

B4



BAU

114. JAHRGANG

Das Architektur-
Magazin

April — 17

MEISTER

Häuser
und
ihre
Gesichter:

Fassaden

+
ALMANNAI FISCHER
PHILIPPE BLOCK
LUIS LONGHI
HISAO SUZUKI
OMA
WILFRIED WANG



04
D 16 €
A 1 18 €
I 19,90 €
CH 24 SFR

Kann Schwäche
eine Stärke
sein

?

Die Block Research Group an der ETH Zürich ist an mehreren Projekten beteiligt, die sich mit der nachhaltigen Verwendung lokaler Baustoffe beschäftigt. Ihre Forschung bezieht sowohl handelsübliche Materialien ein, als auch Dinge, die gemeinhin für Abfall gehalten werden. Ein Überblick über ihre Arbeit

Text:
Philippe Block



FOTO OBEN: IWAN BAAH; UNTEN: NIGEL YOUNG + NORMAN FOSTER FOUNDATION



3

Kein Baumaterial wird auf der Welt häufiger verwendet und ist weiter verbreitet als Stahlbeton. Doch in vielen Ländern und Klimazonen ist dieser Baustoff unbezahlbar und wenig praktisch, ganz zu schweigen von den schädlichen Auswirkungen auf die Umwelt. Stahl korrodiert und verursacht dadurch eine frühzeitige Alterung des Betons, was zu einer massiven Verringerung der Lebensdauer und der Nutzbarkeit von Stahlbetonbauten führt. Darüber hinaus werden für Gebäude, deren Tragstrukturen maßgeblich auf Biegung beansprucht werden, große Mengen an nicht erneuerbarer und/oder energieintensiver Materialien benötigt. Im Gegensatz dazu haben Konstruktionen, die dem Kräfteverlauf folgen und allein durch das Wirken von Druckkräften stabil stehen, den Vorteil, dass für sie Materialien in Frage kommen, die bis dahin wegen zu geringer

Zug- oder Biegebelastbarkeit ausgedacht waren. Damit eröffnen sich neue Möglichkeiten, materialverschwendende Konstruktionsformen zu vermeiden.

Die Arbeiten der Block Research Group (BRG) an der ETH Zürich unter der Leitung von Philippe Block und Tom Van Mele demonstrieren, dass sich die Schwächen eines Materials durch strategische Anordnung und eine geeignete Geometrie und Entwurfsform in Stärken verwandeln lassen. Die von den Forschern der BRG entworfenen neuen Formen orientieren sich stärker an den Eigenschaften der Materialien. Auf diese Weise werden Konstruktionen möglich, die unter Annahme sämtlicher Lastfälle als Druckform ihre Stabilität erreichen. Je nachdem welches Material verwendet wird, sind solche Tragwerke potenziell deutlich leichter und erfordern einen erheb-

lich geringeren Materialaufwand. Die Forschungsprojekte der BRG konzentrieren sich auf vier Materialkategorien, die allesamt über eine sehr geringe Biegezugfestigkeit verfügen:

- 1 traditionelle Materialien wie Backstein oder Stein
- 2 einfache, vor Ort hergestellte Materialien wie erdgespresste Ziegel
- 3 wiederverwendbare oder erneuerbare Materialien, zum Beispiel aus Abfällen hergestellte Ziegel, oder Materialien, die sich züchten oder anbauen lassen
- 4 bedarfsabhängig produzierte Materialien für Herstellungsverfahren wie das 3D-Drucken mit Sand

Das Armadillo-Gewölbe

Zusammen mit Ochsendorf DeJong & Block und der Escobedo Group wurde das Armadillo-Gewölbe (Abb. 1) für die Architektur-Biennale 2016 in Venedig entworfen und realisiert. Es besteht aus 399 einzeln maschinell zugeschnittenen Steinen und wird nur durch Kompressionskräfte zusammengehalten. Es kommt ohne Mörtel, Kleber oder Bewehrung aus. Trotz der geringen Zugbelastbarkeit der Steine ist das Gewölbe so konstruiert, dass es sich komplett selbst trägt und aufgrund seiner Geometrie mehr als 15 Meter in mehrere Richtungen überspannt. Die Einschränkungen des Materials wurden dabei konsequent berücksichtigt. Die Konstruktion beweist, dass auch ein einfacher Werkstoff verwendet werden kann, wenn der Entwurf sich an die Grenzen des Materials anpasst und sie für sich nutzt.

