

1

2



3

4

WANDKUNST

(Text: Dagmar Ruhnau; Fotos: Helmuth Schwarz)

BETON IM BESONDEREN: FORSCHUNGSPROJEKT AN DER TU MÜNCHEN
ZU NEUARTIGEN BETONFERTIGTEILEN

Die Verbesserung herkömmlicher Betonkonstruktionen war das Ziel eines Forschungsprojekts am Lehrstuhl Baukonstruktion und Baustoffkunde der TU München. Es sollten sehr schlanke Beton-Fertigteilwände entwickelt werden – inklusive aller heute notwendigen Eigenschaften für Außenwände. Die Motivation war vielfältig: Sie reichte vom Wunsch, die Nachhaltigkeit von Beton zu erhöhen, bis zum Anspruch, einen Beitrag zur Beseitigung der Wohnungsnot durch schnell zu verarbeitende und Platz sparende Bauteile zu leisten. »Nebenbei« ergab sich daraus eine begleitende Semesteraufgabe: die Oberflächen dieser Fertigteile zu gestalten.

Die Vorteile von Beton – Tragfähigkeit, Brand- und Schallschutz sowie gutes Vergussverhalten – werden seit Langem geschätzt. Seine Langlebigkeit verleiht ihm eine gewisse Nachhaltigkeit, doch der Energieaufwand für die Herstellung und die Tatsache, dass Abbruchbeton zumeist nur »downgecycelt« wird, gelten als Argumente gegen Beton – und waren Ansatzpunkt für die Forscher.

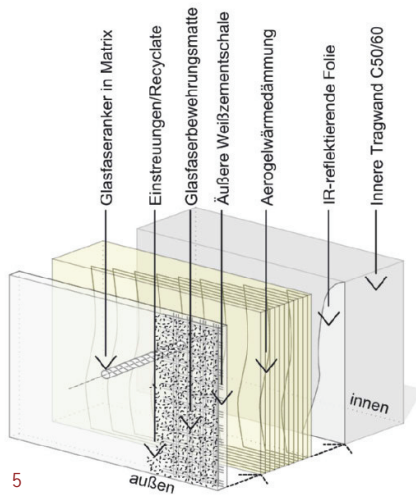
Eins war von vornherein klar: Aus Ortbeton würden die neuen Wandkonstruktionen nicht sein. Industriell, so die Argumentation, lassen sich bessere Bauteile schneller und damit insgesamt kostengünstiger herstellen. Woraus genau die neuen Bauteile bestehen sollten, untersuchten Mitarbeiter des Lehrstuhls für Baukonstruktion und Baustoffkunde während ihrer Forschungen [1]: die notwendige Zusammensetzung des Betons, die Bewehrung und den konstruktiven Aufbau der Wände. Hierbei entschied man sich für eine zweischalige Konstruktion, denn im Vergleich mit einer einschaligen Verbundkonstruktion war nachgewiesen worden, dass diese aufgrund der unterschiedlichen Anforderungen an die Außen- und Innenschale – wie Tragwirkung, Wärmedämmung usw. – keine Vorteile bietet. >

[1] Von dicht nach locker wird sich die Anordnung der Waben über die Fassade hinweg verändern (Entwurf: Maria Xenaki und Panagioti Mavroedi)

[2] Ob der QR-Code, von dem die Platte einen Teil trägt, als Ganzes funktioniert? So ist's gedacht! (Jungsoo Kim und Jooyoung Kim)

[3] Der Salamander erinnert an Escher-Motive. Er wurde durch strukturierte Pappe eingeprägt (Bettina Rose und Jasper Caenepeel)

[4] Leicht geneigte Module und Störungen im Rhythmus auf der Betonplatte bewirken ineinander übergehende Flächen (Leila Teresa Laux)



5

[5] Aufbau der effizienten Wandkonstruktion. Die Deckplatten, Gegenstand der Semesteraufgabe, sind nicht mehr als 3 cm dick

[6] Grundlage für diesen Entwurf sind der Goldene Schnitt und die Analyse islamischer Gewölbe und Muster (Maria Kremer)

[7] Schalung für den Entwurf »Faltbeton«: Filigrane Origami-Strukturen werden massiven Betonformen (Julia Rosenfeld und Benedikt Düscher)



6

Der entwickelte Aufbau umfasst nun eine 90 mm dicke tragende Innenschale, 80 mm Dämmung und eine Deckschale mit 30 mm. Verbunden werden die beiden Schalen mit einer gerillten runden Glasfaserstabbewehrung, die bei geringer Einbindetiefe und minimaler Wärmeleitung die beste Kraftübertragung bietet. Laut den Forschern sind damit bis zu sechsgeschossige Bauten denkbar.

