



# ReCyCONtrol – Selbstlernende Steuerungstechniken für die Produktion robuster Ressourcenschutzbetone

## Ressourceneffiziente Kreislaufwirtschaft – Bauen und Mineralische Stoffkreisläufe (ReMin)

Die Schließung des Baustoffkreislaufes im Bauwesen und insbesondere im Betonbau wird durch stark ausgeprägte Streuungen der Materialeigenschaften von Rezyklaten extrem behindert. Das Projekt RecyCONtrol setzt an dieser Stelle an, indem neuartige Sensortechniken und selbstlernende Regelprozesse für die Betonherstellung entwickelt werden. Mittels dieser Systeme sollen die Schwankungen der Rezyklate in Echtzeit für jede Mischercharge bei der Betonherstellung erfasst und deren Wirkung auf die Frischbetoneigenschaften durch Dosierung eines im beantragten Projekt entwickelten Additivsystems ausgesteuert werden.

Das Projekt wird im Rahmen der Fördermaßnahme „Ressourceneffiziente Kreislaufwirtschaft – Bauen und Mineralische Stoffkreisläufe (ReMin)“ gefördert. „ReMin“ ist Teil des BMBF-Forschungskonzepts „Ressourceneffiziente Kreislaufwirtschaft“ und zielt auf ressourceneffizientes Bauen sowie die erweiterte Nutzung mineralischer Sekundärrohstoffe aus Baurestmassen, Schlacken, Aschen und bergbaulichen Rückständen.

### Lücke in der Baustoff-Kreislaufwirtschaft

Allein bei der Zementherstellung werden circa 8 Prozent der weltweiten anthropogenen Treibhausgasemissionen (vor allem CO<sub>2</sub>) freigesetzt. In Deutschland sind darüber hinaus 560 Millionen Tonnen des jährlichen Rohstoffverbrauchs der Bauindustrie zuzuschreiben. Dies entspricht circa 90 Prozent des Verbrauchs mineralischer Ressourcen. Während das Bauwesen in Deutschland jährlich circa 213 Millionen Tonnen an Abfällen produziert (≈ 57 Prozent der gesamten Abfallmenge), können nur circa 25 Prozent (56 Millionen Tonnen rezyklierbarer Bauschutt) dieser Abfälle einem Recyclingprozess zugeführt werden. Stattdessen ist der Umgang mit mineralischen Ressourcen im Bauwesen vielmehr durch ein Down-Cycling anstatt eines echten Recyclings geprägt.

### Bislang unbeherrschbare Materialschwankungen

Die Ursachen für die Lücke im Baustoffkreislauf sind vielfältig, jedoch lässt sich eine maßgebende Ursache identifizieren: Erhöhte Schwankungen der Materialeigenschaften der Rezyklate wirken sich negativ auf die Robustheit und Qualität der daraus neu hergestellten Betone aus. Die negativen Auswirkungen dieser Schwankungen in den Materialeigenschaften können zwar durch eine deutliche Steigerung des Zementgehalts (teilweise bis zu 20 Prozent) kompensiert werden, jedoch lässt sich dies weder wirtschaftlich noch ökologisch vertreten. Der aus Umweltschutzgründen anzustrebende Einsatz von Rezyklaten steht somit in

direkter Konkurrenz zur geforderten Reduktion der Treibhausgasemissionen bei der Betonherstellung. Ein anderer Ansatz, diesen Schwankungen zu begegnen, stellt eine Abtrennung nachteiliger Bestandteile durch Siebung dar. Die Qualität der ausgesonderten Restmassen ist dann jedoch zumeist so gering, dass diese selbst für ein Down-Cycling nicht mehr geeignet sind und deponiert werden müssen. Auch dieser Ansatz ist daher nicht zielführend.



Das Projekt RecyCONtrol entwickelt neuartige Sensortechniken und selbstlernende Regelprozesse für die Betonherstellung.