FOTO OBEN: ETH ZÜRICH, LARA DAVIS; BEIDE RECHTS: ALBERT VERVERKA/ESTO

Das SUDU-Projekt

In Entwicklungsländern, wo es häufig an Rohstoffen, Infrastruktur und finanziellen Mitteln mangelt, bieten vor allem Konstruktionen eine Lösung, die vor Ort verfügbare Materialien nutzen und auf die Ressource zurückgreifen, die im Überfluss vorhanden ist – nämlich Arbeitskraft. Ein Beispiel ist das SUDU-Projekt (Abb. 3) in der äthiopischen Hauptstadt Addis Abeba zum Bau von nachhaltigen städtischen Wohneinheiten (SUDU bedeutet Sustainable Urban Dwelling Unit). Es wird in Kooperation mit Dirk E. Hebel durchgeführt und mit vor Ort produzierten Baumaterialien gebaut, wie etwa erdgespressten Dachziegeln. Teil des Projekts ist auch die Ausbildung von Facharbeitern aus der Umgebung, die die Ziegel herstellen und damit mauern. Die Baumethode ermöglicht es, auf den Import von teuren Materialien und technischen Werkstoffen weitestgehend zu verzichten. Stattdessen werden Konstruktionen verwendet, die für die Verarbeitung von wenig zugbelastbaren Materialien optimiert wurden.



