



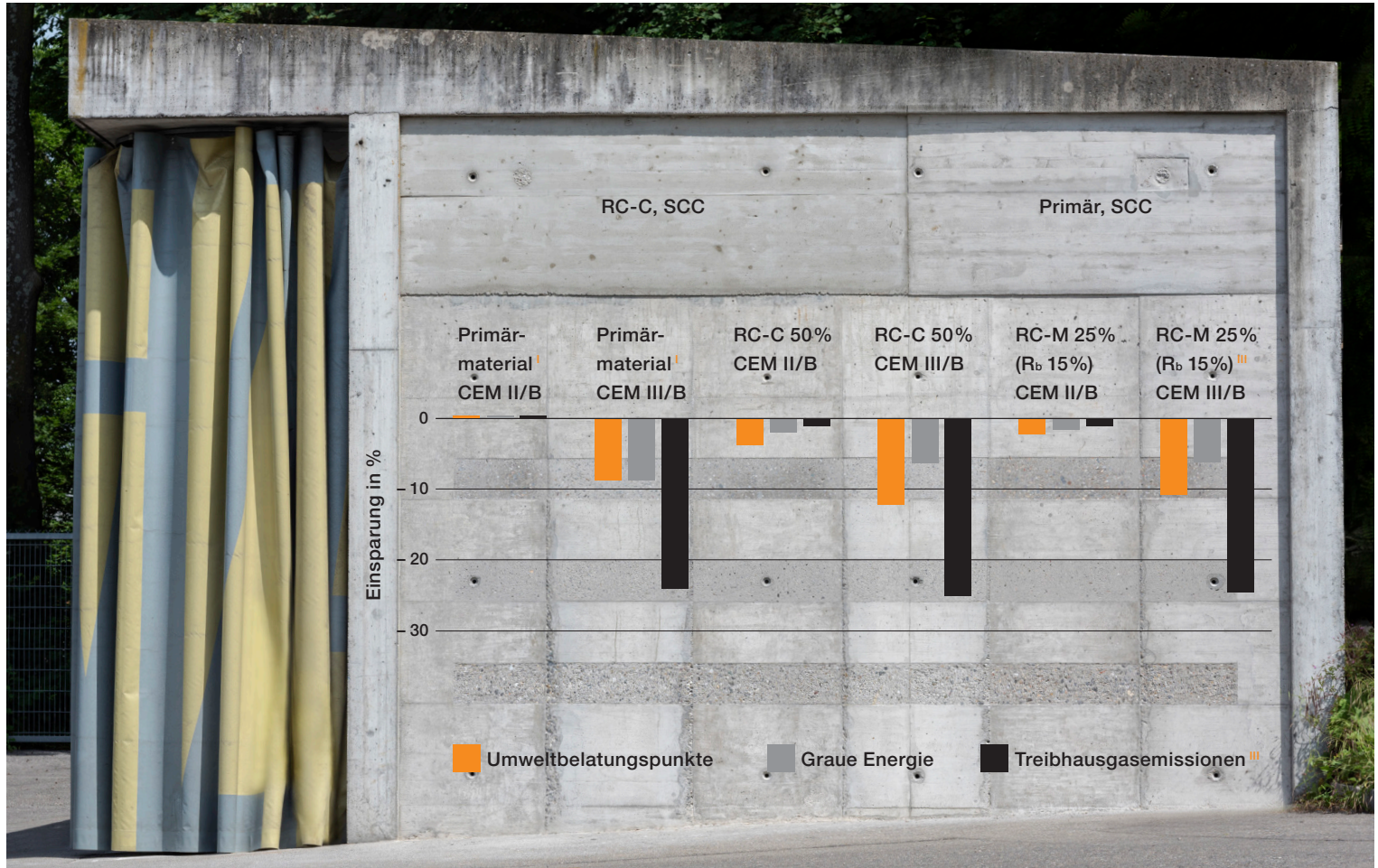
BETON KONKRET

Musterwand Recyclingbeton

Kies ist endlich, Deponien sind eine Notlösung. Mit der Verwendung von Beton aus Recycling-Granulat werden Kreisläufe geschlossen, wertvolle Ressourcen geschont und Landschaft erhalten. Bei der Herstellung von Beton entstehen Treibhausgase. Durch den Einsatz des Zementtyps CEM III/B können diese Emissionen einfach, kostenneutral und ohne Qualitätseinbusse vermindert werden.

