

TECHNISCHE UND NORMATIVE GRUNDLAGEN DES RECYCLINGBETONS

Im Rahmen einer ressourcenschonenden Bauweise gewinnt die Verwendung von rezyklierter Gesteinskörnung zur Herstellung von Beton, sogenanntem Recyclingbeton, zunehmend an Bedeutung. Der Verbrauch von natürlichen Gesteinskörnungen kann damit vermindert und die Ablagerung von mineralischem Rückbaumaterial in Deponien vermieden werden.

Das vorliegende Merkblatt basiert auf dem heutigen Wissensstand und dem aktuellen technischen SIA Merkblatt 2030 «Beton mit rezyklierten Gesteinskörnungen». Es soll die sichere Anwendung von Recyclingbeton im Betonbau ermöglichen.

ALLGEMEINES

Grundsätzlich wird zwischen zwei Arten von rezyklierter Gesteinskörnung unterschieden: Betongranulat (C) und Mischgranulat (M). Betongranulat wird durch die Aufbereitung von Betonabbruch gewonnen, welcher beim Rückbau von bewehrten oder unbewehrten Betonbauten anfällt (Abb. 1, Mitte). Mischgranulat entsteht durch die Aufbereitung von Mischabbruch, welcher aus dem Rückbau von Betonbauteilen, Backstein-, Kalksandstein- und Natursteinmauerwerk gewonnen wird (Abb. 1, rechts).

Die beiden rezyklierten Gesteinskörnungsarten unterscheiden sich in ihren Eigenschaften von den natürlichen Gesteinskörnungen und weisen auch grössere Schwankungen in der stofflichen Zusammensetzung auf.

Beton darf als Beton nach Eigenschaften zusätzlich zur natürlichen Gesteinskörnung weniger als 25 Massenprozent Betongranulat C oder weniger als 10 Massenprozent Mischgranulat M enthalten, sofern die rezyklierte Gesteinskörnung bei der Erstprüfung bereits berücksichtigt wurde und von diesem Beton Konformitätsnachweise vorliegen.



Beton mit rezyklierter Gesteinskörnung



Abbildung 1: Gesteinskörnungen für Beton (links: natürliche, gerundete Gesteinskörnung, Mitte: Betongranulat, rechts: Mischgranulat).

RECYCLINGBETON: DEFINITION

Recyclingbeton (RC-C oder RC-M) wird als Beton nach Eigenschaften gemäss SN EN 206 und SIA 262 behandelt, sofern die Anforderungen von SN EN 206 und SIA MB 2030 eingehalten werden. Die Verwendung von Recyclingbeton ist in Tabelle 2 aufgeführt.

Recyclingbeton RC-C

Ein Recyclingbeton RC-C ist ein Beton nach Eigenschaften gemäss SN EN 206, dessen Gesteinskörnungsgemisch mindestens 25 Massenprozent Betongranulat (C) enthält. Recyclingbeton RC-C ist in die folgenden Klassen mit den deklarierten Anteilen an Betongranulat (C) eingeteilt:

- RC-C25: $25 \text{ M.-%} \leq C < 50 \text{ M.-%}$
in Massenprozent
- RC-C50: $50 \text{ M.-%} \leq C \leq 100 \text{ M.-%}$
in Massenprozent

Dem Recyclingbeton RC-C darf kein Mischgranulat (M) zugegeben werden.

Recyclingbeton RC-M

Ein Recyclingbeton RC-M ist ein Beton nach Eigenschaften gemäss SN EN 206, dessen Gesteinskörnungsgemisch mindestens 10 Massenprozent Mischgranulat M enthält. Recyclingbeton RC-M ist in die folgenden Klassen mit den deklarierten Anteilen an Mischgranulat (M) eingeteilt:

- RC-M10: 10 M.-% ≤ M < 40 M.-% in Massenprozent
- RC-M40: 40 M.-% ≤ M ≤ 100 M.-% in Massenprozent

Dem Recyclingbeton RC-M darf Betongranulat (C) zugegeben und als Mischgranulat (M) angerechnet werden, wenn der Mindestanteil an Mischgranulat (M) der jeweiligen Recyclingbetonklasse mindestens 40 Massenprozent beträgt.

Grundsätzlich wird der Recyclingbeton als Beton nach den Normen SN EN 206 und SIA 262 behandelt und verwendet, sofern das SIA MB 2030 keine anders lautenden Angaben enthält.

