Zwei Paar Schuhe

Autor(en): **Jacobs, Frank / Hoffmann, Cathleen / Schubert, Sandy**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Tec21**

Band (Jahr): **136 (2010)**

Heft 24: **Recycling-Beton**

PDF erstellt am: **19.03.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-109624

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

ZWEI PAAR SCHUHE

Recyclingbeton und Beton aus Primärkies können sich in der Herstellung, der Verarbeitbarkeit sowie in den Frisch- und Festbetoneigenschaften erheblich voneinander unterscheiden. Um unter anderen Planenden Hinweise für die Bemessung von Bauteilen aus Recyclingbeton zu geben, hat der SIA das Merkblatt «Recyclingbeton» herausgegeben – es gilt seit Anfang Jahr.

Die stoffliche Zusammensetzung von Recyclinggesteinskörnung, die aus der Aufbereitung von Beton und Mauerwerk stammt, bestimmt die Betoneigenschaften massgebend. Im Merkblatt 2030 des SIA sind deshalb zwei Arten von Recyclingbeton definiert: Recyclingbeton mit Betongranulat (RC-C) und Recyclingbeton mit Mischgranulat (RC-M). Entscheidend für die Einteilung der Gesteinskörnung als Beton- oder Mischgranulat ist die Zusammensetzung gemäss Auszählung nach SN EN 933-11 und nicht die Zusammensetzung des aufbereiteten Rückbaumaterials. Beton mit natürlicher Gesteinskörnung darf bis zu 25 Massenprozent (M.-%) Recyclinggesteinskörnung enthalten, Recyclingbeton muss aus mehr als 25 M.-% bestehen. Da die Betonsorte und die Mauerwerksart von Bauwerk zu Bauwerk variieren können, ist die Recyclinggesteinskörnung beim Rückbau und im Kieswerk so gut wie möglich zu homogenisieren. Dennoch unterliegt ihre Zusammensetzung gewissen Schwankungen. Da die genaue Zusammensetzung eines Recyclingbetons vor dessen Herstellung nicht bekannt sein kann, die Planenden jedoch Angaben zum Elastizitätsmodul, Schwinden und Kriechen benötigen, wurden im Merkblatt Regeln erstellt (vgl. nebenstehenden Kasten), die es erlauben, das Schwindmass, die Kriechzahl und den Elastizitätsmodul im Voraus abzuschätzen. Jedes Betonwerk ist ausserdem verpflichtet, den Elastizitätsmodul des produzierten Recyclingbetons fortlaufend zu bestimmen und ihn zu deklarieren.

FEST- UND FRISCHBETONEIGENSCHAFTEN KÖNNEN VARIIEREN

Betonwerke können Recyclingbeton so ausliefern, dass dieser die bestellte Verarbeitbarkeit aufweist. Ein Frischbeton mit niedrigen Gehalten (bis ca. 30–40 M.-%) an Recyclinggesteinskörnung weist zumeist eine ähnliche Verarbeitbarkeit auf wie Beton mit natürlicher Gesteinskörnung. Die Frischbetoneigenschaften von RC-C müssen sich also von denjenigen von einem Beton mit Primärkies nicht unterscheiden. Die Festbetoneigenschaften variieren allerdings.Tendenziell weist eine Recyclinggesteinskörnung eine höhere Porosität und somit eine geringe Rohdichte als natürliche Gesteinskörnung auf. Recyclingbetone haben im Vergleich zu Betonen mit natürlicher Gesteinskörnung einen tendenziell höheren Zementleimgehalt, einen eher niedrigeren E-Modul (Abb. 1) sowie ein eher höheres Schwind- und Kriechmass; der Schwindverlauf kann ausserdem variieren (Abb. 2). All dies wirkt sich auf das Verhalten des Bauteils aus und muss bei der Planung berücksichtigt werden.

