

# Ressourcenschonung und Umweltentlastung durch den Einsatz von Beton mit rezyklierter Gesteinskörnung am Europäischen Patentamt München

Wissenschaftlicher Kurzbericht Nr. 11 (2007)

Dipl.-Ing. Thorsten Stengel, Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Peter Schießl

Arbeitsgruppe 2: Beton

## 1 Einleitung

Der Bedarf an Baustoffen beträgt im Hoch- und Tiefbau jährlich rd. 750 Mio. t [1, 2], zu welchem die Herstellung von Beton rd. 40 % beiträgt [2]. Verbunden mit diesen Stoffströmen sind nicht nur der Flächenbedarf für die Gewinnung der Rohstoffe, sondern auch die Umweltbelastungen, hervorgerufen durch die Weiterverarbeitung. Zur Reduzierung der Stoffströme können grundsätzlich zwei Strategien dienen. Zum einen kann der Rohstoffbedarf durch eine Steigerung der Effizienz bei der Herstellung und Nutzung, zum anderen durch eine Rückführung bereits genutzter Materialien verringert werden. Die Möglichkeit der Umweltentlastung bei der Betonherstellung durch den Einsatz rezyklierter Gesteinskörnung wurde im Rahmen von zwei BayFORREST-Forschungsprojekten am cbm untersucht.

## 2 Untersuchungen

Die Eignung von rezyklierter Gesteinskörnung zur Wiederverwertung in Beton wurde bereits mehrfach nachgewiesen [3] und in einer Richtlinie des DAfStb und einer DIN-Norm verankert [4, 5]. Ungeklärt blieben bislang jedoch die Fragen, ob Beton mit rezyklierter Gesteinskörnung (RC-Beton) eine vergleichbare Dauerhaftigkeit wie Normalbeton aufweist und welche Umweltentlastungen mit der Verwendung rezyklierter Gesteinskörnung erreicht werden können. Zur Beantwortung dieser Fragen wurden umfangreiche Laboruntersuchungen zur Korrosion von Stahl in RC-Beton und ein Demonstrationsbauvorhaben am Europäischen Patentamt realisiert [6, 7, 8]. Außerdem wurde die Kreislauffähigkeit von Beton und die damit verbundenen Umweltentlastungen mit Hilfe von Ökobilanzen untersucht [9]. Im Rahmen dieser Ökobilanzen wurden klimarelevante Umweltauswirkungen durch die entsprechenden Wirkungsimpaktoren ermittelt. Es wurde ein Referenzbeton mit ausschließlich natürlicher Gesteinskörnung mit einem RC-Beton verglichen. Diese beiden Betone unterschieden sich lediglich in der Zusammensetzung der Gesteinskörnung und im Fließmittelgehalt. Zur Erzielung

einer gleichen Konsistenz musste dem RC-Beton etwas mehr Fließmittel zugegeben werden.

## 3 Ergebnisse

Es konnte nachgewiesen werden, dass die Verwendung von rezyklierter Gesteinskörnung mit einer Korngröße von > 4mm keinen Einfluss auf den Widerstand gegenüber dem Eindringen von Wasser und Chloriden hat. Weder die Menge an rezyklierter Gesteinskörnung, noch die Art spielen dabei eine Rolle. Bei Betonsplitt ist es auch nicht von Belang, wenn dieser vollständig carbonatisiert vorliegt. Das Risiko von Korrosion von Stahl in RC-Beton mit Betonsplitt ist demzufolge nicht größer oder kleiner als bei Normalbeton. Bei dem durchgeführten Demonstrationsbauvorhaben wurde auch die großtechnische Machbarkeit nachgewiesen. Im Rahmen der notwendigen Untersuchungen für die Zustimmung im Einzelfall wurden die mechanischen Eigenschaften sowie die Frost-Tau-Beständigkeit und der Wassereindringwiderstand des RC-Betons mit Normalbeton verglichen. Es konnte bestätigt werden, dass sich ein Austausch von 50 Vol.-% der Gesteinskörnung mit einem Durchmesser > 4 mm durch rezyklierte Gesteinskörnung nicht nachteilig auf die Eigenschaften des Betons auswirkt. Um auch nach Fertigstellung des Bauwerks das Verhalten des RC-Betons unter baupraktischen Bedingungen zu untersuchen, wurden für ein Langzeit-Monitoring in das Bauwerk Feuchte- und Korrosionssensoren eingebaut. Die Ergebnisse des Langzeit-Monitorings deuten auch für den Feuchtehaushalt auf ein zu Normalbeton vergleichbares Verhalten hin. Messungen an den Korrosionssensoren ergaben bislang keine Hinweise auf Korrosion an der Bewehrung.

Abbildung 1 zeigt die Ergebnisse der vergleichenden Ökobilanz für den Referenzbeton und den RC-Beton im Spinnennetz-Diagramm. Es sind das Treibhauspotential (GWP), das Ozon-Abbau-Potential (ODP), das Sommersmog-Potential (POCP), das Versauerungs-Potential (AP) und das Überdüngungspotential (NP) dar-

gestellt. Zusätzlich wurde auch der kumulierte Energieaufwand (KEA) berechnet.