RECYCLINGBETON: EIGENSCHAFTEN

Die Eigenschaften eines Betons, der rezyklierte Gesteinskörnung enthält, können von jenen eines ausschliesslich mit natürlicher Gesteinskörnung hergestellten Betons abweichen, weshalb teilweise spezielle Regelungen notwendig werden. Das Ausmass der Änderungen der Eigenschaften hängt vor allem von der Art der rezyklierten Gesteinskörnung (Betongranulat C oder Mischgranulat M) sowie dem Gehalt und der Qualität der rezyklierten Gesteinskörnung ab. Dies gilt es bei den jeweiligen Einsatzgebieten (z. B. Tiefbaubeton, Sichtbeton, Hartbetonbelag, chemischer Angriff, AAR) zu beachten.

Die Anforderungen an den Wasserzementwert (**w/z-Wert**) gelten wie bei Beton mit natürlicher Gesteinskörnung gemäss SN EN 206. Das heisst, dass die **Wasseraufnahme** wie für natürliche Gesteinskörnung zu bestimmen und bei der Berechnung des w/z-Werts zu berücksichtigen ist.

Vor allem bei einem höheren Gehalt an rezyklierter Gesteinskörnung können sich die Frisch- und Festbetoneigenschaften von denjenigen des Betons mit natürlicher Gesteinskörnung unterscheiden. So kann der Recyclingbeton

im Vergleich zu Beton mit natürlicher Gesteinskörnung gleicher Druckfestigkeit tendenziell eine höhere Wasseraufnahme aufweisen sowie ein höheres **Schwindmass**, eine höhere **Kriechzahl** und einen niedrigeren **Elastizitätsmodul** (E-Modul, Abb. 2). Hierzu wurden in Ergänzung zu den Bemessungsregeln von SIA 262 zusätzliche Regeln im Merkblatt SIA MB 2030 erstellt.

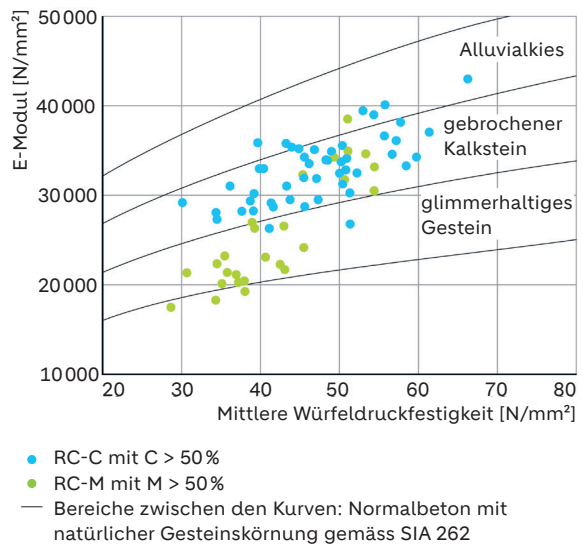


Abbildung 2: Elastizitätsmodul in Abhängigkeit von der Betondruckfestigkeit nach 28 Tagen für Recyclingbeton RC-C und RC-M im Vergleich zu Beton mit natürlicher Gesteinskörnung.

Der **Elastizitätsmodul** von Recyclingbeton ist zu deklarieren. Die Deklaration des Elastizitätsmoduls von Recyclingbeton RC-C und RC-M ist mit E-Modulklassen vorzunehmen (Tabelle 1). Die E-Modulklassen beruhen dabei auf dem mittleren Elastizitätsmodul E_{rcm} und dem minimal gemessenen Elastizitätsmodul $E_{rc,i,min}$.

E-Modulklasse	E_{rcm} N/mm ²	$E_{rc,i,min}$ N/mm ²
EX	Keine Anforderung	Keine Anforderung
E15	≥ 15 000	≥ 12 000
E20	≥ 20 000	≥ 17 000
E25	≥ 25 000	≥ 22 000
E30 ¹⁾	≥ 30 000	≥ 27 000

¹⁾ Höhere E-Modulklassen sind nach entsprechenden Voruntersuchungen in 2000er-Schritten zulässig.

Tabelle 1: Definition der E-Modulklassen und Anforderungen an gemessene Elastizitätsmodule.

Recycling- betonklasse	Betonsorte gemäss SN EN 206:2013+A2:2021, Tabellen NA.5 und NA.8								
	0	A	B	C	D	E	F	G	Pfahlbeton P1, P2, P3, P4
RC-C25	zulässig				1)	unzulässig			zulässig
RC-C50	zulässig				1)	unzulässig			1)
RC-M10	zulässig			1)	unzulässig				1)
RC-M40	zulässig	1)			unzulässig				1)

¹⁾Nur nach entsprechenden Voruntersuchungen zulässig.

Tabelle 2: Verwendung von Recyclingbeton

RECYCLINGBETON: EINSATZGEBIETE

Die Verwendung von Recyclingbeton für spezielle Anwendungen wie z. B. Sichtbeton, Hartbetonbelag sowie Beton bei chemischem Angriff oder AAR ist vorgängig abzuklären.