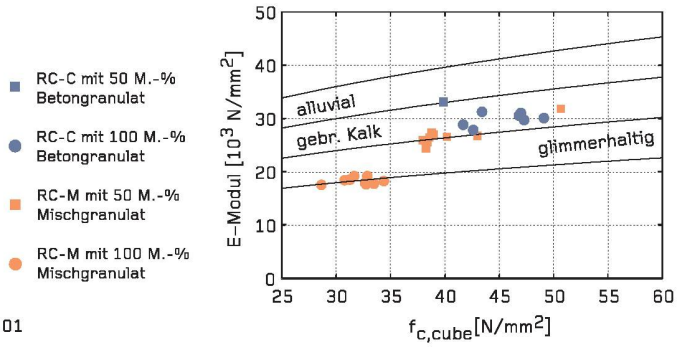
EINSATZGEBIETE SIND EINGESCHRÄNKT

Durch die Kontrolle im Betonwerk wird sichergestellt, dass nur saubere Recyclinggesteinskörnung – z. B. nur mit normkonformem Gehalt an Chloriden und Sulfaten – zur Herstellung von Beton verwendet wird. Es wäre denkbar, dass im rückgebauten Baustoff eine Alkaliaggregatreaktion (AAR) begann. Würde nun damit Recyclingbeton hergestellt, könnte nicht gänzlich ausgeschlossen werden, dass im neuen Recyclingbeton eine AAR beschleunigt abläuft. Um u. a. dieses Risiko auf ein vertretbares Mass zu reduzieren, wurden die Einsatzgebiete (Expositionsklassen) für Recyclingbeton eingeschränkt (Abb. 3). Es ist ein grosser Unterschied in den zulässigen Expositionsklassen zwischen RC-C und RC-M erkennbar. Dieser Unterschied zeigt sich auch bei diversen Dauerhaftigkeitseigenschaften: RC-C weist ein zu Beton mit natürlicher Gesteinskörnung ähnliches Verhalten (z. B. Karbonatisierung) auf, das Verhalten von RC-M kann je nach Zusammensetzung davon sehr stark abweichen.

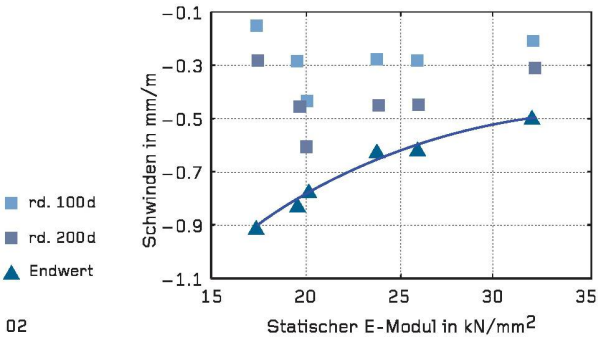
ABSCHÄTZUNGEN NACH SIA-MERKBLATT 2030 «RECYCLINGBETON»

Das Merkblatt 2030 «Recyclingbeton» (MB 2030) des SIA ist auf die SIA 262 abgestimmt und ersetzt die veraltete SIA-Empfehlung 162/4. Mit ihm soll die zuverlässige und sichere Anwendung von Recyclingbeton gefördert werden. Für die Bemessung von Bauteilen aus RC-Beton können Elastizitätsmodul, Endschwindmass und Kriechzahl nach SIA-Merkblatt 2030 wie folgt abgeschätzt werden:

Elastizitätsmodul	RC-C: Rc≤50 M.-%: $E_{rcm} \approx E_{cm} \cdot 0.9$ Rc>50 M.-%: $E_{rcm} \approx E_{cm} \cdot 0.8$ RC-M: $E_{rcm} \geq 19\,000$ N/mm²
Endschwindmass	$\varepsilon_{rcm,\infty} = \varepsilon_{cm,\infty} \cdot E_{cm} / E_{rcm}$
Kriechzahl	$\varphi_r(t,t_0) = 1.25 \cdot \varphi(t,t_0)$
E_{rcm}	Mittelwert des Elastizitätsmoduls von Recyclingbeton
E_{cm}	Mittelwert des Elastizitätsmoduls von Beton aus natürlicher Gesteinskörnung
ρ_{rcm}	Mittelwert der Rohdichte von Recyclingbeton
ρ_{cm}	Mittelwert der Rohdichte von Beton aus natürlicher Gesteinskörnung
$\varepsilon_{rcm,\infty}$	Endschwindmass von Recyclingbeton
$\varepsilon_{cm,\infty}$	Endschwindmass von Beton aus natürlicher Gesteinskörnung
$\varphi_r(t,t_0)$	Kriechzahl von Recyclingbeton
$\varphi(t,t_0)$	Kriechzahl von Beton aus natürlicher Gesteinskörnung