Das ökologische Potential dieser Massnahmen ist unbestritten^{1,2} die ästhetischen Konsequenzen wecken gelegentlich Bedenken. Dabei sind sie durchaus überblickbar: Betonfarbe und -helligkeit, Homogenität, Einschlüsse, gewünschte und/oder unerwünschte Verarbeitungsspuren: der Einfluss von Gesteinskörnung (natürlicher Primärkies, Recycling-Granulate aus Beton- bzw. Mischabbruch) und Zementtyp (CEM II/B resp. CEM III/B) auf den fertigen Beton wird mit der Musterwand vergleichbar gemacht.

MUSTERWAND RECYCLINGBETON



Umweltkennwerte von Betonsorten: Einsparungen im Verhältnis zu einem herkömmlichen Beton aus Primärmaterial und CEM II/B.

Mineralische (Recycling-)Baustoffe in der Schweiz

In der Schweiz werden jährlich rund 50 Millionen Tonnen mineralische Baustoffe verbaut, drei Viertel davon im Hochbau. Gleichzeitig fallen 10 Millionen Tonnen mineralische Bauabfälle³ an, davon rund 60% als Mischabbruch⁴ aus Beton, Back- und Kalksandstein sowie Keramik. Er muss auch heute noch oft auf Deponien abgelagert werden⁵, obwohl Recyclingbeton (RC-Beton) aus Beton- und aus Mischabbruch bei sehr vielen Anwendungen im Hochbau bedenkenlos eingesetzt werden kann. Würde konsequent auf Recyclingprodukte gesetzt, könnten bereits heute alle anfallenden, mineralischen Rückbaumaterialien problemlos wiederverwertet und der urbane, mineralische Stoffkreislauf geschlossen werden. Die Stadt Zürich ist bestrebt, in Ihren Bauten möglichst viel RC-Granulat (und hier insbesondere Mischabbruch) zu nutzen.

Recyclingbeton

Als RC-Beton wird ein Beton bezeichnet, der zu mindestens 25 Massenprozent aus rezyklierter Gesteinskörnung besteht.^{6,7} Als solche gilt Material, das zuvor bereits in einem Bauwerk eingesetzt wurde. Beim RC-C-Beton wird Betongranulat C, das aus aufbereitetem Betonabbruch gewonnen wird, eingesetzt. Der RC-M-Beton enthält Mischgranulat M, das aus mineralischen Bauabfällen von Massivbauteilen gewonnen wird³.

Zementart CEM III/B

Herkömmlicher Zement besteht zu einem grossen Teil aus Klinker. Die Herstellung von Klinker ist energieintensiv und setzt pro Tonne Zement rund 680 kg CO₂ frei. Durch die Verwendung von Hüttensand, einem Nebenprodukt der Eisenproduktion, als Klinkerersatz, können die CO₂-Emissionen pro Kubikmeter Beton um bis zu 25% reduziert werden.

RC-Beton und CEM III/B: Eine Chance für ...

...die Landschaft: Umweltbelastungspunkte

Die Verwendung von RC-Granulaten schont die Landschaft: dank der Schliessung von Materialkreisläufen kann auf den Abbau in Kiesgruben ebenso wie auf eine Deponierung des zurückgebauten Materials verzichtet werden. Die Verwendung von RC-Granulaten wirkt sich in Bezug auf die Umweltbelastungspunkte (UBP's) leicht positiv aus. Kombiniert mit dem Einsatz von CEM III/B resultiert pro m³ Beton eine um mehr als 10% geringere Umweltbelastung.

