

Beton 4.0 – Automatisierte Betonqualitätsprüfung und Qualitätsregelung

Max Coenen, Tobias Schack, Dries Beyer, Christian Vogel und Michael Haist

Institut für Baustoffe, Leibniz Universität Hannover
[m.coenen; t.schack; d.beyer; c.vogel; haist]@baustoff.uni-
hannover.de

Abstract für die IAB-Tage „Beton“ 2023

Mit dem Green Deal hat sich Europa darauf verständigt, bis 2050 klimaneutral zu werden und die Nutzung von Primär-Ressourcen zu minimieren. Bei der Realisierung dieser Ziele spielt die Bauindustrie und insbesondere der Betonbau eine entscheidende Rolle, da dieser gleichzeitig für große Teile des mineralischen Ressourcenverbrauchs und der Gesamt-CO₂-Emissionen verantwortlich ist. Eine gezielte Reduktion des Klinkergehalts im Beton sowie die großflächige Nutzung von Sekundärrohstoffen wie z. B. rezyklierter Gesteinskörnung sind dabei zentrale Bausteine für eine ressourceneffiziente Betonbauweise; Maßnahmen, die jedoch mit einer zunehmenden Komplexität der Betonzusammensetzung und einer z. T. stark erhöhten Empfindlichkeit der Zusammensetzungen gegenüber Schwankungen der Ausgangsstoffe verbunden sind. Dem gegenüber steht, dass für die Quantifizierung derartiger Schwankungen bisher nur unzureichende, chargen-basierte Prüfmethoden vorhanden sind, welche eine gezielte Kompensation der Schwankungen bislang nicht erlauben.

In diesem Beitrag werden Methoden und Konzepte für eine sensorgestützte digitale Quantifizierung der Ausgangsstoff- und Betoneigenschaften vorgestellt, welche unter dem Begriff Beton 4.0 zusammengefasst werden. Der Schwerpunkt liegt hierbei auf inline-fähigen bildbasierten Verfahren zur Bestimmung der Materialeigenschaften von Gesteinskörnung, wie bspw. der Korngrößenverteilung oder der stofflichen Zusammensetzung rezyklierter Ausgangsstoffe. In diesem Zusammenhang werden auf maschinellem Lernen basierende Methoden präsentiert, welche es bspw. unter der Verwendung sogenannter Convolutional Neural Networks (CNNs) und Vision Transformern (ViT) erlauben, eine bildbasierte Charakterisierung der Ausgangsstoffe in Echtzeit zu liefern und die so abgeleiteten Informationen bspw. für eine Aussteuerung der Frischbetoneigenschaften bzw. der mechanischen Eigenschaften des Betons während des Produktionsvorgangs nutzbar zu machen. Ausblickend soll ein ebenfalls auf maschinellem Lernen beruhender Ansatz zur bildbasierten Bestimmung der Frischbetonqualität während des Mischvorgangs vorgestellt werden, mit welchem es ermöglicht wird, Frischbetoneigenschaften, wie bspw. die Frischbetonkonsistenz oder auch rheologische Kenngrößen, bereits während des Herstellungsprozesses zu ermitteln. Gemeinsam liefern die vorgestellten Ansätze die Grundlage für eine digitale und automatisierte Qualitätsregelung für eine nachhaltige und ressourcenschonende Betonproduktion.