

Adaptive Modulbauweisen mit Fließfertigungsmethoden – Präzisionsschnellbau der Zukunft

■ Mark, P. & Forman, P., Ruhr-Universität Bochum, Deutschland

Das Schwerpunktprogramm (SPP) 2187 „Adaptive Modulbauweisen mit Fließfertigungsmethoden - Präzisionsschnellbau der Zukunft“ startet im Januar 2020 mit einer Gesamtlaufrzeit von sechs Jahren. Es ist disziplinübergreifend angelegt und wurde 2018 von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) eingerichtet. Rund 50 Forscher aus ganz Deutschland arbeiten darin zusammen, um mit vorgefertigten Modulen schneller, präziser und ressourcenschonender zu bauen. Vertreten sind die Fachbereiche des Konstruktiven Ingenieurbaus, der Produktionstechnik, der Bauinformatik und der Mathematik.

Zentrale Idee ist es, die serielle Fließfertigung – bekannt z. B. aus dem Automobilbau – mit den Entwurfs- und Herstellungskonzepten des Konstruktiven Ingenieurbaus zu vereinen. Tragwerke werden dazu in leichte, seriengerechte Module aufgeteilt. Die Module werden aus Hochleistungsbetonen in ortsfester Serienfertigung vorgefertigt und auf der Baustelle nur noch assembliert. Die Module sind skalierbar, also in Geometrie, Material oder Bewehrung veränderlich, und werden in einem vollständig qualitätsgesicherten, digitalisierten Prozess hergestellt.

Ziel ist es, Bauzeiten auf ein Minimum zu reduzieren [1], die Lebensdauer von Tragwerken signifikant zu erhöhen und Störungen aus dem Baubetrieb – relevant gerade beim Ersatzneubau [2, 3] und in dicht bebauten Stadtgebieten – möglichst gering zu halten.

Motivation

Bauen im Regen: eine katastrophale Vorstellung, doch leider Realität auf den Baustellen, und dort konzentrieren sich rund 90 % der Wertschöpfung. Bauen ist handwerklich geprägt mit Bauzeiten von Monaten und Jahren.

Unbefriedigend daran sind drei Aspekte. Zum einen die unvermeidliche Ungenauigkeit. Sie bringt Abweichungen von

Zentimetern, behindert den Einsatz moderner Hochleistungswerkstoffe und erhöht Materialstreuungen. Kurz, Ressourcen werden verschwendet. Zum anderen ist der Bauprozess wenig fehlertolerabel. Störungen führen zu Wartezeiten und Rückläufen in den Planungsprozessen. Am stärksten aber wiegt der zeitliche Aspekt. Lange Bauzeiten sind kaum zukunftsfähig und von gesamtgesellschaftlichem Nachteil. Die Verkehrseinschränkungen durch laufende Brückeninstandsetzungen seien beispielhaft genannt.

Dennoch gilt dieses Bauprinzip als unvermeidlich, da Bauwerke Unikate sind. Unikate – so die gängige Praxis – können nur individuell, handwerklich und vor Ort entstehen.

Das Schwerpunktprogramm setzt auf einen grundlegend neuen Ansatz. Kernidee ist es, individuelle Baustrukturen auf skalierbare Grundmodule zurückzuführen, also Einmaligkeit mit adaptiver Serienfertigung zu verknüpfen, nach dem Prinzip:

Individualität im Großen – Ähnlichkeit im Kleinen

Der Ansatz verfolgt drei Ziele:

- Die Bautätigkeit vor Ort soll minimal kurz sein und sich auf die Assemblierung der Module zur Struktur reduzieren. Bauzeiten von Wochen bzw. Tagen sind vorgesehen.
- Die Module besitzen bei Skalierbarkeit hohe Wiederholraten und bieten sich damit zur industriellen Serienfertigung in modernen Fließprozessen an. Die aus dem Maschinenbau bekannten Vorteile der Serienfertigung – bislang im Bauwesen nahezu ungenutzt – sollen geöffnet werden: Produktionsgeschwindigkeit, geometrische wie materielle Genauigkeit, Langlebigkeit und Ressourcenschonung durch Optimierung lassen sich um ein Vielfaches verbessern. Gleichzeitig werden Bauwerke veränderbar über ihre Lebensdauer durch Tausch oder Ergänzung von Modulen.