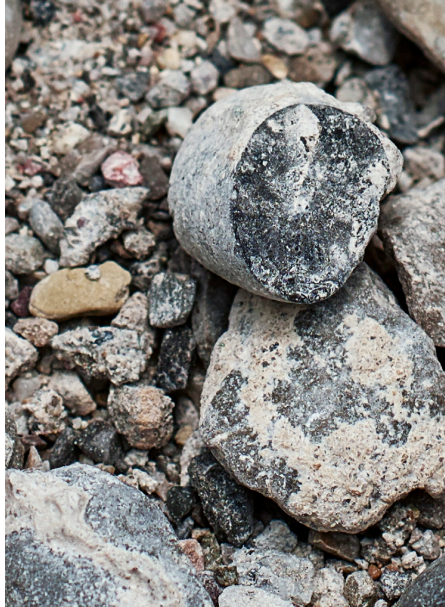
...die Energiewende: Graue Energie

CEM III/B verbessert die Energiebilanz von Beton um ca. 5%. Rückbau und Aufbereitung von mineralischem Abbruch benötigen etwas weniger Graue Energie als der Abbau von Primärkies in der Kiesgrube. Andererseits

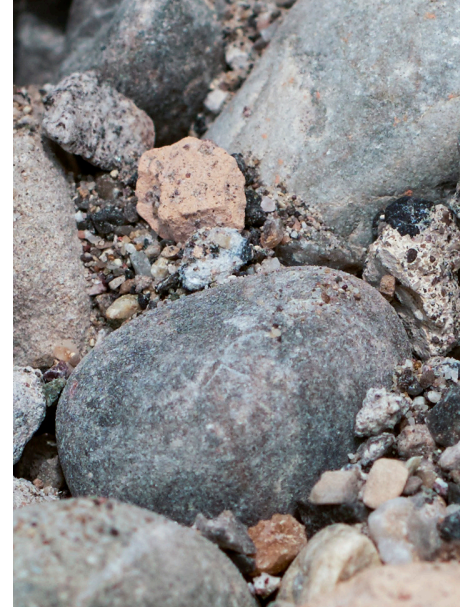
BETONSORTENRECHNER



Zuschlagstoffe Primärbeton, Korngrösse 0–32 mm
– 100 % natürliche Gesteinskörnung



Zuschlagstoffe RC-C-Beton, Korngrösse 0–32 mm
– 50 % natürliche Gesteinskörnung
– 50 % Betongranulat (rezyklierte Gesteinskörnung aus aufbereitetem Betonabbruch), bestehend aus 100 % R_c (= Körner aus Beton, Betonprodukten, Mörtel und Mauerstein aus Beton, gemäss SN EN 933-11)



Zuschlagstoffe RC-M-Beton, Korngrösse 0–32 mm
– 75 % natürliche Gesteinskörnung
– 25 % Mischgranulat (rezyklierte Gesteinskörnung aus aufbereitetem Mischabbruch) bestehend aus 40 % R_c und 60 % R_m (= Körner aus Mauersteinen und Dachziegeln aus gebranntem Ton, Kalksandsteinen und nicht schwimmendem Porenbeton, gemäss SE EN 933-11)

benötigt Recyclingbeton etwas mehr Zement und muss gegebenenfalls weiter transportiert werden. Aus energetischer Sicht ist die Verwendung von Recyclingbeton dann anzustreben, wenn er im Umkreis von 25 km verfügbar ist. Dies ist im Raum Zürich heute überall der Fall.

...das Klima: Treibhausgasemissionen

Mit dem Einsatz von CEM III/B kann pro m³ Beton eine Reduktion der Treibhausgase um rund 25 % erzielt werden. Mit der Verwendung von RC-Granulaten und CEM III/B lassen sich die Umweltauswirkungen des ganzen Gebäudes einfach aber wirksam optimieren.

Anwendungen

RC-Beton eignet sich für die meisten Anwendungen im Hochbau; auch Sichtbetonflächen und weisse Wannen sind mit RC-Beton realisierbar. Für Spezialbetone im Frost- respektive Tausalzbereich und bei Betonfertigteilen wird

heute aufgrund mangelnder Erfahrungen noch kein RC-Material verwendet¹. RC-Beton kann auch gepumpt werden (siehe Sturzbereich der Musterwand). Der Einsatz von CEM III/B ist hier aufgrund der erforderlichen Betonzusatzstoffe allerdings eingeschränkt. Ebenso sind im Bauprozess die verzögerte Aushärtung von CEM III/B Beton inkl. verlängerten Ausschallfristen und die eingeschränkte Anwendbarkeit für Sichtbeton bei tiefen Temperaturen zu berücksichtigen.

