

Computergestützte Rezeptoptimierung von Beton

Modellierung und Optimierung auf der Grundlage von werkseigenen Produktionsdaten

Student

Philipp Hänggi

Einleitung: Die Entwicklung und Anwendung nachhaltigerer Betonrezepturen bietet der Betonindustrie eine Möglichkeit, einen grossen Beitrag zu einer nachhaltigeren Baubranche zu leisten. Das Ziel dieses Forschungsprojekts ist, die Ökobilanz der gängigsten Hochbaubetone zu verbessern. Die Optimierung der Rezepturen soll dabei kostengünstig und effizient nach dem Prinzip der «Zero Cost Innovation» erfolgen. In Zusammenarbeit mit einem Partnerbetonwerk aus der Schweiz werden im Rahmen dieses Projektes die zwei am meisten verkauften Hochbaubetone des Werkes bezüglich ihrer Nachhaltigkeit verbessert. Das grösste Potential bietet dabei die Minimierung der verwendeten Zementmengen.

Vorgehen: Um den Mischungsentwurf von Beton computergestützt umzusetzen, wurden die beiden wichtigen Betoneigenschaften Druckfestigkeit und Konsistenz modelliert. Die Datengrundlage dazu bildeten die Produktionsdaten des Partnerbetonwerkes. Gestützt auf 66 Datenpunkten wurden werkspezifische Modelle zur Berechnung der Würfeldruckfestigkeit nach 28 Tagen und des Ausbreitmasses erstellt (Abbildung 1). Diese bilden zusammen mit den Betonanforderungen, den Projektzielen und den Einschränkungen durch die geltenden Betonnormen die Rahmenbedingungen für das Optimierungsproblem. Mit einem linearen Programm Solver wurden alle Einschränkungen für die Betonrezeptur formuliert und das Optimierungsproblem gelöst. Dadurch können für die beiden erwähnten Hochbaubetone Rezepturen entwickelt werden, die nachhaltiger sind und trotzdem die gewünschten Betoneigenschaften gewährleisten.

Ergebnis: Die aus der Optimierung entstandenen Rezepturen sind bezüglich der verwendeten Zementmenge optimiert (Abbildung 2) und verbessern die Betone bezüglich der CO₂-eq Treibhausgasemissionen um 11.3 % bzw. 1.6 %. Dem Partnerbetonwerk können damit für ihre zwei meistproduzierten Hochbaubetone zwei alternative Rezepte vorgeschlagen werden, ohne dass eine Vielzahl an Proben mit einer Variation der Zusammensetzung produziert und getestet werden müssen. Damit soll dieses Forschungsprojekt aufzeigen, welche Möglichkeiten die computergestützte Rezeptoptimierung von Betonen, gestützt auf konkreten Produktionsdaten, bietet und wie diese in einem Betonwerk angewendet werden kann.

Examinatorin
Prof. Simone Stürwald

Themengebiet
Civil Engineering

Abbildung 1: Werkspezifisches Modell für die Druckfestigkeit, 66 Datenpunkte aus dem Partnerbetonwerk
Eigene Darstellung

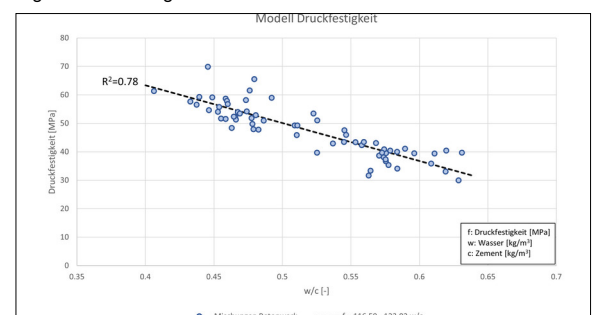


Abbildung 2: Zementmengenoptimierung der Betonsorte A, die optimierte Mischung verwendet 11.9% weniger Zement
Eigene Darstellung