Energiekosten reduzieren?

Photovoltaik für
Beton- und Steinindustrie!



■ Prof. Dr.-Ing. Peter Mark ist Universitätsprofessor für Massivbau an der Ruhr-Universität Bochum. Er promovierte (1997) und habilitierte sich (2006) ebendort und ist Autor bzw. Mitverfasser von über 250 Publikationen im Bereich des Konstruktiven Ingenieurbaus. Darüber hinaus ist er Prüflingenieur für Baustatik, Beratender Ingenieur und staatlich anerkannter Sachverständiger für die Prüfung der Standsicherheit. Seit 2018 ist er Koordinator des Schwerpunktprogramms 2187. peter.mark@rub.de



■ Dr.-Ing. Patrick Forman ist wissenschaftlicher Mitarbeiter in Funktion des Oberingenieurs am Lehrstuhl für Massivbau der Ruhr-Universität Bochum. Im Jahre 2016 promovierte er dort. Seine Forschungsschwerpunkte liegen in der Strukturoptimierung und strukturelle Berechnung von leichten Betontragwerken. Im neu eingerichteten Schwerpunktprogramm 2187 übernimmt er die Funktion des Geschäftsführers. patrick.forman@rub.de

- c. Fehlerfreie Serienfertigung bei hoher Individualität des zusammengesetzten Endprodukts gelingt nur mit durchgängig digitaler Verknüpfung sämtlicher Herstellungsschritte. Die gesamte Wertschöpfungskette soll daher durch intelligent und digital vernetzte Systeme auf Verschwendungsarmut optimiert und in ihrer Qualität gesichert werden, was auch die anschließende Nutzung des Bauwerks einschließt.

Abb. 1 zeigt am Beispiel einer Schale, wie prinzipiell Modularisierung und Moduleigenschaften aufgebaut sein können.

Inhalte des Programms

Inhaltlich werden im Programm drei zentrale Forschungsfelder behandelt, nämlich:

- Entwerfen und Konstruieren unter dem Aspekt der Modularisierung
- Fertigungsstrategien und Produktionskonzepte für skalierbare Tragwerksmodule
- Durchgängige, digitale Modelle für den Entwurfs-, Fertigungs- und Montageprozess