IRRTÜMER UND ERKENNTNISSE

Um die dünne Außenschale herzustellen, untersuchte das Team Betone unterschiedlicher Festigkeitsklassen in Abhängigkeit von der Materialstärke. Sah es zunächst so aus, als wäre der verhältnismäßig neue, ultrahochfeste Beton (UHPC, Ultra High-Performance Concrete) die beste Lösung, stellte sich letztlich heraus, dass es aufgrund der automatisierten Mischtechnik in den Fertigteilwerken günstiger war, den besten Normalbeton, C50/60, zu verwenden. Außerdem, argumentieren die Forscher, ist die Nachbehandlung von UHPC recht aufwendig und der Rückbau sehr energieintensiv. Die Idee, die Bauteile mit Mikrostahtfasern ($l/d = 09/0,15, 202 \text{ kg/m}^3$) zu bewehren,

wurde immerhin übernommen, da diese sich in Vorversuchen als bestens geeignet herausgestellt hatten. Wegen der Gefahr des Rostens allerdings wurden in der äußeren Schale zur Bewehrung Glasfaserarmaturen eingesetzt. Parallel experimentierte das Team mit Recyclat-Einstreuungen in die Oberfläche, die u. a. aus Ziegelgranulat, recyceltem Kunststoff und unterschiedlichen Holzspänen bestanden.

Auch bei der Wärmedämmung ergaben die Versuche andere Ergebnisse als erwartet. Das Team wollte ursprünglich Vakuumisulationspaneele einsetzen und deren empfindliche Hülle durch exakte Einbettung in die Betonmatrix schützen. Es stellte sich aber einerseits heraus, dass trotz bester Behandlung das Vakuum entweichen konnte, andererseits waren die Bewehrungsanker zwischen den beiden Schalen und damit die Durchdringungen der Dämmschicht zahlreich und recht dicht verteilt. Deshalb wurden robustere Aerogelvliesmatten mit $\lambda = 0,013 \text{ W/mK}$ gewählt. Ergänzend wurden IR-reflektierende Folien eingesetzt, die die Wärmeleitung äquivalent ca. 1 cm herkömmlichen Dämmstoffs reduzieren. Damit könnten die 20 cm dicken Wände selbst in Passivhäusern eingesetzt werden.



7

SEMINAR OBERFLÄCHENGESTALTUNG

Begleitend zu den Forschungen erhielten die Teilnehmer des Entwurfsseminars »Neue Werkstoffe« im Masterstudiengang Architektur die Aufgabe, für die Fertigteile attraktive Oberflächen zu entwickeln. Ein Gedanke dabei war, durch gute Gestaltung die allgemeine Akzeptanz von Sichtbeton-

oberflächen zu erhöhen. Die Gestaltung sollte einerseits die Individualität der Gebäude betonen und sie zugleich gut in die Umgebung integrieren können. Technisch waren Materialökonomie, die Berücksichtigung der Alterung und Vermeidung von Nachbearbeitung gefragt. Mit Unterstützung der Industrie – u. a. konnten die Studierenden vor Ort bei RECKLI die Matrizenherstellung lernen – entstanden 14 Projekte. Die Werkstücke waren $35 \times 35 \times 2 \text{ cm}$ groß. Die letztlich im Rahmen des Entwurfs entwickelten Fassaden variieren den Maßstab jedoch, mit ganz unterschiedlichem Ergebnis – mal kommt das Relief durch die Wirkung von Licht und Schatten gewaltig zur Geltung, mal scheint es fast zu fein, um zu wirken.

FAZIT UND AUSBLICK

Obwohl das Ergebnis schon recht zufriedenstellend war, blieben einige Fragen offen – es besteht also weiterhin Forschungsbedarf. Gegenwärtig bewirbt

sich das Team um Förderung, damit die Tragwirkung der Konstruktion in der Praxis erprobt werden kann. Rechnerisch können bis zu sechs Geschosse hohe Gebäude errichtet werden, doch will man realistisch beginnen, mit einem zweigeschossigen, $10 \times 10 \text{ m}$ großen Gebäude. Hier ist u. a. der Brandschutz Thema. Bei der Herstellung der Betonteile stellte man außerdem fest, dass die GFK-Anker eine radiale Entmischung auf der Schaloberfläche bewirkten – auch das würde sich lohnen untersuchen zu werden. •

[Weitere Informationen]

[1] Projektleitung: Matthias Pätzold, Lehrstuhl für Baukonstruktion und Baustoffkunde Prof. Florian Musso; Projektpartner: Lehrstuhl für Massivbau, Prof. Dr. Oliver Fischer, Thomas Lechner, Lehrstuhl für Gesteinschüttung, Prof. Dr. Detlef Heinz, Dr. Ludovico Urbanas; Drittmittelpartner: Rohrdorfer Betonwerke; Förderer: Bayerische Forschungsförderung

we
care

Kreative Freiheit für Individualisten

Besenstrich- und Kampputz
weber.star 280

Mineralischer Edelputz zur
Herstellung von individuellen,
klassischen und modernen
Putzstrukturen – edel,
natürlich und trendig

sg-weber.de