendung. Mit wiedergewonnenen Ziegeln können so tragende Bauteile aus rezykliertem Schutt hergestellt werden.

Holz-Mauerwerk-Hybridsystem

Bislang wurden Kappendecken zwischen parallel laufenden Stahlträgern gemauert. Mittelalterliche Vorbilder zeigen jedoch auch Gewölbe auf Holzbalken. Um für die massiven Balken eine ressourcensparende Alternative zu schaffen, entwickelte das Projektteam der UdK Berlin ein Baupsystem auf Brettschichtholz oder Bau-Buche. Gemauerte Kappendecken zwischen modernen Holzbauprodukten sind ein weiterer Baustein zur konstruktiven Diversifizierung.

Schallschutz und Akustik

Geschossdecken kommt beim baulichen Schallschutz eine wichtige Rolle zu. Die Dominanz von Stahlbetondecken ist auch auf gestiegene Schallschutzanforderungen zurückzuführen. Der Vergleich infrage kommender Deckensysteme zeigt deutlich den Zusammenhang von flächenbezogener Masse und Schalldämmmaß einer Konstruktion. Auf Grundlage der vorherigen Ergebnisse aus der Ökobilanz zeigt sich spiegelbildlich: Je höher die Masse und das Global Warming Potential einer Konstruktion, desto höher ist auch ihr Schalldämmmaß. Im Bereich der Auflager und der Gewölbezwickel findet aufgrund der gekrümmten Geometrie der Kappen eine hohe Massekonzentration statt. Diese birgt jedoch für den baulichen Schallschutz keine Vorteile, da hierfür der dünnste Punkt des Gewölbes ausschlaggebend ist. Der in den Zwickeln zur Verfügung stehende Raum

kann hingegen für andere Zwecke genutzt werden und beispielsweise Schienen für Leuchtmittel aufnehmen.

Mit den Erkenntnissen aus Konstruktion, Fertigung und Schallschutz lässt sich ein System entwerfen, welches akustische Eigenschaften in den Gesamtaufbau integriert. Im Büro- und Schulbau ist die Raumakustik beim Innenausbau von großer Bedeutung. Eine gute akustische Gestaltung ist wesentlich für die Qualität von Räumen. Oftmals muss diese durch die Anbringung aufwendiger Absorbersysteme an Wänden, Decken oder Fußböden hergestellt werden. Diese sind in der Regel mit hohen Kosten und einer schlechten Lebenszyklusbilanz verbunden. Eine Integration von akustischen Absorptionseigenschaften in den Rohbau erscheint daher aus vielerlei Gründen sinnvoll. Mithilfe eines iterativen computergestützten Prozesses hat das Projektteam der UdK Berlin spezifische Akustikziegel für unterschiedliche Frequenzbereiche entwickelt. Diese können mithilfe von mineralischen 3-D-Druckverfahren hergestellt und in den digitalen Fertigungsprozess der Kappenelemente integriert werden.

Digital Fabrication

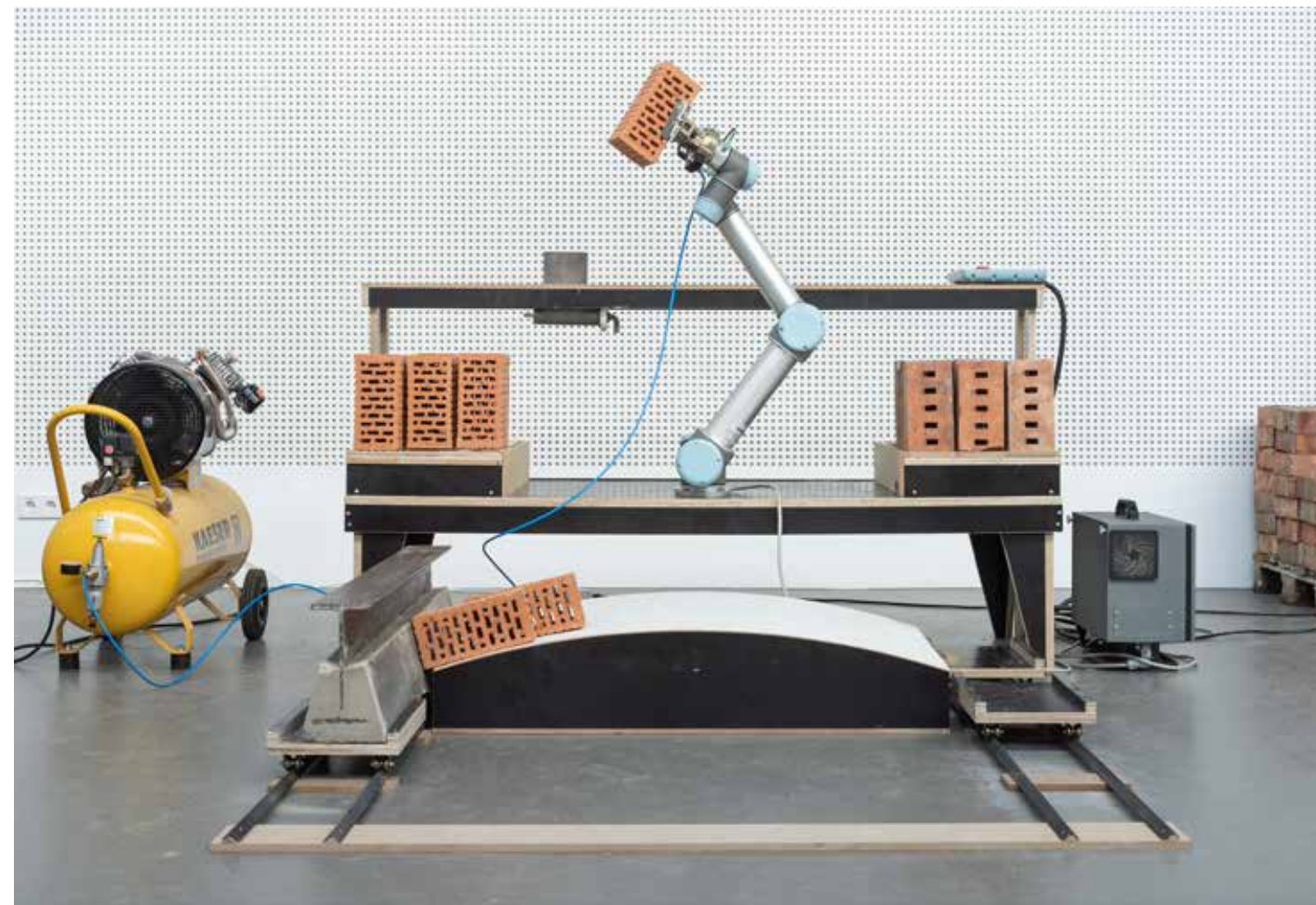
Ein Grund, warum Gewölbekonstruktionen nur noch selten zur Ausführung kommen, sind hohe Arbeitskosten und der Bedarf an Fachhandwerkern. Die elementierte Struktur der Kappendecken hat jedoch ein hohes Vorfertigungspotenzial. Die linear extrudierte Form mit ihren repetitiven Bausteinen bietet sich außerdem für eine automatisierte Fertigung mithilfe digitaler Werkzeuge an.

Mit begrenztem Budget hat das Projektteam der UdK eine robotische Fertigungsanlage für gemauerte Kappendecken entwickelt und gebaut. In Berlin konnte so ein erster Demonstrator des neuartigen Systems realisiert werden. Eine besondere Herausforderung war der Umgang mit

enormen Toleranzen bei der Verwendung von Ziegelsteinen und historischen Steinen. Von Anfang an war klar, dass Mörtel zum Ausgleich dieser Toleranzen benötigt wird. Die Umsetzung erforderte eine besondere technische Auslegung und eine große Robustheit in der Programmierung. Die Wahl eines pneumatischen Greifsystems erwies sich als ideal geeignet zur Überbrückung von Maßabweichungen bei den Steinen. Beim Austesten verschiedener Mörtelarten erwies sich der ohnehin favorisierte historische Kalkmörtel als beste Wahl: wegen seiner guten Rezyklierbarkeit und hinsichtlich Volumen, Verarbeitbarkeit und Abbindezeit.

Handwerklicher Workshop

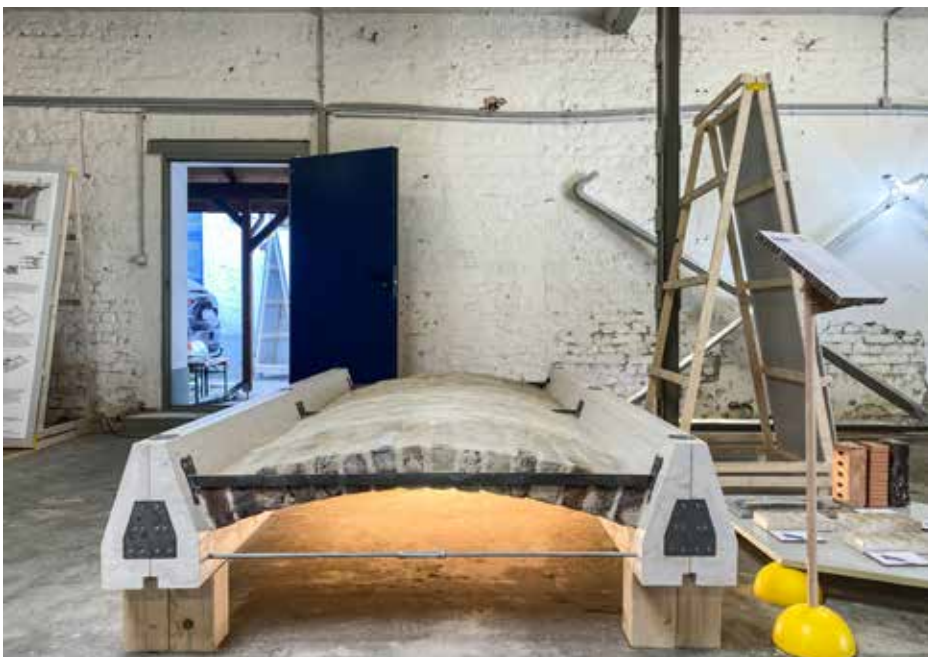
Neben der Erkundung robotischer Fertigungsmethoden stand das Erlernen der historischen Handwerkstechniken im Mittelpunkt eines studentischen Workshops auf dem Pop-up Campus. Angeleitet von einem erfahrenen Maurermeister wurde der Demonstrator für die Ausstellung mit einer kleinen Gruppe Studierender realisiert. Dabei kamen ausschließlich rezyklierte historische Feldbrandsteine aus der Region um Aachen zum Einsatz. Zudem war der Fokus auf die Materialkunde des Mörtels gerichtet. Zum Einsatz kamen ungelöschter Kalkmörtel, der vor Ort eingesumpft und verarbeitet wurde, und sogenannter Heißkalkmörtel. Auf diese Weise konnten Teile des Gewölbes sogar ohne Schalung gemauert werden. Der



Oben: Robotische Fertigungs-
umgebung für gemauerte Kap-
pendecken. © Valentin Wagner

Unten: Rezyklierte histori-
sche Feldbrandsteine für den
Demonstrator auf dem Pop-up
Campus. © Valentin Wagner





Oben: Demonstrator der Kappe+ auf dem Pop-up Campus.
© Emil Brechenmacher

Rechts: Materialstudien und Prototypen der Akustiksteine.
© Emil Brechenmacher

Demonstrator in Aachen wurde zwischen speziell angefertigte Holzquerschnitte gemauert, um das neu entwickelte Holz-Mauerwerk-Hybridssystem zu veranschaulichen.

Konstruktive Vielfalt als Zukunftskonzept

Allein mit technischen Innovationen werden sich die drängenden Zukunftsfragen, die auf dem Pop-up Campus aufgeworfen wurden, nicht beantworten lassen. Welchen Beitrag leistet also die isolierte Erforschung eines einzelnen Deckentyps? Ziel von Architektur ist immer die Schaffung eines stimmigen Ganzen. Genauso wie sich die Decke als Bauteil in ein konstruktives Gesamtsystem fügen muss, dient sie dem überspannten Raum als Gestaltungs- und Strukturelement. Konstruktive Vielfalt bedeutet auch räumliche Vielfalt. Die Vorherrschaft flacher Decken – ein Grundparadigma moderner Architektur – hat dazu geführt, dass Architekturschaffende das Spiel mit der Wölbung weitgehend verlernt haben. Setzt man diese Form wieder ein, ist eine Auseinandersetzung mit den konstruktiven Auswirkungen dieses Raumentwurfes unausweichlich. Stahlbeton hat über viele Jahrzehnte zu einer konstruktiven Verweigerungshaltung geführt. Weil sich jede Architektur mit Beton bedecken lässt, ist die Materialwahl nicht mehr ausschlaggebend für die Konstruktion eines Raums. Wie viel Stahl, Masse und Energie für die Realisierung bestimmter Tragwerke eingesetzt werden müssen, entzieht sich der Wahrnehmung und hat viele Planende lange Zeit nicht interessiert. Diese Haltung können wir uns angesichts der bevorstehenden Krisen nicht mehr leisten. Die Rückkehr zu nachvollziehbaren, streckenweise didaktischen Formen kann dabei helfen, eine neue Kultur des materialbewussten Entwerfens zu etablieren. Die Wiederbelebung der gemauerten Kappendecken soll einen Beitrag dazu leisten.



Visualisierung des neu entwickelten Holz-Mauerwerk-Hybridsystems für einen Schulbau. © Valentin Wagner

Beteiligte

Prof. Christoph Gengnagel

Saqib Aziz

(Digital Fabrication)

Emil Brechenmacher

(Konzeption, Leitung)

Jamila Loutfi

(Tragwerksplanung)

Valentin Wagner

(Dokumentation)

Ruyou Gu

(Realisierung)

Maximilian Wolf

(Realisierung)

Bradley Alexander

(Akustik) TU Berlin

Tobias Prigge

(Realisierung)

Ausbildungsmeister für das Maurer-, Beton- und Stahlbetonbauerhandwerk, Handwerkskammer Braunschweig-Lüneburg-Stade

Universität der Künste Berlin,
FG für Konstruktives Entwerfen
und Tragwerksplanung

Leichte Flächentragwerke aus Blech

Im Rahmen des hier vorgestellten Projekts wurde für den Pop-up Campus ein Leichtbaudemonstrator realisiert, um neuartige Entwurfs- und Fertigungstechnologien anzuwenden. Auf physische Beanspruchung reagiert das Flächentragwerk aus Blech nicht durch erhöhten Materialeinsatz, sondern durch zweckgerichtete Formgebung und optimierte Bauteilgeometrie. Durch gezielte Umformung auf globaler Ebene (Grundkrümmung) und lokaler Ebene (Versteifungssicken) wurden 1 mm dicke Aluminiumbleche zu einem Flächentragwerk mit hohem Traglastpotenzial ertüchtigt.

In der Automobilindustrie sowie in Luft- und Raumfahrt werden Leichtbaupotenziale bereits umfangreich ausgeschöpft, um Material- und Energieressourcen zu schonen. Die Grundidee besteht darin, auf Beanspruchung nicht durch erhöhten Materialeinsatz, sondern durch gezielte Formgebung und angepasste Bauteilgeometrie zu reagieren. In der Architektur erschwert der Wunsch nach dem einzigartigen Charakter eines jeden Bauwerks die projektoptimierte Bauteilfertigung. Inzwischen steht die Bauwirtschaft aber immer stärker unter Entwicklungsdruck. Das zunehmende Bewusstsein für einen sparsamen Umgang mit den begrenzten Ressourcen dieser Welt führt zu einer materialbewussten, werkstoffgerechten und damit auch ressourcenschonenden Bauweise. Neben dem Materialverbrauch spielt auch die benötigte graue Energie eine relevante Rolle.

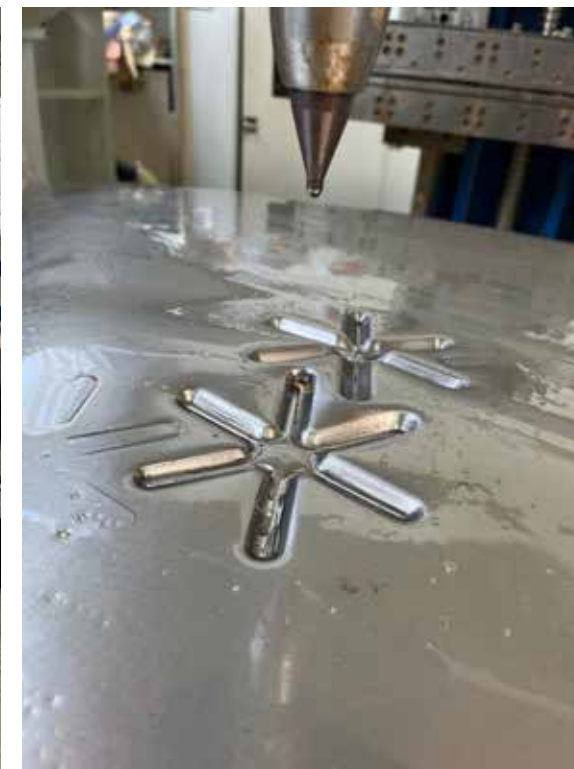
Metalle sind zwar unendlich recycelbar, jedoch ist die Herstellung mit einem hohen Energieaufwand verbunden. Obwohl Aluminium bei deutlich geringeren Temperaturen (660° C) schmilzt als Baustahl (1.500° C), liegt der Energiebedarf für die Gewinnung von Aluminium deutlich über dem

des Recyclierens. Grund dafür ist das notwendige Elektrolyseverfahren, die Schmelzflusselektrolyse. Auf der anderen Seite kann Aluminium mit deutlich geringerem Energieaufwand recycelt werden. Deswegen wird zwischen neu produziertem Primäraluminium und recyceltem Sekundäraluminium unterschieden. Der größte Aluminiumabnehmer in Deutschland ist die Baubranche mit 25 %, dicht gefolgt vom Transportwesen mit 23 %. Laut Datenerhebungen des Aluminium Deutschland e. V. wird unter Berücksichtigung von Produktion, Im- und Export in Deutschland zu 95 % Primäraluminium verwendet. Der ressourcenintensiven Herstellung metallischer Flächenhalbezeuge steht somit ein enormes Leichtbaupotenzial



Oben: Fertigung der Bauteile.
© Lehrstuhl für Tragkonstruktionen, RWTH Aachen University

Rechts: In der statischen Analyse acht verschiedener Versteifungsmuster bewährte sich das Sternmuster.
© Lehrstuhl für Tragkonstruktionen, RWTH Aachen University



gegenüber, welches neben Material auch hohe Mengen an grauer Energie einsparen kann.

Während in der Automobilindustrie der hohe Fertigungs- und Entwicklungsaufwand durch die großen Stückzahlen relativiert wird, kompensieren in der Luft- und Raumfahrt die Treibstoffeinsparungen den Kostenaufwand. In der Bauwirtschaft allerdings sind die hohen Kosten bei einer Kleinserien- oder sogar Einzelfertigung bisher kaum durch Vorteile auszugleichen. Neue Technologien und Planungstools können gleichwohl Entwicklungs- und Fertigungsaufwand deutlich reduzieren, besitzen ein hohes

Potenzial für projektoptimierte Bauteillösungen sowie die Vorfertigung von Einzelstücken und verbessern damit deren Akzeptanz.

Der Lehrstuhl für Tragkonstruktionen (trako) der RWTH Aachen University besitzt zusammen mit dem kooperierenden Institut für Bildsame Formgebung (IBF) langjährige Erfahrung mit individuellen Leichtbauweisen im Metallbau und entsprechenden Fertigungsstrategien. Die aktuellen Entwicklungen hinsichtlich Klima- und Ressourcenschutz bestätigen das gemeinsame Forschungsbestreben.

Für den Pop-up Campus wurde in einem iterativen Prozess aus Modelloptimierung (trako) und Fertigung (ibf) ein hochindividualisierter



Oben: Mit Schrauben gefügter Bauteilstoß mit Überlappung.
© Lehrstuhl für Tragkonstruktionen, RWTH Aachen University

Links: Montage der Bauteile des Demonstrators auf dem Pop-up Campus. © Lehrstuhl für Tragkonstruktionen, RWTH Aachen University

Leichtbaudemonstrator realisiert. Es handelt sich dabei weniger um ein Bausystem als vielmehr um die Demonstration neuartiger Entwurfs- und Fertigungstechnologien, welche die Entwicklungszeiten vom Konzept bis zur Bauteilfertigung drastisch reduzieren können.

Durch gezielte Umformung auf globaler Ebene (Grundkrümmung) und lokaler Ebene (Versteifungssicken) wurden Aluminiumfeinbleche ($d = 1 \text{ mm}$) zu einem Flächentragwerk mit hohem Traglastpotenzial ertüchtigt. Zur statischen Wirksamkeit der Struktur war außer den über Schrauben verbundenen Blechen kein weiterer Materialeinsatz notwendig. Das Tragwerk besteht aus einer Kugelkalotte, welche mit einem sternförmigen Sickenmuster verstärkt wurde. Die Schalenkonstruktion wurde in einzelnen Paneelen zum Pop-up Campus transportiert und vor Ort montiert. Um den stützf freien Raum der Ausstellung zu erhalten, wurde die Konstruktion an der Decke angebracht.

Das Projekt zeigt das Potenzial einer spezifischen Bauteiloptimierung und gibt einen Eindruck der Visionen, die es für die Zukunft zu verfolgen gilt.

Design und Formfindung

Zunächst wurden die Form der Makrostruktur und die geometrische Mikrostruktur unabhängig voneinander betrachtet. Für die Makrostruktur wurde eine Kugelkalotte gewählt. Diese statisch effiziente Schalengeometrie kann aufgrund der gleichbleibenden Krümmung mit nur einem Unterwerkzeug aus MDF hergestellt werden. Für den Demonstrator wurden acht unterschiedliche Muster von Versteifungsgeometrien



Oben: Der Demonstrator auf dem Pop-up Campus.
© Lehrstuhl für Tragkonstruktionen, RWTH Aachen University

Links: Untersicht des hängenden Demonstrators.
© Lehrstuhl für Tragkonstruktionen, RWTH Aachen University



erzeugt und statisch analysiert, um das Muster mit der geringsten Verformung und dem höchsten Beulwiderstand auszuwählen.

Analyse und Optimierung

Anhand der statischen Analyse des Gesamtmodells konnte die erforderliche Blechdicke auf 1 mm festgelegt und daraufhin der Streckziehprozess ausgelegt werden. Für eine effiziente Fertigung waren einige geometrische Optimierungen notwendig: Bauteilgröße und -anzahl, Dichte und Lage des Musters sowie der Beschnitt der Bauteile. Eine minimale Bauteilanzahl bedeutet gleichzeitig minimalen Beschnitt sowie den geringsten Aufwand an Ein- und Umspannvorgängen in der Maschine. Mit

einer Bauteilgröße von 1,8 x 0,9 m konnten die Blechtafeln (2 x 1 m) fast vollständig ausgenutzt werden. Für den Durchmesser des Demonstrators von 4,20 m waren insgesamt 18 Bauteile erforderlich.

Das Versteifungsmuster wurde so angeordnet, dass es über den gesamten Demonstrator kontinuierlich verteilt war und keine unterschiedlichen Einfräsungen im Unterwerkzeug erforderlich machte. Als Beschnitt wurden keine geraden Kanten gewählt, sondern eine zwischen den Versteifungsgeometrien mäandernde Linie. Dies erlaubte eine einfache und statisch effiziente Fügung.

Ausführungsplanung

Zur Fügung der einzelnen Bauteile wurde eine Überblattung der Versteifungsgeometrie an den Bauteilstößen vorgesehen, welche biegeaktiv miteinander verschraubt werden konnten. Zur Installation des Demonstrators im Ausstellungsraum mittels Abhängung wurden entsprechende Löcher für die Anschlagmittel eingeplant.

Herstellung

Die Bauteile wurden anhand der Geometriedaten im Blechbearbeitungszentrum des IBF mithilfe der Technologien Streckziehen und Inkrementeller Blechumformung (IBU) hergestellt. Diese Fertigung beinhaltet die Prozessschritte Streckziehen der globalen Form, Einformen der Versteifungsmuster mittels IBU, Bohrungen für die Verbindungsmittel sowie die Hängepunkte und den Beschnitt der Bauteile in einer Maschineneinspannung.

Montage

In der Fertigungshalle erfolgte eine Teilmontage des Demonstrators, es wurden drei Streifen mit jeweils sechs Bauteilen gefügt und aufgerollt. Die Rollen konnten von zwei Personen bequem vom Aufzug bis zur Aufstellfläche getragen werden. Dort wurden die drei Streifen verbunden und die insgesamt nur 45 kg schwere Konstruktion an der Decke angebracht.

Beteiligte

Daniel Friedrich

Denis Grizmann

Thorsten Pofahl

Alex Seiter

Prof. Martin Trautz

RWTH Aachen University,

Lehrstuhl für Tragkonstruktionen

Dr. David Bailly

Prof. Gerhard Hirt

Lisa-Marie Reitmaier

RWTH Aachen University,

Institut für Bildsame Formgebung

Stampflehm-Mauerwerk und Erosion

Das Projekt geht der Frage nach, wie der Gebrauch von Stampflehm durch standardisierte, kleinformatische Vorfertigung in Richtung einer Breitenanwendung gefördert werden kann und auf welche Weisen sich hierbei die besonderen funktionalen und ästhetischen Möglichkeiten des frei bewitterten Einsatzes nutzen lassen. Zwei Forschungsdemonstratoren in Form kleiner Wandstücke wurden im Rahmen des Pop-up Campus realisiert, um die Ergebnisse vorausgegangener Untersuchungen erstmalig in der Praxis zu erproben.

Lehm ist ein Baustoff der Bauwende: Er ist nahezu überall verfügbar, bedarf geringer Herstellungsenergie, ist auf vielfältige Weise zu verarbeiten und idealtypisch wiederverwendbar. In der Erforschung der Stampflehm- bautechnik wurden jedoch zwei Aspekte bislang kaum berücksichtigt: die Verwendung kleinformatiger, vorgefertigter Elemente sowie der frei bewitterte Einsatz des Baustoffs. Beide Themen nahm das Projekt „Stampflehm-Mauerwerk und Erosion“ in den Fokus und erprobte die Ergebnisse einer zuvor am Lehrstuhl entstandenen Dissertation erstmalig in der Praxis. Heute werden Stampflehmwände in aller Regel monolithisch oder unter Verwendung großformatiger Elemente hergestellt. Das Bauen mit kleinformatigen, standardisierten Elementen hingegen stellt einen neuartigen Einsatz des Materials dar. Gerade vor dem Hintergrund der Modularisierung sowie der automatisierten Herstellung von Elementen zeigt eine Stampflehm-Mauerwerksbauweise jedoch großes Potenzial und könnte

den Gebrauch des Baustoffs in Richtung einer Breitenanwendung fördern. In dem Projekt wurden daher verschiedene Aspekte der Bauweise wie Vorfertigung, Versatz oder Fügung weiter untersucht, erprobt und exemplarisch gezeigt.

Eine Besonderheit von Stampflehm ist die Möglichkeit seines bewitterten Einsatzes. Stampflehm weist eine relativ hohe Beständigkeit gegenüber Erosion auf, wodurch auf eine äußere Bekleidungsschicht verzichtet werden kann und ein besonders „einfaches“ Bauen ermöglicht wird. Darüber hinaus bietet der Erosionsprozess ästhetische Qualitäten. Im Laufe der Zeit wird eine Stampflehmfassade zunehmend rauer, da Feinanteile an der Oberfläche durch Regen ausgewaschen werden. Dieses kalkulierbare, für die Beständigkeit der Wand unschädliche Maß an Erosion verleiht der Fassade eine besondere Anmutung und lässt sie anspre-



Oben: „Pop-up-Fabrik“.
© Philipp Hoppe

Mitte: Stampfen der Lehmblöcke.
© Philipp Hoppe

Unten: Versatz der Blöcke mittels
Minikran und Greifzange.
© Philipp Hoppe





Detailaufnahmen des Demonstrators.
© Philipp Hoppe

chend altern. Der Veränderungsprozess löst jedoch auch Verunsicherung aus. So besteht unter Expertinnen und Experten, Planenden und Ausführenden wie auch unter Auftraggeberinnen und Auftraggebern noch immer Unklarheit, was Anforderungen an die Oberflächenqualität bewitterter Stampflehmwände sowie den Umgang mit Erosion angeht. Im Rahmen des Projekts wurde daher untersucht, wie Erosion bei Stampflehmwänden mit einfachen konstruktiven Mitteln begegnet werden kann. Dabei kamen Strategien und Techniken zum Einsatz, die sowohl einen hohen Schutz der Oberfläche gewährleisten, als auch das gestaltbildende, ästhetische Potenzial der Erosion nutzen. So sollten Erfahrungswerte gesammelt werden, welche imstande sind, das Vertrauen in den Baustoff zu stärken und auch in ästhetischer Hinsicht seine Akzeptanz zu steigern.

Lehmblöcke aus der „Pop-up-Fabrik“

Zusammen mit Studierenden der RWTH Aachen University wurden zwei Forschungsdemonstratoren im Außenraum realisiert. Nachdem ein geeigneter Ort gefunden und die Einrichtung der Baustelle geplant worden war, wurden die benötigten Schalkkästen in Zusammenarbeit mit einem Schalungsbau-Unternehmen entwickelt und hergestellt. Auf einer Brachfläche im Norden Aachens entstand die „Pop-up-Fabrik“, in welcher über fünf Tage hinweg die benötigten Lehmblöcke gestampft wurden. Die Vorfertigung fand per Hand statt, erfolgte jedoch vor dem Hintergrund einer möglichen automatisierten Herstellung, für die existierende Maschinenteknik, beispielsweise aus der Betonstein-Fertigung, adaptiert werden könnte. Anschließend wurden die Blöcke für etwa sechs Wochen vor Ort zum Trocknen im belüfteten Zelt gelagert und schließlich zu zwei Wandstücken gefügt. Ebenfalls fünf Tage waren nötig, um die Sockel zu erstellen,

die Lehmblöcke zu fügen und die oberen Wandabschlüsse mittels Zinkblech-Eindeckungen herzustellen. Zur Untersuchung von Möglichkeiten der Erosionskontrolle wurden verschiedene „Manipulatoren“ in die horizontalen Mauerwerksfugen integriert. Die funktionalen wie auch gestalterischen Auswirkungen der Leisten beziehungsweise Platten aus Holz oder Kalkmörtel, die das Regenwasser von der Oberfläche abhalten, ableiten oder bremsen, werden in einer Langzeitbeobachtung untersucht.