### Schlüsseltechnologie „Betonproduktion 4.0“

Ein Schlüssel zur signifikanten Steigerung des Einsatzes von Betonrezyklaten liegt in der Entwicklung von Technologien, mit denen es gelingt, den Einfluss von Schwankungen dieser Stoffe auf das Endprodukt kontinuierlich zu erfassen und auszusteuern, ohne dabei

jedoch die Wirtschaftlichkeit und Umweltbilanz des Endprodukts negativ zu beeinträchtigen. Um die Betonproduktion zukünftig auf den Standard Industrie 4.0 zu heben, sind automatisierte, selbstlernende Prozessüberwachungs-, -steuerungs und -regelungsmethoden erforderlich, welche mittels berührungsfreier Messsysteme die nachteiligen stofflichen Schwankungen der Betonausgangsstoffe erfassen und darauf aufbauend die Eigenschaften des Endprodukts Beton durch Zugabe speziell abgestimmter Additive während des Mischprozesses aussteuern.

### Computer Vision im Betonbau

Im Rahmen des Projekts ReCyCONtrol werden gezielt derartige Techniken entwickelt. Kernelement der Entwicklung ist es, Strömungsverhalten des Betons während des Mischvorgangs mittels sogenannter Computer Vision Methoden zu erfassen und hinsichtlich der vorliegenden Frischbetoneigenschaften auszuwerten. Auf Basis dieser Messtechnik ist es möglich, den Einfluss von Veränderungen in der Betonzusammensetzung bereits unmittelbar im Mischer zu quantifizieren und auf Basis der so gewonnenen Daten, die Mischung gezielt durch Zugabe neuer Additive auszusteuern. Mittels der kontinuierlichen Datenerfassung kann die Steuerungssoftware der Mischanlage dabei selbstlernend ausgelegt werden. Dies bedeutet, dass die Anlage selbst lernt, wie die Mischung durch die Veränderung der Zusammensetzung am effektivsten angesteuert werden muss. Hierdurch kann nach Auffassung der Antragsteller die Ressourceneffizienz bei der Herstellung von Beton signifikant gesteigert werden.



Kran auf dem Gelände des Projektpartners Heidelberger Beton GmbH.

#### Fördermaßnahme

Ressourceneffiziente Kreislaufwirtschaft –  
Bauen und Mineralische Stoffkreisläufe (ReMin)

#### Projekttitle

ReCyCONtrol – Selbstlernende Steuerungstechniken für die automatisierte Produktion robuster Ressourcenschuttbetone – Schlüssel für die umfassende Verwertung mineralischer Stoffströme

#### Laufzeit

01.05.2021 – 31.04.2024

#### Förderkennzeichen

033R260

#### Fördervolumen des Verbundes

2.255.381 Euro

#### Kontakt

Prof. Michael Haist, Dr. Dries Beyer  
Leibniz Universität Hannover | Institut für Baustoffe  
Appelstraße 9A | 30167 Hannover  
Telefon: 0511 762-3258  
E-Mail: d.beyer@baustoff.uni-hannover.de

#### Projektbeteiligte

Master Builders Solutions Deutschland GmbH; Heidelberger Beton GmbH; Pemat Mischtechnik GmbH; Bikotronic GmbH; alcemy GmbH || Assoziierte Partner: Bundesanstalt für Wasserbau; Moß Abbruch-Erdbau-Recycling GmbH & Co. KG

#### Internet

remin-kreislaufwirtschaft.de | recycontrol.uni-hannover.de

## Impressum

#### Herausgeber

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)  
Referat Ressourcen, Kreislaufwirtschaft; Geoforschung  
53170 Bonn

#### Stand

Oktober 2021

#### Redaktion und Gestaltung

Projektträger Jülich (PtJ), Forschungszentrum Jülich GmbH;  
Projektträgerschaft Ressourcen, Kreislaufwirtschaft und Geoforschung

#### Druck

BMBF

#### Bildnachweise

Projekt ReCyCONtrol