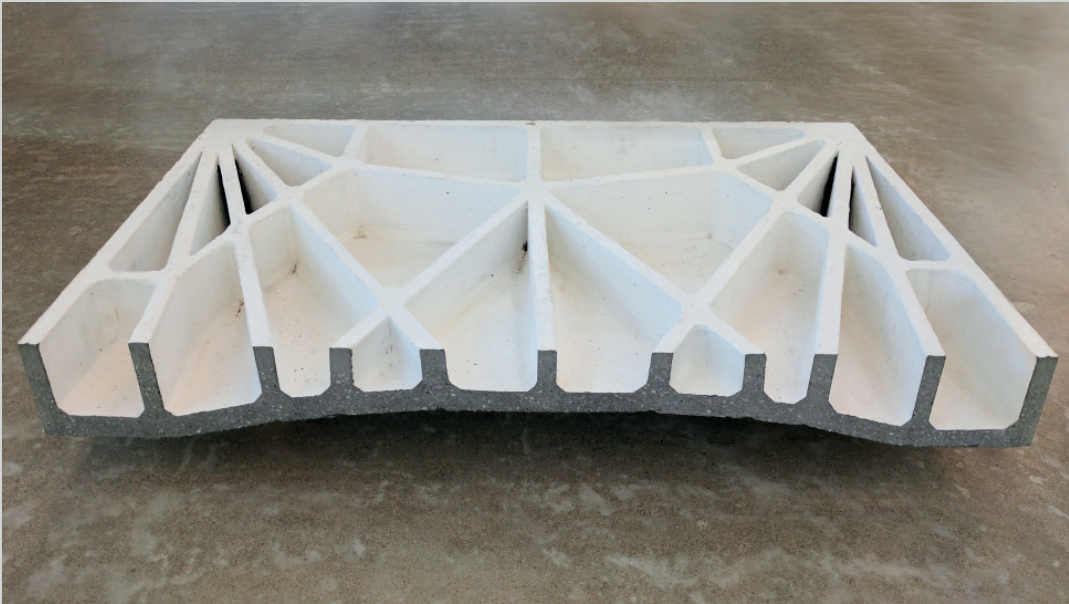
4



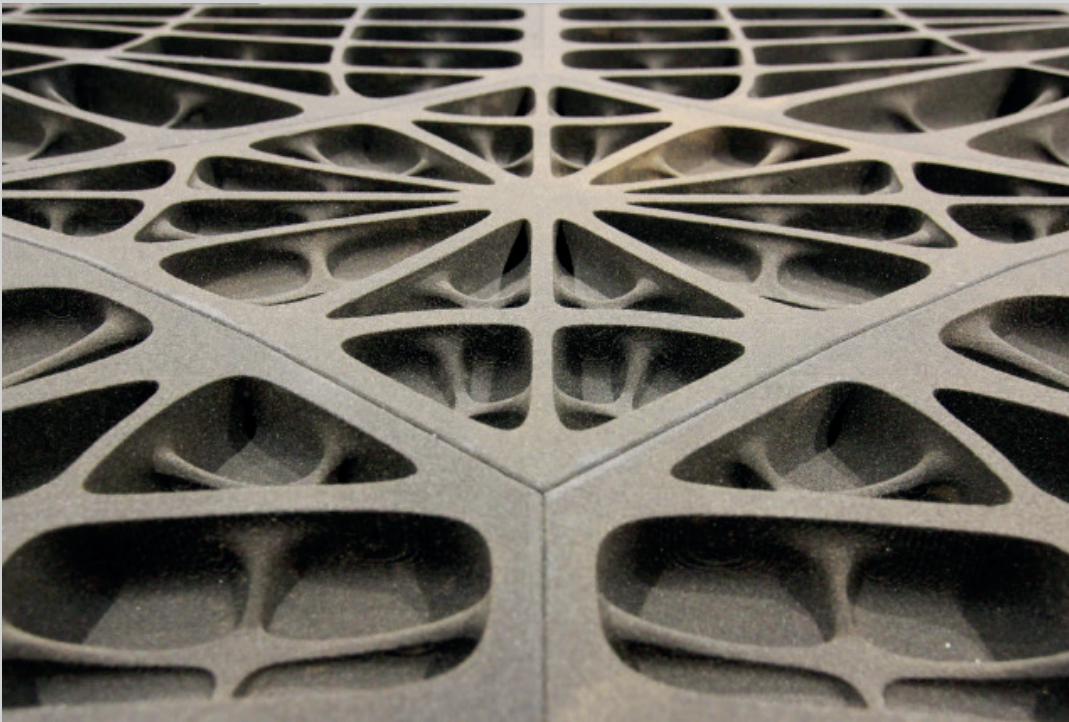
5

Das Droneport-Projekt

Einen ähnlichen Ansatz verfolgt das Droneport-Projekt in Ruanda (Abb. 2), an dem die Norman Foster Foundation in Kooperation mit der BRG und Ochsendorf DeJong & Block arbeitet. Hier werden Baukastensysteme inklusive Anleitung für die Errichtung von so genannten Droneports in unzugänglichen Gegenden bereitgestellt. Die Tragstrukturen sind so entworfen, dass sie durch Druckkraft aufrecht stehen und gleichzeitig ausreichend doppelt gekrümmt sind, um selbsttragend zu sein. Der Droneport kann durch Arbeiter der jeweiligen Gemeinde und mit Hilfe von vor Ort verfügbaren Materialien wie etwa ungebrannten Erdziegeln errichtet werden.



6



7

Gezüchtete und gewachsene Baustoffe

Gewachsene oder recycelte Materialien eröffnen ebenso neue Wege beim Bauen, um die fortschreitende Erschöpfung von natürlichen Ressourcen zu verlangsamen. Ein Beispiel ist das Gewölbe aus komprimierten Tetrapack-Paneeeln, das die BRG zusammen mit Dirk E. Hebel entworfen und auf dem IDEAS CITY Festival 2015 in New York aufgebaut hat (Abb. 4 und 5). Die Form des Bogens, der einen Quartierspark zwischen zwei Gebäuden in Lower Manhattan überspannte, folgte dem Kräftefluss und war so optimiert worden, dass hauptsächlich Drucklasten entstanden. Auf diese Weise erweist sich ein niedrigwertiges Produkt – das im Wesentlichen aus weggeworfenen Getränkebehältern besteht – als tragfähiges Material. Nach Ende des Festivals wurden die Paneele und andere Materialien recycelt oder wieder neu verwendet.

Gewachsene und speziell gezüchtete Baustoffe bieten interessante Möglichkeiten und erschließen ein weiteres Forschungsgebiet mit vielversprechender Zukunft. Beispiele sind etwa Bambus, dessen vielseitige Eigenschaften noch erforscht werden und der als Alternative zu Stahl in Frage kommt. Zudem Myzellum, das schnellwachsende Wurzelgeflecht eines Pilzes, das einen natürlichen, selbstorganisierenden Klebstoff produziert. Derartige Werkstoffe, die bisher als unbrauchbar galten, weil sie als „folkloristisch“ oder sogar als schädliche Abfallstoffe wahrgenommen wurden, erweitern die Horizonte des Bauens, indem sie für abschließlich auf Druckkräften basierende Konstruktionen genutzt werden. Zunehmend wichtig ist in diesem Zusammenhang, dass nationale Bauverordnungen entsprechend angepasst werden, so dass die potenziellen Vorteile – wie auch die noch zu bestehenden Her-

ausforderungen – angebauter und speziell gezüchteter Baustoffe entfaltet beziehungsweise gemeistert werden können.