Im Zuge der Untersuchungen konnten sowohl die Vorfertigung als auch die Fügung der Blöcke erfolgreich erprobt werden. Insbesondere der Versatz mittels eines im Großformat-Mauerwerksbau üblichen Minikrans sowie einer Greifzange erwies sich als sehr effizient. Die Ergebnisse der Erosionskontrolle stehen noch aus, da aufgrund des geringen Niederschlags bis November 2022 kaum Erosion an den Testwänden aufgetreten ist. Bis voraussichtlich Ende 2023 wird die Beobachtung der Erosionsprozesse fortgesetzt. In der Auswertung wird die Erosion zu den lokalen Niederschlagswerten in Bezug gesetzt. Der Schwerpunkt der Analyse liegt dabei auf Intensität und Verteilung der auftretenden Erosion in Zusammenhang mit dem Einfluss der jeweiligen Manipulatoren.

Entwicklungspotenziale und ästhetische Qualitäten des Baustoffs Lehm

Auf die Ziele des Pop-up Campus nahm das Projekt in verschiedener Hinsicht Bezug. Es thematisierte Entwicklungspotenziale des Baustoffs Stampflehm und demonstrierte eine Alternative zum Gebrauch herkömmlicher mineralischer Baustoffe wie Kalksandstein oder Porenbeton. Da Stampflehm oftmals aus vorhandenem Bodenaushub gewonnen werden kann – dessen Entsorgung heute einen immer größeren Aufwand darstellt –, besteht hier überdies nicht nur ökologisches, sondern ebenso ökonomisches Potenzial.

Über die Thematisierung der ästhetischen Qualität des Erosionsprozesses sensibilisierte das Projekt zudem für ein nachhaltiges Bauen. Dabei wiesen die behandelten Strategien im Umgang mit Erosion über das

Material Lehm hinaus und leisteten, im Sinne einer ganzheitlich betrachteten Dauerhaftigkeit, einen Beitrag zur dringend notwendigen Diskussion über das Alterungsverhalten von Baustoffen: Ein Zulassen von Veränderung ermöglicht auch Nachhaltigkeit in ästhetischem Sinne.

Sowohl die zugrundeliegenden Untersuchungen als auch die Durchführung des Projekts erfolgten unter intensiver Beteiligung von Studierenden.

Als Anschauungsbeispiele dienten die Demonstratoren nicht zuletzt der Vermittlung der behandelten Themen und Fragestellungen an die Öffentlichkeit. Aufgrund der Notwendigkeit, die Demonstratoren im Außenraum zu errichten, war eine direkte räumliche Nähe zum zentralen Pop-up Campus nicht möglich. Das Projekt gliederte sich jedoch in eine Reihe weiterer externer Standorte ein, wie auch zwei weitere Projekte zum Thema Lehmbau. Im Rahmen zweier Exkursionen konnten die drei Ausstellungsbeiträge zusammen besucht werden. Das Interesse, welches dem Projekt hier entgegengebracht wurde, bestätigte die Relevanz der behandelten Themen.

Auch über die Reichweite des Pop-up Campus hinaus dienten die Demonstratoren bereits als Anschauungsobjekte für interessierte Architektinnen, Architekten und Studierende und wurden in Vorträgen unter anderem auf der sbe22-Konferenz an der TU Berlin sowie dem Heinze Klimafestival 2022 in Düsseldorf gezeigt.

Beteiligte

Prof. Hartwig Schneider

Dr. Philipp Hoppe

RWTH Aachen University,
Lehrstuhl Baukonstruktion

Studierende:

Simon Artl

Theresa Bandmann

Lila Castellón Lima

Jermaine Fuchs

Nicole Hassenrik

Marlene Koßmann

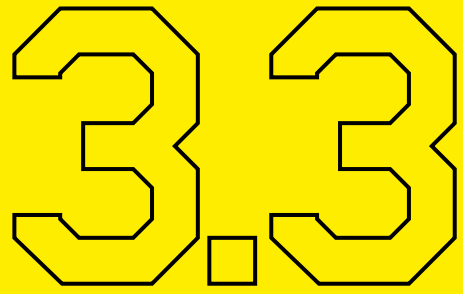
Marius Manthei

Awungjia Morfaw

Britta Schebesta



Fertiggestellter Demonstrator.
© Philipp Hoppe



Anders planen und konstruieren

Die Bauwende fordert, notwendige Klimaziele in kurzer Zeit zu erreichen. Dafür sind suffiziente Entscheidungsfindungen unter zeitlichen, finanziellen und materiellen Restriktionen zu leisten. Raumkonstruktion wird zum sozialen Aushandlungsprozess. Neue Konstruktionsweisen wurden unter Berücksichtigung intendierter Klimaziele und vorhandener Mittel modellhaft erprobt. Wie lässt sich die gebotene Geschwindigkeit in Verbindung mit Ressourceneinsparung erreichen? Lassen sich die komplexen Prozesse des Bauens entzerren? Lassen sich Lücken in Bauverfahren identifizieren, an denen Transformation ansetzen kann? Wie kann man vom Planen auf das Konstruieren zurückschließen? Baut das eine auf dem anderen auf oder können Planen und Konstruieren parallel verlaufen? Wie können die neuen normativen Werthaltungen gegenüber etablierten Marktlogiken und regulativen Vorschriften Geltung erfahren? Tradierter, langwieriger (Vor-)Planung wurde mit spontanen, unmittelbaren Eingriffen begegnet. In Rollenspielen wurden Perspektivwechsel auf die Konstitution von Raumkonstruktionen angeboten. Verschiedene Möglichkeiten für den (Um-)bau wurden vorgestellt, interdisziplinäre Netzwerke geknüpft, und es wurde ein neues Verständnis für das Planen und Konstruieren gewonnen.

In den Heimgärten

Natural Building Lab

Dissertationskolloquium

**Energy-Hub –
eine neue urbane Nische**

Hive Home

**reGrowth –
Tragkonstruktionen aus
ungenutzten Holzabschnitten**

Sustainable Structural Skin

In den Heimgärten

Das Projekt untersuchte, wie eine denkmalgerechte Sanierung der Aachener Siedlung In den Heimgärten unter Berücksichtigung der energetischen und funktionalen Anforderungen an den Baubestand aus den 1920er-Jahren realisiert werden könnte. Verschiedene Interventionsstrategien wurden exemplarisch am Baudetail Dachgaube geprüft

Die Siedlung In den Heimgärten

Das Projekt beschäftigt sich mit der Aachener Reihenhaussiedlung In den Heimgärten, die typologisch und konstruktiv als exemplarisch für diesen weitverbreiteten Typus des Siedlungsbestandes der 1920er-Jahre in Deutschland betrachtet werden kann. Diese Siedlungen entstanden zwischen den Kriegen als Reaktion auf die Wohnungsnot und die schwierige ökonomische Lage. Kennzeichnend waren kurze Bauzeiten, geringe Baubudgets und bescheidene Raumverhältnisse, oft wurden Gärten für die Selbstversorgung angelegt. In der Regel stehen die Siedlungen unter Denkmalschutz. Aufgrund der energetischen Unzulänglichkeiten und heutiger Komfortbedürfnisse unterliegen sie jedoch einem massiven Veränderungsdruck.

Bauteilbasierter Katalog für die energetische Ertüchtigung von Siedlungen der 1920er-Jahre

Die übergeordnete Projektidee basierte auf der Einschätzung, dass wesentliche Konstruktionsdetails und die energetischen Schwachpunkte der Bausubstanz über das gewählte Fallbeispiel hinaus verallgemeinerbar sind. Auch die spezifischen Grundriss- und Grundstücksdispositionen ermöglichen übertragbare nutzungsbedingte und denkmalgerechte Interventionen.

Ziel dieses Projekts war die Entwicklung eines systematisierten Katalogs von bauteilorientierten energetischen Ertüchtigungen und weiteren Interventionsstrategien für Siedlungsbauten der 1920er-Jahre als Entscheidungsgrundlage für Bauherrinnen und Bauherren, Planende, Bauverwaltungen und Denkmalbehörden unter Berücksichtigung ökologischer, ökonomischer und denkmalpflegerischer Belange.

Die Dachgaube

Im Rahmen des Pop-up Campus bot sich die Möglichkeit, die übergeordnete Projektidee für das Bauteil Dachgaube exemplarisch durchzuführen. Die Gaube mag zunächst unwichtig erscheinen, sie vereint aber beinahe alle genannten Problemstellungen: energetische, bauphysikalische und konstruktive Schwachpunkte sowie einen Nutzungsdruck durch



Gebäudetypen der Siedlung In den Heimgärten. Oben: © DHB RWTH Aachen University, unten: © LVR, Dr. Meyer, 06.11.2000, Anlage_Typenliste Reihenhäuser

Ausbau unter der Beachtung einer geringen Raumhöhe und einer schlechten Belichtungssituation. Gleichzeitig ist die straßenzugewandte Dachflächenlandschaft mit dem Gestaltungselement der Gauben in der Regel konstitutiv für die denkmalpflegerische Bewertung.

Daraus ergaben sich folgende Fragestellungen:

Wie können die Dächer und vor allem die bauzeitlich unterschiedlich konzipierten Gauben- und Giebelformen möglichst substanzschonend energetisch ertüchtigt werden, ohne das denkmalgeschützte Erscheinungsbild maßgeblich zu verändern?

Welche bauphysikalischen und konstruktiven Lösungen sind für die Bewohnerinnen und Bewohner wirtschaftlich tragbar, angemessen und sinnvoll?

Ist mit dem energetischen, konstruktiven und denkmalpflegerischen Lösungsansatz auch das Ergebnis des Aushandlungsprozesses übertragbar, der zwischen energetisch-konstruktiver Notwendigkeit und denkmalpflegerischem Anspruch zu vermitteln hat?

Grundlagen für Interventionsstrategien

Am Anfang des Projekts stand zunächst die Beschäftigung mit dem historischen Baubestand der Siedlung In den Heimgärten. Neben Gesprächen mit den Eigentümerinnen und Eigentümern dienten die Bauakten als Quellen zur Siedlungsgeschichte. Zudem setzten sich die Studierenden mit traditionellen und aktuellen Gaubenkonstruktionen auseinander. Sie suchten nach Referenzsiedlungen, werteten Beispiele energetischer Ertüchtigungen vergleichbarer Bauten aus und evaluierten bestehende Standardkonzepte im Bereich der Altbausanierung. Eine umfangreiche Materialrecherche schloss sich an. Diese Vorarbeiten wurden in einem kleinen Film festgehalten sowie schriftlich dokumentiert und lieferten die Grundlage für die Entwicklung der folgenden Interventionsstrategien.

Unter Beteiligung der Stadtkonservatorin Monika Krücken sowie des Dachdeckermeisters und Energieberaters Sebastian Möhrer fand ein Workshop statt, in dem die einzelnen Bewertungsparameter für die geplanten Ertüchtigungen definiert wurden. Die spezifischen Anforderungen der Ökonomie, der Ökologie, der Konstruktion und der Denkmalpflege wurden benannt und im Hinblick auf mögliche Interventionsstrategien gewichtet. Auf dieser Basis entstand eine Bewertungsmatrix, die als Grundlage für die Entwicklung zweier Lösungsvarianten diente.

Präsentation auf dem Pop-up Campus

Diese Ergebnisse sowie die Frage nach dem Nutzen einer verallgemeinerbaren bauteilbasierten Fibel mit belastbaren Lösungsvorschlägen wurden im Rahmen einer Podiumsdiskussion anlässlich des Pop-up Campus Festivals mit einem erweiterten Fachgremium öffentlich diskutiert. Neben den Studierenden waren Bewohnerinnen und Bewohner der Siedlung sowie Fachleute aus den Bereichen Architektur, Planung, Bauphysik, amtlicher Denkmalpflege, Handwerk, Energie- und Förderberatung beteiligt. Die Ergebnisse der Projektbearbeitung wurden auf dem Pop-up Campus als Modell, im Film und in Form einer Materialbibliothek dokumentiert. Die erarbeitete optimierte Variante der Fibel mit dem Titel „Machbar“ steht



Oben: Materialsammlung.
© DHB RWTH Aachen University

Unten: Modell der Dachgaube.
© DHB RWTH Aachen University



zudem in Kürze auf dem Online-Portal der Denkmalpflege der Stadt Aachen zur Verfügung.

Das Modell und der Plan

Das Modell bildet im Maßstab 1:5 die Dachgaube eines Reihenhauses der Siedlung In den Heimgärten nach. Dabei werden neben der Darstellung des bauzeitlichen Bestandes im Bereich der Gaubenwangen die optischen Auswirkungen der untersuchten Intervention sichtbar und vergleichbar. Die Intervention „Machbar!“ orientiert sich an der maximal möglichen energetischen Ertüchtigung nach KfW 40 und handelt die drei Gesichtspunkte Denkmalpflege, Ökonomie und Ökologie optimal untereinander aus.

Der Bestand sowie die Interventionen waren auch auf Stellwänden zeichnerisch im Rahmen von baukonstruktiven Leitdetails dokumentiert. Zudem entstand im Dialog mit den Projektbeteiligten eine detaillierte

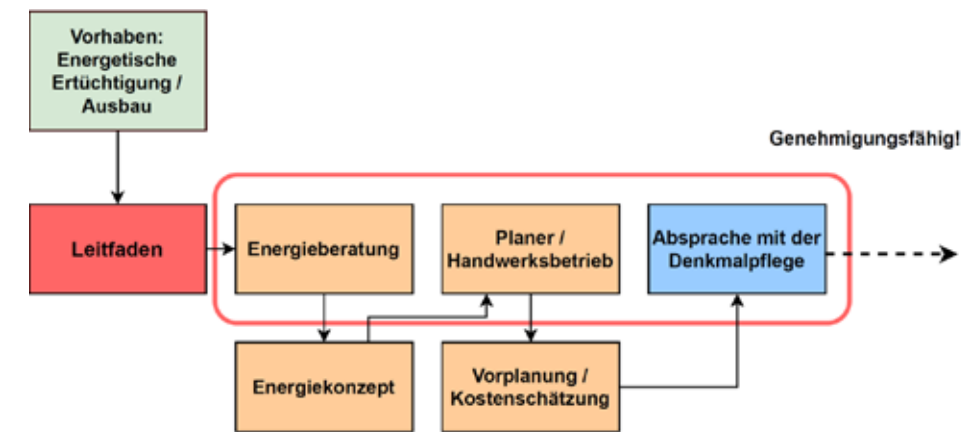
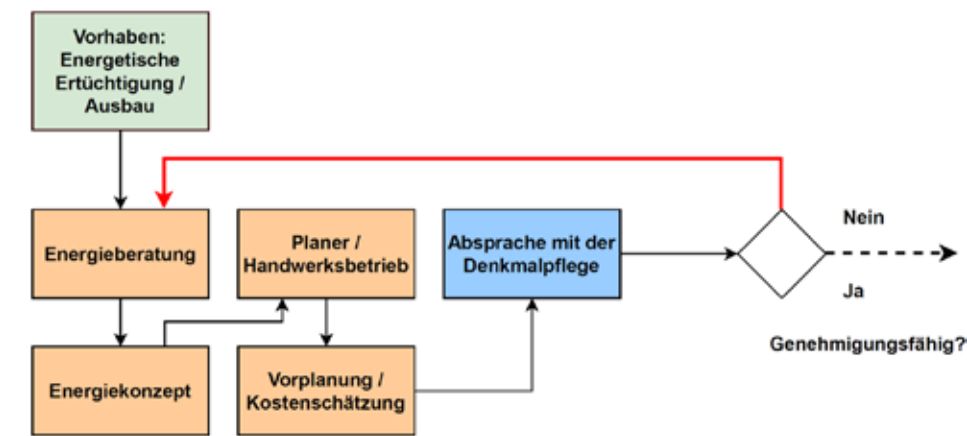
Matrix in Form eines Ampelsystems für die Bewertung der oben genannten Parameter. So wurden die Varianten beispielsweise im Hinblick auf den Immobilienwert, die Ausnutzung der Wohnfläche, die Luftdichtheit und den Erhalt der Proportionen im Vergleich zum ursprünglichen äußeren Erscheinungsbild steckbriefartig bewertet und gegenübergestellt.

Die Materialbibliothek

Die Materialbibliothek präsentierte eine Zusammenstellung von Materialmustern für Dämmstoffe. Der Fokus lag auf besonders effizienten und nachhaltigen Materialien. Diese wurden nach ihrer Wärmeleitfähigkeit, ihren Einsatzmöglichkeiten, dem Feuchtigkeitsverhalten, ihrer Nachhaltigkeit im Hinblick auf die Rohstoffe, die Herstellungsprozesse, die Langlebigkeit und die Kosten vergleichbar präsentiert.

Der Film

Die filmische Darstellung zeigt im ersten Teil den Einstieg in das Projekt und ein Interview mit zwei Bewohnern der Siedlung. Hier werden die Potenziale der Siedlungshäuser, aber auch die Herausforderungen im Umgang mit der Substanz und der Grundrissdisposition beschrieben. Der zweite Teil dokumentiert den Workshop zur Erarbeitung der Interventionen. Die Anforderungen aus ökonomischer, ökologischer sowie aus denkmalpflegerischer Sicht werden konkretisiert. Der dritte Teil gibt Einblicke in die Podiumsdiskussion, die auf dem Pop-up Campus unter der Teilnahme interessierter Bewohnerinnen und Bewohner der Siedlung stattfand. Die Beteiligten diskutierten transparent über Ökonomie, Ökologie und Denkmalpflege bei der Sanierung von Siedlungsbauten der 1920er-Jahre und über die Zweckmäßigkeit einer bauteilbasierten Fibel für einen angemessenen Umgang mit der Substanz. Alle drei Teile sind abrufbar unter <https://www.dhb.rwth-aachen.de/cms/DHB/Forschung/Forschungsprojekte/-In-den-Heimgaerten/~wrtib/Ausstellung-Pop-Up-Campus/>



Oben: Aktuelle Prozessfolge.
© DHB RWTH Aachen University

Unten: Optimierter Prozess.
© DHB RWTH Aachen University

Beteiligte

Stefanie Kerner

Prof. Christian Raabe

RWTH Aachen University, Lehr- und Forschungsgebiet Denkmalpflege und Historische Bauforschung

Monika Krücken

Amtliche Denkmalpflege Stadt Aachen

Prof. Björn Martenson

Hochschule München

Prof. Joachim Ruoff

Hochschule Koblenz

Sebastian Möhrer, DWE Beratung

(Energie- und Förderberatung, Nachhaltigkeitszertifizierung und handwerkliche Ausführung)

altbau plus, Infoservice

energiesparendes Sanieren Aachen

(Initialberatung für die Bauherrenschaft, Förderberatung)

Mitwirkende Studierende:

Anna-Maria Albert

Paulina Gatner

Eileen Gehlen

Elias Kuhfeld

Safaa Munlla

Dafina Veliji

RWTH Aachen University, Lehr- und Forschungsgebiet Denkmalpflege und Historische Bauforschung

Natural Building Lab

Das Natural Building Lab hat gemeinsam mit der Habitat Unit der TU Berlin im Rahmen des Pop-up Campus einen Open Call ausgerufen und eine studentische Konferenz organisiert. Das Programm fand während der internationalen Konferenz zum nachhaltigen Bauen „sbe22 berlin – sustainable built environment within planetary boundaries“ vom 20. bis zum 23. September an der TU Berlin statt und ermöglichte den Teilnehmenden des Pop-up Campus, ihre studentischen Projekte zu präsentieren und sich mit internationalen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern zu vernetzen.

Eingebunden in den Diskurs zum Bauen im Bestand lagen programmatische Schwerpunkte auf Ansätzen und Prozessen des zirkulären Bauens, dem Umgang mit wiederverwertbaren Materialien und Konstruktionen mit nachwachsenden oder natürlichen Rohstoffen sowie der Erforschung urbaner und regionaler Fragestellungen zu Rohstoff- und Materialkreisläufen. Diskutiert wurden zum einen die experimentellen und zukunftsorientierten Ansätze der Studierenden, zum anderen die Herausforderungen und Potenziale der Schnittstelle von Forschung, Methodik und Architekturlehre. Im Rahmen des Pop-up Campus lud der Open Call zu Beginn des Sommersemesters 2022 zu den Themen „Konstruktives Gestalten für eine post-fossile Gesellschaft“ und „Stoffströme und Warenketten“ deutschlandweit zu einem hochschulübergreifenden Netzwerk ein. Studierende konnten

sich einzeln oder in Gruppen mit einem aktuellen oder älteren Projekt auf Basis eines kurzen Abstracts mit ergänzendem Bildmaterial bewerben.

Die Studierendenkonferenz lud zudem Professorinnen und Professoren, junge Forschende und Studierende ein, einen wissenschaftlichen Beirat zu bilden, der die eingereichten Arbeiten prüfte und eine Reihe von Projekten auswählte, um einen Beitrag für die Konferenz im September in Berlin vorzubereiten. Das wissenschaftliche Komitee bestand aus 24 Studierenden und Lehrenden von acht Universitäten.

Begutachtungsprozess

Bis zum 22. Mai gingen insgesamt 35 Beiträge von zwölf Universitäten ein, die in einem doppelt anonymen Begutachtungsverfahren durch den Beirat geprüft wurden. Die Beiträge beschäftigten sich mit Themen wie Urban Mining, Materialflüsse, Nachverdichtung, städtische Revitalisierungsprojekte, Regionalentwicklung, Archivierung von städtischer Infrastruktur und DesignBuild; es wurden experimentelle Studien zu Baumaterialien,



Der Eröffnungsworkshop der Student Conference sbe22 Berlin fand am Bildungs- und Kulturstandort Floating University Berlin statt. © Raquel Gómez Delgado

Ansätze für zirkuläres und nachhaltiges Bauen und praktische Ansätze in Form von realen Labormodellen für akademische und Forschungsprojekte vorgestellt. Die Einreichungen wurden in drei verschiedenen Bereichen kontextualisiert: 1. Transformative Spaces – Experimentelle Großprojekte, 2. Material Flows – Materialflüsse und Warenketten und 3. Design und Prozess – Reduzieren, Wiederverwenden, Recyceln.

Edukative Perspektive auf Forschung und Lehre in der Architekturausbildung

Die Studierendenkonferenz an der TU Berlin wurde mit einer Eröffnungsveranstaltung im Workshop-Format zum Thema „Educational Perspectives on Research and Methodologies in Architecture“ mit einem Schwerpunkt auf Methoden und Ansätzen als Teil des Pop-up-Campus-Programms eröffnet. Im Vordergrund stand, die Perspektive um einen kritischen Blick zu erweitern und die gebaute Umwelt im Kontext von gerechter Nachhaltigkeit innerhalb der planetarischen Grenzen und politischer Positionierung wahrzunehmen. Im Workshop wurde auch diskutiert, welche Formate in der Architekturlehre benötigt werden, um Lösungsansätze für die komplexen Herausforderungen der gebauten Umwelt auf theoretischer, gestalterischer und praktischer Ebene zu entwickeln. Wie kann die studentische Perspektive stärker in die Forschung integriert werden? Welche Herausforderungen und Konflikte werden noch nicht diskutiert und wie können die architektonische Forschung und Lehre die postkoloniale Geschichte, Globalisierung und politische Prozesse reflektieren?



Filmvorstellung von The New Bauhaus und anschließende Diskussion mit den Studierenden am Haus der Statistik.
© Raquel Gómez Delgado

Kritische Perspektiven

In diesem Rahmen teilte Dr. Kim Forster seine Erkenntnisse über Forschungsmethoden zu Materialgeschichten, Dr. Alexander Stumm brachte die dringende Notwendigkeit eines Abriss-Moratoriums ein, Prof. Elisabeth Endres stellte Reallabor-Projekte in Forschung und Lehre vor, Dr. Nina Pawlicki und Matthew Crabbe gaben einen Einblick in ihre Untersuchungen zu transformativen Ansätzen in der Architekturausbildung. Frieda Grimm, Rebecca Winther und Mahshid Balazadeh diskutierten die studentische Perspektive auf das Lehren und Lernen. Im zweiten Teil des Workshops dienten die Input-Vorträge als Grundlagen, um in mehreren kleinen Gruppen mögliche Ansätze und Methoden zu entwickeln, die in der Abschlussrunde diskutiert wurden.

Konferenz-Sessions

Session 1: Transformative Räume – Experimentelle Großprojekte

Die erste Session der Konferenz befasste sich hauptsächlich mit bestehenden Infrastrukturen und Revitalisierungsprojekten und wurde von Alexander Stumm und Christian Gäth moderiert. Das Wohnlabor für nachhaltige Transformation in Aachen präsentierte einen analytischen Ansatz, der auf der Beobachtung des Klimawandels und der Schlüsselfrage basiert, wie die Bewohnerinnen und Bewohner in den Prozess der Projektkonzeption integriert werden können. Ebenfalls kam die Idee zur Sprache, das Living Lab und die Climate Labs als Summer School zu entwickeln. Mit

dem Projekt des RE:chenzentrums Minimal Maximal wurde der Ansatz vorgestellt, die Bewohnerinnen und Bewohner in den Entwurfsprozess einzubeziehen, um gemeinsam in einem partizipativen Prozess Möglichkeiten und Ideen zu entwickeln.

Session 2: Material Flows – Materialflüsse und Warenketten

Die Sitzung zum Thema Materialflüsse und Warenketten wurde von Elke Beyer moderiert. Das studentische Projekt „Re.material – offenes Atelier für zirkuläres Bauen“ schilderte die Herausforderungen und Erfahrungen in der Kommunikation und der Vermittlung verschiedener Ansätze im Bereich des zirkulären Bauens und Wirtschaftens. Das Projekt „Material matters“ untersuchte die Aspekte der Wiederverwertbarkeit von Materialien, das Bewusstsein für deren Notwendigkeit und das Potenzial für gemeinsame Wissensressourcen zu diesem Thema. Der dritte Beitrag befasste sich mit den Vorurteilen gegenüber Lehm- und Ziegelbau und dessen Verdrängung in Westeuropa sowie der Notwendigkeit, das kulturelle Erbe im deutschen Kontext zu erfassen und daraus zu lernen. Ein eher praktischer Ansatz wurde in einem weiteren Beitrag vorgestellt, in dem die Materialprüfung als wichtige Methode zur Untersuchung der Behaglichkeit sowie des Innen- und Außenklimas im Mittelpunkt stand.

Session 3: Design und Prozess –

Reduzieren, Wiederverwenden, Recyceln

In der dritten Sitzung wurden Konzepte mit dem Fokus auf Designansätze, konkrete Beispiele und realisierte Projekte vorgestellt, darunter auch Ergebnisse aus Diplomarbeiten. Die Präsentation fand mithilfe von Postern, Modellen und Videos in den Ausstellungsräumen statt. Experimentelle Prototypen im Maßstab 1:1, Design-Build-Formate und potenzielle Richtlinien dokumentierten die konstruktiven Design-Interventionen. Das Projekt „Architektur als lebendiges Ökosystem“ verlagerte den Schwerpunkt vom Design zur Forschung und brachte die Idee von Werten als Leitlinien für den Designprozess in die Debatte.

Kollektive Reflexion

Die verschiedenen Positionen beschäftigten sich mit der Notwendigkeit, unsere Verantwortung als Fachleute in der Wissenschaft zu verstehen. Folgende Fragen standen im Fokus: Was sind die planetaren Grenzen im Bauwesen? Wer sind die Verantwortlichen in der Bauweise? Wie ist Materialkompetenz in das Lehren und Lernen einzubringen? Braucht angewandte Forschung eine neue Methodik? Wie lässt sich die kritische Herausforderung, uns von den üblichen Materialien zu trennen, im Lernumfeld überbrücken?

Die Ergebnisse der Workshops werden in die Lehre des Natural Building Labs aufgenommen und mit Studierenden weiterentwickelt. Die Forschungsbeiträge der sbe22 sind als Open-Access-Publikationen veröffentlicht und zugänglich.



Aufbau der Konferenz.
© Raquel Gómez Delgado

Beteiligte

Prof. Eike Roswag-Klinge
Sinali Lal d'Arám de Valada
Kim Gundlach
 TU Berlin, Natural Building Lab –
 Fachgebiet für konstruktives Entwerfen
 und klimagerechte Architektur

Prof. Eike Beyer
Prof. Anke Hagemann
 TU Berlin, Habitat Unit

Wissenschaftlicher Beirat:
Prof. Matthias Ballestrem
Johanna Schmeißer
 HafenCity Universität Hamburg

Lena Fait
 KTH Stockholm

Prof. Linda Hildebrand
 RWTH Aachen University

Sara Abid
David Bauer
Prof. Eike Beyer
Matthew Crabbe
Merlin Ehlers
Christian Gäth
Kim Gundlach
Leon Patric Gross
Prof. Anke Hagemann
Georg Humbann
Sina Jansen
Dr. Nina Pawlicki
Selina Saima Schlez
 TU Berlin

Prof. Elisabeth Endres
Prof. Tatjana Schneider
 TU Braunschweig

Prof. Ulrich Knaack
 TU Darmstadt

Prof. Stephan Birk
Anna Brendel
Laura Franke
 TU München

Victoria Eyrich
Dr. Alexander Stumm
 Universität Kassel



Oben: Abendstimmung an der
 Floating University.
 © Raquel Gómez Delgado

Rechts: Mit den internationalen
 Teilnehmenden und Studie-
 renden auf Fahrradexkursion
 in Berlin. © Raquel Gómez
 Delgado



Dissertationskolloquium

Das Dissertationskolloquium (DissKo) auf dem Pop-up Campus versammelte am 6. und 7. September 2022 dreißig Promotionsstudierende aus dem Baubereich. In vier parallel stattfindenden Workshops wurden gemeinsam die Fragestellungen und Methoden von Dissertationen zur Bauwende diskutiert und weiterentwickelt. Die zwei Tage in Aachen weckten bei allen Teilnehmenden Lust auf weiterführende Formate und den Wunsch nach einer Summer School Zukunft Bau für Promovierende.