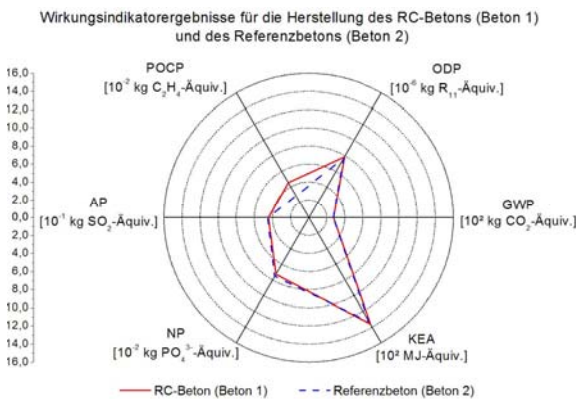


Abbildung 1: Ergebnisse der vergleichenden Ökobilanz für den Referenzbeton und den RC-Beton

Durch den Einsatz von RC-Beton können die hier betrachteten Umweltauswirkungen im Vergleich zur Referenz nur geringfügig reduziert werden. Im Falle des AP und des NP liegt diese Reduzierung deutlich unter 5 %. Das GWP ist bei beiden Betonen etwa gleich, das ODP liegt beim RC-Beton rd. 2 % über dem der Referenz. Der KEA des RC-Betons ist etwa 2 % größer als der des Referenzbetons. Die Wirkungsindikatoren AP, NP und GWP sowie der KEA liegen demnach bei beiden Betonen – trotz der energieintensiven Aufbereitung des Bauschutts – in gleicher Größenordnung. Mit rd. 60 % liegt jedoch das ODP des RC-Betons deutlich über dem der Referenz. Um die Ursachen hierfür zu klären, wurden im Rahmen einer Dominanzanalyse die Anteile an den Umweltauswirkungen der einzelnen Bestandteile des RC-Betons untersucht, Abbildung 2.

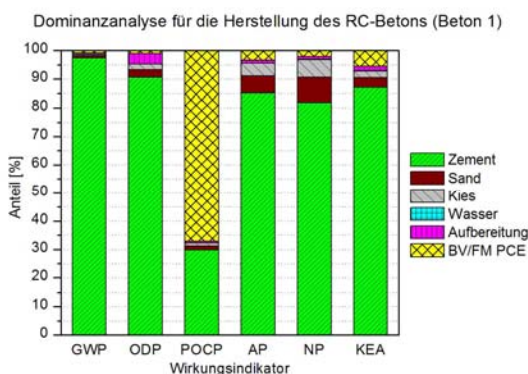


Abbildung 2: Ergebnisse der Dominanzanalyse des RC-Betons

Es wird deutlich, dass die Herstellung des Zements – bis auf das POCP – an allen Wirkungsindikatoren einen Anteil von rd. 85 bis 95 % hat.

Zum POCP trägt die Herstellung des Fließmittels (auf Basis von PCE) rd. 67 % und die Herstellung des Zements rd. 30 % bei. Alle anderen beteiligten Prozesse tragen jeweils unter 10 % zu den dargestellten Wirkungsindikatoren bei.

#### 4 Zusammenfassung

Einer Verwendung von rezyklierter Gesteinskörnung > 4 mm kann betontechnologisch gesehen ohne Vorbehalte auch in höheren Verschnittmengen als derzeit geregelt, empfohlen werden. Durch den Einsatz von RC-Beton und der damit notwendigen Aufbereitung von Bauschutt entstehen bzgl. der hier betrachteten Umweltauswirkungen keine Nachteile im Vergleich zu Normalbeton. Nennenswerte klimarelevante Entlastungen können jedoch nicht realisiert werden. Dies liegt an dem hohen Anteil des Zements an den klimarelevanten Umweltauswirkungen der Betonherstellung. Dennoch können durch die Wiederverwertung von Bauschutt die natürlichen Ressourcen geschont und der Flächen- sowie Deponieraumbedarf reduziert werden.

#### 5 Literatur

- [1] Kohler, N. et. al.: Stoffströme und Kosten in den Bereichen Bauen und Wohnen, ISBN 3-540-66073-9
- [2] Weil, M.: Ressourcenschonung und Umweltentlastung bei der Betonherstellung, ISBN 3-932518-56-X
- [3] www.b-i-m.de
- [4] DfStb-Richtlinie: Beton nach DIN EN 206-1 und DIN 1045-2 mit rezyklierter Gesteinskörnung nach DIN 4226-100, Dezember 2004
- [5] DIN: DIN 4226-100 : 2002 - 02
- [6] Schlussbericht zum BayFORREST-Forschungsprojekt F193 Teil 1, www.abayfor.de/bayforrest/projekte\_liste.php
- [7] Schlussbericht zum BayFORREST-Forschungsprojekt F193 Teil 2, www.abayfor.de/bayforrest/projekte\_liste.php
- [8] Friedl, L.: Experimentelle Untersuchungen zum Transport von Wasser und Chlorid in rezyklisiertem Beton und zu der daraus ableitbaren Gefahr der chloridinduzierten Stahlkorrosion, Dissertation am cbm, München, 2004
- [9] Schlussbericht zum BayFORREST-Forschungsprojekt F236, www.sfm-bauwerke.de

Die Forschungsprojekte wurden vom Bayerischen Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz gefördert.