Kosten

RC-Beton ist in der Tendenz günstiger als Primärbeton. Es lohnt sich deshalb, in den Offerten zu prüfen, ob durch die Wahl von RC-Beton nicht nur ein Umwelt-, sondern auch ein Kostenvorteil erzielt werden kann.

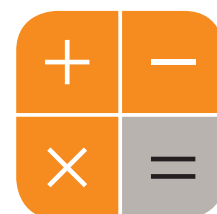
Oberflächenbehandlungen

Beton ist ein heterogenes Material, es kann sehr vielfältig bearbeitet werden: Beton kann unter

anderem gestockt, sandgestrahlt, geschliffen, hydrophobiert, lasiert und vor Graffiti geschützt werden^{III}. Die Effekte dieser Behandlungsmethoden auf die unterschiedlichen Betontypen sind an der Musterwand ebenfalls ersichtlich (Lasierung siehe Innenseite).

Berechnen Sie die Umweltauswirkungen ihres Betontypes direkt im Internet:

➔ [Betonsortenrechner](#)



FALLBEISPIELE STADT ZÜRICH



Schulhaus Im Birch (2004), Peter Märkli mit Gody Kühnis, Zürich:
Vor Ort gegossene Bauteile wurden ca. hälftig aus aufbereiteten oder recycelten Granulaten hergestellt.

– Foto: G. Gisel



Schulanlage Hirzenbach (2008), Boltshauser Architekten, Zürich:
RC-C eingefärbt mit Flüssig-Pigment für Sichtbeton; RC-C für restliche Betonbauteile.

– Foto: Y. André



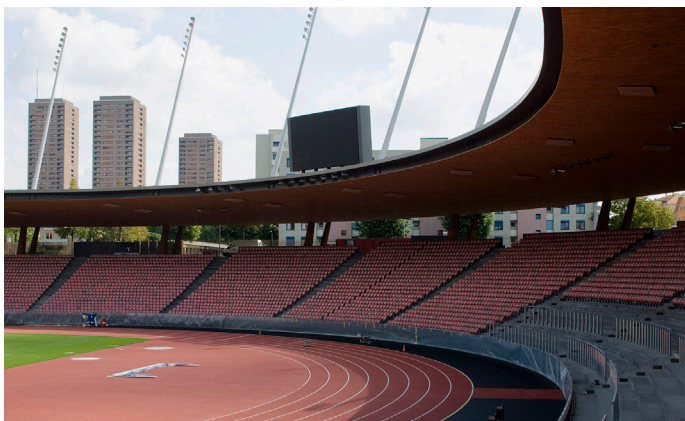
Wohnsiedlung Werdwies (2007), Adrian Streich Architekten, Zürich:
Wasserdichtes Untergeschoss und Decken aus RC-C; Tragende Wände aus RC-M aus 100 % mineralischem Mischabbruch.

– Foto: G. Aerni



Sportzentrum Heuried (2017), EM2N Architekten, Zürich:
Sämtliche Ortbetonbauteile inkl. wasserdichter Bauteile und Pfahlfundationen aus RC-C-Beton und CEM III/B.

– Visualisierung: EM2N Architekten



Letzigrundstadion Zürich (2008), Bétrix & Consolascio Architekten, Zürich/
Frei & Ehrensberger Architekten, Zürich: 40 000 m³ vor Ort wiederverwerteter Aushub für Betonkies.

