

## Beton aus recycelter Gesteinskörnung *Béton de granulats recyclés*

# 2007/2

Stand Februar 2012 / Etat de février 2012

### Wussten Sie schon...

- ... dass Sie durch Einsatz von Recyclingbeton (beim massenreichsten Baumaterial) die Ressourcen schonen und die Landschaft schützen?
- ... dass die EMPA im Auftrag von öffentlichen Bauherren und der Bauindustrie die Verwendbarkeit von Recyclingbeton untersucht hat?
- ... dass in der Agglomeration Zürich der Anteil Recyclingbeton ständig wächst und bereits ca. 10% des Betonbedarfs ausmacht?
- ... dass Sie das Label Minergie-Eco nur erreichen können, wenn Sie für mindestens 50% der Betonbauteile Recyclingbeton einsetzen?

### Saviez-vous...

- ... qu'en utilisant du béton de recyclage (comme matériau le plus volumineux) vous ménagez les ressources et contribuez à préserver le paysage?
- ... que, à la demande des maîtres d'ouvrage publics et de l'industrie du bâtiment, le LFEM a testé l'utilisation du béton de recyclage?
- ... que, dans l'agglomération de Zurich, la part de béton de recyclage augmente constamment et représente déjà environ 10% des besoins en béton?
- ... que vous ne pouvez obtenir le label Minergie-Eco qu'en utilisant du béton de recyclage pour au moins 50% des parties en béton.

### Definition

Als Recyclingbeton (RC) wird ein Beton nach SIA Merkblatt 2030 und SN EN 206-1 (nationaler Anhang) bezeichnet. Die ökologische Leistung des Einsatzes von Gesteinskörnung aus Bodenwäsche wird gemäss Label Minergie-Eco bewertet.

### Définition

On appelle béton de recyclage le béton fabriqué selon la fiche technique SIA 2030 et la norme SN EN 206-1 (annexe nationale).  
Les résultats écologiques de l'application de granulats provenant de matériaux décontaminés lavés sont évalués sur la base du label Minergie-Eco.

#### RC-Beton C

Gesteinskörnung: Betongranulat aus aufbereitetem Betonabbruch  
Kornform: Gebrochen  
Qualität: Wie Primärbeton mit gebrochenem Gesteinskorn



#### Béton RC-C

Granulats: obtenu par traitement de béton de démolition  
Forme des grains: concassé  
Qualité: comme le béton ordinaire avec grains concassés

#### RC-Beton M

Gesteinskörnung: Mischgranulat aus aufbereitetem Mischabbruch  
Kornform: Gebrochen  
Qualität: Grösseres Schwinden und Kriechen, grössere Durchbiegungen als bei Primärbeton



#### Béton RC-M

Granulats: par traitement des matériaux de démolition non triés  
Forme des grains: concassé  
Qualité: retrait important et fluage, flèches plus importantes qu'avec le béton ordinaire

## Betoneigenschaften

RC-Beton ist für die häufigsten Anwendungen im Hochbau geeignet. Sichtbetonflächen sind mit RC-C gut realisierbar. Ausnahmen für RC-C bilden z.B.

- Spezialbetone im Frost/Tausalzbereich oder Beton mit sehr hohen Festigkeitswerten (zur Zeit über C40/50).
- Betonfertigteile werden zur Zeit mit Primärmaterial (Rundmaterial) hergestellt. Es ist denkbar, dass künftig auch Betongranulat zur Anwendung kommen kann.

RC-M hat gegenüber Primärbeton und RC-C einen geringeren E-Modul und ein grösseres Schwind- und Kriechmass. Die Wahl der auf Seite 1 beschriebenen RC-Betonsorte ist je nach Einsatzbereich (Seite 3) mit dem Lieferanten zu bestimmen. RC-M ist insbesondere als Konstruktionsbeton für Innenbauteile, welche der Witterung entzogen sind, einsetzbar.

Damit die Verarbeitbarkeit und die Konformität von RC-Beton mit Primärbeton vergleichbar ist, kann RC-Beton eventuell - je nach verwendeter Gesteinskörnung und geforderten Eigenschaften – mehr Zement und Fließmittel benötigen.

Bezüglich der Schadstofffreisetzung ins Grundwasser haben Untersuchungen der EMPA gezeigt, dass kein signifikanter Unterschied zwischen RC-Beton und Primärbeton besteht.

## Vorstudie / Projektierung

Ob generell RC-Beton eingesetzt werden soll liegt im Entscheidungsbereich des Bauherren und ist mit dem Planungsteam frühzeitig zu vereinbaren. Die Verfügbarkeit in der Region ist vorgängig abzuklären.