DissKo: Wer ist die Zukunft des Bauens?

Der Pop-up Campus fragte mit seiner ersten Ausgabe in Aachen im Sommer 2022 nach den wichtigsten Zukunftsentwicklungen für eine Nachhaltigkeitswende im Baubereich. Im Fokus vieler Projekte standen neue Techniken und Materialien, die das Bauen und die Gebäude nachhaltiger machen können. Das Dissertationskolloquium ergänzte diese Überlegungen um die Frage: „Wer ist die Zukunft des Bauens?“

Bauen und Bauwirtschaft benötigen als wichtige Säule neben der praktisch ausgerichteten Ausbildung in der Architektur und den Nachbardisziplinen auch eine gestärkte wissenschaftliche Ausbildung. Die Promotion in der Architektur, Stadtplanung, Landschaftsarchitektur oder im Bauingenieurwesen ist der Kern zur Ausbildung wissenschaftlichen Nachwuchses, der Zukunftsthemen bearbeiten und zur Transformation der Bauwirtschaft beitragen kann. An vielen Fakultäten für Architektur führen Promotionsstudien jedoch ein Schattendasein und die Einbindung promovierter Architekten in Karrierewege außerhalb der Hochschule ist häufig unklar. Zudem fehlen Austauschmöglichkeiten innerhalb der verschiedenen Ausbildungsstätten und zwischen diesen, infolgedessen mangelt es

an Sichtbarkeit der Themen und Ergebnisse von Dissertationen über den jeweiligen Standort hinaus.

Das Dissertationskolloquium hatte daher Promovierende von deutschsprachigen Architekturfakultäten zum Austausch und zur besseren Vernetzung zwecks Weiterentwicklung der eigenen Forschungsansätze eingeladen. Das DissKo der Fakultät Architektur an der RWTH Aachen University als Initiative des wissenschaftlichen Mittelbaus organisierte diese zweitägige Veranstaltung und Promovierende und wissenschaftlich Mitarbeitende der RWTH stellten ihre Ansätze zur Forschung in Reallaboren an der RWTH vor.

Die Auswahl der Teilnehmenden erfolgte in Anschluss an einen Call for Abstracts, in dem die folgenden Fragen zum Dissertationsvorhaben zu beantworten und mit einer Abbildung zu illustrieren waren:



Workshop auf dem Pop-up Campus.
© David Herrmann

Was sind meine Forschungsfragen? Was sind meine Untersuchungsmethoden? Welche Ergebnisse strebe ich an? Die dreißig für die Veranstaltungen angenommenen Abstracts sind im „Book of Abstracts“ thematisch gruppiert: <https://doi.org/10.18154/RWTH-2022-10855>

In den Themengruppen „Ressourcenbewusstes Bauen“, „Stadt und Region im Umbruch“, „Neue Hard- und Software für das Bauen“ und „Bau und Bauende im Wandel“ wurde in intensiven Workshops an der Weiterentwicklung der Forschungsthemen und -methoden gearbeitet.

Living Labs als Forschungsinfrastruktur an der RWTH Aachen University

Zum Start in den zweitägigen Austausch teilten Promovierende und wissenschaftlich Mitarbeitende der RWTH Aachen University Erfahrungsberichte aus der Forschung in Living Labs. Julia Backhaus vom Living Lab Incubator der RWTH berichtete über die große Bandbreite von Living-Lab-Forschung an der RWTH. Christoph Heuer vom Lehrgebiet Individualisierte Bauproduktion führte in die experimentelle Baustelle der RWTH mit ihren Möglichkeiten für die Erprobung digital und robotisch integrierter Bauprozesse ein. Joost Meyer berichtete von der Verschränkung digitaler Werkzeuge und manueller Formgebungsprozesse in der Gestaltungslehre und im Waldlabor Köln. Im Anschluss an die Vorträge führte die Kuratorin Dr. Adria Daraban durch die Ausstellung des Pop-up Campus und erschloss das Gebäude als Labor für die Bauwende.

DissKo Workshops

Der Austausch zwischen den Promotionsstudierenden im DissKo war nicht auf klassische Vorträge gestützt, sondern gab der direkten Interaktion den Vorrang. Die Workshops starteten am Nachmittag mit dem



Oben: Posterausstellung.
© Marlene Maier

Links: Posterarbeit.
© Axel Timpe



Pitch „Meine Dissertation in 10 Minuten“ und brachten die Teilnehmenden danach im Speeddating in direkten Kontakt. „Was ist meine wichtigste Frage zu deiner Dissertation?“ und „Was sind unsere Gemeinsamkeiten?“ waren die Fragen, die alle in schnell wechselnden Zweierunden miteinander diskutieren konnten. Den Austausch in der gesamten Gruppe ermöglichten zum Abschluss des ersten Tages der Gallery Walk in der Posterausstellung mit den Promotionsvorhaben aller Teilnehmenden (das „Book of Posters“ ist hier zu finden: <https://doi.org/10.18154/RWTH-2022-10857>) sowie ein Stadtspaziergang in Aachen. Dieser beinhaltete den Besuch des Theaterplatzes und des Templergrabens, aktuelle Living Labs der Stadtentwicklung, sowie einen Blick auf die wichtigsten Baudenkmale der Aachener Altstadt mit Dom, Rathaus, Elisenbrunnen und Elisengarten.

Der zweite Tag war dem intensiven inhaltlichen und methodischen Austausch in den Workshops gewidmet. Wechselnde Zweier- und Dreier-teams hatten jeweils zweimal 45 Minuten Zeit, die wichtigsten Herausforderungen ihrer Arbeit zu diskutieren und gemeinsam Lösungsansätze zu entwickeln. Den Abschluss bildeten eine Reflexion der Erkenntnisse und

Ergebnisse für die weitere Arbeit an den Dissertationsvorhaben sowie die Berichte aus den Workshops im Plenum des Dissertationskolloquiums.

Erkenntnisse

Das DissKo Zukunft Bau hatte eine bemerkenswerte Bandbreite an Forschungsthemen und -ansätzen. Die Teilnehmenden kamen nicht nur aus Disziplinen des Bauens wie Architektur, Stadtplanung oder Bauingenieurwesen, sondern auch aus dem Maschinenbau und dem Wirtschaftsingenieurwesen. Die Diversität der Themen war groß, wurde im Arbeitsprozess aber als Komplementarität wahrgenommen. So konnten sich Forschungsthemen und -methoden in der Diskussion gegenseitig ergänzen und Schnittstellen identifiziert und diskutiert werden.

Das Dissertationskolloquium bot laut Rückmeldungen der Teilnehmenden die Möglichkeit, „aus der eigenen Bubble herauszukommen“, als Person mit dem eigenen Dissertationsthema erkennbar zu werden und thematisch verwandte Forschungsansätze an anderen Hochschulen kennenzulernen. Besonders bereichernd war dabei der direkte Austausch mit

anderen Promovierenden in ähnlichen Arbeitsphasen und mit vergleichbaren Herausforderungen. Gerade nach der Zeit der pandemiebedingt eingeschränkten Kolloquien und Tagungen war das Dissertationskolloquium eine wertvolle niederschwellige Möglichkeit zum direkten Austausch und „bot einen Weg aus dem Einzelkämpfertum“. Der informelle und persönliche Charakter der Gespräche und Workshops über zwei Tage ermöglichte den Aufbau von gegenseitigem Vertrauen. Die Feststellung „Es gibt keine dummen Fragen“ führte zur positiven Reflexion der Gespräche und Diskussionen. Für die zukünftige Arbeit wurden zwischen einzelnen Teilnehmenden weitere Austauschtermine verabredet und Ideen für gemeinsame Publikationsvorhaben entwickelt.

Mehrere Teilnehmende gaben die Anregung, das Dissertationskolloquium im Rahmen von Zukunft Bau zu wiederholen oder sogar zur einer „Summer School Zukunft Bau“ für Promovierende auszubauen. Ein solches vertieftes Format von etwa einer Woche Dauer könnte über Anregung und Austausch hinaus die Möglichkeit geben, in gemeinsamen und individuellen Arbeitsphasen vor Ort an der Weiterentwicklung der Dissertationen zu arbeiten.

Beteiligte

Dr. Axel Timpe
Katharina Christenn
Marlene Maier
Dr. Joost Meyer
Amrita Slatch
Dr. Ian Whitehead

RWTH Aachen University,
Institut und Lehrstuhl für
Landschaftsarchitektur

Elisa Lublasser

RWTH Aachen University,
Lehr- und Forschungsgebiet
Individualisierte Bauproduktion

Energy-Hub – eine neue urbane Nische

Die Lehrveranstaltung „Energy-Hub – eine neue urbane Nische“ der Lehrstühle für Landschaftsarchitektur und für Städtebau und Entwerfen der RWTH Aachen University hatte zum Ziel, planerische Potenziale von Nischen auszuloten und einen konkreten Beitrag zu Klimaschutz und Energiewende zu leisten.

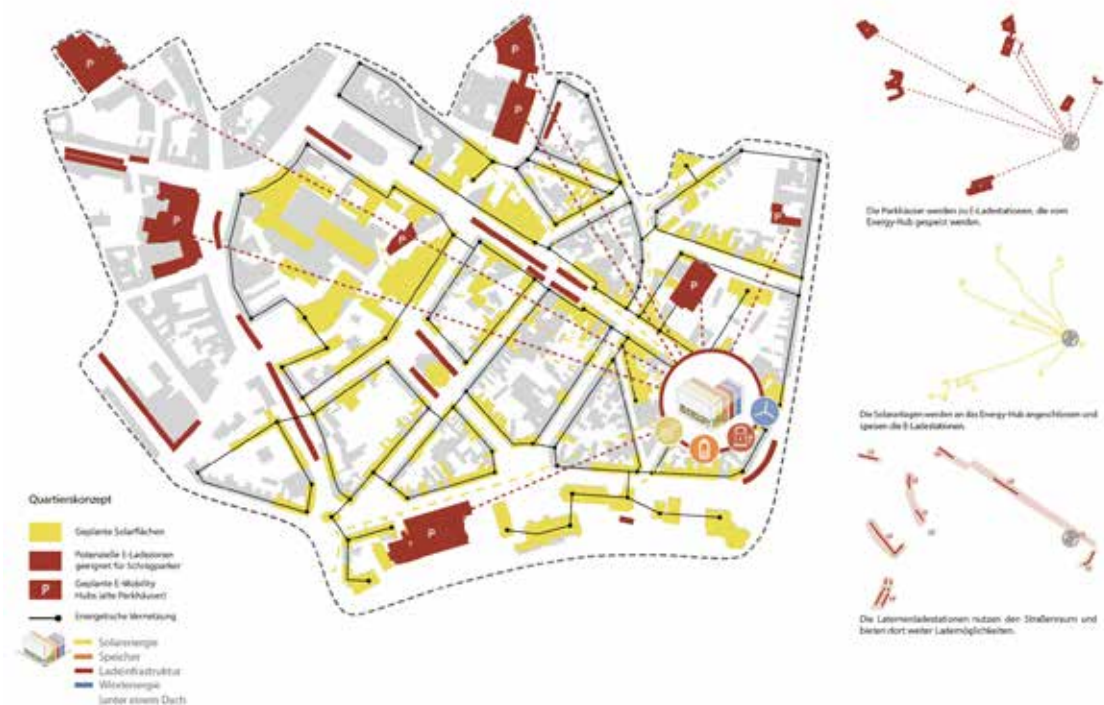
Der einstige Sitz der Aachener Bausparkasse diente im Sommersemester 2022 als Veranstaltungsort des Pop-up Campus und als Experimentierraum, um ein Bestandsgebäude für die konzeptionelle Umnutzung in einen Energy-Hub zu betrachten. Energy-Hubs schaffen einen energetischen und sozialen Mehrwert für angrenzende Quartiere und haben ein großes Potenzial für die urbane Energiewende. Sie stellen einen essenziellen Baustein der nachhaltigen und ressourcenschonenden Stadt dar.

Energy-Hubs bündeln die verschiedenen Energiesektoren – Strom, Wärme, Kühlung und Mobilität –, sodass sie auf verschiedenen räumlichen Skalen – Gebäude, Quartier, Stadt oder Region – als infrastrukturelle Knotenpunkte fungieren.¹ Die Sektorenkopplung ermöglicht kurze Energiewege, eine maximale lokale Verwertung von Energieerzeugnissen und hohe Flexibilität durch die Nutzung von Energieträgern vor Ort. Energy-Hubs leisten einen essenziellen Beitrag zum Ausbau regenerativer Energiequellen. Die gebäudeübergreifende Kopplung ermöglicht Materialeinsparungen, sorgt für weniger Übertragungsverluste, den Ausgleich von Verbrauchs- und Erzeugungsspitzen sowie die stärkere technologische Vernetzung verschiedener Maßstabsebenen.

Das interdisziplinäre Format der Veranstaltung mit Inputs von Projektpartnerinnen und -partnern des Forschungscampus „Flexible Elektrische Netze“ (FEN) richtete den Fokus auf die Erfordernisse für Gebäude, Quartier, Technik und Planende.

Während des Projekts wurden nach dem Research-Based-Design-Ansatz die einzelnen Phasen von kontextbezogener Untersuchung,

¹ Pierluigi Mancarella: MES (multi-energy systems): An overview of concepts and evaluation models, in: Energy, Nr. 65, 2014, S. 1–17.



Quartiersanalyse energetischer Potenziale. © Studierende der Lehrveranstaltung „Energy Hub – eine neue urbane Nische“ im Sommersemester 2022 an der RWTH Aachen University

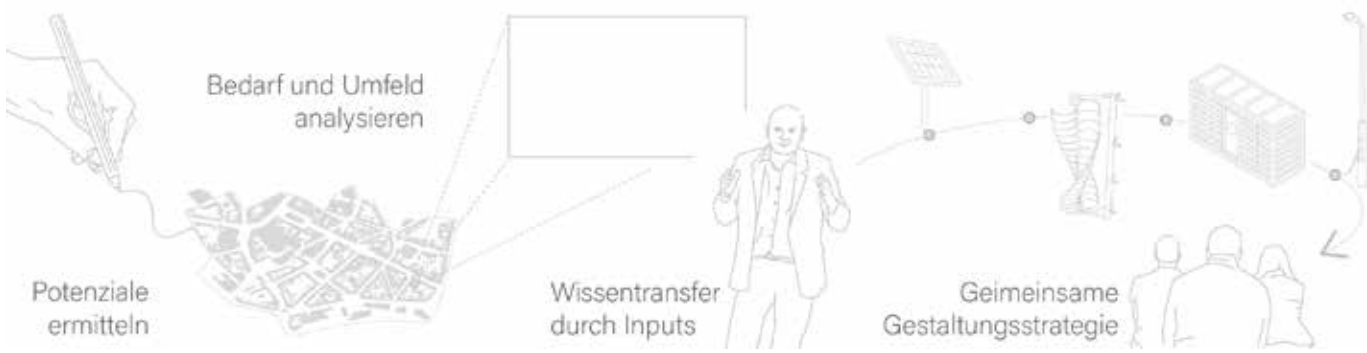
partizipativem Design, Produktdesign und Prototyp als Hypothese durchlaufen.²

Analyse von Umfeld und Bedarf

Als Einstieg in die Thematik „Energieinfrastruktur im urbanen Kontext“ wurden mittels klassischer Analysen auf Gebäude- und Quartiers Ebene Flächenpotenziale, Energieerträge, soziale und ökonomische Bedarfe sowie verschiedene Parameter untersucht und kartiert.

Die SWOT-Analyse als methodisches Werkzeug ermöglichte die Gewichtung der Analyseergebnisse ebenso wie die strategische Bewertung bereits vorhandener Ressourcen. Dabei wurden die lokalen Potenziale für die Integration von erneuerbaren Energien durch Photovoltaikanlagen, elektrische Speicher, Ladesäulen usw. bestimmt. Das Quartier weist aufgrund der Dachgeometrien ein hohes Ausbaupotenzial für Solarproduktion auf. Die dezentrale Stromproduktion eignet sich unter anderem für die Verwertung durch Ladeinfrastrukturen im Stadtraum. Zudem griff der Energy-Hub bestehende Entwicklungskonzepte der Stadt Aachen auf. Die Analyse der ehemaligen Bausparkasse ergab, dass der Bestand variable Nutzungsmöglichkeiten begünstigt und sich für den Umbau und die Ertüchtigung zu einem Energy-Hub eignet. Die exponierte Lage an einer der innerstädtischen Zubringerstraßen eröffnete die Chance, die Öffentlichkeit aktiv einzubeziehen. Die Erkenntnisse aus der Analyse dienten als Ausgangspunkte für die konzeptionelle Entwicklung des Energy-Hubs.

² Teemu Leinonen/Tarmo Toikkanen/Katrina Silfvast: Software as hypothesis: research-based design methodology [Konferenzbeitrag]. Proceedings of the Tenth Conference on Participatory Design, PDC 2008, Bloomington, Indiana, USA, 1.–4. Oktober 2008. 10.1145/1795234.1795244.



Vorgehen Analyse- und Konzeptionsphase. © Raphaela Bartusch

Konzeption einer Energiezentrale fürs Quartier

Die formulierten Anforderungen und Parameter wurden mithilfe des Research-Based-Design-Ansatzes kontextualisiert und zu Gestaltungsstrategien ausgearbeitet.³

Inputs von Projektpartnerinnen und -partnern des Forschungscampus „Flexible Elektrische Netze“ (FEN) ermöglichten Einblicke in den aktuellen Stand der Forschung. Dadurch konnten die Herausforderungen der Energiewende unter soziologischen, ökonomischen, sozialen, technischen, architektonischen und stadtplanerischen Gesichtspunkten ganzheitlich betrachtet werden. Ziel war die Verknüpfung von Energieproduktion und Gebäudenutzung zu einer nutzungsgemischten Energiezentrale mit sozialen Angeboten für verschiedene Gruppen. Der Mehrwert für das Quartier und Akteurinnen und Akteure sollte am Gebäude sichtbar gemacht werden.

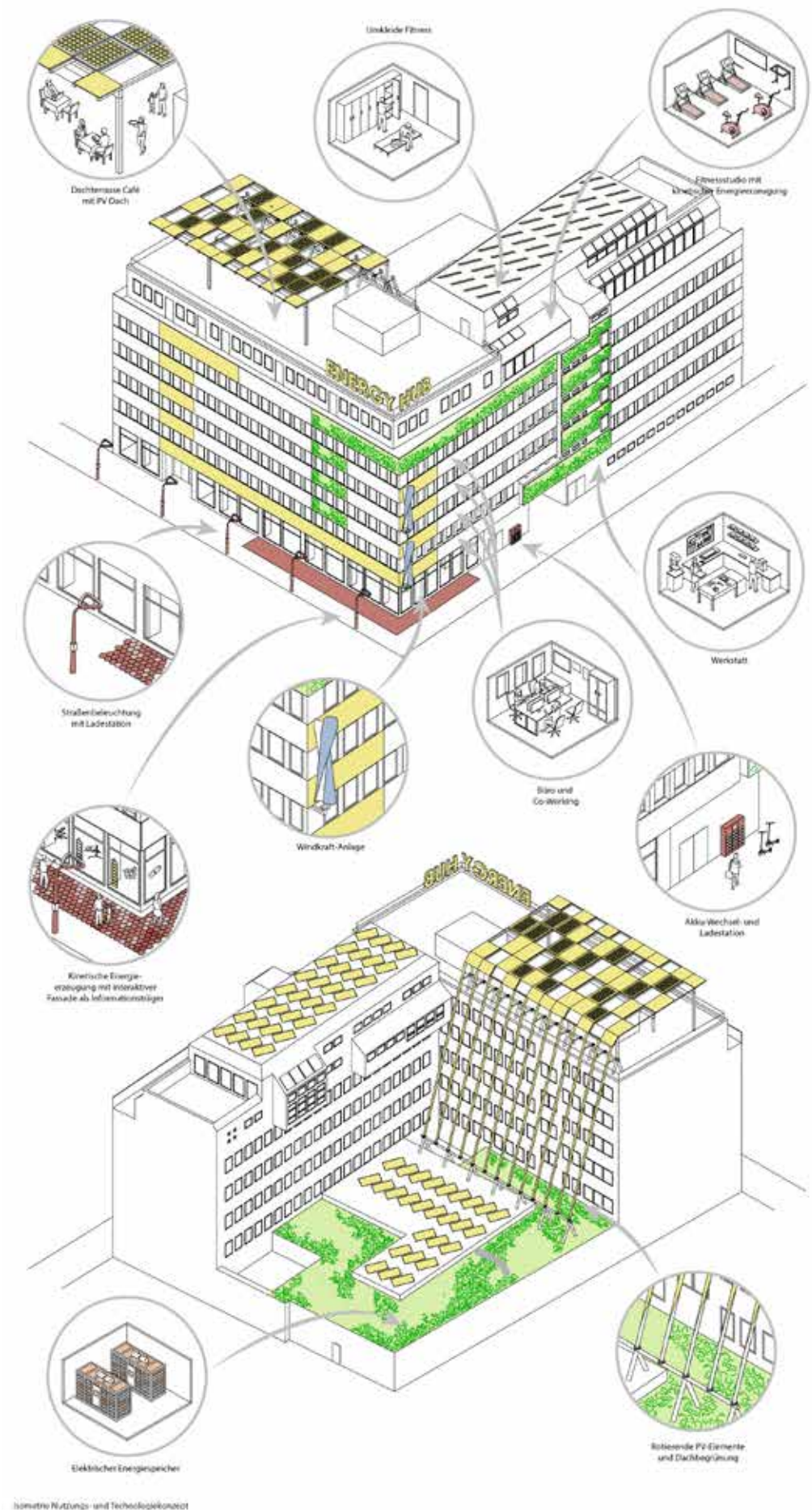
Planungswerkstatt als Designforum

Eröffnet wurde die Planungswerkstatt durch einen Impulsvortrag zum Thema Konfliktkommunikation für Energieinfrastrukturprojekte. Dabei wurden die grundlegenden Charakteristika der Akteurslandschaft in der Energiebranche vorgestellt, um diese während der Konzeptentwicklung zu reflektieren.

Mithilfe digitaler Tools entstand ein gemeinsamer Design-Space. Im partizipativen Prozess wurden der Dialog und die Evaluation von Problemstellungen und Lösungsvorschlägen stetig fortgesetzt. Am Ende des Werkstattprozesses stand ein integriertes Handlungskonzept.

Es beinhaltete eine Mischung aus öffentlichen Räumen und gewerblicher Nutzung. Das Raumprogramm sah auf dem Dach ein Solar Café mit Domblick vor, ein kinetisch Energie erzeugendes Fitnessstudio, Werkstätten für die Vormontage von energietechnischen Anlagen und eine Energieberatung im Erdgeschoss mit flexiblen Ausstellungsflächen rund um das Thema Energiewende. Zudem wurden Co-Working-Spaces, Besprechungs- und Serverräume eingeplant. Im Energy-Hub laufen Erzeugung, Speicherung und Verbrauch von Energie zusammen. Die Erzeugung erfolgt mittels Solaranlagen an Dach- und Fassadenflächen

³ Ebd.; Eric Baumgartner/Philip Bell/Sean Brophy/Christopher Hoadley/ Sherry Hsi/ Diana Joseph/Chandra Orrill/Sadhana Puntambekar/William Sandoval/Iris Tabak: Design-Based Research: An Emerging Paradigm for Educational Inquiry, in: Educational Researcher, Nr. 32, 2003, S. 5–8.



Neues Nutzungs- und Technologiekonzept für den einstigen Sitz der Aachener Bausparkasse. © Studierende der Lehrveranstaltung „Energy Hub – eine neue urbane Nische“ im Sommersemester 2022 an der RWTH Aachen University

Isometrie Nutzungs- und Technologiekonzept

sowie Kleinwindkraftanlagen im Außenraum. Die überschüssige Energie wird in Second-Life-Autobatterien gespeichert, um Energiespitzen ausgleichen zu können. Für den öffentlichen Raum rund um den Energy-Hub waren kinetische Bodenplatten, Solarlaternen sowie smarte Infrastruktur in Form von Ladesäulen für E-Autos, E-Bikes und E-Roller vorgesehen, um eine weithin sichtbare Signalwirkung für die neuen Funktionen der ehemaligen Bausparkasse zu erreichen.

Ausstellung und Podiumsdiskussion

Im Rahmen der abschließenden öffentlichen Veranstaltung während der Festivalwochen präsentierten die Studierenden und Planungsbüros aus dem ganzen Bundesgebiet ihre Entwurfsideen und Gestaltungskonzepte für Energiezentralen in Stadträumen. Impulsvorträge vermittelten einen Blick in die Praxis, eine Podiumsdiskussion eröffnete den Ausblick auf die Bausteine der Stadt der Zukunft. Im Diskurs wurden Lösungsansätze der Zukunftsaufgabe Bauwende dargelegt.

Tim Heide vom Architekturbüro Heide & von Beckerath in Berlin und Thorsten Wagner vom Architektur- und Stadtplanungsbüro raumwerk in Frankfurt am Main berichteten von ihren Erfahrungen im Wettbewerbsverfahren: „ENERGYHUB – Energiezentrale und Umspannwerk am Deutzer

Hafen in Köln“. Sie vermittelten einen Eindruck der Herausforderungen bei der Planung von Energiezentralen und deren Relevanz für eine nachhaltige und energiegerechte Stadtentwicklung. In der anschließenden Diskussionsrunde wurden Facetten der Bauwende sowie die technischen und sozialen Herausforderungen und der Mehrwert von Energy-Hubs von Fachleuten diskutiert. Das Veranstaltungsformat richtete sich insbesondere an die Stadtgesellschaft, um die Öffentlichkeit für das Thema der urbanen Energiewende zu sensibilisieren.

Während des Festivals wurde das Projekt „Energy-Hub – eine neue urbane Nische“ in Form eines Demonstrators, der die ehemalige Bausparkasse als Zukunftsvision für eine Energiezentrale im Maßstab 1:100 zeigt, sowie mittels Konzeptzeichnungen auf dem Pop-up-Campus ausgestellt.

Energiekonzepte für die Zukunft

Die Problematik der Energiegewinnung und -versorgung, gepaart mit zunehmender Flächenkonkurrenz, wird langfristig zu neuen Raum- und Energiekonzepten führen. Das Leitbild der „Stadt als Energieerzeugerin“ wird künftig an Bedeutung gewinnen.

Es benötigt Pionierprojekte, die diese Themen in die breite Öffentlichkeit tragen und Lösungsvorschläge anbieten. Insbesondere im gebauten Raum werden individuelle Bestandslösungen mit innovativen Geschäftsmodellen sowohl bei der technischen Ausgestaltung als auch bei den Nutzungskonzepten mit sozialen Anreizen immer mehr in den Fokus der Planung rücken. Die Frage nach der Eignung von Bürogebäuden für die nachträgliche Implementierung von Energiezentralen in den Bestand muss durch weitere Studien untersucht werden. Wünschenswert wäre die Forschung anhand von realen Pilotprojekten, welche die Übertragbarkeit auf andere Städte und Maßstabsebenen zum Ziel haben.

Energie-Hubs können als mögliche Katalysatoren für die technische Aufrüstung von erneuerbaren Energien in das angrenzende Quartier dienen. Eine Nutzungsverkettung der Energiefunktionen mit den öffentlichen und gemeinschaftlichen Einrichtungen kann einen sozialen Impact ermöglichen. Die Sichtbarkeit der Gewinnung von erneuerbaren Energien durch Photovoltaikanlagen und Kleinwindkraftanlagen im Stadtraum kann zu einer Akzeptanzsteigerung sowie zur Sensibilisierung der Öffentlichkeit für die Thematik der Bau- und- Energiewende beitragen. Das Thema der Energieunabhängigkeit wird in Zukunft stärker in den Fokus der Gesellschaft rücken.

Beteiligte

Raphaela Bartusch

RWTH Aachen University, Institut und Lehrstuhl für Landschaftsarchitektur (Koordination/Durchführung)

Sarah Hermens

RWTH Aachen University, Lehrstuhl für Städtebau und Entwerfen, Institut für Städtebau und Europäische Urbanistik (Koordination/Durchführung)

Sarah Abdel

Elias Alp

Hussam Alshawakh

Erik Althoff

Jannik Ehlers

Nyasha Herberg

Vanessa Kohl

Elizaveta Kovalkova

Jibang Li

Wissenschaftlicher Input

Prof. Stefan Böschen

RWTH Aachen University, Lehrstuhl für Technik und Gesellschaft

Prof. Susanne Mütze-Niewöhner

RWTH Aachen University, Institut für Arbeitswissenschaft

Siamak Sheykhha

Institute for Future Energy Consumer Needs and Behavior

Jan Martin Specht

RWTH Aachen University, Institute for Future Energy Consumer Needs and Behavior

Nils Hellmuth

RWTH Aachen University, Lehr- und Forschungsgebiet Textlinguistik und Technikkommunikation

Teilnehmende der Podiumsdiskussion

Prof. Frank Lohrberg

RWTH Aachen University, Fakultät für Architektur, Institut und Lehrstuhl für Landschaftsarchitektur

Prof. Christa Reicher

RWTH Aachen University, Fakultät für Architektur, Lehrstuhl und Institut für Städtebau und Entwerfen

Prof. Stefan Böschen

RWTH Aachen University, Lehrstuhl für Technik und Gesellschaft

Tim Heide

Architekturbüro Heide & von Beckerath Berlin

Thorsten Wagner

Architektur- und Stadtplanungsbüro raumwerk, Frankfurt am Main

Sarah Abdel

Erik Althoff

RWTH Aachen University

Max Dern

Innovationsmanagement bei Stadtwerke Aachen

Hive Home

Das Selbstbauprojekt von Studierenden der HS Koblenz macht Parkplätze zu temporären Wohnplätzen: Um die erforderliche Stellfläche zu minimieren, werden verschiedene Funktionen des Wohnens in einem liegenden Zylinder so angeordnet, dass nur die jeweils benötigte Funktion in die Nutzungszone gedreht wird. Gleichzeitig soll untersucht werden, welche Konstruktionen und welche ökologisch vertretbaren Materialien unter den Bedingungen des Selbstbaus eingesetzt werden können und ob sich das Projekt im Praxistest bewährt.

