

## Von der Forschung in die Praxis: Fassadenelemente neu gedacht

Steinbeis-Team FiberCrete entwickelt glasfaserverstärkten Architekturbeton

Gebäudehüllen für Bauwerke werden seit einigen Jahren zunehmend als vorgehängte Fassadenelemente ausgeführt. Diese Bauweise erfordert dünnwandige, leichte sowie freigeformte Fassadenelemente, sodass klassischer Stahlbeton aufgrund seiner Mindestbetonüberdeckung nicht eingesetzt werden kann. Demgegenüber verfügen stahlfrei bewehrte Betone, wie Kurzfaser- und Textilbetone, hier über ein hohes Anwendungspotenzial. Diese neuen Baustoffe bestehen in der Regel aus nichtkorrosiven Materialien, wodurch keine klassische Mindestbetondeckung erforderlich ist und somit filigrane Betonstrukturen mit hohem Leichtbaugrad umgesetzt werden können. Als alternative Bewehrungssysteme finden Kurzfasern, textile Matten oder Stäbe aus alkaliresistentem Glas oder Carbon Anwendung. Im Chemnitzer Steinbeis-Innovationszentrum FiberCrete werden neue faser- und textilverstärkte Baustoffe und Verbunde sowie Technologien zur Herstellung entwickelt, erprobt und umgesetzt. In einem Verbundprojekt entwickelten die Steinbeis-Experten nun den faserverstärkten Architekturbeton BetoLamina®-Cast sowie die Technologie zur Herstellung dünnwandiger Fassadenelemente aus dem Material, was erstmalig im Projekt Kaiserhof in Köln eingesetzt wurde.

Am geschichtsträchtigen Kaiser-Wilhelm-Ring in Köln entsteht derzeit eine neue exklusive Büroimmobilie – der von der MSM Meyer Schmitz-Morkramer Rhein GmbH entworfene Kaiser-Hof. Ein Highlight im Zuge des Neubaus ist die raffinierte rund 5.000 m<sup>2</sup> umfassende Fassaden-Architektur aus faserverstärktem Architekturbeton. Unterschiedlich ausgerichtete vertikale Formelemente in der hellen Außenfassade, sogenannte Lisenen, erzeugen ein außergewöhnliches Schattenspiel, das sich im Wechsel des Lichteinfalls permanent verändert. Die Anforderungen an den Architekturbeton sind eine besonders glatte Oberfläche mit höchster Sichtbetonklasse und einer matten Optik sowie einer hohen Witterungsbeständigkeit.

Im Auftrag der Art-Invest Real Estate Management wurde die Fassade in enger Zusammenarbeit von drei Partnern als „Firmenverbund Arbeitsgemeinschaft Faserbetonfassaden Kaiserhof Köln“ entwickelt und umgesetzt: Das Steinbeis-Innovationszentrum FiberCrete in Chemnitz erarbeitete die Betonrezeptur, unterstützte bei der Vorbereitung einer Zulassung im Einzelfall und übernahm die technologische Beratung. Die FIBER-TECH Products GmbH aus Chemnitz plant und realisiert die Produktion der Faserbetonbauteile, inklusive Formenbau und Lieferung. Die Medicke Metallbau GmbH schließlich ist neben der kompletten Werkplanung der Gesamtfassade für die Montage der Glasfaserbeton-Elemente verantwortlich.

Die Material- und Technologieentwicklung im Projekt umfasste den zusammenhängenden Komplex aus der Assemblierung eines angepassten Kurzfaserbetons, der Formgebung des Faserbetons, der Integration von Ankern für die Bauwerksbefestigung sowie der Entformung und Nachbehandlung der Fassadenelemente bis zur Montage am Bauwerk. Im Fokus der Entwicklungen stand die Abbildung einer ganzheitlichen Prozesskette, beginnend bei der Vermischung der Komponenten für den Glasfaserbeton bis hin zur logistischen Umsetzung. Bei der Materialentwicklung kam der vom Steinbeis-Innovationszentrum FiberCrete entwickelte modifizierte weiße Glasfaserbeton BetoLamina®-Cast zum Einsatz, der neben sehr guten mechanischen