Bei der statischen konstruktiven Durchbildung von Bauteilen aus RC-M sind die gegenüber Primärbeton und RC-C unterschiedlichen Eigenschaften zu berücksichtigen.

## Ausschreibung

In der Ausschreibung wird RC-Beton nach Eigenschaften für geeignete Anwendungen bestellt und als Hauptposition offeriert, dort wo innerhalb vernünftiger Distanz (Minergie-Eco: 25 km) verfügbar. Entsprechende Primärbetone werden zum Preisvergleich in PER-Positionen gestellt.

Im eco-devis sind die gängigsten Sorten von RC-C als ökologisch interessant gekennzeichnet. Sie werden bereits in den meisten Festigkeitsklassen angeboten. RC-M ist unter bestimmten Voraussetzungen realisierbar. Der E-Modul ist als zusätzliche Eigenschaft zu definieren.

## Propriétés du béton

*Dans la construction de bâtiments, le béton de recyclage est adapté à la plupart des cas; il permet entre autres de réaliser des surfaces en béton apparent. Font exception:*

- *les bétons spéciaux devant résister au gel et aux sels de dégelèment ou devant présenter de très hautes valeurs de résistance (actuellement supérieures à C40/50);*
- *les éléments en béton préfabriqués qui sont actuellement réalisés avec des matériaux primaires (ronds); il est toutefois envisageable d'utiliser à l'avenir du granulat de béton également pour cette application.*

*Par rapport au béton ordinaire et au béton de recyclage C, le béton de recyclage M présente un module d'élasticité plus faible et des coefficients de retrait et de fluage plus élevés.*

*S'agissant de la libération de polluants dans les eaux souterraines, les essais réalisés par l'Empa ont montré qu'il n'y a pas de différence significative entre le béton de recyclage et le béton ordinaire.*

## Etude préalable / étude de projet

*La décision portant sur l'utilisation généralisée de béton de recyclage doit être prise par le maître d'ouvrage et être convenue avec l'organe chargé des études. La disponibilité de ce béton dans la région doit être vérifiée.*

*En ce qui concerne la constitution statique des éléments de construction en béton de recyclage M, il faut prendre en compte les propriétés différentes de ce béton par rapport au béton ordinaire et au béton de recyclage C.*

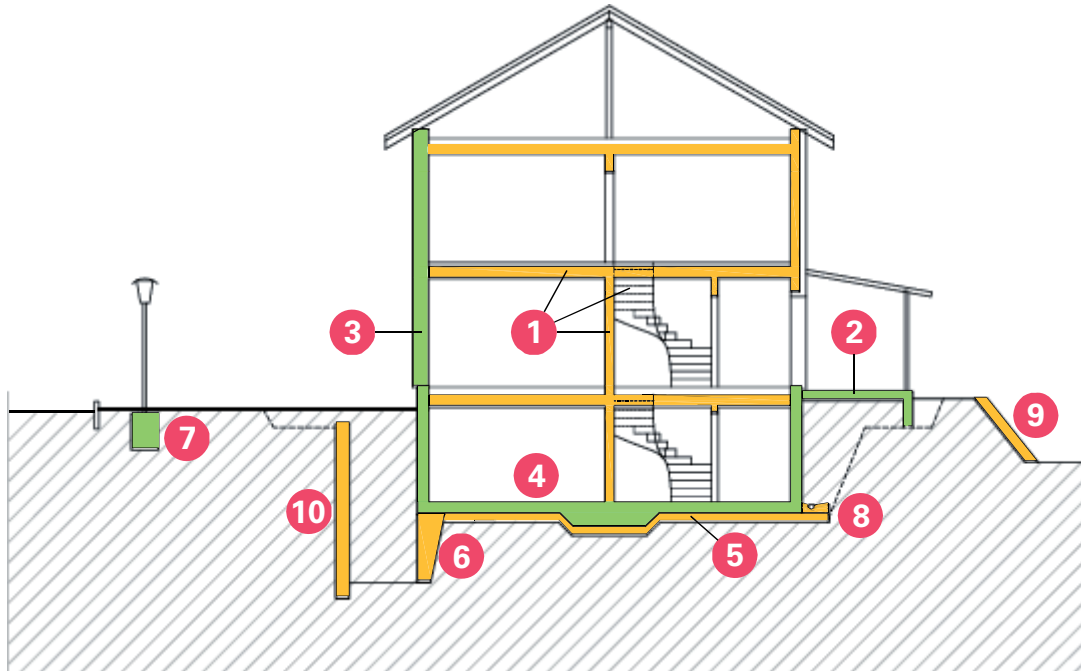
## Appel d'offres

*Dans l'appel d'offres, le béton de recyclage sera commandé en fonction de ses caractéristiques pour les applications visées et offert comme article principal s'il peut être obtenu à une distance raisonnable (25 km selon la norme Minergie-Eco). Son prix sera comparé avec celui des bétons ordinaires (positions PER).*