Das „Hive Home“ wurde im Rahmen des Pop-up Campus als Modell im Maßstab 1:5 sowie mit einem exemplarischen Detailausschnitt im Maßstab 1:1 ausgestellt. Die Pläne auf zwei Aufstellern erläuterten die Bau- und Funktionsweise.

Das Projekt beschäftigt sich mit zwei Aspekten: Es gilt, die Möglichkeiten der Reduktion von Flächen und damit von Ressourcen für das Erstellen und Nutzen von Wohnraum empirisch zu untersuchen. Einbezogen wird auch die Frage, ob sich Parkplätze zu Orten des temporären Wohnens umwidmen lassen, wenn eine erfolgreiche Verkehrswende diese Flächen frei werden lässt. In Zeiten rarer Fachkräfte und steigender Baupreise wurde der Selbstbau zum zweiten Betrachtungsgegenstand: Bis zu welchem Grad ist es Laien möglich, in Eigenleistung am Baugeschehen teilzunehmen?

Weitere Themen, die anhand des Projektes untersucht werden sollen, die aber in dem frühen Projektstadium noch nicht im Fokus standen, sind der Einsatz von Recyclingmaterial im Bauprozess und das Maß der möglichen Autonomie beim Betrieb dieser Kleinstbehausung.

Auf dem Hof des Pop-up Campus wurde die praktische Umsetzung des Selbstbaus probiert: Während der beiden Festivalwochen baute ein Team aus Studierenden und Lehrenden der Hochschule Koblenz das

Herzstück des „Hive Home“: die rotationsfähige Multifunktionsstrommel, die drei Wohnfunktionen aufnehmen kann. Die Trommel wurde für den Rücktransport nach Koblenz zerlegt und in der Hochschule wieder aufgebaut, um voraussichtlich im Sommersemester 2023 in die Gesamtkonstruktion eingesetzt zu werden.

Warum ein „Hive Home“?

Gegenstand des Projekts „Hive Home“ ist die Realisierung eines von Studierenden entworfenen, prototypischen Experimentalbaus, der flexibel und autark auf jedem Areal nutzbar ist. Ausgehend von einer er-



Das Modell eines „Hive Homes“ im Maßstab 1:5. © Lukas Mering

folgreichen Verkehrswende widmet sich dieses Projekt der Umnutzung freier werdender Flächen für die Errichtung von Micro-Homes, die jeweils eine Fläche von nur 1,5 Pkw-Stellplätzen in Anspruch nehmen. Das temporäre und flexible Wohnangebot für kurz- und mittelfristige Nutzung kann dank der Stapelbarkeit der einzelnen Wohneinheiten die Platznutzung optimieren. Trotz der geringen Größe bietet das „Hive Home“ dank einer rotierenden Nutzungszone Platz für Arbeit, Essen, Schlafen und Ausruhen. Das Projekt soll von Studierenden geplant und realisiert werden. Dabei dient es einerseits als Lehr- und Lerngegenstand, an dem alle Planungsaspekte erfahren und anschließend auch praktisch-handwerklich umgesetzt werden können. Andererseits dient es auch als Forschungsobjekt, an dem untersucht werden soll, welche Baumaterialien den Ansprüchen des Re- und Upcycling genügen, welche Gebäudetechnik eingesetzt werden muss und

welche bauphysikalischen Eigenschaften für ein behagliches Wohnklima notwendig sind. Nach der Fertigstellung soll das „Hive Home“ als Demonstrator in der Koblenzer Innenstadt ausgestellt und anschließend auf dem Campus der Hochschule als temporäre Studierendenunterkunft genutzt werden.

Bei der Durchführung des Projektes werden folgende Fragestellungen untersucht:

Ist der Selbstbau angesichts steigender Baupreise und fehlender Fachkräfte eine Alternative? Wo sind die Grenzen des Selbstbaus und welche Vorgaben und Gesetzmäßigkeiten bringt das Selbstbauen mit sich? Welche Leistungen können von ungelerten Kräften erbracht werden? Wie lassen sich Konstruktionen vereinfachen, um Selbstbau zu ermöglichen? Welche Optionen stehen zur Verfügung, um Maßtoleranzen gering zu halten?

Welche Materialien kommen unter der Maßgabe des Selbstbaus infrage? Welche Werkzeuge und welche Verbindungstechniken kommen sinnvollerweise zum Einsatz? In welchem Maß lässt sich die Menge des Materials durch geeignete Konstruktionsformen reduzieren? Welche Gewichte kommen dabei zusammen und wie können diese unter den redu-

zierten Bedingungen des Selbstbaus und ohne professionelle Hebezeuge bewegt werden? Welche Möglichkeiten der Nutzung von rezyklierten Baumaterialien kann es bei der Materialwahl für den Selbstbau geben?

Wie viel Platz braucht man für temporäres Wohnen? Lässt sich die erforderliche Fläche durch Mehrfachnutzung reduzieren? Kann temporäres Wohnen auf einer stark reduzierten Fläche die Nutzerinnen und Nutzer zufrieden machen?

Welcher energetische Aufwand muss betrieben werden, um sommers wie winters ein behagliches Raumklima zu erzeugen? Kann das Ziel einer energetischen Autonomie erreicht werden?

Ziele

Das Projekt „Hive Home“ entstand nicht zuletzt aufgrund der prekären Lage auf dem Wohnungsmarkt, die zur Suche nach Alternativen, auch für temporäres Wohnen, drängt. Da dieser Bedarf durchaus Veränderungen unterliegt, sind besonders solche Lösungen interessant, die mit geringem Aufwand eine Umsetzung an einen anderen Ort erlauben. Dieser Gedanke führte zu der Beschäftigung mit Mikroarchitekturen. Deren Potenzial für temporäres Wohnen auszuloten ist das zentrale Ziel des Projektes.

Ein zweites Ziel ist die Beschäftigung mit dem Selbstbau (Design-Build). Er ist für die Architekturausbildung von großem Wert, da hier die Auseinandersetzung mit der Konstruktion eingeübt werden kann: Der Schritt von der Konzeption zur Realisierung wird in der akademischen Ausbildung oft nicht deutlich nachvollzogen. Die Erkenntnis, dass der Herstellungsprozess Teil des Konzeptes sein muss, ist im Nachhinein schwer vermittelbar, wenn diese Erfahrung weder vor noch während des Studiums gemacht wurde. Selbst wenn der Gestaltung von konstruktiven Details große Aufmerksamkeit geschenkt wird, bleibt diese auf einem theoretischen Niveau, solange sich die Studierenden nicht physisch mit deren Ausführung beschäftigen und dabei die Eigenarten des Materials, die Tücken der Geometrie und die Regeln der Fügung erleben: Welchen Eindruck vermittelt

ein Material, wenn ich es in die Hand nehme? Welche Anmutung hat das Material? Wie schwer ist es? Welche Werkzeuge kann ich nutzen, um das Material zu bearbeiten? Wie verbinde ich das Material mit anderen Materialien? Welcher Ablauf von Fertigungsschritten muss eingehalten werden?

Das „Hive Home“ beim Pop-up Campus

Die ressourcenschonende Umnutzung versiegelten Stadtraums ist eine Zielsetzung des Projekts „Hive Home“. Bei der Entwicklung der Konstruktion des „Hive Homes“ war die Reduktion des Materialeinsatzes ein zentraler Untersuchungsgegenstand. Nachdem die ursprüngliche Planung von einer Vollholzvariante in Brettstapelbauweise ausging, führte die Variantenbildung zu immer schlankeren Bauweisen. Die schließlich umgesetzte Konstruktion nahm Anleihen beim Bootsbaus: Sechs über Schotten ausgesteifte Tröge wurden mit je um 30 Grad geneigten Flanken aneinandergesetzt. Damit konnte das Gewicht der Konstruktion von anfänglich geschätzten 18 Tonnen auf etwa vier Tonnen reduziert werden.



Vision: „Hive Homes“ auf ehemaligen Parkplätzen.
© Victoria Peil

Ergebnisse

Die wichtigsten Ergebnisse des Projektes sind der Erkenntnisgewinn der Studierenden durch den Selbstbau und die Freude, die sie beim Bauen hatten. Auch wenn es für eine Bewertung der langfristigen Effekte dieses Erkenntnisgewinns noch zu früh ist, wurde im Verlauf der Vorbereitung und besonders während der Festivalwochen deutlich, dass die beteiligten Studierenden ein größeres Verständnis und Praxiserfahrung in der Herstellung von komplexen Bauteilen und im Bauhandwerk gewannen.

Ein weiteres wichtiges Ergebnis brachte das Ausloten des möglichen Rahmens für den Selbstbau: Die starke Vereinfachung der Verbindungstechniken und die Reduktion der Material- und Gewerkevielfalt führten in Verbindung mit verbesserten handwerklichen Fähigkeiten zu der Erkenntnis, dass Selbstbau in der Größenordnung des „Hive Homes“ von Laien durchaus zu bewältigen ist, selbst wenn nur geringe Vorkenntnisse vorhanden sind.

Für die Beantwortung der Ausgangsfrage, unter welchen Voraussetzungen ein Mikro-Home ein behagliches Zuhause bieten kann, wird erst die Praxisphase eine Antwort geben können.

Beteiligte

Prof. Stephan Jost

(Leitung)

Prof. Joachim Ruoff

(Leitung, Text)

Sophie Hofmann

(wissenschaftliche Mitarbeiterin)

Oliver Majo

(wissenschaftlicher Mitarbeiter)

Victoria Peil

(Entwurf, Zeichnungen)

Lena Schleicher

(Entwurf, Zeichnungen)

Mitwirkende Studierende
auf dem Pop-up Campus:

Celine Bock

Alissia Doetsch

Laura Kaweck

Nils Kießling

Caroline Knöll

Tobias Letschert

Chiara Loedige

Bojan Lukic

Renan Ramcilovic

Sophia Weidert

Hochschule Koblenz

reGrowth – Tragkonstruktionen aus ungenutzten Holzabschnitten

Das Projekt „reGrowth“ hinterfragte die derzeitige Praxis bei der Bauholzgewinnung und -nutzung und ermittelte anhand von Studien mögliche Wiederverwendungskonzepte für Laubholzreste. Im Rahmen der Ausstellung Pop-up Campus wurde eine selbsttragende elliptische Sandwichplatte installiert, in deren Kern Holz, welches aufgrund seiner Dimensionen und Geometrie normalerweise keine Verwendung als Baumaterial erfahren hätte, entsprechend einer idealen Lastverteilung angeordnet worden war. Die eine Hälfte der Installation diente als Ausstellungsfläche für weitere studentische Arbeiten, welche im Rahmen eines Masterseminars und der Bachelorarbeit „Baumbasierte Konstruktionen“ geschaffen worden waren. Das verwendete Holz stammt aus dem Aachener Wald.

Der Materialeinsatz im Holzbau ist hauptsächlich auf die Nutzung von Standardquerschnitten und Halbfertigteilen in Form von Holzwerkstoffen beschränkt. Schon der moderne Forstbetrieb ist auf diese Nutzung ausgelegt, und Bäume werden in speziell angeordneten Kleingruppen gepflanzt, um einen möglichst geraden und astfreien Wuchs für eine effiziente Herstellung von Bauholz zu ermöglichen. Ziel sind möglichst lange und dicke, gerade, astreine Hölzer. Gekrümmte Äste oder Gabelungen finden keine Anwendung im Bausektor und werden schon frühzeitig als Abschnitte von den präferierten Elementen getrennt und anderweitig verwertet.

Die einzigartigen Materialeigenschaften, die jeder Baum in Reaktion auf seine direkte Umgebung entwickelt, werden als Irregularitäten bewertet, die man im Bauwesen nicht nutzt. Somit ergibt sich ein großer Verschnitt und nur ca. 50 % eines gefällten Baumes finden tatsächlich als Baumaterial Verwendung. Doch auch jedes Haus steht auf einem anderen Baugrund, beispielsweise am Hang oder in einer innerstädtischen Baulü-



Oben: Sammlung von Holzresten im Aachener Wald.
© Kevin Moreno Gata

Rechts: Analyse in der Werkstatt.
© Kevin Moreno Gata



cke, einer anderen Erdbeben- oder Schneelastzone. Und so sind auch die Anforderungen im Bauwesen immer wieder einzigartig. Daher hinterfragte das Forschungsprojekt „reGrowth“ den aktuellen Ansatz der Gewinnung und Nutzung von Bauholz und zeigte in Studien mögliche Nutzungskonzepte für den bislang nicht als Baumaterial in Betracht gezogenen Verschnitt.

Auf dem Pop-up Campus wurde ein Design- und Fabrikationskonzept präsentiert, das sich am natürlichen Tragverhalten der individuellen Holzfaserrichtung orientiert und als Grundlage für einen effizienten, materialoptimierenden Tragwerksentwurf im Holzbau dient: Die ungenutzten Baumabschnitte werden digital erfasst und in Materialbibliotheken gespeichert. Dabei können auch ihre individuellen Stärken und somit ihr Potenzial zum Einsatz in Tragstrukturen ermittelt werden. Digitale Tragwerksanalyse- und Entwurfswerkzeuge nutzen diese Informationen, um automatisiert die optimalen Elemente für spezifische Anforderungen zu ermitteln, welche dann mittels CNC/CAM-Technologie bearbeitet und verbaut werden.

Demonstrator

Im ausgestellten Objekt manifestierte sich der Ansatz des Projekts in Form einer auf V-Stützen aufgelagerten selbsttragenden ellipsenförmigen Sandwichplatte, die aufgeteilt in zwei Hälften als Überdachung und Präsentationsfläche für Ausstellungsstücke aufgebaut wurde. Der Sandwichkern bestand aus gekrümmten Ästen und Astgabeln aus dem Aachener Wald. Diese wurden durch bildbasierte Modellierungstechniken erfasst und in einer Bibliothek gespeichert, um mittels Design- und Tragwerksanalyse-Software ihrem Kraftfluss folgend platziert werden zu können. Im nächsten Schritt wurden die Holzelemente in entsprechender Orientierung auf eine Dicke von 55 mm gefräst und gehobelt. Über geschraubte und somit wieder lösbare Verbindungen mit der oberen und unteren 16 mm starken Dreischichtplatte ist ein Dachtragwerk entstanden, das die natürliche Krümmung der Äste effizient in den Entwurf integriert.

Das Entwurfskonzept war auf eine längerfristige Nutzung ausgelegt. So sollte das Objekt im Anschluss an die Ausstellung nicht wieder

verschwinden. Die beiden Bauteile wurden abgebaut und zur eigentlichen Überdachung zusammengesetzt, die ihren Platz auf dem Campus der RWTH Aachen University finden wird.

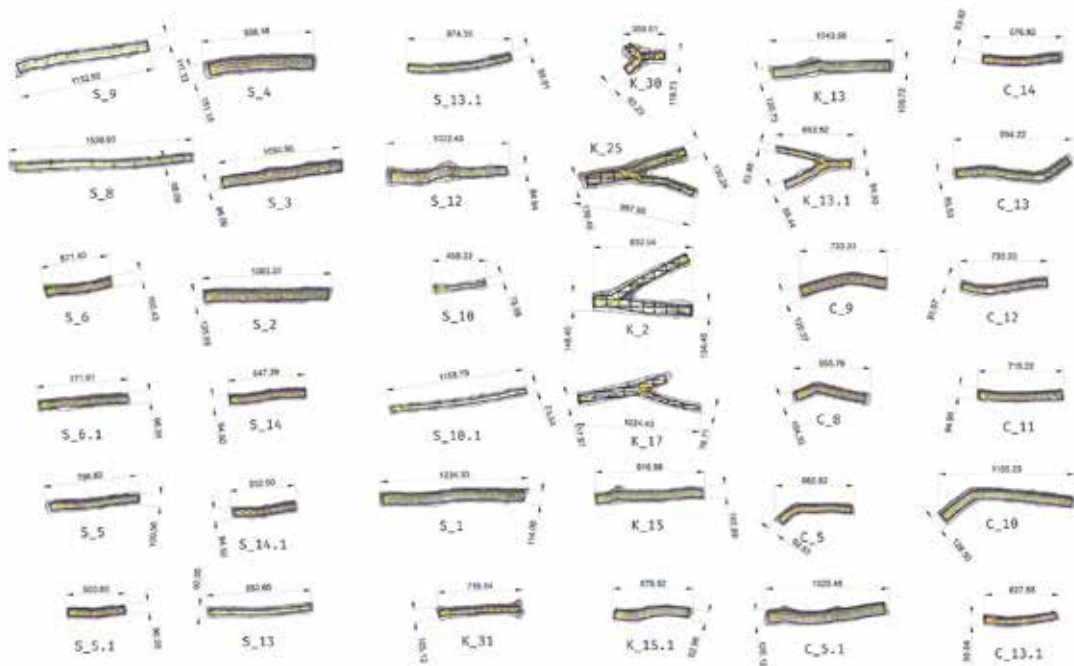
Augmented-Reality-gestützter Zusammenbau

Auch das Handwerk erfährt im Zuge der neuen Entwicklungen unter dem Stichwort Industrie 4.0 Veränderungen. Während die Automatisierungstechnologie immer weitere manuelle Arbeitsschritte übernimmt, bieten Technologien wie die Werkzeuge der erweiterten Realität (Augmented Reality) neue Möglichkeiten, den Menschen in handwerklichen Prozessen zu unterstützen. So wurde in diesem Projekt mit der HoloLens II eine Augmented-Reality-Brille eingesetzt, um die manuelle Fertigung der Sandwichplatte zu unterstützen. Die Brille projiziert die gewünschte Position der anzuordnenden Holzelemente auf die Netzhaut und ermöglicht

somit ein schnelles und präzises Platzieren ohne das sonst notwendige Einmessen der Werkstücke. Ist die obere Platte aufgelegt, können die verdeckten Elemente nach wie vor gesehen und einfach mit der Deckplatte verschraubt werden.

„Structural Upcycling“

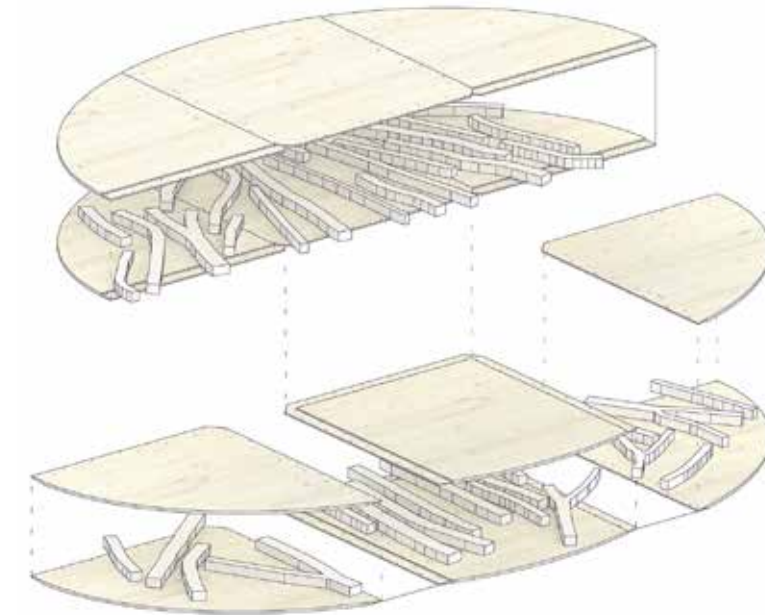
Das Projekt „Structural Upcycling“ war der Vorläufer von „re-Growth“ und wurde von Felix Amtsberg, Kevin Moreno Gata und anderen 2018/19 am Massachusetts Institute of Technology initiiert. Die im urbanen Raum von Boston gewonnenen Astgabeln wurden zu biegesteifen Knoten verarbeitet in eine Holzgitterschale eingesetzt. Um den Mehrwert der eingesparten Ressourcen nicht durch aufwendige Fabrikation wieder zu schmälern, basieren die Holzknotten auf der Logik einer konvexen Hülle und ließen sich mit zwölf bis 25 geraden Schnitten in einem robotischen Sägeprozess sehr schnell herstellen.



Oben: Korrekte Positionierung von Holzelementen mittels Augmented Reality. © Kevin Moreno Gata

Links: Bildgestützte Dokumentation der gesammelten Holzreste. © Kevin Moreno Gata

Rechts: Das Design der Sandwichplatten. © Kevin Moreno Gata



Beteiligte

Kevin Moreno Gata

(Text)

Prof. Martin Trautz

RWTH Aachen University,
Lehrstuhl für Tragkonstruktionen

Dr. Felix Amtsberg

Prof. Achim Menges
Universität Stuttgart,
Institut für Computerbasiertes
Entwerfen und Baufertigung

Mitwirkende Studierende:

Kateryna Babiichuk

Melissa Becker

Konstantin Overdiek

Josua de Fallois

Fabian Gottfried

Tobias Grüters

Xiaoying Hou

Teresa Klein

Viktor Wages

RWTH Aachen University,
Lehrstuhl für Tragkonstruktionen

Wir bedanken uns beim Försterteam des Aachener Waldes und dem ManuLab-Team der Fakultät für Architektur an der RWTH Aachen University für die Unterstützung.

Sustainable Structural Skin

Das Forschungsprojekt stellte die Entwicklung einer durchgängig digitalen Prozesskette für hochleistungsfähige gebogene Stahlbauelemente durch Laserschneiden von dünnen Stahlblechen dar. Die Herstellung maßgeschneiderter geometrischer Teile mit Formschlussverbindungen ermöglicht die Gestaltung von Freiformflächen mit ideal ausgelasteten Elementen sowie die vollständige Integration von Sekundärfunktionen.

Das Projekt „Sustainable Structural Skin“ entwickelte einen integrierten digitalen Entwurfs- und Herstellungsprozess für hochleistungsfähige gebogene Elemente aus dünnen Stahlblechen. Die Methodik vereinfacht sowohl die Herstellung komplexer Geometrien als auch die vollständige Integration von Anbauteilen wie Fassadenelementen. Das Konstruktionssystem stellt einen Paradigmenwechsel im Herstellungsprozess dar, bei dem flache Bleche mit dem Laser geschnitten, elastisch verformt und durch formschlüssige Verbindungen in ihre endgültige Position gebracht werden. Die kostengünstige Herstellung maßgeschneiderter geometrischer Teile und formschlüssiger Verbindungen ermöglicht die Gestaltung von Freiformflächen und die Konstruktion von hoch beanspruchten Elementen mit

minimalem Materialeinsatz. Die Forschung folgte einer Berechnungsmethodik, bei der ein integraler Formfindungsansatz die geometrischen und materiellen Eigenschaften im Verformungsprozess kombiniert, um über den Entwurf von Verbindungsdetails sowie die Struktureigenschaften zu informieren.

Das Konstruktionskonzept wurde anhand des Entwurfs, der Konstruktion und der Herstellung eines leichten Vordachs demonstriert. Das Projekt wurde vom Fachgebiet Tragwerksentwurf der Universität Kassel in interdisziplinärer Zusammenarbeit mit den Firmen vectorfoiltec, Hahner Technik und design to production durchgeführt.

Herstellung von komplexen Stahlkonstruktionen für Fassaden

Die Komplexität im Bauwesen nimmt stetig zu, da die technischen Anforderungen und Nachhaltigkeitskriterien immer strenger werden und wir gleichzeitig in der Lage sind, eine größere Bandbreite an geometrischen Formen und Systemen zu entwerfen, zu berechnen und zu fertigen. Diese Möglichkeiten und die Präferenz für komplexe Formen in der Architektur erfordern ein Umdenken bei den Konstruktions- und Verbin-

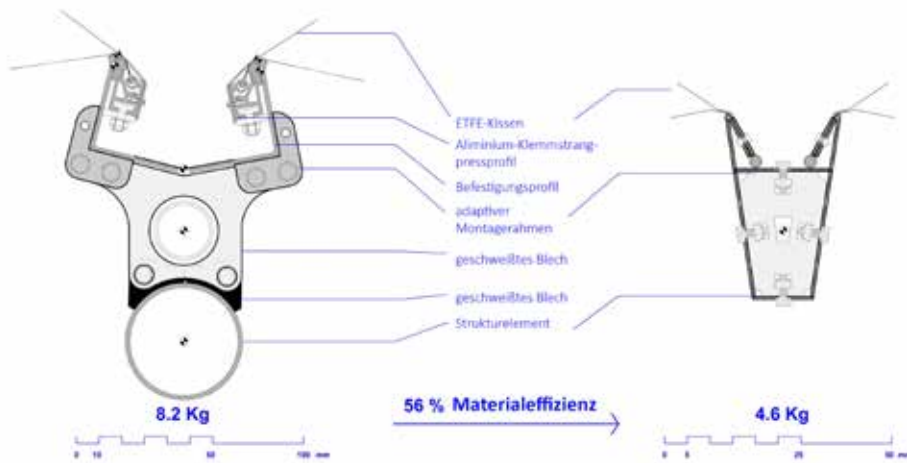


Oben: Vormontage der Träger mittels Knotenelementen.
© Mona Schmidt

Unten: Die zusammengebaute Struktur in der Stahlwerkstatt der Hahner Technik.
© Mona Schmidt

dungsprinzipien, die nicht nur den Bau komplexer Formen ermöglichen, sondern auch deren Potenziale für Ressourceneffizienz durch Lastabtrag über die Form begünstigen sollen. Die Konstruktion und Produktion von einfach oder doppelt gekrümmten Bauelementen stellt jedoch eine Herausforderung für die Hersteller dar. Obwohl es Entwicklungen im Bereich der Industrieroboter gibt, um beispielsweise Biegeprozesse im Stahl zu automatisieren, beruhen diese Methoden immer noch auf einem iterativen Ansatz und sind zeitaufwendig und kostspielig, wenn eine hohe Genauigkeit erforderlich ist. Die Biegesteifigkeit und die Querschnitte herkömmlicher Walzprofile schränken die möglichen Krümmungen ein. Eine weitere große Herausforderung ist das Anbringen von Befestigungselementen auf den gekrümmten Bauteilen nach dem Formgebungsprozess, etwa bei Fassadenelementen.

Die Laserschneidetechnologie (LCT) bietet Vorteile hinsichtlich der Geschwindigkeit und Präzision in der Herstellung von Stahlbauteilen und lässt sich direkt in die digitale Wertschöpfungskette integrieren. Die digitale Detaillierung ermöglicht es schon bei der Konstruktion, Verbindungen



Integriertes Bausystem.
© Raquel Gomez

in den Entwurfsprozess der Strukturen zu integrieren, sodass sich die Teile für den Zusammenbau in Position und Geometrie selbst organisieren. Einer der Detaillierungsansätze, die bei Holzkonstruktionen mit geometrisch differenzierten Zapfenverbindungen erforscht wurden, war die verzahnte Verbindung. Dieser Ansatz kann auf das Laserschneiden von Stahl übertragen werden, was eine neue Methode zur Vereinfachung des Produktionsprozesses und zur Integration aller Befestigungen der Bauelemente eröffnet. Die einzelnen Bauelemente tragen alle Informationen der globalen Geometrie in der lokalen Differenzierung der Verbindungsdetails. Die in den Schnittmustern der Einzelteile gespeicherten geometrischen

Informationen ermöglichen die Herstellung, das Fügen und die Montage komplexer Freiformgeometrien, ohne dass kostspielige und zeitaufwendige Schablonen benötigt werden. Das Forschungsprojekt eröffnete neue Möglichkeiten für die Gestaltung integrierter und leistungsfähiger Stahlbauelemente mit lasergeschnittenen Dünnsblechen.

Forschungsfragen

Um die grundsätzlichen Ziele des Projekts zu erreichen, galt es, Fragen im Zusammenhang mit Konstruktion und Herstellung zu beantworten: Wie groß ist der Einfluss der Zuschnitttoleranz? Wie nahe liegt die endgültige Geometrie an der Entwurfsgeometrie? Wo liegen die Grenzen in Dimension und Tragfähigkeit dieser Konstruktionstechnik und welche Verbesserungen sind möglich? Inwieweit lässt sich die Struktur unter Berücksichtigung des Materials optimieren oder ausnutzen? Welche Werkzeuge sind für die Herstellung erforderlich und welche Werkzeuge konnten sich zur Vereinfachung des Prozesses einsetzen lassen? Bietet die Verschraubung der Versteifungselemente genügend geometrische Genauigkeit und Steifigkeit? Wie viel zusätzliches Schweißen ist erforderlich? Wie stark verformt sich die Geometrie während des Schweißens? Welches ist der am besten geeignete Schutz gegen Korrosion? Gibt es eine Möglichkeit, das Schweißen überflüssig zu machen? Wie sieht der Montageprozess aus?

Der Produktionsprozess des Demonstrators unter industriellen Bedingungen im Werk von Hahner Technik unterzog den Herstellungsprozess durch Messung und Bewertung der Produktionseffizienz einer Prüfung.

