



Prof. Dr.-Ing. habil. Peter Mark

geboren	1970
Studium	Bauingenieurwesen, Konstruktiver Ingenieurbau, Ruhr-Universität Bochum
1997, 2006	Promotion bzw. Habilitation im Bereich Stahlbeton- und Spannbetonbau
seit 2007	Prüfingenieur für Baustatik, Staatlich anerkannter Sachverständiger und Beratender Ingenieur, Partner der Ingenieurbüro Grassl GmbH
seit 2009	Universitätsprofessor für Entwurf und Konstruktion – Massivbau, Ruhr-Universität Bochum

Gremientätigkeit als Obmann, Mitglied bzw. wissenschaftlicher Beirat im Bereich des Konstruktiven Ingenieur- und Betonbaus (fib, CEN, DIN, DAfStb, DIBt, VGB, DAUB)

Zur Leichtigkeit im Betonbau mit Optimierung

Betonkonstruktionen haften Assoziationen von Schwere an. Nicht umsonst wird im deutschsprachigen Raum vom so genannten Massivbau gesprochen. International hingegen ist die Bezeichnung „Concrete Structures“ verbreitet, die den Baustoff und seine Nutzung im Bauwerk aufgreift, nicht aber einen Bezug auf Volumen oder Gewicht.

Charakteristisch für Betonbauteile ist die freie Formbarkeit des Baustoffs. Rechteckige Formen und Massigkeit liefern dabei nur eine Nutzungsmöglichkeit. Sie bietet Vorteile, wenn einfache Schalungen und robuste, fehlertolerable Bauteile aus Normalbeton gesucht sind. Massigkeit ist allerdings keinesfalls zwingend und z.B. für den wirtschaftlichen Einsatz von Hochleistungsbetonen eher hinderlich [1].

Mit topologischen Optimierungsmethoden lassen sich Betonbauteile kraftflussgerecht und reduziert auf tatsächlich nötige Materialmengen entwerfen. Das gilt für die äußere Tragwerksform, die Querschnittswahl, aber auch für die innere Bewehrungsführung. Im Sinne einer von der Tragwerksebene aus absteigenden Strategie lassen sich drei Teilschritte unterscheiden:

- Finden geeigneter äußerer Formen, wie Schalen, Bögen oder Fachwerke
- Entwicklung geeigneter Querschnitte als Vollquerschnitte, Querschnitte mit passend verteilten Hohlkörpern oder Rippenaussteifungen [2]
- Bewehrung variabel in Form, Größe und Lage und dabei zunächst frei von Schalrändern

Es bietet sich an, die Optimierung gezielt zu steuern. Durch Bestrafung („Penalty“) bzw. Bevorzugung werden Tragwerke oder Bewehrungen entwickelt, die besondere Eigenschaften des Baustoffs, des Tragwerks oder der Herstellung berücksichtigen. Beispiele sind:

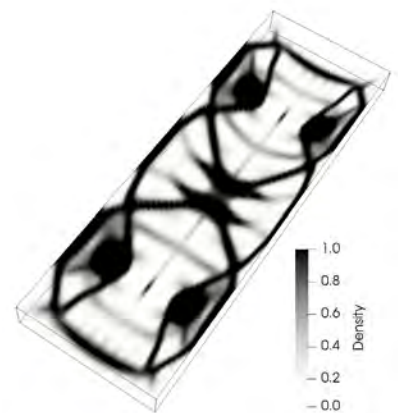
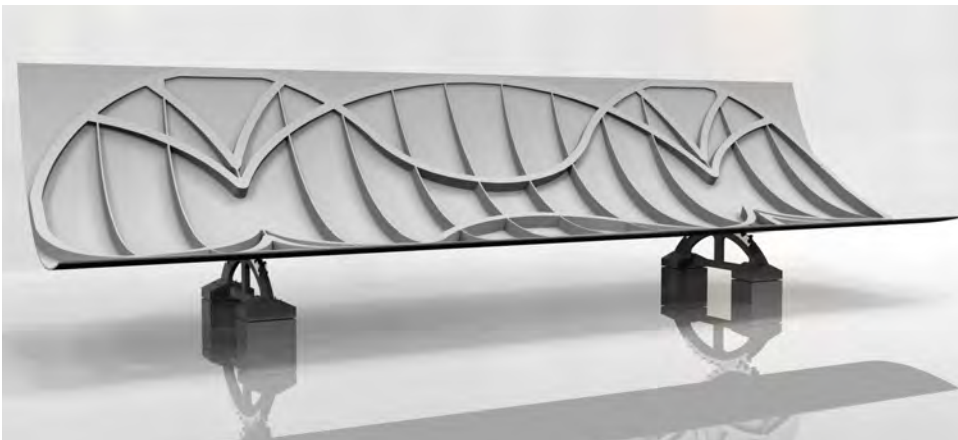
- Bevorzugen des Drucktragverhaltens von Beton unter Bestrafung – und damit Entfernen – von gezogenen Querschnittsbereichen
- Bevorzugen von Membrantragwirkungen gegenüber Biege- und Schubtragverhalten bei Schalen (Bild)
- Steuerung bevorzugter Bewehrung in Lage, Orientierung und Menge oder auch Vermeidung bestimmter Bewehrungsarten wie etwa Bügel zur leichteren Montage

So entstehen neue Formen, leichtere Tragwerke und weit tragfähigere Lastenleitungs- und Knotenpunkte [3]. Die Optimierungsmethodik besitzt u.a. bei Serienbauteilen der Fertigteilindustrie, wo sich Vorteile durch Wiederholung akkumulieren, großes Anwendungspotenzial.

[1] Forman, P.; Müller, S.; Mark, P.; Schnell, J.; Höffer, R.; Hennecke, K.; Krüger, J.; Ahrens, M. A.: Light concrete shells for parabolic trough collectors – conceptual design, prototype and proof of accuracy, Solar Energy 111, 2015, pp. 364–377. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2014.11.002>

[2] Kämper, C.; Forman, P.; Stallmann, T.; Ahrens, M.A.; Mark, P.; Schnell, J.: Optimised high-performance concrete shells for parabolic trough collectors, J. IASS 58 (1), n. 191, 2017, pp.105–119. DOI: <https://doi.org/10.20898/j.iass.2017.191.843>

[3] Putke, T.; Bohun, R.; Mark, P.: Experimental analyses of an optimised shear load transfer in circumferential joints of concrete segmental linings, Structural Concrete 16 (4), 2015, pp. 572–582. DOI: 10.1002/suco.201500013



UHPC-Schale als Solarkollektor mit kraftflussaffinen Aussteifungsrippen (links), zugehörige rechnerische Dichteverteilung der Topologieoptimierung (rechts) Grafik: C. Kämper/RUB