*Les «eco-devis» caractérisent la plupart des bétons de recyclage C comme intéressants sur le plan écologique. Aujourd'hui déjà, ces bétons sont proposés dans la majorité des classes de résistance. A certaines conditions, le béton de recyclage M peut aussi être utilisé. Le module d'élasticité doit être défini comme propriété supplémentaire.*

## Einsatzbereiche für Recyclingbeton

## Utilisation du béton de recyclage



Geeignet für Beton RC-M, RC-C	M	C	Adapté au béton RC-M, RC-C
Geeignet nur für Beton RC-C	C		Adapté uniquement au béton RC-C

### Beispiele

Expositionsklasse\*  
Classe d'exposition\*

### Exemples

#### Hochbau

#### Construction de bâtiments

1	Wände, Decken, Treppen bewehrt innen trocken.	XC1, XC2	Parois, plafonds, cages d'escaliers armés, sec à l'intérieur.
2	Aussenbereich, vor Regen geschützt	XC2, XC3	A l'extérieur, protégé de la pluie
3	Aussenfassaden, wasserbenetzte Flächen	XC4, XF1	Façades extérieures, surfaces absorbant l'eau
4	Wasserdichter Beton**	XC2, XC4	Béton étanche**
5	Sauberkeitsschicht		Couche de propreté
6	Unterfangungen	XC1, XC2	Murs de reprise en sous-oeuvre

#### Strassenbau

#### Construction de routes

7	Fundamente für Kandelaber, Leitplanken, Lichtsignal- und Signalisationsanlagen	XC1, XC2	Fondations pour candélabres, glissières de sécurité, installations de signalisation
---	--	----------	---

#### Kanalisation, Werkleitungen usw.

#### Canalisations, conduites, etc.

8	Füll- und Hüllbeton		Béton d'injection et d'enrobage
9	Temporäre Böschungssicherung	X0	Renforcement temporaire de talus
10	Rühlwände (je nach Anforderung)	X0 ... XC3	Parois berlinoises (selon les exigences)

\* Gemäss SIA 262

\*\* Zusätzliche Anforderungen beachten

Die XF-Expositionsclassen benötigen Vorversuche.  
Die Frost- und Frosttausalzbeständigkeit von RC-Beton sind noch nicht nachgewiesen.

\* selon SIA 262

\*\* Tenir compte des exigences supplémentaires

Les classes d'exposition XF nécessitent un essai préalable.  
La résistance du béton au gel et aux sels de dégellement n'est pas encore prouvée.

### Empfehlungen für Bauherren, Projektleitende und Planende

- Leisten Sie durch Einsatz von Recyclingbeton einen wichtigen Beitrag zur Schliessung der Materialkreisläufe.
- Vereinbaren Sie die generelle Verwendung von Recyclingbeton bereits in der Vorstudienphase oder zu Beginn der Projektierung. Die Verfügbarkeit in der Region ist vorgängig abzuklären.
- Nutzen Sie Recyclingbeton für die aufgeführten Einsatzbereiche (Seite 3).
- Prüfen Sie in den Offerten, ob sie durch die Wahl von Recyclingbeton nur einen Umweltvorteil oder auch einen Kostenvorteil erzielen.

### Recommandations pour les maîtres d'ouvrage, les chefs de projet et les bureaux d'études

- Contribuez à fermer le cycle des matériaux en utilisant du béton de recyclage.
- Convenez de l'utilisation généralisée de béton de recyclage au stade de la phase de l'étude préalable ou du début de l'étude du projet déjà. La disponibilité de ce béton dans la région doit être vérifiée.
- Utilisez le béton de recyclage pour les applications indiquées (page 3).
- Examinez dans l'offre si le choix du béton de recyclage ne présente qu'un avantage pour l'environnement ou s'il en résulte également une réduction des coûts.