Forschungsmethoden

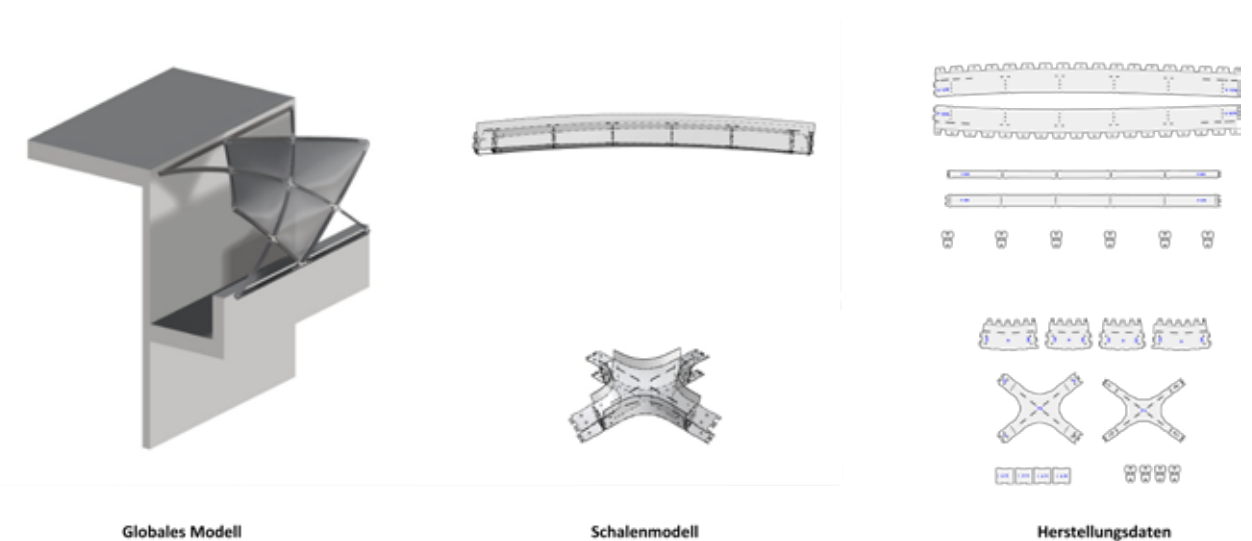
Die Forschungsmethodik gliederte sich in drei Hauptbereiche: die Entwicklung eines integrierten Konstruktionssystems, die Berechnung und das physische Prototyping. Im Rahmen der Entwicklung des Konstruktionssystems zielten die Untersuchungen darauf ab, das geometrische Prinzip, die Beziehung zwischen den Teilen und die Integration der Gebäudehülle (ETFE-Kissen) festzulegen. Die rechnerische Entwicklung umfasste Strategien für die digitale Modellierung, die Formfindung und die Analyse nach der Finite-Elemente-Methode (FEM) sowie die Generierung von Fertigungs- und Montagedaten. Die FEM-Simulation validierte die Geometrie durch Formfindung und ermittelte die Eigenspannungen, das Tragverhalten sowie die Tragfähigkeit der Strukturelemente. Das physische Prototyping bewertete sowohl die geometrische Genauigkeit der Formfindung als auch die strukturelle Tragfähigkeit der formschlüssigen Verbindungen. Es lieferte zudem die Herstellungsparameter wie Toleranzen, Verformung und Rückfedereffekte, die in den Entwurfsprozess einfließen.

Ineinandergreifendes Konstruktionsprinzip

Das Konstruktionssystem besteht aus elastisch geformten Blechen, die durch innere Versteifungen mit einem Verriegelungssystem in ihre Zielpositionen gezogen werden. Jedes gebogene Blech ist eine abwickelbare, einfach gekrümmte Fläche, die durch innere Bleche und deren Verzahnung verriegelt wird. Die gebogenen Seitenwände sind an den Oberkanten abgekantet und bieten eine Klemmfläche für den ETFE-Keder. Dieses grundlegende Konstruktionsprinzip führt zu der unten gezeigten Balken- und Knotenstruktur.

Besondere Schwerpunkte bei der Entwicklung der zweidimensionalen Keilzinkenverbindungen lagen in der Konstruktion, der strukturellen Leistungsfähigkeit und den Montagedetails. Die Anschlüsse der Versteifungen passen sich an die Krümmung der gebogenen Platten an, indem

Digitaler Design-Workflow.
© Raquel Gomez



sie sie in ihre endgültige Position klemmen. Die Randverbindungen des gebogenen Blechs richten die Bleche zueinander aus und übertragen Scherkräfte, wodurch die Geometrie in eine Richtung fixiert wird. Andere Parameter wie Anzahl, Breite und Tiefe der Zahnverbindungen wurden auf der Grundlage der Kantenlänge beziehungsweise der Materialstärke bestimmt. Die Selbstmontageeigenschaft der Strukturelemente ist auf die individuellen Schnittmuster und Montagecodes zurückzuführen, die auf jeder Platte eingraviert sind.

Rechnergestützter Entwurf zum Konstruktionswerkzeug

Parallel dazu übersetzte ein Rechenwerkzeug die abstrahierten Konstruktionsprinzipien in ein parametrisches Set-up, das aus axialen Zielkurven entwicklungsfähige Oberflächen generiert und diese für die Anwendung der ineinandergreifenden Verbindungsdetails abrollt sowie Daten für den Fertigungsprozess bereitstellt. Die entworfene Geometrie

des Demonstrators war das Ergebnis der Extraktion geodätischer Linien aus der zugrunde liegenden hyperbolischen Fläche. Der Normalenvektor der geodätischen Kurven folgt der Normalenfläche, wodurch eine Torsion in den Elementen entsteht und diese im Montageprozess elastisch vorgespannt werden.

Aus ingenieurtechnischer Sicht dient die Anwendung der Finite-Elemente-Methode (FEM) der Kontrolle der Geometrie elastisch gekrümmter Elemente, der Integration der ETFE-Vorspannung, der Analyse der

endgültigen Geometrie und schließlich der Integration der vollständigen mechanischen Beschreibung des Materialsystems in einem zentralen Modell. Nach der Definition der Eigen- und Fremdlast gibt die Struktursimulation Aufschluss über die für die Montage erforderlichen Eigenspannungen und Zugkräfte. Der Optimierungsprozess reduziert das Eigengewicht und die Eigenspannung durch die Kontrolle der Geometrie der Versteifungen und der Krümmung der verformten Platten.

Herstellungsprozess des Demonstrators

Vor dem Bau des Demonstrators wurden Versuchsmodelle von Strukturelementen angefertigt, um sowohl die geometrische Genauigkeit als auch die strukturelle Leistung der ineinandergreifenden Verbindung zu bewerten. Der Herstellungsprozess wurde bei der Hahner Technik mit Unterstützung der Firma Alpaka Innovation durchgeführt. Verwendet wurde schwarzer Stahl S235 in 1,5 mm Dicke. Das Schneiden der Teile verrichtete eine Sprint Pro Laserschneidanlage. Als Korrosionsschutz wurde die Feuerverzinkung gewählt.

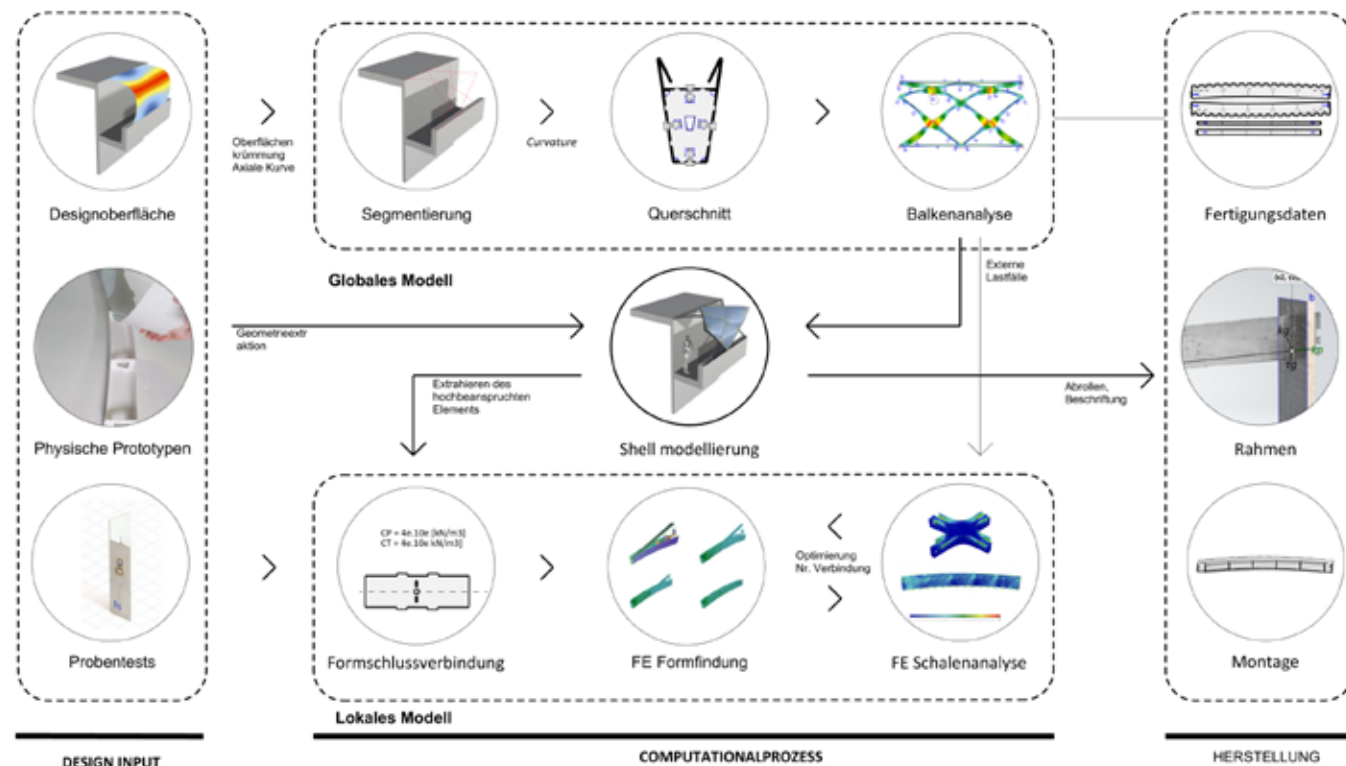
Nach dem Laserschnitt ermöglichten die eingravierten Informationen auf den Blechen das selbst organisierte Sortieren und Zusammen setzen der Teile. Aufgrund der Rückfederung elastisch gebogener Bleche wurde zur Kontrolle der geometrischen Genauigkeit eine solide Formvorrichtung mit Start- und Endplatten verwendet, die sowohl die Position als

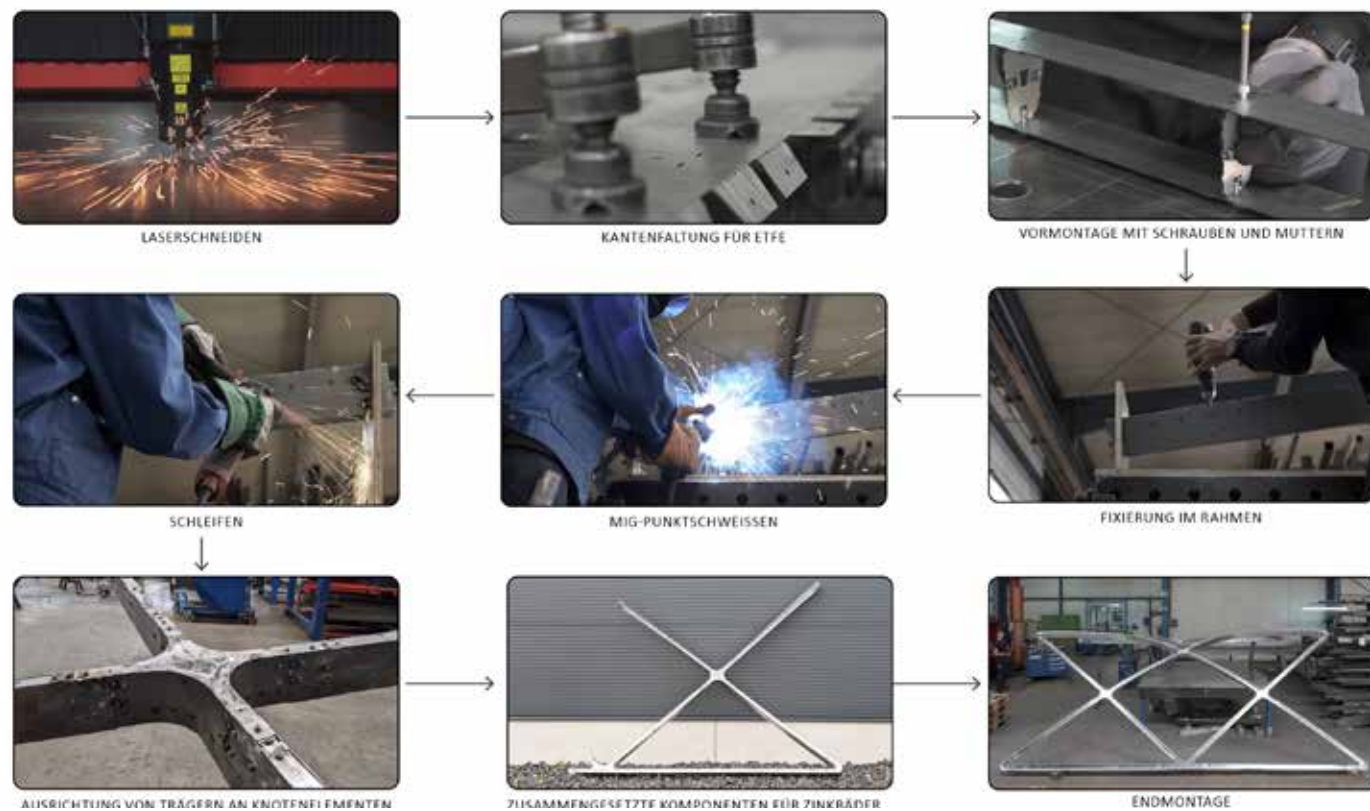
auch die Ausrichtung bestätigte und den Arbeitsraum für das Schweißen rund um die Geometrie bereitstellte. Das MIG-Punktschweißverfahren wurde an den überstehenden Zahnsitzen durchgeführt, um die Geometrie in ihrer endgültigen Position zu fixieren.

Die endgültige Überdachung bestand aus zwanzig Trägern und dreizehn Knoten und wog insgesamt etwa 100 kg. Wegen des Transports wurden die Komponenten in Baugruppen von vier Hauptteilen (ca. 2,5 x 2,0 x 0,6 m) vormontiert, die jeweils fünf Balken und drei Knoten umfassten. Nach dem Feuerverzinkungsprozess wurden die Teile probemontiert und anschließend zur Baustelle transportiert. Vor Ort erfolgte die Montage durch Ausrichten der formschlüssigen Verbindung zwischen den Hauptteilen.

Die vorgestellte Forschungsarbeit stellt eine neuartige Methodik zur Entwicklung und Herstellung eines digital gesteuerten, aus flachen, lasergeschnittenen Dünnblechen bestehenden Bauteils vor, das ineinandergreifende Verbindungen verwendet. Der rechnerische Arbeitsablauf zeigt das Potenzial zur Integration von geometrischer Modellierung, FEM-Simulation, Optimierung und Fertigung in einem geschlossenen digitalen Kreislauf. Die digitale Modellierungsmethode wurde in diesem Projekt auf konstante Querschnittsformen beschränkt, zukünftige Entwicklungen werden den parametrischen Rahmen erweitern, um die Möglichkeit zu bieten, einen Träger mit verschiedenen, den Belastungen angepassten Querschnittsgeometrien herzustellen. Die FEM-Strukturanalyse zeigt nicht nur, dass sich die individuelle Anordnung der Platten auf den Montageprozess auswirkt, sondern auch die primäre Tragfähigkeit in Bezug auf Querkraft, Torsion und Beulstabilität entscheidend beeinflusst. Dies hängt mit der globalen Position der inneren Steifen und deren Übertragung von Scher-

Konstruktionssystem.
© Raquel Gomez





Alle Fotos: © Raquel Gomez

kräften an den ineinandergreifenden Verbindungen entlang der verzahnten Ränder zusammen.

Weiterentwickelt und optimiert werden muss der Prozess des Zusammenbaus. Hier zeigte sich im Bau des Demonstrators, dass sehr viel Handarbeit nötig war. Während sich die Balkenelemente im Werk noch sehr effizient zusammenbauen ließen, wurde für die stark gekrümmten Knotenbleche deutlich mehr Bearbeitungszeit nötig als antizipiert. Ein ähnlicher Effekt stellte sich in der Montage des Gesamtsystems dar. Das Zusammenführen der vormontierten Elemente ließ sich im Werk unter Zuhilfenahme von Deckenkränen noch sehr gut bewerkstelligen, auf der Baustelle mit beengtem Arbeitsraum war eine schnelle Montage jedoch nicht möglich. So wurde entschieden, das System auf dem Pop-up Campus in zwei vormontierten Baugruppen stehend auszustellen, um es auf dem Campus der Universität Kassel endgültig als Schale zu montieren. In Kassel wurden dann auch die von Vector Foiltec gefertigten ETFE-Kissen als Gebäudehülle in die Schale integriert. Zukünftige Forschung wird sich insbesondere mit Spanmechanismen in den Knoten für eine selbstaussrichtende Montage beschäftigen.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass das S3-Projekt den Einsatz des Laserschneidens in der Bauindustrie fördert, um freie Formen, selbst organisierte Fertigungsprozesse und hochpräzise gekrümmte Elemente herzustellen. Dabei konnte nachgewiesen werden, dass optimierte Formen und Systemintegration zu enormen Materialeinsparungen führen.

Beteiligte

Prof. Julian Lienhard

Dongyuan Liu

Seyed Mobin Moussavi

Universität Kassel, Institut
für Architektur, Fachgebiet
Tragwerksentwurf

Torsten Balster

Carl Maywald, Vector Foiltec GmbH

Bernhard Hahner

Hahner Technik

Frank Hartmann

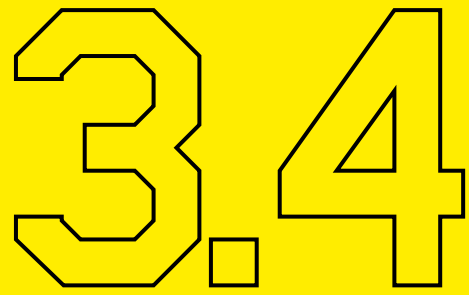
Alpaka Innovation GmbH

Arnold Walz

design to production GmbH

Ausstellungsaufbau auf dem
Pop-up Campus Aachen.
© Raquel Gomez





Raumklimalabor

Climatewalks

Recode Wicker

Gips x Design

PowerSKIN 2022

ReBaDI

Anders mit (Bau-)Technik umgehen

Im Bausektor gibt es verschiedene technologische Ansätze, um Klimaneutralität zu fördern. Wichtige Strategien sind die Einsparung von Ressourcen und die Verwendung wiederverwendbarer Materialien sowie die Erfassung neuer Daten. Viele Fertigungsmethoden und Mittel haben sich schon lange bewährt, deshalb wurden auch Verfahren betrachtet, die von altem Handwerk zu neuen Technologien führen. Es stellte sich die grundsätzliche Frage, ob die Klimaziele einerseits nur durch effektive Optimierung und zügige Modernisierung technologischer Mittel erreicht werden können oder ob es andererseits nicht eher einer technologischen Abrüstung von Bauverfahren bedarf. High-Tech-Gebäudeausstattung oder an ihrer

Umgebung orientierte Low-Tech-Konzepte? Ein Kompromiss? „Technology is the answer, but what was the question?“, fragte der Architekt Cedric Price provokativ bereits in den 1960er-Jahren. Gemeint war die vernachlässigte Wechselbeziehung zwischen rein funktional-technologischen und ethisch-normativen Aspekten. Die Projekte befragten dieses Verhältnis neu: Welche (Bau-)Technik ist für die Mitigation von Umweltschäden langfristig verlässlich? Inwiefern vermeiden die (Bau-)Technologien Ressourcenübernutzung? Welche technischen Optionen zur Meidung irreversibler, klimatischer Kippunkte sind im Bausektor denkbar? Welche Nebenfolgen, Chancen und Risiken bergen die (Bau-)Techniken?

Raumklimalabor

Auch wenn es keine optimale Temperatur gibt, welche die Bedürfnisse aller erfüllt, wird die mechanische Klimatisierung weltweit eingesetzt. Sie verbraucht viel Energie und verursacht Emissionen. Die aktuellen Normen für das Auslegen und Betreiben der Gebäudetechnologie basieren dabei immer noch auf Komforttheorien, die vor mindestens drei Jahrzehnten eingeführt wurden. Die physiologische Reaktion des Menschen auf seine Umgebung, durch die sich Umgebungsstressoren identifizieren lassen, kann jedoch inzwischen objektiv und systematisch ermittelt werden. Damit wird eine differenzierte Anpassung der Raumklimakonzepte möglich. Das Projekt „Raumklimalabor: Same comfort, different health“ untersucht diese Interdependenzen und ihr Optimierungspotenzial.

Die Regulierung durch aktive Systeme hat sich weltweit durchgesetzt, um ein angenehmes Raumklima zu erreichen. Auch wenn es keine optimale Temperatur gibt, welche die Bedürfnisse aller erfüllt, sorgt die mechanische Klimatisierung für nahezu gleiche Raumtemperaturen weltweit, trotz unterschiedlicher Klimazonen und saisonaler Wetterveränderungen.¹ Dies führt zu einem Anstieg des Energieverbrauchs und der Emissionen im Gebäudesektor.² Im Hinblick auf den fortschreitenden Klimawandel, die immer häufigeren extremen Wetterperioden und die damit verbundene Zunahme an Klimageräten weltweit³ werden passive Maßnahmen oft vernachlässigt, obwohl diese wenig bis gar keine Energie verbrauchen und eine hohe Zufriedenheit schaffen.⁴

Die aktuellen Normen für das Einhalten des sommerlichen und winterlichen Wärmeschutzes basieren auf veralteten Komforttheorien. So werden Werte vorgegeben, deren Gewährleistung fast ganzjährig eine

¹ W. Van Marken Lichtenbelt et al.: Healthy excursions outside the thermal comfort zone. *Building Research & Information*, 2017, 45(7), S. 819–827.

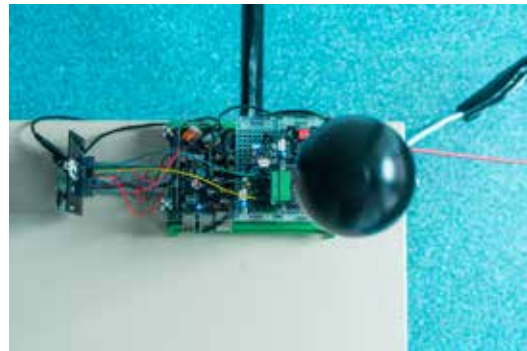
² International Energy Agency: *The Future of Cooling – Opportunities for energy-efficient air conditioning*, 2018 Paris.

³ S. W. Keith et al.: Putative contributors to the secular increase in obesity: exploring the roads less traveled, *International Journal of Obesity*, 2006, 30(11), S. 1585–1594.

⁴ F. Haldi/D. Robinson: On the behaviour and adaptation of office occupants. *Building and Environment*, 2008, 43(12), S. 2163–2177.



Das Raumklimalabor auf dem Pop-up Campus.
© David Herrmann



Sensoren im Raumklimalabor.
© David Herrmann

energieintensive Klimatisierung von Gebäuden voraussetzt. Die Normen basieren dabei auf Datengrundlagen von Selbstauskunftsvariablen und physikalischen Umgebungsparametern, wie beispielsweise Predicted Mean Vote (PMV), welche bezüglich ihrer Zuverlässigkeit und Präzision in der Kritik stehen. Jüngste Fortschritte in der Sensortechnologie und den Datenverarbeitungsmethoden ermöglichen es, biometrische Daten als hochpräzises Werkzeug zu nutzen, um die physiologischen Auswirkungen auf den Menschen mit dynamischen Echtzeit-Messungen zu untersuchen. Die Interaktion und Interdependenz zwischen Innenraum-Umgebungsparametern und Biosignalen, die die physiologische Reaktion des Menschen

auf die Umgebungsstressoren identifizieren, können damit objektiv und systematisch erforscht werden. Langfristig erlauben diese Daten Energie- und Kosteneinsparungen durch dynamische, dezentrale und an individuelle Bedürfnisse angepasste Raumklimakonzepte.

Projektdesign

Im Rahmen des Pop-up Campus wurden drei Räume als Klimalabore präpariert, thermisch reguliert und überwacht. Dabei sollte das Innenraumklima jeweils das gleiche Komfortempfinden (PMV +0,5) hervorrufen, sich jedoch hinsichtlich der Auslegung der Umgebungsparameter, vorrangig Lufttemperatur, Strahlungstemperatur und Luftbewegung, unterscheiden. Es wurden vier Szenarien entwickelt, welche in der Theorie die annähernd gleiche thermische Behaglichkeit (nach PMV Standard, DIN 16798-1) schaffen. Zwei dieser Szenarien nutzten eine Klimaanlage, die anderen zwei Szenarien nutzten Luftbewegung ohne Kühlung: einen Deckenven-

tilator. Passive Strategien konnten nicht untersucht werden, da bauliche Eingriffe in das ehemalige Bürogebäude nicht möglich waren, sodass auf den Einbau eines außenliegenden Sonnenschutzes, zusätzliche thermische Masse oder ein intelligentes Nachtlüftungssystem verzichtet werden musste.

Nach technischer Umrüstung der Räume wurden die physiologischen Reaktionen von vier Testpersonen jeweils in allen vier Szenarien gemessen und ausgewertet. In einer Vergleichsstudie an der TU München unterzogen sich acht Personen dieser Untersuchung, mit der die Hypothese belegt werden sollte, dass unterschiedliche Konstellationen von Umgebungsfaktoren unterschiedliche, objektiv physiologische Reaktionen des Körpers hervorrufen, obwohl nach PMV-Standard das Komfortempfinden gleich sein müsste.

Drei Aspekte wurden gemessen und analysiert: die Komfortberechnung nach PMV-Formel (Lufttemperatur, Strahlungstemperatur, Luftfeuchtigkeit, Luftbewegung, Bekleidung, metabolische Aktivität), die Messung der biophysiological Reaktionen (Hautoberflächentemperatur, elektrodermale Aktivität, Herzaktivität) und das subjektive Behaglichkeitsempfinden (Selbstauskunftsvariablen).

Ausschlaggebend für die Analyse der Hypothese waren vorrangig die Messungen der biophysiological Reaktionen in Abhängigkeit der berechneten Komfortindizes. Um die Ergebnisse in einen vergleichbaren Kontext zu anderen Forschungsarbeiten zu setzen, wurde jedoch nach herkömmlicher Art auch das Behaglichkeitsempfinden abgefragt.

Ergebnisse

Die physiologische Bewertung bestätigte bereits erahnte Korrelationen zwischen der Intensität der elektrodermalen Aktivität und dem Zeitpunkt, an dem Personen hohen Temperaturen ausgesetzt sind. Im späteren Teil des Tages, nach der Mittagspause, ließ sich bei nahezu gleichbleibenden thermischen Bedingungen eine deutlich höhere elektrodermale Aktivität beobachten.

Die psychologische und die subjektive Bewertung ergaben, dass die allgemeine Zufriedenheit und das Wärmeempfinden am Morgen und am Nachmittag unterschiedlich waren. Obwohl dieses Projekt keinen signifikanten Unterschied in der Wachsamkeit und im positiven und negativen Affekt zwischen den Szenarien feststellte, konnten Unterschiede bei der Erregung (Arousal) gefunden werden.

Beteiligte

Prof. Thomas Auer
Sebastian Clark Koth
Bilge Kobas
Sadia Sharmin
Emre Uslu

Technischen Universität
München (TUM)

Prof. Marcel Schweiker
Dr. Peiman Pilehchi Ha
Universitätsklinikum Aachen
AöR (UKA)

Climatewalks

Extreme klimatische Bedingungen stellen aufgrund der künstlichen Natur des Stadtklimas eine große Bedrohung für die Gesundheit dar. Die Vermeidung von Hitzestress für die Stadtbevölkerung ist eine der wichtigen Herausforderungen der Klimaanpassung. Die mikroklimatischen Spaziergänge sind ein Experiment, das Daten auf partizipative Weise erhebt und dadurch eine mikroklimatische Kartierung städtischer Systeme ermöglicht: eine Differenzierung, um Interventionen zu definieren und zu priorisieren und die am stärksten exponierten Orte zu ermitteln.

Die mikroklimatischen Stadtspaziergänge wurden entwickelt, um die Auswirkungen der gebauten Umwelt auf das thermische Wohlbefinden der Menschen zu messen und zu quantifizieren. Dabei handelt es sich um ein In-vivo-Experiment, das in Situationen des Alltags stattfindet. Aufgrund des Klimawandels und der ansteigenden Temperaturen wird der Aufenthalt im öffentlichen Raum eine Herausforderung für die menschliche Gesundheit. „Climatewalks“ bilden die realen Stressbedingungen ab, denen Menschen ausgesetzt sind, die sich trotz hoher Temperaturen im Stadtraum bewegen müssen.

Urbane Mikroklimata messen

Die grundlegende Aufgabe der Klimaanpassung ist die Entwicklung von Strategien, um die Auswirkungen extremer mikroklimatischer Bedingungen in Städten auf die Menschen zu reduzieren. Extreme Hitze ist die Hauptursache für die sommerliche Sterblichkeit und hat besondere Auswirkungen auf Bevölkerungsgruppen mit vorbestehenden Gesundheitsstörungen und ältere Menschen. Da extreme Hitzeperioden in städtischen Gebieten immer öfter und länger auftreten und sich aufgrund zunehmender Treibhausgasemissionen und Oberflächenversiegelung intensivieren werden, ist mit einem Anstieg von Todesfällen und Krankheiten zu rechnen.

Um dieser Prognose entgegenzuwirken, hat sich die Forschung auf biometeorologische Simulationsmodelle zur Vorhersage des lokalen Mikroklimas unter veränderten klimatischen Bedingungen konzentriert. Allerdings basieren diese Modelle auf Wetterdaten, die nicht im menschlichen Erfahrungsraum gemessen wurden. Die Auflösung der Daten und der Maßstab ihrer Erfassung spielen jedoch eine entscheidende Rolle, um die spezifischen Konditionen und Merkmale zu erkennen, die die Qualität des urbanen Mikroklimas beeinflussen. Nur mit diesem Wissen können gezielte Maßnahmen ergriffen werden, um lokal die mikroklimatischen Be-

dingungen durch Verschattung, Erhöhung der Verdunstungskühlung und der Luftgeschwindigkeit während der Hitzeperioden zu verbessern und dadurch die Risiken für die menschliche Gesundheit zu verringern.