Für Spannbeton und ermüdungsgefährdete Bauteile darf Recyclingbeton RC-M nicht und Recyclingbeton RC-C nur nach den entsprechenden Voruntersuchungen verwendet werden.

RECYCLINGBETON: AUSSCHREIBUNG

Die Bezeichnung des Recyclingbetons RC-C und RC-M als Beton nach Eigenschaften erfolgt bei der Bestellung und auf dem Lieferschein gemäss SN EN 206 mit den nachfolgenden zusätzlichen Angaben (Verwendung gemäss Tabelle 2, E-Modulklassen gemäss Tabelle 1). Grundsätzlich hat der Verfasser der Festlegung die technischen Vorgaben (z. B. E-Modulklasse in Bezug zum Anteil rezyklierter Gesteinskörnung) und die regionale Verfügbarkeit vorgängig zu überprüfen.

Beispiel Recyclingbeton RC-C

wird als Beton nach Eigenschaften z. B. wie folgt bezeichnet:

- Grundlegende Anforderungen: Beton nach SN EN 206, C25/30, XC3(CH), D_{max} 32, Cl 0,20, C3
- Zusätzliche Anforderungen: zum Beispiel: Recyclingbetonklasse RC-C25, E-Modulklasse E30

Beispiel Recyclingbeton RC-M

wird als Beton nach Eigenschaften z. B. wie folgt bezeichnet:

- Grundlegende Anforderungen: Beton nach SN EN 206, C20/25, XC2(CH), D_{max} 32, Cl 0,20, C3
- Zusätzliche Anforderungen: zum Beispiel: Recyclingbetonklasse RC-M10, E-Modulklasse E20

RECYCLINGBETON: UMWELT-WIRKUNG

Recyclingbeton schont die Kiesressourcen und Deponieräume. Bezüglich CO₂-Emissionen hängt die Bilanz hauptsächlich von der verwendeten Zementmenge und -art sowie der Länge der Transportwege ab. Der Einsatz eines Zements mit geringerem CO₂-Ausstoss verringert die Emissionen des Recyclingbetons.

Der Einsatz von Recyclingbeton wird zunehmend von Bauherren gefordert (z.B. Planungsgrundlagen für Bauherren gemäss KBOB-Empfehlung), insbesondere bei der Erstellung von Neubauteilen mit dem Nachhaltigkeitsstandard Minergie-ECO. In diesem Nachhaltigkeitsstandard werden folgende Anforderungen beim Einsatz von Recyclingbeton im Neubau gestellt:

- Der Volumenanteil an Bauteilen aus Recyclingbeton (gemäss SIA Merkblatt 2030), bezogen auf die Betonkonstruktion, für welche Recyclingbeton grundsätzlich angewendet werden kann, muss mindestens 50% betragen.

- Die Distanz zwischen RC-Betonwerk und Baustelle darf maximal 25 km betragen. Besteht keine Bezugsmöglichkeit in einem Umkreis von 25 km der Baustelle oder muss das Recyclingmaterial weiter als 25 km zum Betonwerk transportiert werden, so ist Recyclingbeton nicht zu verwenden.

Für die Einhaltung der Kriterien und Vorgaben sind durch den Planer grundsätzlich folgende Massnahmen zu ergreifen:

- Abklären der Verfügbarkeit der RC-Betonsorten
- Festlegen der Bauteile, welche aus Recyclingbeton gefertigt werden können und Sicherstellen des geforderten Mindestanteils in Bezug zum gesamten Betonvolumen
- Ausschreiben der entsprechenden RC-Betonsorten mit den vorhergesehenen Mengen im Devis

Rechtliche Hinweise

Holcim erstellt das vorliegende Dokument mit grösstmöglicher Sorgfalt nach dem gegenwärtigen Kenntnisstand und Erfahrungen. Holcim übernimmt keine Gewährleistung hinsichtlich Richtigkeit, Aktualität und Vollständigkeit und übernimmt keine Haftung für Schäden aufgrund der vorliegenden Empfehlung. Der Anwender ist selbst dafür verantwortlich, die Produkte auf ihre Eignung für den vorgesehenen Anwendungszweck zu prüfen sowie für die Einhaltung gesetzlicher Bestimmungen und Sicherheitsvorschriften. Die vorliegende Empfehlung wird laufend angepasst und es gilt jeweils nur die aktuelle Version.



Sie können nachhaltiges Bauen durch den Einsatz von Recyclingbeton fördern. Kontaktieren Sie unsere Ansprechpartner in Ihrer Region für optimierte und objektgerechte Lösungen.

Erfahren Sie mehr unter:
[holcimpartner.ch](https://www.holcimpartner.ch)