## Autoren \* / Informationen

KBOB	Fachgruppe nachhaltiges Bauen Reinhard Friedli * Markus Jauslin Olivier Meile Christoph Affentranger Verena Steiner Heinz Schneiter Robin Quartier * Andreas Puder Daniel Dubas Roger Waeber	<b>Bundesamt für Bauten und Logistik</b> , Leiter der Fachgruppe, Bern <b>Armasuisse</b> , Bern <b>Bundesamt für Energie</b> , Bern <b>ETH-Rat</b> , Zürich <b>Bundesamt für Wohnungswesen</b> , Grenchen <b>SBB</b> , Immobilien, Bern <b>Bundesamt für Umwelt</b> , Bern <b>Bundesamt für Bauten und Logistik</b> , Haustechnik <b>Amt für Raumentwicklung</b> , Bern <b>Bundesamt für Gesundheit</b> , Bern
eco-bau	Heinrich Gugerli * Werner Hofmann * Yves Roulet	<b>Amt für Hochbauten der Stadt Zürich</b> <b>Amt für Hochbauten der Stadt Zürich</b> <b>Service Immeubles, Patrimoine et Logistique</b> , Etat de Vaud
IPB	Daniel Rhyner Albert Buchmüller Christian Coppey Thomas Henking Christoph Keller	<b>ZKB</b> , Leiter AG Nachhaltigkeit der IPB <b>Novartis Pharma AG</b> <b>Maus Frères SA</b> <b>Post Immobilien</b> <b>SwissRe</b>
EMPA	Sandy Schubert *	<b>EMPA</b> , Dübendorf
SIA	Konrad Moser	<b>Arbeitsgruppe Recyclingbeton</b> / Kommission SIA 262
Bauindustrie	Hansruedi Eberhard * Rolf Fehr * Bruno Suter * Martin Weder	<b>Eberhard Bau AG</b> , Kloten <b>HASTAG</b> Zürich, Birmensdorf ZH <b>ARV</b> Aushub, Rückbau- und Recycling-Verband Schweiz Direktor <b>FSKB</b> – Fachverband der Schweizerischen Kies- und Betonindustrie, Bern

## Literatur

EMPA	Konstruktionsbeton aus recycelter Gesteinskörnung <a href="http://www.empa.ch/beton">www.empa.ch/beton</a> Flyer der EMPA, Arbeiten mit Recyclingbeton <a href="http://www.empa.ch/beton">www.empa.ch/beton</a>
EMPA/TFB	Sachstandsbericht <a href="http://www.tfb.ch/de/Publikationen/Publikationsliste.html">www.tfb.ch/de/Publikationen/Publikationsliste.html</a>
SIA	Merkblatt 2030 Recyclingbeton, 2010
eco-bau	MINERGIE-ECO <a href="http://www.minergie.ch">www.minergie.ch</a> , eco-devis <a href="http://www.eco-bau.ch">www.eco-bau.ch</a>

## Herausgeber

KBOB c/o BBL Bundesamt für Bauten und Logistik, Fellerstrasse 21, 3003 Bern  
Internet: [www.kbob.ch](http://www.kbob.ch)  
Hier finden Sie unter Publikationen weitere Empfehlungen Nachhaltiges Bauen

## Editeur

KBOB, p.a. OFCL, Office fédéral des constructions et de la logistique, Fellerstrasse 21, 3003 Berne  
Internet : [www.kbob.ch](http://www.kbob.ch)  
Vous trouverez à cette adresse, sous la rubrique Publications, d'autres recommandations pour la construction durable.



## Praxiserfahrung

Das Amt für Hochbauten der Stadt Zürich vereinbart für alle städtischen Neubauten den Einsatz von Recyclingbeton mit den Planenden und den Unternehmern.

Beim Ersatzneubau der Wohnsiedlung «Werdwies» der städtischen Liegenschaftenverwaltung in Zürich Altstetten wurde für folgende Einsatzgebiete RC-Beton eingesetzt:

### RC-C

- Wasserdichtes Untergeschoss mit Systemgarantie
- Decken mit teilweise grossen Spannweiten
- Sichtbetonwände im Erdgeschoss.

### RC-M für Innenwände

Auf Initiative der Bauherrschaft ist erstmals in der Schweiz in grösserem Umfang RC-M hergestellt aus 100 % mineralischem Mischgranulat in tragenden Innenwänden eingesetzt worden. Die Realisierbarkeit ist mit Vorversuchen in einem Forschungsvorhaben mit der Empa und weiteren Partnern abgeklärt worden.

Die spezifischen Betoneigenschaften sind von Anfang an bei der Dimensionierung der Tragkonstruktion einbezogen worden.