„Climatewalks“ zeichnen die Bedingungen auf menschlicher Wahrnehmungsebene in hoher räumlicher und zeitlicher Auflösung auf. Umweltfaktoren werden mit einer mobilen Wetterstation, die mit Umweltsensoren und GPS-Tracking-Datenloggern ausgestattet ist, gemessen, um den transienten Zustand in verschiedenen saisonalen Szenarien zu erfassen und darzustellen. Die Datenaufnahme erfolgt dynamisch und kumulativ, um somit den Bezug zwischen Menschen und Stadtraum herzustellen.

Während der mikroklimatischen Stadtspaziergänge drücken die Teilnehmenden ihre thermischen Präferenzen aus und tragen so zur Darstellung der individuellen Wahrnehmung der Qualität des urbanen Raums bei. Dadurch werden subjektive Wahrnehmungsebenen aufgenommen und in die thermischen Messungen integriert.

Kartierung mikroklimatischer Bedingungen

Durch die Verknüpfung individueller subjektiver Reaktionen zur Anpassung an die Gegebenheiten der Stadtmorphologie ermöglicht das Experiment, die Beziehung zwischen mikroklimatischen Bedingungen und dem thermischen Verhalten des Menschen im urbanen Raum zu messen und sowohl qualitativ als auch quantitativ abzubilden.

Die sich daraus ergebende Kartierung stellt die mikroklimatischen Bedingungen auf den begangenen Wegen dar und erkennt Schwankungen mit einer hohen räumlich-zeitlichen Auflösung: Die Kartierung kann auch Hitzepunkte sowie die kühlende Wirkung von Bäumen und grüner Infrastruktur hervorheben. Die Werte generieren mikroklimatisches Wissen, das in Verbindung mit den subjektiven Reaktionen die Grundlage für die



Oben: Dokumentation der thermischen Präferenzen.
© Marlene Meier

Rechts: Mobile Wetterstation auf dem Pop-up Campus.
© Marlene Meier



Formulierung standortspezifischer Abhilfestrategien bildet, etwa die Verdichtung grüner Infrastruktur, den Einsatz von wärmeableitenden Materialien, die Entsiegelung von Flächen, die Beschattung von Arealen oder die Schaffung von Verdunstungsflächen.

Ziel dieser Spaziergänge ist es, die Beziehung zwischen städtischer Morphologie, Mikroklima und thermischer Behaglichkeit aus der Perspektive des Menschen ein bis zwei Meter über dem Boden zu untersuchen, um die thermische Vielfalt und Qualität der Stadt zu erfassen. Die Ergebnisse bilden das Zusammenspiel von physischen, psychologischen und physiologischen Aspekten des Mikroklimas ab.

Die „Climatewalks“ sind inspiriert von der Promenadologie, einer kulturwissenschaftlichen und ästhetischen Methode, die von Lucius Burckhardt entwickelt wurde, sowie von experimentellen Praktiken wie den Spaziergängen von Alison und Peter Smithson oder von Lawrence Halprin. Bis ins frühe 20. Jahrhundert war Laufen das einzige Mittel, um die thermischen Unterschiede und damit die mikroklimatische Vielfalt der städtischen Landschaften zu erfahren. Peter Smithson knüpfte an diese Tradition an und gründete die mikroklimatische Beschreibung auf Bewegungen: In seinen Stadtrundgängen lassen sich Ansätze zu einer architektonischen Methodik lesen, wie städtische Mikroklimata wahrgenommen und für die Architektur und ihre Leitlinien genutzt werden können.

Klimatisierung des Außenraums

Die Umsetzung von Anpassungsstrategien, die von öffentlichen Einrichtungen, Verwaltungen, lokalen Organisationen sowie Bürgerinnen und Bürgern gleichermaßen initiiert und mitgetragen werden müssen, erfordert evidenzbasierte, praktikable Maßnahmen, deren Effektivität nachweisbar ist. Eine Manipulation des Klimas auf städtischer Ebene ist kaum durchführbar. Die mikroklimatische Zonierung und Kartierung städtischer

Systeme ermöglichen jedoch eine Differenzierung, die exponierte Orte kenntlich macht, um gezielt Interventionen definieren und priorisieren zu können. „Climatewalks“ ermöglichen es auch, das Verhalten der Menschen zu verstehen, ohne große Datensätze zu analysieren, und schaffen so eine schnelle und effektive Methode, um ein gemeinsames Verständnis der menschlichen Reaktion auf mikroklimatische Bedingungen zu entwickeln.

Die Anpassung an extreme Klimabedingungen im städtischen Raum bedarf einer Vielzahl an Akteurinnen und Akteuren, um die Kohäsion und die Wirksamkeit zu fördern. Der partizipative Charakter der „Climatewalks“ bringt Menschen zusammen, die sich mit der Qualität des öffentlichen Raumes beschäftigen und Einfluss nehmen möchten. Dadurch schaffen sie zusätzliche und unerforschte Potenziale für die Entdeckung von Fakten und die Schaffung eines gemeinsamen Verständnisses mikroklimatischer Domänen.

Im Rahmen des Pop-up Campus stellen die mikroklimatischen Stadtspaziergänge den räumlichen Kontext der Gebäude in den Mittelpunkt, indem sie den Fokus auf den gebauten städtischen Außenraum richten. Damit erweitern sie die Betrachtung der Gebäude als Bausteine eines Systems und deren Auswirkungen auf das Mikroklima, auf das Wohlbefinden der Menschen und auf die Qualität des öffentlichen Raumes.



Oben: Climatewalk in Aachen.
© Marlene Meier

Oben rechts: Diskussion über die Qualität des öffentlichen Raumes. © David Herrmann

Unten rechts: Kartierung mikroklimatischer Bedingungen.
© Climateflux



In diesem Sinne wird der öffentliche Raum als Erweiterung des Lebensraums interpretiert. Eine hohe Aufenthaltsqualität im Außenraum vermag sowohl die Zeit, die Menschen in klimatisierten Gebäuden verbringen, zu reduzieren als auch die Anforderungen an das Innenraumklima.

Der Außenraum wird als Experimentierfeld genutzt, um veränderte thermische Bedingungen zu schaffen: Er vermittelt die Dynamik und Interdependenz wechselnder Mikroklimata. Somit ist der öffentliche Raum ein Modell dafür, wie Innenräume in Zukunft klimatisiert werden können.

Beteiligte:

Dr. Daniele Santucci
Safiya Raheman
Tobias Schell
Kevin Wehnert

RWTH Aachen University,
Lehrstuhl für Gebäudetechnologie

in Kooperation mit **Climateflux GmbH**

Mitwirkende:

Hicham Arrar
Philipp Dautzenberg
Matthias Hansen
Janis Juchelka

Laura Kawecki
Dr. Daniel Kelterbaum
Nils Kießling
Yvonne Klein
Caroline Knöll
Julian Krieger
Tobias Letschert
Chiara Loedige
Anton Mennenöh
Oliver Otto
Tabea Rückle
Denise Venghaus
Anne Winkelkotte

Recode Wicker

Das Projekt „Recode Wicker“ untersuchte, wie sich die traditionellen und kreislaufgerechten Baumaterialien Weide und Lehm mithilfe digitaler Fertigungsmethoden neu interpretieren lassen. Anhand räumlicher Flechtstrukturen mit Weide als schnell nachwachsendem Rohstoff konnten Möglichkeiten des digitalen Design- und Konstruktionsprozesses demonstriert werden. Während des einwöchigen Workshops wurden Bauteile im Maßstab 1:1 an einer individuell konzipierten Maschine exemplarisch gefertigt.

Der Erhalt unserer Lebensgrundlagen durch eine nachhaltige Transformation zur Kreislaufwirtschaft ist eine zentrale Herausforderung unserer Zeit. Das Bauwesen hat einen hohen Anteil an der globalen Wirtschaftsleistung und ist gleichzeitig für einen Großteil des weltweiten Müllaufkommens und Ressourcenverbrauchs verantwortlich.

Das Volumen an Bauprojekten, die auf Holz als nachhaltigen Rohstoff setzen, hat in den vergangenen Jahren stetig zugenommen. Angesichts der gleichzeitigen Knappheit dieser Ressource wird die Notwendigkeit zur Erforschung weiterer Diversifizierung von nachwachsenden Baustoffen deutlich. Ein großes Entwicklungspotenzial bieten lokale und schnell nachwachsende Rohstoffe wie beispielsweise Weide oder Pappel, deren Verwendung zu einer signifikanten Verbesserung der Energie- und Ökobilanz des Bausektors verhelfen kann. Trotz ihrer Irregularität können diese Materialien mithilfe digitaler Fertigungsverfahren verarbeitet und am Ende ihres Lebenszyklus in die Biosphäre zurückgeführt werden.

Digitale Fertigung mit natürlich gewachsenen Materialien

Das Flechten oder Weben der langen dünnen Weidenruten zu Körben zeigt, wie durch Geometrie und textile Techniken eine strukturelle Steifigkeit erreicht werden kann, die diese Materialien sonst nicht aufweisen. Auch wenn die einzelnen Weidenruten allein wenig Tragfähigkeit aufweisen, so liegt ihr Potenzial – wie bei einem Weidenkorb – in ihrer komplexen räumlichen Anordnung. Ziel des Projekts war es, diese räumlichen Weidenkörper als integrierte Schalung und Bewehrung für robuste Bauteile aus Weiden-Lehm-Komposit für unterschiedliche Anwendungen zu untersuchen.

Computerbasierte Entwurfsverfahren und digitale Fertigungstechnologien können die industrialisierte Bauanwendung solcher natürlicher Materialien unterstützen, da sie mit Abweichungen und Anomalien gewachsener Baustoffe umgehen können. Diese stellen derzeit noch eines der

größten Hindernisse in standardisierten Serienproduktionssystemen dar. Weidenflechten ist ein altes Handwerk, welches durch digitale Entwurfs- und Fertigungsprozesse in zukünftige skalierbare und wirtschaftliche Anwendung im Bauwesen überführt werden kann. Ergänzend kann die traditionelle Verwendung von Erde beziehungsweise Lehm-Stroh-Mischungen als Komposit zur Verfüllung dieses Flechtwerks mithilfe digitaler Prozesse für die Herstellung architektonischer Strukturen neu interpretiert werden.

Digitale Entwurfsmethoden sowie digital gesteuerte Material- und Struktorexperimente ermöglichen die Erforschung vielfältiger geometrischer Varianten und gewährleisten ein höheres Maß an Kontrolle in verschiedenen Maßstäben. Dank ihrer Flexibilität und Vielseitigkeit ermöglichen digitale Bautechnologien die Realisierung von Tragwerken mit einem hohen Detaillierungsgrad und genauer Artikulation von Struktur und Materialität, auch mit abgestufter Transparenz oder reichhaltigen visuellen Details, und werden so verschiedensten Bauanforderungen gerecht.

Eine digitalisierte Produktion kann die Fertigung von Bauteilen aus schnell nachwachsenden Materialien unter Berücksichtigung bautechnischer und wirtschaftlicher Anforderungen in großem Maßstab ermöglichen und schafft somit Voraussetzungen für ihren relevanten Einsatz im Bauwesen.

Forschende Lehre auf dem Pop-up Campus

Das Pop-up-Campus-Projekt „Recode Wicker“ baute auf den Forschungsvorhaben der 2021 eingerichteten Professur Digital Design and Fabrication am Karlsruher Institut für Technologie auf. Basierend auf dem Konzept der „forschenden Lehre“ wurden aktuelle Forschungsfragen, Er-

Digitale Weidenflechtmaschine auf dem Pop-up Campus.
© DDF KIT





Prof. Moritz Dörstelmann präsentiert das Forschungsprojekt „Recode Wicker“ zur Eröffnung der Ausstellung auf dem Pop-up Campus. © DDF KIT

kenntnisse und Ergebnisse in die Entwurfsstudios und Seminare integriert, was zu einem lebendigen Informationsfluss zwischen Lehre und Forschung führte. Durch iterative und prototypenbasierte Herangehensweisen wurde der Möglichkeitsraum an der Schnittstelle von Bautechnologie und Gestaltung untersucht. Dabei wurden vorzugsweise Prototypen im Maßstab 1:1 realisiert, um relevante Forschungserkenntnisse in anwendungsbezogenem Maßstab zu generieren.

Erste Erkenntnisse im digitalen Flechtverfahren mit Weiden als nachhaltigem und zirkulärem Baustoff konnten im Master-Entwurfsstudio „Digital Wicker“ im Wintersemester 2021/2022 der Professur Digital Design and Fabrication erlangt werden. Hier wurden in Forschung und Lehre Grundlagen erarbeitet, die Potenziale innovativer Bauforschung ermittelten. Mithilfe digitaler Entwurfs- und Fertigungsmethoden entstanden effiziente Leichtbaustrukturen, die zunehmender Materialknappheit entgegenwirken.

Die Basis für das Pop-up-Campus-Projekt „Recode Wicker“ bereiteten die bisherigen Ergebnisse und Verfahren der vergangenen Semester. Um Ressourcen zu schonen, den Ausstoß von Schadstoffen zu vermeiden und nicht rezyklierbare Bauabfälle auf ein Minimum zu reduzieren, wurde das Potenzial lokaler Rohstoffe untersucht. Können durch den Einsatz von digitalen Entwurfs- und Fertigungsmethoden emissionsarme und kreislauffähige Baustrukturen entstehen, die innovative Antworten auf zukunftsrelevante Fragestellungen im Bauwesen liefern?

Die entstandenen Ergebnisse im Maßstab 1:1 bildeten einen vielfältigen Lösungsraum ab, der im Rahmen des Pop-up Campus vertieft und



Digital fabrizierte Bauteile aus dreidimensional geflochtenen Weidenruten, die während der Workshop-Woche auf dem Pop-up Campus gemeinsam mit Studierenden entwickelt wurden. Alle Fotos: © DDF KIT

weiterentwickelt wurde. Auf dem Nachhaltigkeitsfestival konnten der aktuelle Stand der Forschung sowie bislang generierte Lösungen und Ergebnisse erörtert, diskutiert und gemeinsam weiterentwickelt werden.

Während der Workshop-Woche hatten teilnehmende Studierende Gelegenheit, das Materialverhalten für die automatisierte maschinelle Verarbeitung durch händische Experimente zu testen, Konzepte zu entwickeln und schließlich mittels digitaler Entwurfs- und Fertigungsmethoden beispielhaft umzusetzen.

Die beschriebenen besonderen Herausforderungen in der digitalen Fertigung mit natürlichen Materialien wie Weide – das unregelmäßige Wachstum, die unterschiedlichen Formen und Durchmesser, ihre abhängig von ihrer Vorbehandlung unterschiedliche Verarbeitbarkeit – und die Möglichkeiten, diesen mit digitalen Technologien zu begegnen, erschlossen sich den Teilnehmenden intuitiv. Lösungsansätze und der Umgang



Materialsammlung zu schnell nachwachsenden Rohstoffen wie Weide, Hanf, Sisal und Rattan. © DDF KIT

mit Material- und Prozessproblemen konnten unmittelbar veranschaulicht werden.

Während des Workshops entstand ein Prototyp im Maßstab 1:1, der mit einer eigens konzipierten Maschine digital hergestellt und im Anschluss auf dem Pop-up Campus ausgestellt wurde. Die entstandene Struktur aus insgesamt vier Bauteilen demonstrierte einen beispielhaften Verbund aus Wand- und Deckenbauteilen, die modular zusammengesetzt werden können und bereits ohne Verfüllung mit Lehm konstruktive Eigenschaften aufweisen. Die Arbeit vereinte Aspekte der Nachhaltigkeit, Ressourcenknappheit, Materialeffizienz, lokal verfügbarer Baumaterialien, Kreislaufwirtschaft und digitaler Entwurfs- und Fertigungsmethoden.

Das Pop-up-Campus-Projekt „Recode Wicker“ demonstrierte, wie aus dem maschinell gefertigten Verbund von Weiden architektonisch konstruktive Bauteile hergestellt werden können. Diese Bauteile entsprechen den Prinzipien des kreislaufgerechten Bauens – sie sind rezyklierbar, nachhaltig und verringern – im Vergleich zu herkömmlichen Bauweisen wie Stahlbeton – den CO₂-Ausstoß deutlich.



Materialsammlung zu Stroh-Lehm-Komposit und seine Verwendungen in digitalen Fabrikationsprozessen. © DDF KIT

Das Format des Workshops im Rahmen des Pop-up Campus hat sich bestens bewährt, Ideen, Ansätze und Herausforderungen bei dieser Arbeit anhand kleiner, beispielhafter Projekte anschaulich und eindrücklich zu kommunizieren.

Beteiligte

Prof. Moritz Dörstelmann

Daniel Fischer

Javier Fuentes

Eszter Olah

Mehrdad Zareian

Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Digital Design and Fabrication

Gips x Design

Das Projekt „Gips x Design“ untersuchte Möglichkeiten für die Wiederverwendung von Gipsplatten. Um Trockenbauwände aus mehrfach verwendbaren Gipsplatten in der Konsumgüteranwendung sowie im Wohnbereich zu etablieren, wurden Technik und Designelemente in modulare Trockenbausysteme implementiert sowie verschiedene Gestaltungsmöglichkeiten entworfen. Das Projektergebnis war die Erstellung eines Forschungsdemonstrators zur Präsentation auf dem Pop-up Campus.

Mit dem im Koalitionsvertrag der Bundesregierung beschlossenen Kohleausstieg entfällt zukünftig Gips aus der Rauchgasentschwefelung, die aktuell einen erheblichen Anteil der industriell eingesetzten Gipsrohstoffmenge liefert. Die Folge wird eine verstärkte Nutzung von Naturgips sein. Daher müssen zur Schonung dieses Primärrohstoffs Lösungen gefunden werden. Das Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen (Kreislaufwirtschaftsgesetz – KrWG) sieht die Vermeidung von Abfällen durch Wiederverwendung vor, wie es bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts üblich war. Direkt wiederverwendbare Bauelemente sind derzeit allerdings Nischenprodukte. Die Steigerung ihres Einsatzes kann zur Schonung von Ressourcen und Energie bei zunehmender Knappheit beitragen.

Modularer Ausbau und flexible Nutzung im Wohnbereich

Zur Wiederverwendung von Gipsplatten im Trockenbau sind lediglich einzelne Systeme bekannt. Nach aktuellem Stand werden Gipsplatten im Trockenbau überwiegend mittels Schrauben oder Klebstoff auf einen festen Untergrund wie beispielsweise OSB-Platten, Holzunterkonstruktionen oder eine Ständerkonstruktion aus verzinktem Stahlprofil montiert. Eine zerstörungsfreie Demontage und somit eine Wiederverwendung sind unter diesen Voraussetzungen nicht möglich. Das aktuelle, unter der Leitung der Hochschule Nordhausen laufende zweijährige Forschungsprojekt

„Entwicklung von zerstörungsfrei rückbaufähigen, wiederverwendbaren Gipsbauprodukten zur Erstellung variabler, modularer Nutzungseinheiten (ZerMoGips)“ erarbeitet Lösungsansätze zur Wiederverwendung von Gipsplatten.

Um wiederverwendbare Produkte im privaten Bausektor verstärkt in die Anwendung zu bringen, bedarf es einer breiten Akzeptanz für zirkuläre Bauprodukte. Diese kann durch eine gute Gestaltung der Produkte erleichtert werden.



Darstellung der entwickelten Design- und Funktionselemente.
© Lukas Keller

Hier setzt das Projekt „Gips x Design – Gestaltungsmöglichkeiten und Technikintegration für modulare Trockenbauwände im Privatbereich“ der Hochschule Nordhausen an, das in Kooperation mit der Burg Giebichenstein Kunsthochschule Halle umgesetzt wurde. Ausgehend vom Projekt „ZerMoGips“ verfolgte das Projekt „Gips x Design“ das Ziel, eine verbesserte Gesamtästhetik und eine schlüssige Anwendung mit vielen Gestaltungsmöglichkeiten, beispielsweise durch die Implementierung von Designelementen sowie bedarfsgerechten Funktionselementen in optisch ansprechenden und individuell gestaltbaren Systemen von Trockenbauwänden aus Gipsplatten, zu erreichen. Die Kombination von modularem Aufbau und flexibler Nutzung im Wohnungsbau wurde geprüft und der Möglichkeit nachgegangen, die Nutzungsdauer von wiederverwendbaren Gipsplatten zu verlängern, beispielsweise durch Oberflächenbeschichtungen.

Design x Ingenieurwissen

Die Aufgabenstellungen des Vorhabens wurden durch ein interdisziplinäres Team aus einem Designer und einem angehenden Ingenieur bearbeitet. Somit konnten unterschiedliche Blickwinkel und ein breiteres Wissensspektrum in das Projekt einfließen.

In einem ersten Schritt wurden Ideen konzipiert und skizziert, Designbeispiele recherchiert, ein mögliches Rasterlayout erstellt sowie die

Gipsplatten zur weiteren Verwendung ausgewählt. Die Gestaltung der Verbindungselemente stand dabei im Fokus der Untersuchungen. In dieser ersten Phase wurden verschiedene Verbindungselemente skizziert, welche im weiteren Projektverlauf näher betrachtet wurden. Neben einer Variante, welche die horizontale Plattenfuge verdeckt und damit den Raum möglicherweise gedrungener wirken lässt, wurden weitere Verbindungselemente entwickelt, die eine punktuelle Fixierung erlauben. Ein skizziertes punktuell fixierendes Verbindungselement ermöglicht die Integration von alltäglicher Technik wie Leuchten oder Regalhalterungen in den Wandaufbau. Das anschließend durchgeführte Rapid-Modeling mittels 3-D-Druck sorgte für eine schnelle Übertragung der mithilfe von CAx-Programmen visualisierten Varianten. Auf dieser Basis konnten relativ einfach notwendige Anpassungen umgesetzt werden.

Danach erfolgte die Anfertigung von Mock-ups ausgewählter Varianten, die durch einen Expertenkreis evaluiert wurden. Das Arbeiten mit den priorisierten Materialien erfolgte mit der Zielstellung, das Volumen sowie die Handhabung und Haptik der Materialien zu überprüfen. Nach Auswahl der favorisierten Variante konnte der Bau des Demonstrators vorbereitet und durchgeführt werden. Für die Umsetzung wurden Verbindungselemente gewählt, die lediglich die Eckpunkte der Gipsplatten fixieren und das Befestigen von zusätzlichen Technischelementen ermöglichen.

Die Präsentation des Demonstrators auf dem Pop-up Campus sowie eine Befragung des Ausstellungspublikums bildeten den Abschluss des Projekts „Gips x Design“. Die Ausstellung des Demonstrators und die

Präsentation der Forschungsergebnisse ermöglichten eine anschauliche Darstellung für das Publikum. Auf der Basis der Erkenntnisse aus der Projektbearbeitung, der Vielzahl intensiver Gespräche mit Interessierten und der durchgeführten Umfrage wurden Ansatzpunkte für eine weitere Betrachtung identifiziert. So besteht Forschungsbedarf zur Steigerung der Nutzungsindividualität sowie zur Realisierung von Anschlüssen an den umliegenden Raum, welche unmittelbaren Einfluss etwa auf den Schallschutz haben könnten.

Gute Aussichten für wiederverwendbare Gipsplatten

Vielversprechend für die zukünftige Etablierung wiederverwendbarer Bauelemente ist die ausgeprägte Akzeptanz für mehrfach verwendbare Gipsplatten, die in der Befragung von Besucherinnen und Besuchern des Pop-up Campus ermittelt wurde. Begründet wurde die Akzeptanz mit dem Bedürfnis, Ressourcen effizient zu nutzen sowie CO₂-Emissionen zu reduzieren.

Für das Designteam hatte der Mehrwert des Systems – sowohl für den Endkunden als auch für den Hersteller – eine hohe Priorität. Gleichzeitig waren eine hohe Wiederverwendungsquote von Gipsplatten und Verbindungselementen sowie die Anpassung einer Konstruktion mit möglichst wenigen dieser Komponenten ein übergeordnetes Ziel.

Die Weiterentwicklung und die Etablierung eines Systems zur Wiederverwendung von Gipsplatten leistet einen wesentlichen Beitrag zur angestrebten nationalen Bauwende. Eine gesteigerte Nutzungsdauer von

Gipsplatten durch mehrmaligen Gebrauch erhöht die Nachhaltigkeit im Bau. Die Wiederverwendung kann durch innovative Verbindungselemente, die eine zerstörungsfreie Demontage und eine erneute Montage erlauben, realisiert werden. Hierdurch lassen sich Primärrohstoffe und graue Energie einsparen und der Ausstoß von CO₂ reduzieren. Auf dem Weg in eine klimaneutrale Zukunft ist die Realisierung einer Kreislaufwirtschaft auch im Bausektor dringend notwendig.



Links: Demonstrator mit integrierten Technischelementen (Lampe, Regalhalterung). © Ariane Ruff

Unten links: Visualisierung eines möglichen Einsatzes des entwickelten Systems im Wohnbereich (Fotomontage). © Lukas Keller

Unten rechts: Prototypen der Verbindungselemente (3-D-Druck). © Lukas Keller



Beteiligte

Prof. Ariane Ruff
(Projektleitung)

Lukas Keller
(wissenschaftlicher Mitarbeiter)

Jawher Timoumi
(wissenschaftlicher Assistent)

Daniel Janzarik
(studentischer Assistent)
Hochschule Nordhausen,
Urbane Ressourcen

Thüringer Innovationszentrum für Wertstoffe – ThiWert

PowerSKIN 2022

Seit 2017 findet alle zwei Jahre die PowerSKIN-Konferenz statt. Korrespondierend zum Thema des Pop-up Campus stand diese 2022 unter dem Titel „Bauen im Bestand – Renovierungsstrategien: anorganische, zirkuläre Materialien vs. organische, kompostierbare Materialien“ und nahm die Rolle der Gebäudehülle in den Blick sowie Möglichkeiten, einen klimaneutralen Gebäudebestand zu erreichen. Die hybrid abgehaltene Veranstaltung umfasste 24 internationale Präsentationen, deren Inhalte sowohl in dem die Konferenz begleitenden Tagungsband als auch in der Sonderausgabe des *Journal of Facade Design and Engineering (JFDE)* einzusehen sind.

Entstehung und Inhalte der PowerSKIN-Konferenz

2017 riefen Prof. Thomas Auer (TUM), Prof. Jens Schneider (TU Darmstadt) und Prof. Ulrich Knaack (TU Delft) die PowerSKIN-Konferenz auf der BAU-Messe in München ins Leben. Eingebunden in die alle zwei Jahre stattfindende Messe schlägt die internationale wissenschaftliche PowerSKIN-Konferenz eine Brücke zwischen Wissenschaft und Praxis, Forschung und Bauwesen sowie zwischen den beteiligten Fachgebieten. Sie bietet eine Plattform für den Austausch über die neuesten Entwicklungen und Innovationen für die Fassade der Zukunft und weist Wege zu einem klimaneutralen Gebäudebestand.

Maßgeblich für Energiebilanz und Umweltqualität eines Gebäudes ist dessen Hülle. In den Vorträgen werden aktuelle Forschungsthemen und Projekte zu Materialität, Technologie sowie Design vorgestellt und Bereiche wie Gebäudebetrieb, graue Energie, Energieerzeugung und -speicherung betrachtet.

Die Gebäudehülle als dritte Haut des Menschen hat in der Architektur einen sehr langen Entwicklungsprozess durchlaufen. Die Weiterentwicklung der Vorhangfassade führte zu einer strukturellen Unabhängigkeit,

aber sie blieb ein wichtiges, jedoch passives Element. Inzwischen vermag die Fassade die Funktion eines anpassungsfähigen Klimakontrollsystems auszuüben, das die Synergien zwischen Form, Material, mechanischen und energetischen Systemen in einem integrierten Design nutzt.

Zeitgemäßes Fassadendesign vereint optimierte Umweltqualität bei gleichzeitiger Minimierung des Ressourcenverbrauchs. Weitere Fortschritte erfordern die Entwicklung nachhaltiger, intelligenter Materialien sowie aktiver und passiver Systeme, die leicht integriert und gewartet werden können. In den letzten Jahrzehnten hat sich Glas aufgrund seiner

verbesserten thermischen Leistung und seiner Anpassungsfähigkeit in Bezug auf Transparenz, Sonnen- und Tageslichtkontrolle zur dominierenden Gebäudehülle entwickelt. Es erlaubt eine flexible Interaktion zwischen Innen- und Außenbereich und bietet ein dynamisches Kontrollsystem. Jüngste Entwicklungen ermöglichen die Integration von mechanischen Systemen sowie von Komponenten zur Energieerzeugung und -speicherung.

Dies führt einerseits zu architektonischen Entwürfen, die völlig unabhängig von den örtlichen Klimabedingungen, der Baukultur und anderen Voraussetzungen sind und dennoch eine optimale Umweltqualität bieten. Andererseits ermöglicht es, Gebäude zu entwerfen, die mit dem Klima und den Anforderungen der Nutzerinnen und Nutzer interagieren, sich an die

anpassen und die örtlichen Gegebenheiten berücksichtigen. Zahlreiche Forschungsansätze der letzten Jahre stellen wiederum die gläserne, vorgehängte Fassade infrage. In diesem Spannungsfeld bewegt sich die Konferenz.

PowerSKIN 2022

Im Jahr 2022 fand die PowerSKIN-Konferenz erstmals außer der Reihe im Rahmen des Pop-up Campus in Aachen statt. Unter dem Titel „Bauen im Bestand: anorganische, zirkuläre Materialien vs. organische, kompostierbare Materialien“ konzentrierten sich die Vorträge auf die bestehende Bausubstanz und ihr ökologisches Potenzial, das es zu erschließen gilt. Es wird immer wichtiger, die ökologische Dimension von Material und Konstruktion bereits in der Entwurfsphase zu berücksichtigen. Dies geschieht insbesondere in Hinblick auf die eingesetzte Energie und die Emissionen, die mit der Herstellung des verwendeten Materials verbunden sind, sowie auf dessen Wiederverwendungs- und Recyclingfähigkeit.