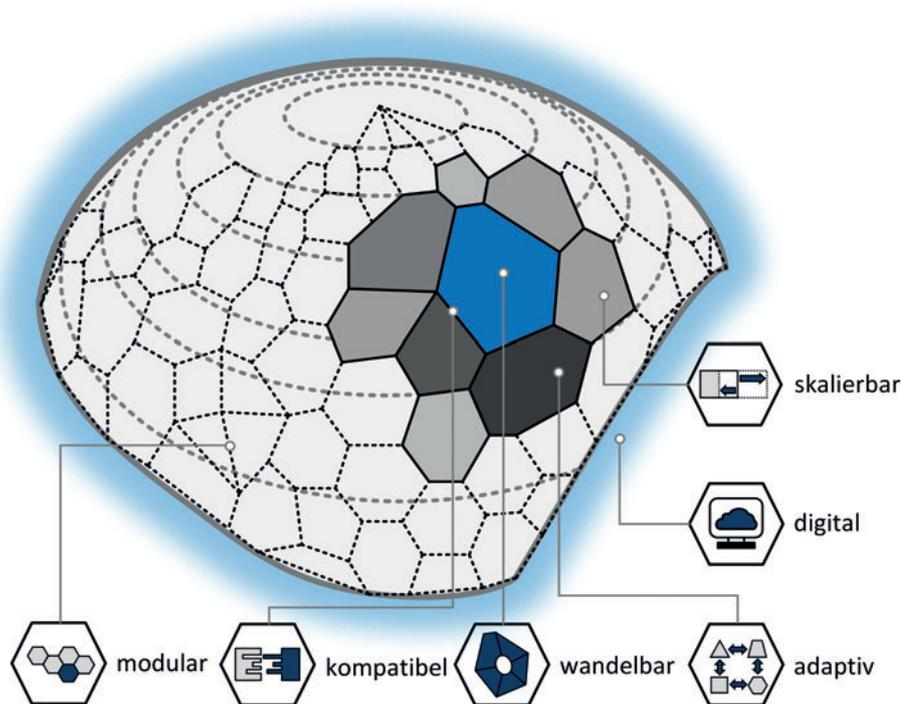
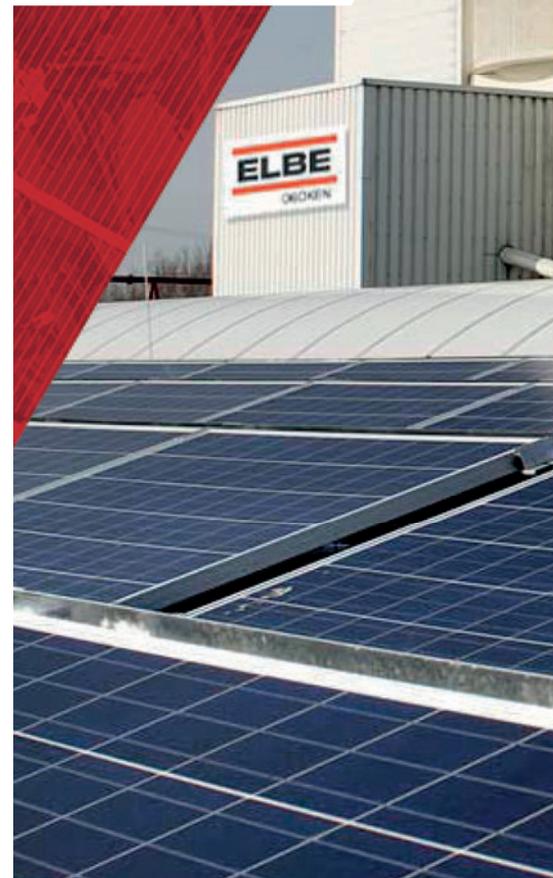


Abb. 1: Grundlegende Eigenschaften adaptiver Module am Beispiel eines Schalentragewerks

Mit PV CO₂-Emissionen

sparen und gleichzeitig

Ihr Image steigern!