Weitere Informationen:

[www.stadt-zuerich.ch/nachhaltiges-bauen](http://www.stadt-zuerich.ch/nachhaltiges-bauen)

→ Fachinformation → Bauökologie & Stoffflüsse  
«Konstruktionsbeton aus Mischabbruchgranulat»,  
Tec21, 10/2006

## Expériences tirées de la pratique

*L'office des bâtiments de la ville de Zurich convient, avec les bureaux d'études et les entrepreneurs, de l'utilisation de béton de recyclage pour la construction de tous les bâtiments.*

*Lors de la construction du quartier «Werdwies» à Zurich-Altstetten par l'administration des immeubles, on a recouru au béton de recyclage pour les parties suivantes:*

### **Béton de recyclage C**

- sous-sols étanches avec garantie
- plafonds ayant en partie de grandes portées
- parois en béton apparent au rez-de-chaussée.

### **Béton de recyclage M pour parois intérieures**

*Pour la première fois en Suisse, à l'initiative du maître de l'ouvrage, du béton de recyclage M, constitué de 100% de granulats minéraux de matériaux non triés, a été utilisé en grande quantité pour les parois porteuses intérieures. Cette réalisation a été précédée d'essais effectués dans le cadre d'un projet de recherche du LFEM et d'autres partenaires. Les spécificités du béton ont été prises en compte dès le début dans le dimensionnement de la structure porteuse.*

*Pour d'autres informations:*

[www.stadt-zuerich.ch/nachhaltiges-bauen](http://www.stadt-zuerich.ch/nachhaltiges-bauen)

→ Fachinformation → Bauökologie & Stoffflüsse  
«Konstruktionsbeton aus Mischabbruchgranulat»,  
Tec21, 10/2006

**Weitere Objekte**

**CeRN – Centre d’Entretien des Routes Nationales – in Bursins**

100% Magerbeton mit RC-M  
60% des Betons mit 50% Anteil RC-C (C25/30)



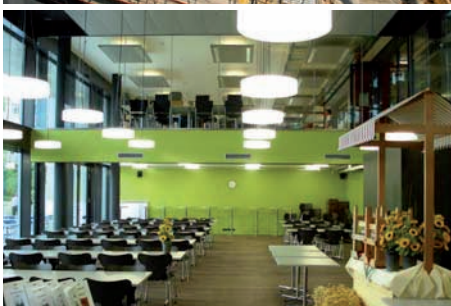
**Hochschulzentrum vonRoll, Neubau Institutsgebäude, Bern**

60% RC-C, 18'700 m3, für Bodenplatte, alle Flachdecken ausser Decken über 1.UG (vorgespannt) und EG (auskragend)



**Forum Chriesbach, Dübendorf**

2 Geschossdecken mit 21% Anteil Betongranulat aus aufbereitetem Betonabbruch



**Schulanlage Hirzenbach, Zürich**

RC-C eingefärbt mit Flüssig-Pigment für Sichtbeton; RC-C für restliche Betonbauteile



**Centro sportivo nazionale, Tenero**

72 % RC-C, 2'250 m3 für Bodenplatten und Tragwände sowie nichttragende Bauteile wie Rohrböcke und Untergründe



**Schulanlage Im Birch, Zürich**

46% Beton mit Gesteinskörnung aus Bodenwäsche für wasserdichten und vorgespannten Beton  
45% RC-C für Wände und Decken



**Autres objets**

**CeRN – Centre d’Entretien des Routes Nationales – de Bursins**

100% de béton maigre avec du RC-M  
60% de béton avec 50% de RC-C (C25-30)

**Centre de l’Université de Berne vonRoll, construction d’un nouveau bâtiment des instituts, Berne**

60% de RC-C, 18'700 m3, pour toutes les dalles, sauf la dalle précontrainte et la dalle en saillie du rez-de-chaussée.

**Forum «Chriesbach», Dübendorf**

Dalles 2 étages avec 21% de granulats de béton obtenus par traitement de béton de démolition

**Ecole «Hirzenbach», Zurich**

RC-C coloré avec pigment liquide pour le béton apparent; RC-C pour le reste des parties en béton

**Centre sportif national, Tenero**

72%, RC-C, 2'250 m3 pour les dalles et les murs porteurs ainsi que pour des éléments non porteurs tels que couche de fond et remblais

**Ecole «Im Birch», Zurich**

46% de granulats recyclés provenant de matériaux décontaminés lavés pour le béton étanche et précontraint;  
45% de RC-C pour les parois et les dalles