Unten: Prof. Thomas Auer auf der PowerSkin 2022. © Bozhidar Vladov

Rechts: Auf der PowerSKIN 2022. © Bozhidar Vladov





Auf der PowerSKIN 2022.
© Bozhidar Vladov

Die Präsentationen auf der Konferenz gliederten sich in drei Unterthemen.

Gebäudehülle: Funktionalität, technische Entwicklung und Materialeigenschaften der Gebäudehülle als Schnittstelle für die Interaktion zwischen Innen- und Außenbereich.

Energie: Neue Konzepte, realisierte Projekte und Visionen für das Zusammenspiel von Gebäudestruktur, Gebäudehülle und Gebäudetechnologie.

Umweltwirkung: Fassaden oder Fassadenelemente, die der Schaffung einer hochkomfortablen Umgebung dienen, in der aktive und passive Strategien für eine Optimierung der Aufenthaltsqualität sowie Energieerzeugung und/oder -speicherung ein integrierter Teil einer aktiven Haut sind.

Die Konferenz wurde als hybride Veranstaltung durchgeführt, die im SuperC der RWTH Aachen University stattfand und live übertragen wurde. Dies brachte mehr als hundert Studierende, Forschende und Fachleute

aus der Industrie in Aachen zusammen. Mehrere Hundert weitere Teilnehmerinnen und Teilnehmer wurden im Laufe des Tages online zugeschaltet.

In zwei Räumen fanden parallel insgesamt 24 Präsentationen von Forschenden und Fachleuten aus Deutschland, den Niederlanden, Großbritannien, Italien, den USA, der Türkei, Ägypten und Indien statt. In der letzten Nachmittagssitzung wurden sechs Projekte des Pop-up Campus vorgestellt.

An der Konferenz nahmen eine Hauptrednerin und zwei Hauptredner teil: Caro van de Venne (BARCODE Architects), Prof. Ingemar Vollweiler (jessenvollweiler, TU Dortmund) und Jaap Wiedenhoff (ABT, Quake Innovation Center, Vorsitzender des Beirats der TU Eindhoven).

Die Videos der Präsentationen sind öffentlich über <https://www.youtube.com/watch?v=X1wOmqaM1wk> und <https://www.youtube.com/watch?v=YkpbLhADLWM> zugänglich, um eine möglichst weite Verbreitung der Informationen zu gewährleisten.

Die wissenschaftlichen Vorträge wurden im Tagungsband der Konferenz, ausgewählte Beiträge zusätzlich in der Sonderausgabe des *Journal of Facade Design Engineering (JFDE)* veröffentlicht.

Beteiligte

Prof. Thomas Auer

Technische Universität
München

Prof. Jens Schneider

Technische Universität
Darmstadt

Prof. Ulrich Knaack

Technische Universität
Delft

ReBaDI

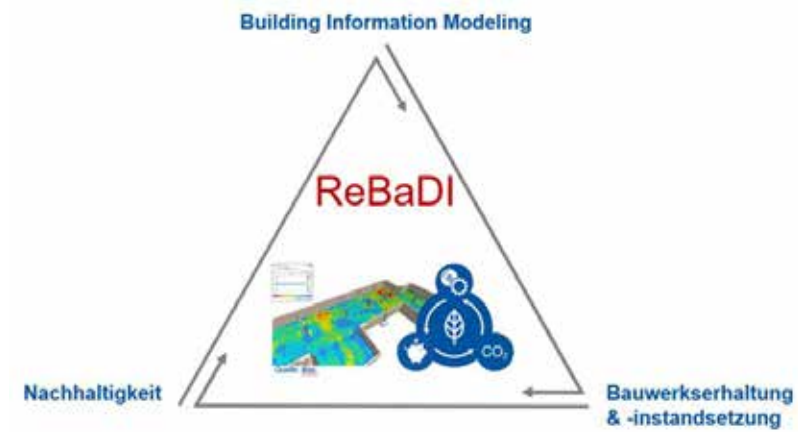
Im Projekt „Ressourceneffiziente Bauwerkserhaltung durch digitale Innovationen (ReBaDI)“ wurde eine Methode zur ressourceneffizienten Bauwerkserhaltung durch Building Information Modeling in Verbindung mit der Integration von Nachhaltigkeitsaspekten entwickelt. Ein digitales Modell wurde mit Diagnosedaten angereichert, um unterschiedliche Instandhaltungsszenarien unter Verwendung von intelligenter Algorithmik im Kontext von Kosten, Zeit und CO₂-Emissionen vergleichend bewerten zu können. Zur praktischen Anwendung wurde das Modell in eine Augmented-Reality-Umgebung eingebettet.

65 % bis 70 % der Bauleistungen in der Bundesrepublik Deutschland entfallen laut dem Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung auf Bestandsgebäude. Dieser signifikante Anteil verdeutlicht die Notwendigkeit, das Erhaltungsmanagement über den gesamten Lebenszyklus von Gebäuden zu berücksichtigen und analog ablaufende Prozesse zu optimieren, um sowohl die Wirtschaftlichkeit als auch die Umweltverträglichkeit zu erhöhen. Die Bauwirtschaft muss die Treibhausgasemissionen minimieren, insbesondere wenn die Pariser Klimaschutzziele eingehalten werden sollen. Hierfür müssen die Nachhaltigkeitsaspekte in die digitalen Entscheidungshilfen und Bewertungen von Instandhaltungsmethoden integriert werden.

Durch den Einsatz des Building Information Modeling (BIM) kann die Digitalisierung der Prozesse unterstützt werden. Diese Arbeitsmethodik wird bisher vor allem für die Planung von Neubauten eingesetzt. Für eine lösungsorientierte Betrachtung von Planungsleistungen für bestehende Bauwerke und die Bewertung von Instandhaltungsmaßnahmen ist das Building Information Modeling jedoch weniger geeignet.

Eine ganzheitliche Methode zur ressourceneffizienten Bauwerkserhaltung

Die Problematik fehlender digitaler Prozesse und ökologisch ausgerichteter Entscheidungshilfen für Bestandsgebäude wurde im Projekt „Ressourceneffiziente Bauwerkserhaltung durch digitale Innovationen (ReBaDI)“ behandelt und eine Methode für eine ressourceneffiziente und optimierte Bauwerkserhaltung von Hochbauten in Stahlbetonbauweise durch die Nutzung von digitalen Innovationen entwickelt. Dabei wurden Verfahren des Laserscannings mit Aspekten der BIM-Methode, digitaler Instandhaltung und AR-Technologie zu einer ganzheitlichen und interoperablen Prozesskette kombiniert.



Visualisierung eines möglichen Einsatzes des entwickelten Systems im Wohnbereich. © ICoM_RWTH

Der prozessuale Ablauf

Zu Beginn des Projekts wurden die theoretischen Grundlagen definiert. Für eine BIM-basierte Evaluierung von Instandhaltungsmaßnahmen ist ein BIM-Modell nötig, das die geometrischen und semantischen Informationen des Bestandsbauwerks beinhaltet. Zudem wurden die prozessualen Vorgänge und Zusammenhänge analysiert und in ein Prozessmodell überführt. Anschließend erfolgte die Definition der geometrischen und semantischen Anforderungen an das digitale, objektorientierte Bauwerksmodell. Dieses diente im späteren Verlauf als zentrales Element für die Datenspeicherung sowie -verwaltung und als Grundlage für weiterführende Analysen.

Zunächst wird das Bestandsgebäude mit einem Laserscanner vermessen und als Punktwolke abgebildet. Darüber hinaus wird mithilfe zerstörungsfreier Prüfverfahren der aktuelle Zustand der Gebäudesubstanz gemessen und bewertet. Im Rahmen des Projekts wurde ein Ferroskan zur Ermittlung der Restbetondeckung durchgeführt. Im dritten Prozessschritt wird auf Grundlage der gesammelten Daten das digitale Modell des Bauwerks erstellt und mit den Informationen aus der Bauwerksdiagnose unter Verwendung von Algorithmik automatisiert angereichert. Zusätzlich werden in das Modell externe Datensätze zur Bewertung der vorgegebenen Parameter der Wirtschaftlichkeit und der ökologischen Betrachtung integriert.

Hier sind Informationen wie Materialbezeichnungen sowie CO₂-Gehalt und Kosten hinterlegt. Diese Parameter dienen in Verknüpfung mit dem digitalen Bauwerksmodell als Grundlage für eine automatisierte Untersuchung von Varianten passender Sanierungsmaßnahmen unter Betrachtung der Nachhaltigkeit. Die Variantenanalyse unterscheidet dabei nach ökologischen und ökonomischen Parametern und liefert eine Entscheidungsunterstützung in der Wahl eines Instandhaltungsszenarios. Der vierte Teilprozess betrachtet die Entwicklung einer Schnittstelle zwischen BIM und einer AR-Umgebung. So wird eine cyberphysische Umgebung geschaffen und das digitale Modell in der Realität nutzbar gemacht. Es soll einen Einblick in die Statik sowie den Materialabtrag geben.

Die ReBaDI-Methode im Reallabor

Die ReBaDI-Methode wurde im Rahmen eines Forschungsprojekts durch das Institut für Baustoffforschung in Zusammenarbeit mit dem Institut

für Baumanagement, Digitales Bauen und Robotik im Bauwesen der RWTH Aachen University entwickelt und auf dem Pop-up Campus im Reallabor validiert und der Öffentlichkeit präsentiert. Der Projektablauf orientierte sich an den oben beschriebenen Prozessschritten.

Als sanierungsbedürftiges Objekt wurde der Ausstellungsraum des Pop-up Campus herangezogen. Mithilfe des Laserscanners Trimble X7 wurden der Raum, der Flur und die Nachbarräume vermessen, um die Wanddicken zu ermitteln. Aus den generierten Punktwolken wurde das geometrische BIM-Modell in einem teilautomatisierten Verfahren abgeleitet. Anschließend fand die Bauwerksdiagnose statt. Durch eine Sondierungsöffnung wurde ein Ferroskan zur Ermittlung der Restbetondeckung und der Positionen des Bewehrungsstahls durchgeführt. Mithilfe eines entwickelten Algorithmus unter Verwendung einer visuellen Programmiersprache wurden die gesammelten Messwerte teilautomatisiert in das BIM-Modell eingepflegt. Hierfür wurde das Open Source Add-in Dynamo von Autodesk Revit genutzt. Die Bewehrungsstäbe waren nun als eigenes Teilobjekt im digitalen BIM-Modell in der jeweiligen Wand hinterlegt.

Für die finale Bewertung der Sanierungsvarianten wurden die wirtschaftlichen und ökologischen Einflussfaktoren entlang der Wertschöpfungskette für die verschiedenen Ressourcen betrachtet. Die wirtschaftliche Betrachtung erfolgte unter Zugrundelegung des Preises für das fertige Werksprodukt zuzüglich der Kosten für Einbau und Transport. Zur Bewertung der Umweltqualität einer Sanierungsvariante wurde der CO₂-Faktor hinzugezogen. Hierbei wurden die Emissionen während der Gewinnung

der Rohstoffe sowie der Weiterverarbeitung und während des Transports zwischen Gewinnungsort und Baustelle berücksichtigt. Die gesammelten Parameter wurden in einer Excel-Datenquell-Tabelle zusammengetragen und im nachfolgenden Schritt mit dem digitalen Modell verknüpft. Für diesen teilautomatisierten Vorgang wurde ein zweiter Algorithmus unter Verwendung der visuellen Programmieroberfläche Dynamo als Schnittstelle zum BIM-Modell genutzt.

In Dynamo erfolgte nachstehend die Verknüpfung der Daten mit den Bauwerksinformationen, in diesem Fall den Dimensionen der Wände. Der erstellte Algorithmus hat die Aufgabe, den benötigten Materialneuauftrag aus dem BIM-Modell zu entnehmen und mit den Parametern der Excel-Datei zu verrechnen. Im Anschluss wurden auf Basis der resultierenden Gesamtkosten und aufsummierten CO₂-Emissionen Handlungsempfehlungen für das bestmögliche Instandhaltungsszenario abgeleitet. Zur weiteren Verwendung des digitalen „As-Built“-Modells in den operativen Prozessen wurde das Modell in eine Augmented-Reality-Umgebung eingebettet und an einem Demonstrator im Reallabor validiert.

Fazit

Im Projekt „ReBaDI“ konnte ein neues ganzheitliches Verfahren zur Nutzung der BIM-Methode und weiterer disruptiver Technologien entwickelt werden, das vorhandene Prozesse in der Instandhaltung unter Berücksichtigung der Nachhaltigkeit optimiert. Durch den zukünftigen Einsatz der ReBaDI-Methode in der Betriebsphase von Bestandsgebäuden kann in einem teilautomatisierten Vorgehen ein digitales Abbild samt

integrierter Messwerte generiert werden. Auf Basis dieses veredelten BIM-Modells kann durch eine Verknüpfung mit Nachhaltigkeitsdaten eine qualitative Entscheidungsgrundlage für ressourceneffiziente Erhaltungsmaßnahmen geschaffen werden.

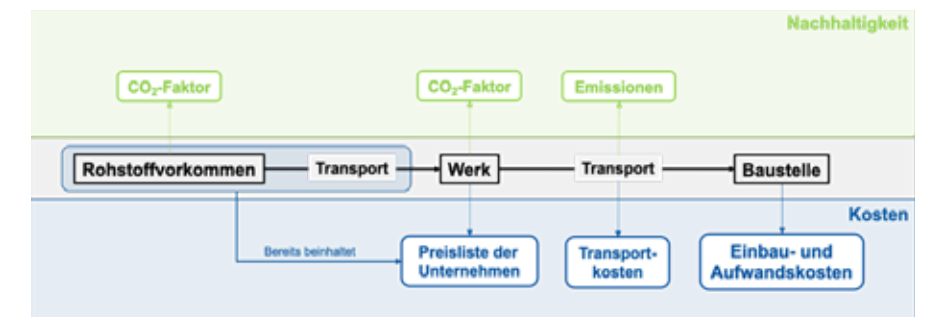
Das Forschungsprojekt „ReBaDI“ leistet einen Beitrag zur Digitalisierung der Bauindustrie mit Fokus auf die Betriebsphase und zur Optimierung des nachhaltigen Umgangs mit dem vorhandenen Gebäudebestand. Die Methode unterstützt die teilautomatisierte Generierung digitaler Repräsentationen von Bestandsgebäuden. Zudem werden die Möglichkeiten der Datenspeicherung, -verknüpfung und -verwertung durch den Einsatz von intelligenter Algorithmik und digitalen Technologien dargelegt, sodass in Zukunft eine ressourceneffiziente und nachhaltige Instandhaltung der gebauten Umwelt automatisiert möglich ist und die Zielstellung des klimaneutralen Gebäudebestands bis 2045 erreicht werden kann.



Oben: Bauwerksdiagnose (ICoM). © ICoM_RWTH

Oben rechts: Sanierungsobjekt und Ausstellungsraum auf dem Pop-up Campus (ibac). © ICoM_RWTH

Rechts: Wertschöpfungskette einer Ressource und deren ökologische Einflussfaktoren (ICoM). © ICoM_RWTH



Beteiligte

Prof. Michael Raupach
Hendrik Morgenstern

RWTH Aachen University, Lehrstuhl für Baustoffkunde – Bauwerkserhaltung und Institut für Baustoffforschung (ibac)

Prof. Katharina Klemt-Albert
Jan-Iwo Jäkel

RWTH Aachen University, Institut für Baumanagement, Digitales Bauen und Robotik im Bauwesen (ICoM)

Neue Werkzeuge der Transformation – Komplexität organisieren und Unbestimmtheit kultivieren

Dr. Adria Daraban

Es braucht neue Werkzeuge der Transformation, um die Umwelt umzugestalten und nicht nur instand zu halten. Das räumliche Konzept zur Ausrichtung des Pop-up Campus Zukunft Bau stand im Zeichen der Transformation, hier verstanden und gelebt als eine Kategorie der Veränderung. Denn Transformation bedeutet, etwas Neues aus etwas Vorhandenem zu machen. In einem Gebäude, das sich als Demonstrationsobjekt für den Zukunft Bau Pop-up Campus anbot, wurden Räume, Art der Nutzung und Mobiliar transformiert, umgearbeitet und umgewidmet. Die ehemaligen Büros wurden zu Ausstellungs- und Unterrichtsräumen, aus Aktenschränken und LAN-Kabeln wurden Bänke und Hocker gebaut, die Barzahlungskasse wurde zum Bookshop, das Foyer zum Café, der Empfang zum Kino. Neben der sichtbaren Transformation der materiellen Struktur des Gebäu-

des nahm eine immaterielle, doch gleichermaßen sichtbare Transformation von Prozessen des gemeinsamen Denkens und Machens ihren Lauf.¹ Durch das Zusammenbringen von Experiment und Praxis, von spontaner und geplanter Handlung entstanden neue Räume und neue Strukturen des Lernens.² Zur zentralen spontanen Form der Zusammenarbeit und zum Bild des Gemeinsamen wurde die Bauhütte. Das Team aus Studierenden und Lehrenden, das auf dem Pop-up Campus zusammenfand, gab sich diesen Namen in Anlehnung an solidarische Arbeitsgemeinschaften, die sich auf das Modell der historischen Bauhütte beziehen und es zugleich transformieren. Das Projekt entzog sich einer strukturellen Einordnung: Es nahm weder die Form einer Lehrveranstaltung noch die Struktur einer Lehrereinheit an – und gewann dadurch an kreativer Produktivität und Freiheit.

¹ Die Themen sozial motiviertes und temporäres Bauen wurden an vielen Stellen bereits diskutiert, z. B. in: Bernard Rudofsky: *Architecture without Architects*, New York 1964; Charles Jencks/Nathan Silver: *Adhocism*, New York 1972; Werner Oechslin/Anja Buschow: *Festarchitektur*, Stuttgart 1984; Sascha Roesler: *Weltkonstruktion*, Berlin 2013.

² Mehr zu experimentellen Lernräumen und pädagogischen Konzepten in: Beatriz Colomina/Ignacio G. Galán/Evangelos Kotsioris/Anna-Maria Meister (Hg.): *Radical Pedagogies*, Cambridge, Mass., 2022.



Der Ort für den Zukunft Bau Pop-up Campus in der Theaterstraße 92–94, Aachen.
© David Herrmann

Form und Inhalt der Transformation überschlugen sich in einem Prozess des Neuerfindens im Vorgefundenen.

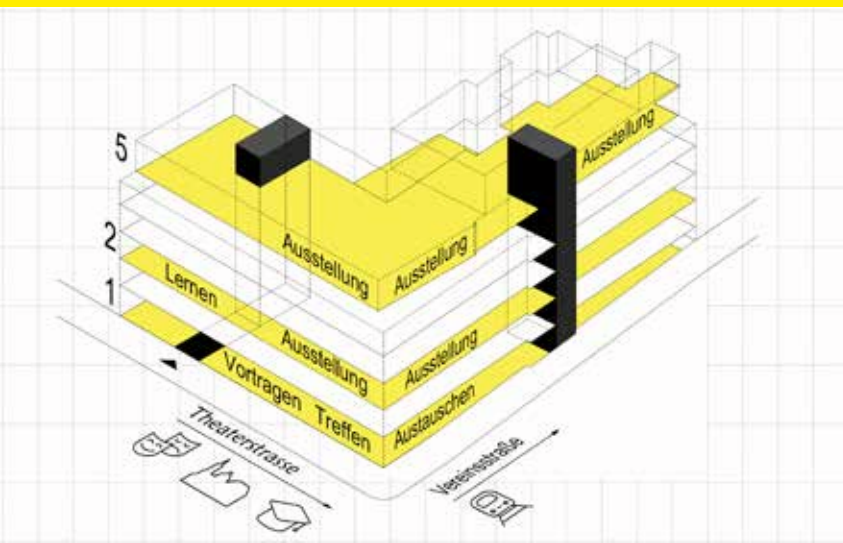
Doch wie lässt sich spontan organisierte Unbestimmtheit methodisch beschreiben und welche Werkzeuge erfordert die Transformation? Raumtypen in Transformation, performative Raumobjekte und eine elastische Raumprogrammierung deuten Schritte eines methodischen Ansatzes an.

Raumtypen in Transformation

Unmittelbare Werkzeuge der Transformation in diesem Projekt waren die Analyse, Befragung und Veränderung von Klassifikationen, Nutzungen und (Zu-)Ordnungen der ehemaligen Räume der Bausparkasse. Das Ergebnis war eine Reihe von Raumtypen in Transformation. Solcherart Raumtypen in einem partikulären Fall von kurzfristigem, temporärem (Um-)Bauen im Bestand sind das Resultat spontaner Impulse und Reaktionen auf spezifische vorgefundene räumliche Situationen. Das Gebäude der Bausparkasse, ein verlassener Ort der Arbeit, animierte zur Aneignung und eröffnete Räume für experimentelle Nutzungen, die zu einer temporären neuen Raumtypbildung führten.

Raumtypen sind meist das Resultat von Entwicklungen,³ die über längere Zeiträume hinweg stattfinden. Im Umgang mit bestehenden und

³ Matthias von Ballestrem/Jörg H. Gleiter: *Typ – Prototyp – Archetyp: Typenbildung in der Architektur*, in: dies. (Hg.): *Wolkenkuckucksheim. Internationale Zeitschrift zur Theorie der Architektur*, Jg. 24, Heft 38, S.7, www.cloud-cuckoo.net/fileadmin/hefte_de/heft_38/editorial_de.pdf (abgerufen am 28.7.2023).



Raumprogramm für den
Zukunft Bau Pop-up Campus.
© Jakob Naujack/Philipp Goertz

möglicherweise leer stehenden Gebäuden nehmen diese Entwicklungen in einem destabilisierten Kontext ihren Lauf. Sie entspringen vorerst einem Mangel, bedingt durch einen strukturellen Wandel: ein Mangel an Nutzung, ein Mangel an bautechnischen oder finanziellen Voraussetzungen oder ein Mangel an einer tragenden sozial-gesellschaftlichen Struktur. Die so entstandene Situation des Mangels bewirkt Leere und Exzess zugleich: Es entsteht eine Leere an Ereignissen und ein Exzess an Möglichkeiten.

Die temporäre Umnutzung und der geringfügige partielle Umbau des Gebäudes fanden in einer besonderen Konstellation statt. Das Campus-Projekt wurde nur in einem Teil des leer stehenden Gebäudes umgesetzt. Die restlichen Flächen – räumliche Blind Spots – blieben vom Projekt unberührt und abgeschlossen. Trotz eines begrenzten Zeithorizonts war es möglich, eine relativ autonome Organisation und Nutzung der neu gewidmeten Gebäudeteile zu realisieren. Das Campus-Gebäude organisierte sich um die Achse der Hapterschließung, die wie ein Pivot funktionierte.

Diese vertikale Achse verband das Erdgeschoss, das zweite und das fünfte Geschoss zu einem Haus im Haus. Die übrigen Etagen konservierten die Leere und Spuren derjenigen, die in den vergangenen Jahrzehnten dort gearbeitet hatten.

Die Öffnung des Gebäudes fürs Publikum und die Anordnung der Funktionen der Bausparkasse, die im Erdgeschoss die Kundschaft empfangen hatte, während die Obergeschosse der internen Geschäftstätigkeit vorbehalten gewesen waren, veränderten sich mit der neuen Nutzung als temporärer Campus und Ausstellungsraum gänzlich. Das Erdgeschoss wurde durch den Rückbau der Büros so weit geöffnet, dass es zu einer Erweiterung des Straßenraums und zu einem öffentlichen Platz wurde. Trennende und verbindende Elemente dazwischen waren die thematischen Vitrinen. Permanente Überlagerungen von Nutzungen bestimmten das Programm dieses öffentlichen Platzes. Der offene Raum im Erdgeschoss wurde zum Ausstellungsraum, Arbeitsraum, Forum für Vorträge und Gespräche, Lernraum, Besprechungsraum, Kino, Treffpunkt, Lagerraum, Videoaufnahme-studio, zur Werkstatt und zum Warteraum.



Oben: Konferenzraum der ehemaligen Bausparkasse vor dem Umbau. © David Herrmann



Rechts: Verlassenes Büro der Bausparkasse. © David Herrmann

Das Foyer erwies sich auch als der geeignete Arbeits- und Aufenthaltsraum für die Bauhütte. Hier war die Gruppe sichtbar und ansprechbar, konnte Gäste empfangen und weiterhin anfallende Arbeiten erledigen. Daran schloss sich ein Bookshop an, zwar ohne Shop, aber mit Buch. Die frühere Bargeldkasse der Bausparkasse fand ihre neue Nutzung als Regal für thematisch zugeordnete Publikationen. Die Stelle, an der sich in der Vergangenheit die Warteschlange vor der Kasse formiert hatte, wurde zum Ort, an dem im Stehen oder im Sitzen in einem Buch geblättert oder in Ruhe ein Gespräch geführt werden konnte.

Im Zuge des Umbaus wurden vorhandene Raumcharakteristika und Zuordnungen entweder mit einem Kontrapunkt beantwortet oder strukturell weitergedacht und mit geringfügigen Maßnahmen überformt.

Die Büroregelgeschosse – Raumzellen für einen oder mehrere Arbeitsplätze, angeordnet entlang einer mittleren Flurachse – wurden umgebaut zu einer Reihe von Ausstellungskabinetten. Auf Museumskabinette referierend, bekamen die Räume neue Farben, de facto eine Farbkodierung, die sich an mehreren Stellen im Haus und im Vermittlungsmaterial wiederholte. In der Figur des Mittelflurs vermischten sich das Graue des Bürohauses, die Monotonie der Arbeitszellen mit der Heterogenität der farbig gekennzeichneten Projektkabinette.



Oben: Ausstellungskabinett in einem ehemaligen Büro der Bausparkasse.
© David Herrmann

Links: Kabinett der Riesen in einem der ehemaligen Konferenzräume.
© David Herrmann

Der Umbau der Konferenzräume im fünften Obergeschoss zu einem offenen Ausstellungsraum für größere Exponate, dem sogenannten Kabinett der Riesen, erschien am plausibelsten und der vorherigen Nutzung als Konferenzraum am nächsten. Hier war die Verfremdung subtiler, lesbar an den Stellen, an denen Forschungsdemonstratoren – Konstruktionen aus alten Ziegeln, Holz, Lehm oder Weiden – vor Bandvorhängen und auf grünlichem Teppichboden ausgestellt waren.

Die radikalste Art der Transformation, die Kollision der Raumtypen, ergab sich in der ehemaligen Kantine, früher intern als Casino bezeichnet. Der Raum war infolge einer späteren Überbauung der Dachterrasse des Bürogebäudes in den 1980er-Jahren entstanden. Als Zeuge seiner

Zeit war das Casino ein Raum der harten Oberflächen: Fliesen, Spiegel und getönte Aluminium-Glas-Fassaden, die sich vor allem durch eine sehr schlechte bauklimatische Leistung auszeichneten. Das Casino glich bereits im März an sonnigen Tagen einem Gewächshaus. Durch den Umbau entstand konsequenterweise ein temporäres Pflanzenhaus, ein Dschungel für domestizierte Topfpflanzen, genutzt als Bar und Ort, um Veranstaltungen im Haus ausklingen zu lassen.

Performative Raumobjekte

Als „architektonische Minimaltechniken“ beschreibt die Architekturtheoretikerin Sandra Meireis die spezifischen Entstehungsbedin-



Oben: Symposium auf der Erdgeschossesebene.
© David Herrmann

Links: Besprechung der Bauhütte im vormaligen Foyer der Bausparkasse.
© Laura Weber





Topfpflanzen-Dschungel im ehemaligen Casino.
© David Herrmann

gungen von „Mikro-Utopoi“⁴ im Feld der Architektur. Mikro-Utopoi der Architektur definiert sie als Reflexionen einer kulturellen Partikularität der Globalisierungsmoderne, wobei sich das Utopiemodell der Gegenwart „in Form pluraler Mikro-Utopien“ zeige.⁵ Dabei rückt die Autorin die formelle oder informelle (Re-)Programmierung von urbanen „ungeschützten Orten“, Grenz- oder Resträumen wie innerstädtische Brachflächen oder Gebäudeleerstand, in den Fokus.⁶ Die spezifischen Situationen führen dazu, dass die Charakteristika der architektonischen Projekte aus dem Ort gebildet werden und umgekehrt diesen Ort ebenfalls zugleich neu bilden.

Minimaltechniken scheinen zwischen räumlichen und diskursiven Praktiken permanent zu oszillieren. Im Fall des temporären Campus-Projektes in Aachen wurde die Erdgeschossfassade der ehemaligen Bausparkasse in einer ersten Maßnahme zu einem Diskursraum, indem neun Vi-

⁴ „Mit Hilfe der Begriffsneubildung Mikro-Utopie(n) können gegenwärtige architektonische Handlungsweisen als utopische Praxis neu bestimmt werden. Dabei bezieht sich das Präfix mikro- auf ihre Dimension und der Wortstamm -utopie auf ihr dialektisches Wesen (Kritik und Ideal). Ihr Anknüpfen an die geschichtsphilosophische Entwicklung der Mikrohistorie im späten 20. Jahrhundert wird dargelegt.“ In: Sandra Meireis: Mikro-Utopien der Architektur. Das utopische Moment architektonischer Minimaltechniken, Bielefeld 2021, S. 220, <https://www.transcript-verlag.de/media/pdf/3b/2b/f3/oa9783839451977.pdf>.

⁵ Ebd.

⁶ Ebd., S. 136.

trinen zu Dioramen programmiert wurden, die Kernthemen der Bauwende visualisierten. Sie wurden zu einem räumlichen Manifest, das den Aufruf zu einer Bauwende, die Fragestellungen der Projektarbeiten und die vorhandene Bausubstanz zugleich thematisierte. „Pop-up Campus“, „Warum“, „Wertstoffe“, „Umbau“, „Dichte“, „Kreislauf“, „Zusammenleben“, „Material“ und „2030“ – die Titel der Vitrinen überzogen auch das bestickte Baustellennetz, das als Fries auf die außenstehende Baugerüstkonstruktion gespannt worden war. UABWENDE wurde mit großen gelben Lettern auf das Dach des Gebäudes geschrieben, um Mission und Absicht des Campus kundzutun. Das artifizielle Wort enthält das Wenden, die Transformation im Bauen, als Zeichen und Begriff.

