

Carbonbeton-Schalendemonstrator | Shell demonstrator out of carbon reinforced concrete

- ▶ Christian Müller, Henrik Funke, Sandra Gelbrich, Lothar Kroll
- ▶ Professur Strukturleichtbau und Kunststoffverarbeitung, TU Chemnitz

Ein Carbonbeton-Schalentragwerk, das im Rahmen des DFG-Schwerpunktprogramms SPP 1542 „Leicht Bauen mit Beton“ von der TU Chemnitz entwickelt wurde, wurde nach Projektabschluss erfolgreich errichtet.

Mitarbeiter*innen des Forschungsbereiches „Leichtbau im Bauwesen“ an der Professur Strukturleichtbau und Kunststoffverarbeitung der TU Chemnitz errichteten am 20.03.2020 den Projekt-Demonstrator aus dünnwandigen, doppelt gekrümmten Carbonbetonschalen auf dem Firmengelände des Projektpartners Betonwerk Schuster GmbH in Cunewalde.

Nach umfassender Grundlagenforschung im SPP 1542 wurde an der TU Chemnitz unter der Leitung von Prof. Sandra Gelbrich und Prof. Lothar Kroll an einem neuen Schalungssystem aus glasfaserverstärktem Kunststoff (GFK) unter Nutzung der anisotropen Koppeleffekte zur Herstellung leichtbaugerechter doppeltgekrümmter Textilbetonschalen geforscht (1. Phase des SPP). Ferner wurden kraftflussangepasste Lasteinleitungselemente in Form von metallischen Fraktalinserts entwickelt, die eine optimierte Verzahnung der Werkstoffe Beton und Bewehrungstextil untereinander und somit einen bestmöglichen Lastabtrag gestatten. Zur technologischen Umsetzung von freigeformten Beton-Leichtbauelemente mittels flexibler GFK-Schalung war zudem – abhängig vom Krümmungszustand – die Anpassung des Feinbetons hinsichtlich der Verarbeitungstechnologie und rheologischer Eigenschaften durchzuführen. Dazu wurden ein neuronales Netz nach bionischem Vorbild erstellt und das Eigenschaftsprofil der mineralischen Matrix anforderungsgerecht rechnerisch optimiert (2. Phase des SPP).

A carbon reinforced concrete shell structure which was developed by Chemnitz University of Technology as part of the DFG Priority Programme SPP 1542 “Concrete light” was successfully erected after the project was completed.

A team of the research area “Lightweight Construction in Civil Engineering” at the Chair of Lightweight Structures and Polymer Technology at TU Chemnitz erected the project demonstrator made of thin-walled, double-curved carbon reinforced concrete shells on the company premises of the project partner Betonwerk Schuster GmbH in Cunewalde on 20 March 2020.

After extensive basic investigation in SPP 1542, research was carried out at TU Chemnitz under the direction of Prof. Sandra Gelbrich and Prof. Lothar Kroll on a new formwork system made of glass-fibre reinforced plastic (GRP) using the anisotropic coupling effects for the production of lightweight double-curved textile reinforced concrete shells (1st phase of the SPP). Furthermore, force flow-adapted load introduction elements in the form of metallic fractal inserts were developed, which allow an optimised interlocking of the materials concrete and reinforcement textile with each other and thus the best possible load transfer. For the technological implementation of free-formed lightweight concrete elements by means of flexible GRP formwork, the fine concrete also had to be adapted – depending on the state of curvature – with regard to processing technology and rheological properties. For this purpose, a neural network based on a bionic model was created and the property profile of the mineral matrix was computationally optimised according to the requirements (2nd phase of the SPP).

Die Ergebnisse der Grundlagenforschung wurden in der Transferphase in die Praxis überführt. Dazu wurde ein Schalentragswerk entworfen, was aus sechs doppelt gekrümmten Fertigteilen aus Carbonbeton besteht. Die einzelnen Fertigteile wurden mittels neuem GFK-Schalungssystem mit flexibel einstellbaren Krümmungszuständen hergestellt. Für die Formgebung kam das Spritzbetonverfahren zum Einsatz, wobei gezielt die Fußpunkte und Kopfverbindungen als Einlegeteile bereits während des Herstellprozesses integriert wurden. Die Plattenpaare sind gegeneinander versetzt angeordnet und treffen sich in einem gemeinsamen Punkt. Mit dem Carbonbeton-Schalendemonstrator wurde der erfolgreiche Transfer der Ergebnisse aus der Grundlagenforschung in die Praxis sowie das große Potenzial der Carbonbetonbauweise gezeigt.

The results of the basic research were transferred into practice in the transfer phase. For this purpose, a shell structure was designed consisting of six double-curved prefabricated parts made of carbon reinforced concrete. The individual prefabricated parts were produced using a new GRP formwork system with flexibly adjustable curvature states. The shotcrete method was used for the shaping, whereby the foot points and head joints were specifically integrated as inserts during the manufacturing process. The pairs of panels are offset from each other and meet at a common point. The carbon reinforced concrete formwork demonstrator was used to show the successful transfer of results from basic research into practice as well as the great potential of carbon reinforced concrete construction.



Bild 1: Fertigung der Schalenelemente mittels neuem GFK-Schalungssystems mit flexibel einstellbaren Krümmungszuständen | **Fig. 1:** Production of the shell elements using a new GRP formwork system with flexibly adjustable curvature states | Source: Christian Müller



Bild 2: Aufbau des Carbonbeton-Schalendemonstrators auf dem Firmengelände des Projektpartners Betonwerk Schuster GmbH in Cunewalde | **Fig. 2:** Construction of the carbon reinforced concrete formwork demonstrator on the company premises of the project partner Betonwerk Schuster GmbH in Cunewalde | Source: Christian Müller



Bild 3: Der Carbonbeton-Schalendemonstrator besteht aus 5 cm dicken doppeltgekrümmten Einzelelementen, die gegeneinander versetzt angeordnet sind | **Fig. 3:** The carbon reinforced concrete formwork demonstrator consists of 5 cm thick double-curved individual elements that are arranged offset from each other | Source: Roy Lange

Projektdaten | Project data

Allgemeine Angaben | General information

Carbonbeton-Schalendemonstrator

Shell demonstrator out of carbon reinforced concrete

Ausführung Execution:	TU Chemnitz
Team Team:	Christian Müller, Henrik Funke, Roy Lange
Beteiligte SPP-Projekte Participating SPP projects:	<ul style="list-style-type: none"> Flexible mehrschichtige GFK-Schalungen zur Herstellung von doppelt gekrümmten Beton-Leichtbauelementen mit stabilisierten Abstandsgewirken Flexible multilayer GRP formworks for the production of double-curved lightweight concrete elements with stabilized spacer fabrics (Kroll/Gelbrich) Entwurf und Herstellung von doppelt gekrümmten Beton-Leichtbauelementen mit bionisch inspirierten Kräfteinleitungssystemen durch Einsatz flexibler GFK-Schalungen Design and production of double-curved lightweight concrete structures with bionic inspired force transmission elements by the use of flexible GFRP-formworks (Kroll/Gelbrich)
Förderer Funding:	Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
Zeitraum Period:	2019/2020
Partner Partners:	Betonwerk Schuster GmbH, Cunewalde FiberTech, Chemnitz