Beton möglichst dünn

Sogar Beton kann mit Hilfe der Verwendung speziell entworfener und hergestellter dünner Schalenstrukturen deutlich effizienter genutzt werden. Das von historischen Dünnschichtgewölben inspirierte, druckstabile Deckensystem besteht aus dünnen, unbewehrten Betongewölben, die an ihren vier Ecken gestützt werden, wobei Zugstreben die vier Stützpunkte verbinden (Abb. 6). Eine Decke, die zugleich ein Gewölbe ist, hat den Vorteil,

dass es beim Material nicht auf die Zugbelastbarkeit ankommt. Und da keine Bewehrung erforderlich ist, kann der zusätzliche Beton, der normalerweise zum Bedecken der Stahleinlagen notwendig ist, eingespart werden. Der Materialverbrauch kann so im Vergleich zu herkömmlichen Betondecken um 70 Prozent gesenkt werden. Durch Optimierung der Konstruktion mittels Anpassung an die „Schwäche“ des Materials bietet dieses Deckensystem enorme Einsparungspotenziale, insbesondere bei Hochhäusern.

Die Nutzung von druckbeanspruchten Systemen in Kombination mit Zugbändern lässt sich auch auf andere Materi-

alien anwenden. Das funikuläre Deckensystem wird gegenwärtig in einer Variante aus 3D-gedruckten Teilen weiterentwickelt, die aus Quarzsand hergestellt werden (Abb. 7). Zusätzliche Vorteile dieser Methode sind, dass sie Maßanfertigungen ermöglicht und keine Schalung benötigt wird. Die Nachteile dieser Technik, inklusive der geringen Druckbeanspruchbarkeit des Materials und der Begrenzungen der Bauteilgrößen, lassen sich zum einen durch die Verwendung von Schalenformen ausgleichen und ferner dadurch, dass man Systeme in einzelne Module segmentiert. Dadurch wird sichergestellt, dass in allen Zonen Druckkräfte herrschen.

So wie die Form der Funktion folgen sollte, sollte die Form sich auch nach den Eigenschaften des Materials richten. Das hier vorgestellt Spektrum an Werkstoffen – vom historischen Baumaterial Stein bis zu hochmodernen Quarzsandverbindungen im 3D-Druckverfahren – zeigt, dass auch nur minimal beanspruchbares Material belastbar wird, wenn es in einer Konstruktion Verwendung findet, die den Kräftefluss berücksichtigt.

Aus dem Englischen von Michael Wachholz

- 1
Block Research Group –
ETH Zürich, Ochsendorf
DeJong & Block und die
Escobedo Group: Arma-
dillo-Gewölbe, Ausstel-
lung „Beyond Bending“
auf der Architekturbien-
nale in Venedig 2016

2
Norman Foster Foundati-
on, Ochsendorf DeJong &
Block, Block Research
Group – ETH Zürich, et al.:
Prototyp des Droneport
auf der Architekturbien-
nale in Venedig 2016

3
Dirk E. Hebel und die
Block Research Group –
ETH Zürich: SUDU-Projekt.
Bau einer nachhaltigen
städtischen Wohneinheit
in Addis Abeba, 2010

4+5
Block Research Group
und Dirk E. Hebel,
ETH Zürich: Pavillon der
ETH Zürich auf dem
„IDEAS CITY Festival“
in New York, 2015
- 6
Block Research Group –
ETH Zürich, funikuläres,
druckstables Decken-
system aus dünnen, un-
bewehrten Betongewöl-
ben, die an ihren vier
Ecken gestützt werden

7
Block Research Group –
ETH Zürich, 3D-gedruck-
tes Deckensystem aus
Quarzsand als Variante
des funikulären Decken-
systems

FOTO OBEN: BLOCK RESEARCH GROUP – ETH ZÜRICH; UNTEN: MARC DUERR