Wi SOLAR

Wi SOLAR GmbH
Am Römerturm 4
56759 Kaisersesch

T +49(2653)911598 0
info@wi-solar.de
www.wi-solar.de

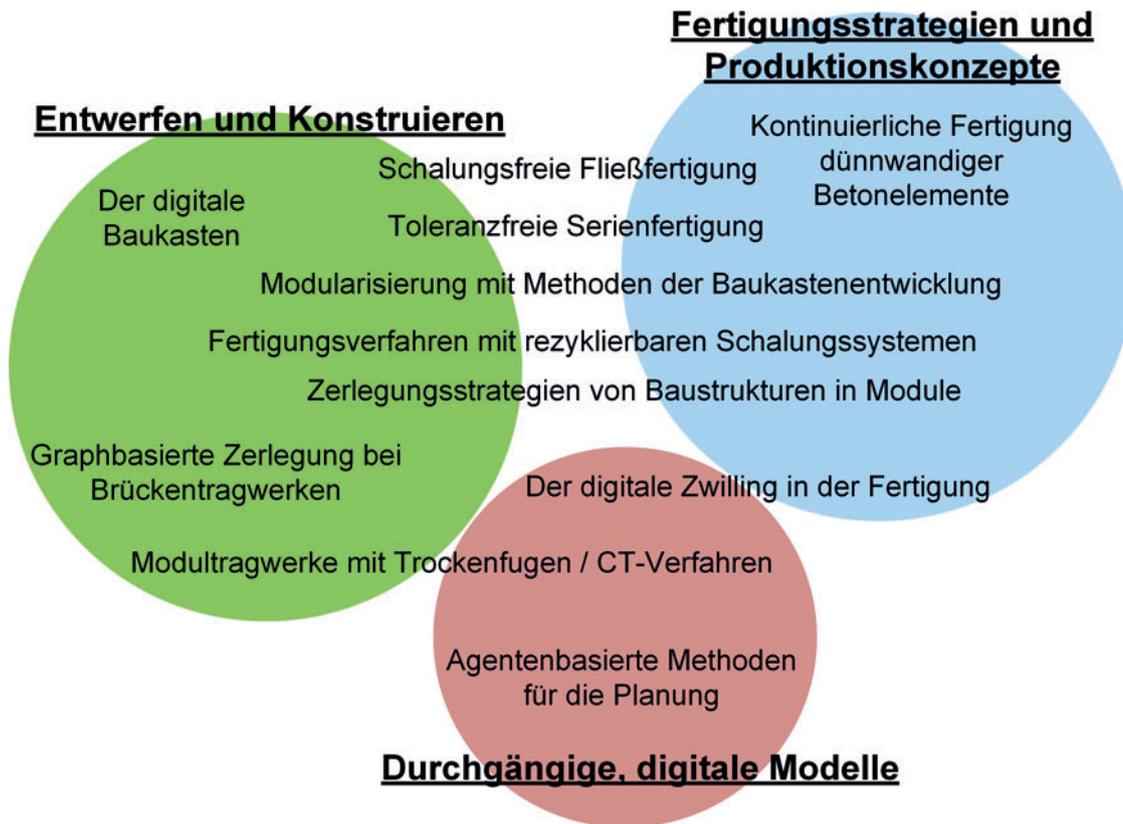


Abb. 2: Projekte innerhalb des SPP mit Zuordnung zu den drei Forschungsfeldern

Konkret geht es um Modularisierungsmethoden und Modul-konzepte, also z. B. Zerlegungskonzepte, Fügeprinzipien oder Verbindungen mit Toleranzausgleich. Im Bereich von Fertigung und Produktion stehen die Entwicklung von Produktionssystemen, die Qualitätssicherung und die Fertigungssteuerung im Vordergrund. Ziel der digitalen Modelle ist es, eine konsistente Interaktionsmodellierung abzuleiten, eine durchgängige Verknüpfung also zwischen den relevanten Prozessen inkl. einer Anbindung an die Nutzungsphase.

Aus einer Vielzahl an Anträgen wurden im Sommer 2019 durch ein Gutachtergremium 12 Projekte und ein Zentralprojekt ausgewählt. Viele der Projekte sind sogenannte Tandemprojekte, Projekte also von zwei Antragstellern unterschiedlicher Disziplinen. Eine häufige Kombination ist dabei die Verbindung von Konstruktivem Ingenieurbau und der Produktionstechnik. Entsprechend liegen die Forschungsinhalte oft im Bereich zweier Forschungsfelder, wie es Abb. 2 mit den Kurztiteln der Projekte vor dem Hintergrund der drei Forschungsfelder (bunte Kreise) zeigt.

Beteiligt sind 21 Institute und Lehrstühle an insgesamt acht Universitätsstandorten verteilt über ganz Deutschland. Zum Kickoff-Meeting im Februar 2020 an der Ruhr-Universität Bochum werden 21 Professorinnen und Professoren, 22 Doktoranden und Postdoktoranden sowie Techniker und Programmierer erwartet. Erste Forschungsergebnisse, internationale Tagungsveranstaltungen und Demonstratoren der neuen Modulbauweise werden ab ca. 2021 folgen. ■

Literatur

- [1] Mark, P.: Schneller Bauen (Editorial), Bauingenieur 94 (7/8), 2019, S. A3.
- [2] Mark, P.: Konsequenz der Lebensdauer (Editorial), Beton- und Stahlbetonbau 114(6), 2019, S. 369.
- [3] Mark, P.; Neugebauer, P.: Erhalt unserer Bausubstanz, In: Betonkalender 2015, Hrsg. Bergmeister, K.; Fingerloos, F. & Wörner, J.-D.; Ernst & Sohn, Berlin, 2015, S. 1-24. (ISBN: 978-3-433-03073-8)

WEITERE INFORMATIONEN

**RUHR
UNIVERSITÄT
BOCHUM**

RUB

Ruhr-Universität Bochum
Lehrstuhl für Massivbau
Gebäude IC, Ebene 5, Raum 5-179
Universitätsstraße 150
44801 Bochum, Deutschland
T +49 234 3222700
F +49 234 3214370
www.massivbau.rub.de