01



02

RECYCLINGBETON		EXPOSITIONSKLASSE				
	Anteil	X0	XC1(CH) trocken	XC1(CH) nass, XC2(CH), XC3(CH)	XC4(CH)	XD(CH), XF(CH), XA
RC-C	$R_c \geq 25$ M.-% $R_b > 5$ M.-%	zulässig				⊙
RC-M	5 M.-% ≤ Rb ≤ 25 M.-% und Rc + Rb ≥ 25 M.-%	zulässig			⊙	nicht zulässig
	$R_b > 25$ M.-%	zulässig		⊙	⊙	

03 ⊙ nach entsprechenden Voruntersuchungen zulässig M.-% Massenprozent

VERÄNDERTE BEMESSUNG

Die Bemessung erfolgt bei RC-C wie bei Beton mit natürlicher Gesteinskörnung nach SIA 262. RC-C wird üblicherweise als NPK A-, NPK B- und eventuell als NPK C-Beton angeboten. Bei gezwängten Bauteilen mit erhöhten Anforderungen, z.B. wasserdichten Wannen sowie Sichtbeton, ist das eventuell höhere Schwindmass zu beachten oder bei der Ausschreibung ein erforderliches Schwindmass anzugeben. Beim Einsatz von RC-C in Geschossdecken sind bei der Berechnung der Durchbiegung der eventuell niedrigere Elastizitätsmodul und die gegebenenfalls grösseren Kriechverformungen des Recyclingbetons zu berücksichtigen.

RC-M wird üblicherweise als NPK-A-Beton mit der Druckfestigkeitsklasse C25/30 angeboten. Beim Einsatz dieses RC-Betons in Decken ist zu beachten, dass die Querkraftbemessung und der Durchstanznachweis der SIA 262 mit $D_{max} = 0$ wie für Leichtbeton zu führen ist.

Die Eigenschaften Elastizitätsmodul, Schwinden und Kriechen des RC-M unterscheiden sich stärker als jene des RC-C von Beton aus Primärkies. Deshalb ist ein Einsatz von RC-M in solchen Bauteilen vorzuziehen, wo diese ungünstigeren Eigenschaften weniger relevant sind – z.B. bei Innenwänden.

Aufgrund der unzureichenden Untersuchungen zum Verhalten von Recyclingbeton mit Vorspannung sowie zyklischen Lasten darf für Spannbeton und ermüdungsgefährdete Bauteile RC-M nicht und RC-C nur nach entsprechenden Voruntersuchungen verwendet werden.

01 Elastizitätsmodul von Recyclingbeton im Vergleich zu dem Elastizitätsmodul von Normalbeton (Grafik: Schubert & Hoffmann[2,3])

02 Einfluss der Trocknungsdauer und des E-Moduls auf das Trocknungsschwinden von Recyclingbeton. Zu Beginn des Austrocknens des Betons gibt die Recyclinggesteinkörnung Wasser ab und bewirkt eine Art innerer Nachbehandlung des Betons; dadurch wird das Schwindmass anfänglich tendenziell reduziert. Im höheren Alter kann das Schwindmass noch stärker zunehmen, da der geringere Elastizitätsmodul der Recyclinggesteinskörnung den durch das Trocknen des Betons ausgelösten Spannungen weniger Widerstand entgegensetzt (Quelle: Müller[1])

03 Zulässige Einsatzgebiete von Recyclingbeton nach SIA-Merblatt 2030 (Grafik: SIA MB 2030)

Frank Jacobs, frank.jacobs@tfb.ch, Dr. sc. techn. ETH, Dipl.-Geol. BDG/SIA

Cathleen Hoffmann, Cathleen.hofmann@empa.ch, Dipl.-Bauingenieurin

Sandy Schubert, Sandy.schubert@empa.ch, Dr., Dipl.-Ing. Ingenieurstrukturen

Literatur

1 Chr. Müller: Beton als kreislaufgerechter Baustoff. Betontechnologische Berichte 2001–2003, VDZ, 2001

2 S. Schubert, C. Hoffmann: Konstruktive Aspekte von Recyclingbeton. Kursunterlagen Bau und Wissen, «Einsatz von Recyclingbeton: Möglichkeiten und Risiken». Wildegg, 2010

3 S. Schubert, C. Hoffmann: Grundlagen für die Verwendung von Recyclingbeton aus Mischgranulat. Bericht-Nr. 205650. Empa, Dübendorf, 2010