Das räumliche Konzept und die programmatische Transformation wurden nicht nur durch die Prägung neuer Raumtypen strukturiert, sondern auch über strukturgebende performative Raumobjekte. Das Sitzmobiliar, eine Serie Hocker und Bänke aus grauem Resopal, LAN-Kabeln und Beschlägen, wirkte in zweifacher Weise manifest. Die Möbelstücke wurden vor Ort vom Kollektiv Baukreisel zusammen mit Studierenden gebaut. Das verwendete Material stammte gänzlich aus dem Haus. Büroschränke, Schreibtische und Regale der alten Bausparkasse wurden inventarisiert, demontiert, sortiert, beschnitten, bemalt und zu neuen Stücken umgebaut. Unbequem und zugleich komfortabel in ihren kontextuellen Qualitäten wurden die Resopalhocker bei jedem Anlass durch das Haus getragen und neu arrangiert. Sie wirkten strukturgebend, indem sie für immer wechselnde Nutzungen eingesetzt wurden: Symposium, Kino, Pausenraum oder Kaffeebar, Wandskulptur, Buchregal oder Türstopper.

Das kuratorische Konzept der Ausstellung folgte dem gleichen Prinzip. Das gesamte Mobiliar für die Ausstellung der Projekte wurde aus Rollcontainern, Schreibtischen und Büroschränken gebaut. Diese wurden zweckentfremdet und durch hinzugefügte Teile verfremdet. Metallverbinder und Sportzubehör wurden zu Alleskönnern der Transformation. Die Farbe Gelb markierte die Nahtstellen zwischen Alt und Neu. Einige dieser Raumobjekte bildeten eine Art Gravitationszentren im Gebäude. Um den mobilen Kaffeewagen oder die mobile Pflanzenstation herum versammelten sich Campusangehörige und Gäste zu informellen Arbeits- oder Diskussionsgruppen ohne fixen Ort. Mit einem Ort verbunden, aber Objekte einer Translokation, waren die im Foyer auf die marmornen Treppenstufen montierten Sitze aus Holz. Die bunt bemalten Stufen wurden im Foyer des Campus zu einem Verweilort, unweit des Bookshops und in direkter Nähe zum Haupteingang. Die Stufen entstammten dem Stadtsaal, einem weiteren Projekt des Pop-up Campus, der im Abschnitt „Anders mit Ort und Bestand umgehen“ vorgestellt ist, und verwiesen als Fragmente auf den temporären Ort am Aachener Bushof.

Viele Raumelemente waren in ihrer Qualität unbestimmt und fragil. Raumzonen wurden durch Vorhänge oder Plakatwände angedeutet und skizziert. Offen hinsichtlich Raumdisposition und -konturen waren diese Räume ein Angebot oder eine Ermöglichung und fanden erst durch die Aneignung zu einer Funktion. Sie konnten Kinosaal, Aufenthalts- und Besprechungsraum, Raum für Konzerte oder Tanzfläche werden. Ihre Performanz lag im Grad der Unbestimmtheit und Offenheit.

Elastische Raumprogrammierung

Die inhaltliche und kontextuelle Programmierung und das leer stehende Gebäude waren Ursprung und Quelle der Raumstrategie für das Projekt. Dazu waren aber nicht nur räumlich-bauliche Maßnahmen notwendig. Das Projekt verlangte vor allem eine verdichtete Programmierung, die die unterschiedlichen Akteurinnen und Akteure, Zeitkategorien und Aktivitätsformate verband. In der Konzeption des Projektes wurden institutionelle Strukturen und Ereignisformate definiert, ohne diesen eine räumliche Zuschreibung im Sinne eines universitären Campus zu geben. Es waren unzählige Fragmente gebauter Substanz, die sich im Laufe der Zeit angesammelt hatten und gleichgültig neben anderen, ähnlichen Fragmenten standen. In der Auseinandersetzung mit diesen miteinander verbundenen Dimensionen stellte sich heraus, dass sie Hintergrund, Manifestation und Inspiration für eine genauso diverse und fragmentierte Arbeitsweise auf dem temporären Campus wurden. Programmierung und Gebäude standen sich so in einem Verhältnis der zunehmenden Selbstähnlichkeit gegenüber. Das temporäre Campus-Projekt in Aachen erwies sich als experimentelles Baulabor für die Entwicklung von Werkzeugen im Umgang mit dem Bestand als sehr produktiv. Es ergab sich daraus ein Prozess der Um- und Überschreibung von Raumqualifikationen, eine disruptive Re- und Neuinterpretation des Bestehenden.

Links: Campusmobiliar, gebaut vom Baukreisel mit Studierenden. © Laura Weber

Rechts: Raumobjekt, gebaut von der Bauhütte. © Laura Weber



BAUFORM TIPPS

4

Wendepunkte einer
Bauwende



Campus-Statements – Stimmen der Projektbeteiligten

„Die Bauwende ist ein Begriff, der Veränderung impliziert. Eine Wende hat auch immer mit Abwendung zu tun, bevor wir uns allerdings von tradierten Bauweisen abwenden, müssen wir Alternativen finden, um umweltschonender zu bauen. Diese Alternativen lassen sich jedoch nicht von jetzt auf gleich umsetzen, sondern hier bedarf es gezielter Forschungsförderung.“

Lukas Kirschnick
**(Adaptierbare Knotenpunkte für
materialsparende Tragsysteme)**

„Der Zukunft Bau Pop-up Campus ist ein erster Schritt zu gezielter Veränderung, es geht darum, Neues zu wagen, zu experimentieren und bewusst auch den jungen wissenschaftlichen Nachwuchs einzubinden. Ich erhoffe mir einen akademischen Austausch über Universitätsgrenzen hinweg, denn nur der freie Wissensaustausch kann letztlich zu einer florierenden Gesellschaft beitragen.“

Lukas Kirschnick
**(Adaptierbare Knotenpunkte für
materialsparende Tragsysteme)**

„Die Bauwende ist geschafft, wenn kein Boden mehr neu versiegelt wird, wenn alles Niederschlagswasser ortsnah versickern oder verdunsten kann, wenn Ausgleichsmaßnahmen für Biodiversitätserhalt sorgen. Wenn die Gebäude rückbaubar konstruiert sind und – ohne Qualitätsverlust – aus recyclingfähigen Materialien bestehen, wenn sie Energie erzeugen, statt zu verbrauchen, also wenn sie keinen festen oder gasförmigen Abfall mehr hinterlassen. Wenn wir umweltkonsistent bauen. Sind wir intelligent genug, unsere Lebensgrundlagen zu erhalten?“

Prof. Annette Hillebrandt und Christina Sonnborn
(re-narrated)

„Der Wandel, einhergehend mit dem gesellschaftlichen Umdenken, hin zu einer Bauweise, welche einen Beitrag zur Erreichung der Klimaziele leistet, ist bereits im Gange. Die Bauwende ist ein wichtiger Baustein zu einer nachhaltigen und ressourcenschonenden Umwelt. Als Planende haben

wir den Auftrag, diese Bauwende voranzutreiben, sie zu gestalten und einen neuen Umgang mit Raum, Material und Nutzungsverteilung gesellschaftlich zu verankern.“

Raphaela Bartusch (Energy-Hub)

„Für die Bauwende ist vieles bereits vorhanden, muss aber neu verzahnt werden. Hierzu zählen etwa die Verknüpfung von Forschung mit zukünftigen Bauprojekten oder von bewährter Handwerkskunst mit neuen Fertigungstechnologien. Rückbauprozesse müssen bereits in den frühen Planungsphasen einbezogen werden, Sekundärrohstoffe für ihre alten oder neuen Einsatzbereiche zur weiteren Wertschöpfung aufbereitet werden. Es gilt, die vielen losen Enden in einen Zusammenhang zu setzen, der in Kreisläufen funktioniert. Bauwende sollte nicht heißen, dass alles was ist und war, zurückgelassen und ersetzt wird. Ein Neuanfang gelingt auch, wenn Bestehendes erhalten, aber neu gedacht und erweitert wird.“

Kim Tran (Bauen mit Papier)

„Die Umsetzung der Bauwende erfordert eine für den Bausektor nie dagewesene Geschwindigkeit! Der Pop-up Campus zeigt einen neuen Weg auf, wie Ergebnisse der Bauforschung durch Reallabore sehr viel schneller, anschaulicher und verständlicher in die Umsetzung kommen und damit die nachhaltige Transformation beschleunigen.“

Prof. Thomas Auer (Raumklimalabor)

„Der Pop-up Campus bietet mit der öffentlichen Ausrichtung des Formats die Möglichkeit, die verschiedenen Facetten der Bauwende zur baupraktischen Umsetzung zu bringen und sich den Experimentierraum für einen gesellschaftlichen Diskurs anzueignen. Dabei erhoffen wir uns einen fachlichen Austausch, einen Diskurs zu Lösungsansätzen mit breiten Akteursgruppen und die öffentliche Diskussion der Zukunftsaufgabe Bauwende.“

Raphaela Bartusch (Energy-Hub)

„Bauwende bedeutet für uns, dass die verschiedenen Prozesse im Lebenszyklus eines Gebäudes holistisch betrachtet und digital miteinander verknüpft werden. Dabei rückt die Bedeutung der ein- und rückgebauten Materialien in den Vordergrund und Gebäude werden als Ressourcenspeicher betrachtet.“

Projektteam ReBaDi

„Bauwende bedeutet, ein Umdenken zu ressourcenschonenden und nachhaltigen Baukreisläufen zu vollziehen. Unsere Forschung leistet in diesem Kontext einen Beitrag, wie mit digitalen Entwurfsmethoden kreislaufgerechte digitale Fertigungsprozesse umgesetzt werden können, die zukunftsfähige Lösungskonzepte im Bauwesen liefern.“

Daniel Fischer
(Recode Wicker)

„Durch die Vielzahl von Akteurinnen und Akteuren mit unterschiedlichsten Expertisen und Einstellungen zum Bauwesen ist der Pop-up Campus in Aachen ein notwendiger Treffpunkt für Austausch und Diskurs, um zukünftigen Herausforderungen zu begegnen. Der Pop-up Campus bietet eine große Programmvielfalt zur aktiven Teilnahme für Studierende im Bauwesen, die eine direkte Auseinandersetzung mit relevanten Zukunftsthemen ermöglicht.“

Daniel Fischer (Recode Wicker)

Hässliche Entlein – Q&A zur Ausstellung

Marlon Brownsword fragte

Dr. Birgit Schillak-Hammers und Leonie Bunte

1. Das übergeordnete Thema des Zukunft Bau Pop-up Campus ist die Bauwende. Was versteht ihr unter dem Begriff Bauwende?

Als Allererstes: Erhalten statt neu bauen. Die größte Ressource, der Bestand, muss erhalten, umgenutzt und nachverdichtet werden, bevor wir kreislaufgerecht und klimapositiv neu bauen.

2. Auf welche Weise kann die ästhetische Wertschätzung von Architekturen zu klimapositiven Entwicklungen beitragen?

Nicht nur der Bestand, sondern auch der Umbau hat ein Image-Problem. Die aktuelle Bilderwelt in der Architektur vermarktet immer noch größtenteils hoch technologische Stahl-Glas-Beton-Neubauten. Eine andere Bilderwelt und die ästhetische Wertschätzung bereits vorhandener, verdichteter und klimapositiver Architektur könnte also auch zu einer attraktiven und erstrebenswerten Wahrnehmung von nachhaltiger Architektur und damit zu einer klimapositiven Entwicklung beitragen.

3. Die Ausstellung scheint zu vermitteln, dass die Begriffe „hässlich“ und „erhaltenswert“ nicht zwangsläufig widersprüchlich sind. Stimmt das? Wie würdet ihr diese Beziehung beschreiben?

Sie gehören vielleicht sogar zusammen. Die Wahrnehmung von Architektur verändert sich innerhalb von Jahrzehnten. Architektur einer bestimmten Stilepoche kann vernachlässigt und vom Abriss bedroht sein, Jahrzehnte später jedoch wieder geschätzt werden. „Hässlichkeit“ ist ein vollkommen subjektives Kriterium, das kein Maßstab für die Beurteilung von Architektur sein sollte. Im Sinne der Nachhaltigkeit ist jedes Gebäude erhaltenswert.

4. Ist die Kategorisierung von Gebäuden in das Begriffspaar hässlich/schön legitim? Welche Vorteile und Gefahren birgt dieses Bewertungsschema?

Natürlich sind hässlich und schön legitime Kategorien. Das ist aber nicht der springende Punkt unserer Fotoausstellung. Es geht nicht darum, die Gebäude in Kategorien einzuteilen, sondern darum, für eine differenzierte Wahrnehmung zu sensibilisieren und eine Diskussion über die Kategorien und die gezeigten Gebäude anzustoßen. Dazu kann dann Stellung genommen und diese mit Bildern dokumentiert werden. Der Begriff „hässlich“ ist hier vor allem eine Provokation, die zum Nachdenken über Architektur anregen soll.

5. Im Gegensatz zu den sonst eher negativ besetzten Metaphern für Großstrukturen der 1970er- und 1980er-Jahre, wie „Dinosaurier“ oder „Riesenmaschine“, ist das „Entlein“ eher verniedlichend. Sollten wir dem geerbten Bestand mit mehr Positivität begegnen oder ihn weniger ernst nehmen?

Wir sollten ihn sogar ernster nehmen. Den „hässlichen Entlein“ kann mehr zugetraut werden als auf den ersten Blick ersichtlich. Anstatt sie ungeachtet der Abrissbirne zum Opfer fallen zu lassen, sollten wir über sie diskutieren und die architektonischen Qualitäten schätzen lernen.

6. Zwischen dem Ästhetikverständnis innerhalb räumlicher Disziplinen und dem der breiten Öffentlichkeit scheint es stellenweise Differenzen zu geben. Wie kann man damit umgehen?

Darauf aufmerksam zu machen und die Konversation darüber sind das Ziel. Dafür eignet sich der Pop-up Campus gut, da unterschiedliche Zielgruppen angesprochen werden. Zum Beispiel waren auch viele Mitarbeitende der Stadt Aachen, insbesondere des Baudezernats, vor Ort und hatten in der Ausstellung die Möglichkeit, die Objekte, mit denen sie sich täglich beschäftigen oder in denen sie sogar arbeiten, in einem anderen Licht zu sehen. Und auch wenn die Gebäude danach immer noch als „hässlich“ empfunden werden, ändert sich vielleicht die Bereitschaft, sie auch aus anderen Blickwinkeln zu betrachten und eine Neubewertung vorzunehmen. Das Sichtbarmachen durch das Werkzeug der Fotografie kann folglich einen wichtigen Beitrag zur Diskussion über und Erhaltung von Architektur leisten.

Pop-up: Alter Entwurf – Bauen von morgen

Lea Schwab mit Marlon Brownsword, Dr. Adria Daraban,
Philipp Goertz, Jakob Naujack



Unter der Kolonnade.
© Laura Weber

Wie wenig ist genug? Reicht es aus, ein Baugerüst vor den unscheinbaren Verwaltungsbau der ehemaligen Aachener Bausparkasse zu stellen, um einen geschützten Raum vor einer Schaufensterfassade zu erzeugen? Sind neun Vitri-
nen, um die Themen einer Bauwende zu fassen, ausreichend? Sind die Buchstaben auf der Dachterrasse des Gebäudes ausreichend, um ein Zeichen zu setzen und einen Begriff in der Anwendung zu etablieren? Kann Transformation in Theorie und Praxis zusammenfinden? Muss Bestand von Grund auf transformiert werden oder dürfen Spuren der baulichen Vergangenheit zu sehen sein? Muss sich Neues anpassen oder vom Vorhandenen abgrenzen? Gibt es klare Grenzen zwischen Ort, Gebäude und Akteurinnen und Akteuren? Welche Rolle spielt die Zeit im Umbauvorhaben? Reichen vier Monate aus?

Die Probleme der Gegenwart stellen uns vor große Herausforderungen. Die vom Menschen erzeugten Treibhausgasemissionen bringen die Stabilität unseres Klimas ins Schwanken. Um schwerwiegende Folgen der Erderwärmung zu vermeiden, muss das Zwei-Grad-Erwärmungslimit eingehalten werden.¹ Das Bauwesen trägt maßgeblich zu irreversiblen Schäden bei und muss seinen Beitrag zur Verbesserung leisten.² Das Wissen, über das wir bereits verfügen und über das wir uns austauschen, muss durch transformative Praxis umgesetzt werden. Dabei liegt die besondere Herausforderung darin, sich weder allein auf allgemeine Probleme wie Verschmutzung von Wasser oder Luft noch auf die einseitige Spezialisierung in technischen Lösungsansätzen – etwa für Heizungsbau oder Stromgewinnung – zu fokussieren. Die Realität ist komplexer, sie bündelt Aufgaben an die Menschen, die Gesellschaft, Stadt, Land und Politik. Umweltbelastung durch das Bauen stellt uns vor eine belastende Realität – denn bisher wurde das Bauen nicht reversibel gedacht.³ Eine weitreichende Transformation ist nicht nur notwendig, sie muss so schnell wie möglich

¹ Jonathan T. Park: Climate Change and Capitalism, in: Consilience (14), 2015, S. 189–206.

² G. R.: Wider Untaten in Beton, in: Schweizer Bauzeitung, SIA-Heft, Nr. 10, 1974, S. 1027.

³ Ebd.

in Gang gesetzt werden. Der Zukunft Bau Pop-up Campus hat sich einer Transformation von innen unterzogen. Er hat sich an seinem Objekt selbst, dem einstigen Sitz der Aachener Bausparkasse, mit den Herausforderungen einer Bauwende befasst und sich die Frage gestellt, wie wenig ist eigentlich genug?

Reduktion. Das Umbauvorhaben Pop-up Campus handelt die Schwierigkeiten im nachhaltigen Umgang mit den vorhandenen Ressourcen aus. Alte Büromöbel werden für das Campusinventar recycelt, Abhangdecken demontiert, gesichtet und wieder montiert. Darunter wird es doch nicht schöner. Ein paar Leisten gehen kaputt, jemand läuft durchs Haus zur Deponie im fünften Stock, um noch sechs Stück vor der Entsorgung zu retten. Die Latten werden in den Ausstellungsräumen des zweiten Geschosses wieder eingesetzt. Das Baugerüst vor dem Haus ist für zwei Monate gemietet. Die Projektfahnen daran sind neu, sie rahmen den Blick in die Vitrinen. Die neun Themen ausgearbeitet, der Inhalt der Vitrinen das wiederverwendete Druckerpapier aus dem Pop-up-Büro, Teerreste von der Baustelle auf der anderen Straßenseite und eine private Monstera aus dem Pop-up-Campus-Team. Der Hopfen steht bei über 30 Grad auf dem Gerüst und die Bewässerung läuft spärlich. In einer entstehenden Routine werden die Pflanzen morgens als Erstes und abends als Letztes mit der Gießkanne gegossen. Herunterlaufendes Wasser landet auf dem Gehweg. Baunetze, spontan mit vier Packungen Heftklammern zu doppelt gerafften Vorhängen getackert, angebracht an übrig gebliebenen Holzlatten, werden zu Raumteilern.

Die Ressourcen auf dieser Erde sind endlich. Die Nutzung von Ressourcen ist immer eine Belastung für die Umwelt. Der Bausektor beeinflusst den Verbrauch von Ressourcen erheblich. Er versiegelt nicht nur Böden, er greift in Naturhaushalte, Landschafts- und Stadtbilder ein, und selbst Recyclingvorhaben benötigen Energie, emittieren Schadstoffe bei der Verwertung von Abfällen und nutzen Flächen dauerhaft zur Deponierung. Lange Wertschöpfungsketten in der Rohstoffnutzung sind häufig intransparent und ineffizient.⁴ Der Pop-up Campus befasste sich deshalb mit niederschweligen Lösungsansätzen unmittelbar am Objekt der Theaterstraße 92–94. Das Ausloten von Reduktion stand dabei im Mittelpunkt: Was bleibt erhalten? Was wird wiederverwendet? Was muss weg? Die Kürze der Projektlaufzeit ließ kaum Spielraum, den Erhalt und Nichterhalt lange zu diskutieren. Bei dem Versuch, die Materialien und Begebenheiten des Gebäudes und seiner Umgebung zu nutzen, wuchs die logistische Herausforderung im Laufe des Experiments stetig an. Obwohl das gesetzte Ziel darin bestand, mit so wenig Umbaustoff wie möglich zu arbeiten, zeigte sich schnell, dass bereits große Mengen an Baumaterial im Gebäude zu finden

⁴ Umweltbundesamt: Ressourcennutzung und ihre Folgen, 2013, <https://www.umweltbundesamt.de/themen/abfall-ressourcen/ressourcennutzung-ihre-folgen> (abgerufen am 7.3.2023).

waren, wenn man einen Wiederverwendungszweck für sie erkannte. Und obwohl sich der Umbau des Bürogebäudes aus den 1970er-Jahren über drei Etagen, eine Dachterrasse, einen Innenhof und eine Werkstattgarage erstreckte, entstanden Engstellen und Hindernisse, für die schnelle und kreative Lösungsansätze gefunden werden mussten. Die genutzte Fläche des Pop-up Campus war dabei alles auf einmal: Lagerraum für auseinandergeschraubte Resopalmöbel und Blumenerde, Labor für raumklimatische Messungen der TU München, Arbeitsraum für studentische Hilfskräfte, Empfangsbereich für die interessierte Stadtgesellschaft, Werkstatt für Kreissäge und Co., Deponie nicht brauchbarer Stoffe und vieles mehr. Räumliche Widerstände und Innovationsdenken standen einander direkt gegenüber.

Reibungen und Widerstände. Die wenigen passenden Schrankrückwände der Projektaufsteller sind abgezählt und eine zerbricht beim Abbau. Die Schreibtische passen nicht in den Aufzug und werden einzeln die Treppen hinauf- und heruntergetragen. Dann bleibt der Aufzug im Keller stecken und fällt für zwei Tage aus. Schließlich geht es nicht mehr ohne und wir beschließen Flachverbinder und gelbe Sprühfarbe zu bestellen. Doch die gegenwärtigen Lieferzeiten sind von längerer Dauer als das Ereignis Pop-up Campus. Es bleibt keine Zeit, um lange zu überlegen. Der Mini startet und fährt alle Baumärkte in der Umgebung ab. Auf dem Weg holt er Materialien im Fotostudio der Universität ab, während das Handy im Lautsprechermodus auf dem Beifahrersitz ununterbrochen klingelt. Die Kreissäge ist im Dauerbetrieb und zwei Akkuschauber wechseln ständig ihren Standort zwischen Werkstattgarage und Ausstellungsräumen. Die beiden Gehörschützer gehen von Hand zu Hand und drei Hammer verarbeiten 200 Holzlatten zu Aufstellern. Die einzige Leiter wird vom Baugerüst zur nächsten Deckenmontur und dann wieder zu den Pflanzen in den Dschungel gebracht. Die Werkzeuge reichen nicht aus – doch die unzureichende Ausstattung eröffnet Zeitfenster, um kurz nachzudenken, neue Probleme in den Räumen zu sehen und einmal schneller eine Lösung zu finden.

Ein alter Entwurf stand im Kontrast zum Bauen von morgen. Gleichzeitig schuf der Kontrast Bewusstsein für die zukünftigen Problematiken des Bausektors von der Mikro- bis zur Makroebene. Die Reduktion zog sich durch alle planerischen und gestalterischen Ebenen. Sie betraf Zeit, Bestand, Material, Werkzeuge und Arbeitskräfte. Es entstanden Engpässe, Hindernisse und Sackgassen – aber auch neue Möglichkeiten. Bei der Frage, wie Reduktion im Verhältnis zu Suffizienz steht, versucht Zukunft Bau herauszufinden, in welchem Verhältnis weniger mehr sein kann. Dabei geht es auch um die Steigerung von Effizienz und Konsistenz in den Industrienationen, in denen wir leben – und um ihr Verhältnis zu Suffizienz. Das Augenmerk liegt vor allem auf der Angemessenheit und Maßhaltigkeit für

eine kulturelle Umorientierung zu mehr Nachhaltigkeit.⁵ Auf dem Pop-up Campus stand der Begriff Suffizienz nicht für Verzicht oder Einbußen zugunsten der Nachhaltigkeit, sondern er war positiv konnotiert. Suffizienz beim Umbau kann die Effizienz und Konsistenz unserer Gesellschaft unterstützen.⁶ Sie kann das erforderliche schnelle Handeln der Baubranche fördern. Das Pop-up-Campus-Experiment verhandelte die Grenzen des Verbrauchs zwischen materiellen Gütern und immateriellen Bedürfnissen.⁷

Genug. Ein Experimentier- und Ausstellungsraum kann in Imperfektion bestehen. Er hält eine halb transparente Schicht Farbe und Streifen an den Wänden aus. Er hält es aus, wenn der Hopfen an der Fassade wegen extremer Hitze in der Stadt es nicht schafft, in drei Monaten bis zum Dach zu wachsen. Der Teppichboden im Kabinett der Riesen reicht für die temporäre Ausstellung aus, während die Riesen auf befüllbaren Standfüßen von Sportgrenzfahnen und Resopalpodesten stehen. Die alten Büroböden und Stolperkanten an den abgerissenen Zwischenwänden wirken zwischen dem alten und neuen Entwurf des 1970er-Jahre-Baus mit. Die Suche nach dem einen funktionierenden Lichtschalter in den Schalterreihen der Flure ist angemessen bei einem Projekt, in dem die Auseinandersetzung mit dem Objekt im Fokus steht. Wackelige Aufsteller mit Astlöchern sind gezielt mit Schrankrückwänden ausgesteift, während die stabilen Teile für Trittaufsteller verwendet werden. Die Sitzstufen-Leihgabe aus dem Stadtsaal gestaltet die Treppe im Eingangsbereich – die untergelegten Holzklötzchen sind erst auf den zweiten Blick zu sehen. Die Gestaltung der Transformation in der Pop-up-Campus-Funktion reicht aus – auch um ungeplant drei Stunden länger zu verweilen, wenn der große Sommerregen die Stadt unter Wasser setzt.

Im Verhältnis zwischen Entwurf und Umsetzung am Pop-up Campus wurde klar, dass großzügige Reduktion möglich ist, jedoch nicht überall erforderlich. Die materielle Ebene des Projekts schien einfacher zu entwickeln gewesen zu sein als seine immateriellen Komponenten. Weniger Verbrauch neuer Ressourcen durch die Nutzung vorhandener Materialien ist in einer Transformation von innen heraus möglich. Auch Neuanschaffungen konnten am Objekt Pop-up Campus direkt weitergegeben werden. Mit der Pop-up-Auktion auf der Finissage gingen Möbel, Pflanzen, Projektfahnen und Aufsteller in die Hände von Besucherinnen und Besuchern. Der Pop-up Campus zeigte: rückgängig machen ist möglich. Die immaterielle Ebene des Projekts verwies jedoch auf die Grenzen schneller Transformation im

⁵ Arne Steffen: Weniger!, in: db deutsche bauzeitung, 2012, <https://www.db-bauzeitung.de/wissen/energie/weniger/> (abgerufen am 7.3.2023).

⁶ Manfred Linz et al.: Von nichts zu viel. Suffizienz gehört zur Zukunftsfähigkeit, Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie, 2002, S. 9 f.; <https://epub.wupperinst.org/frontdoor/deliver/index/docId/1512/file/WP125.pdf>.

⁷ Ebd., S. 13.

Bauwesen. Auch wenn die Gestaltung eines Objekts Unvollkommenheit aushält und darin Ästhetik zu finden ist, schließt die Planung eines viermonatigen Projekts Spontaneität, Anpassungsfähigkeit und persönliches Engagement mit ein. Die Nichtplanbarkeit eines schnellen, nachhaltigen Umbaus verweist auf die Kapazitätsgrenzen bei einem Bauvorhaben. Auch wenn zügig flexible Hilfskräfte für das Projekt gefunden wurden, bedurfte es ausreichender Werkzeuge, technischer Ausstattung, direkter Kommunikationswege, Absprachen und Denkpausen, um eine erfolgreiche Umsetzung zu ermöglichen.

Bei einem erneuten Treffen im Februar 2023 beging das Pop-up-Campus-Team noch einmal das Gebäude. Nun waren alle Innenwände verschwunden, die Stützen freigelegt und in Anbetracht der Rohbauschönheit fragten wir uns, ob noch weniger noch besser gewesen wäre. In der Ruhe des Post-Pop-up vielleicht – im Licht der antizipierten Ziele des Projekts eher nicht. Die Suffizienz des Pop-up Campus zeichnete sich als Aufgabe und nicht als Zustand aus. Es war ein Experiment mit dem Ziel zu suchen und zu lernen. Es war ein Aufruf für einen Beitrag zur Nachhaltigkeit im Rahmen der Möglichkeiten der teilnehmenden Institutionen, Gruppen und Individuen.⁸ Ein Versuch, eine Bauwende zu definieren und zu rahmen und daraus Schlüsse für das Bauen von morgen zu ziehen.

Was ist genug? Kaputte Technik für die Filmmatinee in den Festivalwochen leider nicht. Ein Pappaufsteller, Informationen auf dem Gehweg, um einen Diskurs mit der Nachbarschaft und Passantinnen und Passanten anzuregen, und eine offene Tür dafür schon. Zwei Akkuschauber und zwei Gehörschützer für einen schnellen Umbau nicht. Eine Lücke am Randstreifen der Straße als Ladefläche auch weniger. Und nette Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Ordnungsamtes leider ebenso wenig. Große gelbe Buchstaben auf dem Dach dafür schon. Ausstellungseröffnungen auf der Dachterrasse auch. Von dort ein Blick nach innen zwischen die Lamellen des alten Sonnenschutzes der Bausparkasse in die Pop-up Räume und über die Stadt in Richtung Dom, Universität und Lousberg schon eher. Die Zeit – mit viel Engagement – gerade eben. Vor allem aber reicht es, um ein paar Antworten auf Fragen zur Bauwende zu finden. Es ist genug, um Transformation gleichzeitig in Theorie und Praxis zu bemühen. Und es ist genug, um für die Zukunft zu lernen.

⁸ Ebd., S. 12.