Eigenschaften und einer hervorragenden Dauerhaftigkeit eine exzellente Sichtbetonqualität aufzeigt. Er ist als 5-Stoff-System aufgebaut, bestehend aus Portlandzement, Gesteinskörnung, Zusatzstoffen und projektspezifischen Zusatzmitteln. Aufgrund der komplexen Geometrie der Lisenen ist eine hohe Fließfähigkeit bei gleichzeitig hoher Mischungsstabilität des Frischbetons erforderlich. Deshalb wurden projektspezifische Zusatzmittel gemeinsam mit der MC-Bauchemie als Private Label in enger Zusammenarbeit für das Projekt entwickelt. Ferner standen im Fertigteilwerk für die Vermischung der Komponenten nicht die üblicherweise notwendigen Hochleistungs- oder Intensivmischer zur Verfügung. Folglich musste der Beton BetoLamina®-Cast für die Mischung in einem einfachen Zwangsmischer modifiziert werden, um eine absolut homogene Frischbetonmischung sicherzustellen.

Für derartige dünnwandige Betonelemente mit Materialstärken zwischen 14 mm und 30 mm sind keine zugelassenen Befestigungssysteme am Markt erhältlich. Dementsprechend entwickelte das Projektteam geeignete Befestigungselemente: Angestrebt war eine Lösung mit Inserts, die an der Form vor der Gießformgebung des Betons integriert werden, sodass eine genaue Positionierung sichergestellt ist. Konzipiert wurden diese Inserts auf Grundlage bionischer Prinzipien, die eine gleichmäßige Einleitung konzentrierter, punktförmig wirkender Kräfte in dünnwandige Beton-Fassadenelemente gestatten. Während der Entwicklungen haben die Experten unterschiedliche Inserts in Geometrie und Größe konstruktiv entworfen, berechnet und mittels Finite-Elemente-Methode simuliert, additiv gefertigt (selektives Lasersintern) und im Rahmen von Auszugsversuchen untersucht und die berechneten Ergebnisse validiert. Insbesondere beim konstruktiven Entwurf der Inserts wurden der Verbund zwischen metallischer Krafteinleitung und Textilbetonelement sowie Riss- und Versagensverhalten analysiert. Bei den Auszugsversuchen wurden spezielle Probekörper mit Aufdickungen im Bereich der einge-gossenen Inserts in 0°-, 45°- und 90°-Richtung unidirektional auf Zug belastet.

Die Fassadenverkleidung des Kaiser-Hofs besteht aus insgesamt 1.619 dreidimensional geformten Betonelementen und 137 plattenförmigen Bauteilen, die aus mehreren unterschiedlichen Typen zusammengesetzt sind. Die Betongießwerkzeuge wurden hinsichtlich der Formgebungstechnologie des Betons und der Anforderungen an die Oberflächengestaltung der Fassadenelemente konzipiert. Ferner wirkten sich die benötigten Stückzahlen der Fassadenelemente und die damit verbundenen Standzeiten der Formen auf das Formenkonzept aus. Der Wiederholungsgrad an gleichen Betonelementen entschied, welches der zwei möglichen Materialien für den Bau der Formen zum Einsatz kam: Bei Fassadenelementen mit hohem Wiederholungsgrad wurden die Formen aus glasfaserverstärktem Kunststoff gefertigt, da hier Standzeiten von 150 Abformungen und mehr umsetzbar sind. Für geringere Stückzahlen wurden die Formen aus weniger kostenintensiven Holzwerkstoffen hergestellt. Für die notwendige Nachbehandlung und Lagerung sowie den sicheren Transport auf die Baustelle wurden die Betonelemente auf speziell entwickelten Gestellen befestigt. Auf der Baustelle erfolgte schließlich die fachgerechte Montage der Fassadenelemente. Die Fertigstellung ist für Oktober 2018 geplant.

Abb. li.: Impression (Juni 2018)

Abb. re.: Bautechnische Umsetzung

PD Dr.-Ing. habil. Sandra Gelbrich, Henrik L. Funke, Andreas Ehrlich  
Steinbeis-Innovationszentrum FiberCrete (Chemnitz)  
su1612@stw.de | www.steinbeis.de/su/1612 | www.fibercrete.de