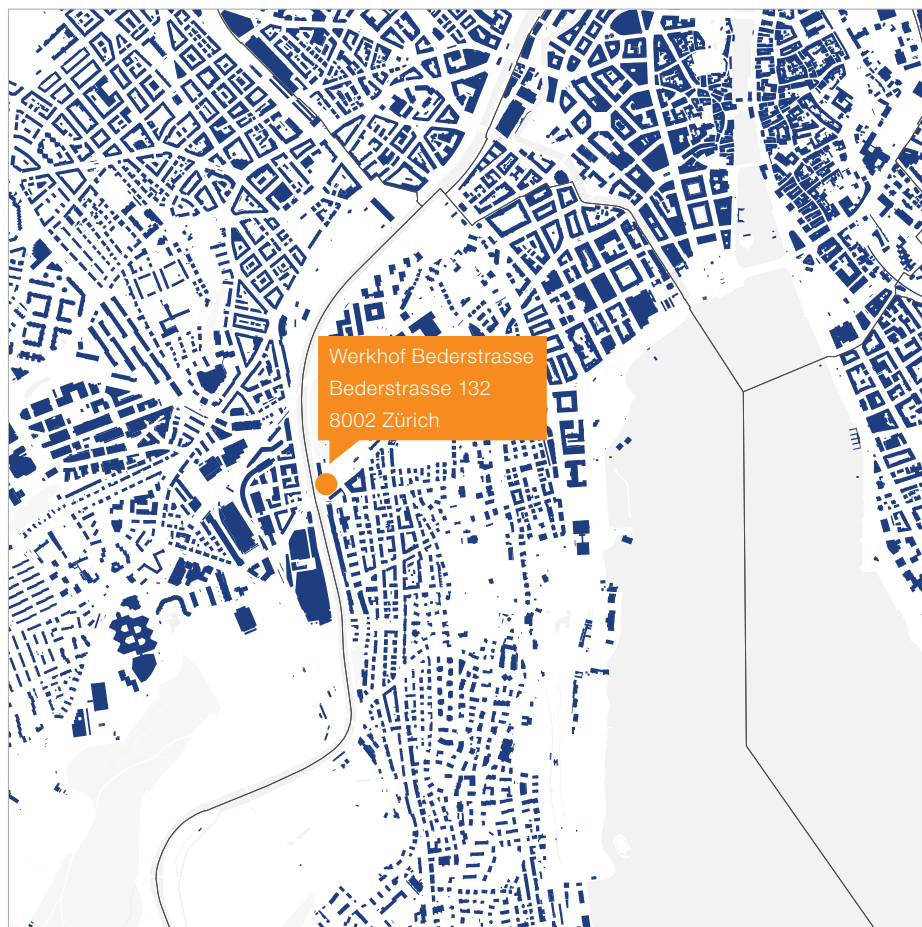
– Foto: B. Bühler



Kunsthaus Zürich (2020), David Chipperfield Architects, London:
Sämtliche Ortbetonbauteile inkl. wasserdichter Bauteile aus RC-C-Beton und CEM III/B; CEM III/B, heller Beton auch aufgrund der ästhetischen Qualitäten gewählt.

– Visualisierung: David Chipperfield Architects

STANDORT



Anmerkungen

- I Gemäss Norm⁸ darf Primärmaterial mit bis zu 1.3 M.-% Fremdstoffen verunreinigt sein. Entsprechende ungewollte – aber normenkonforme – Rückstände werden in den bearbeiteten Musterflächen des Primärkies sichtbar (Typen 1 und 2).
- II Die sechste Musterfläche wurde im Produktionsprozess irrtümlich mit CEM II/B statt mit CEM III/B ausgeführt. Im Faltblatt werden die theoretischen Umweltkennwerte widergegeben; auf den Wandbeschriftungen sind die tatsächlichen, realisierten Werte ersichtlich.
- III In der Schweiz liessen sich durch die konsequente Verwendung von CEM III/B jährlich rund 2.65 Mio. t CO₂ einsparen – ohne Mehrkosten oder Qualitätseinbussen.

Quellen

- 1 Beton aus rezyklierter Gesteinskörnung; KBOB/ecobau IPB-Empfehlung 2007/2
- 2 Betonsortenrechner – Hintergrundbericht; Studie im Auftrag des AHB
- 3 Gugerli, Heinrich et al. (2015): Gesund und ökologisch bauen mit Minergie-Eco; Faktor-Verlag
- 4 Urban-Mining-Potenzial in der Stadt Zürich, Studie im Auftrag des AHB
- 5 Hofmann, Werner; Patt, Bruno (2006): Konstruktionsbeton aus Mischabbruch; tec21 10/2006, S. 8–10
- 6 SIA Merkblatt 2030: Recyclingbeton, Ausgabe 2010
- 7 SN EN 206: 2013: Beton-Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität
- 8 SN EN 270 102b-NA: Gesteinskörnungen für Beton

Weitere Literatur

- Ressourcenstrategie «Bauwerk Stadt Zürich» (2009), Stadt Zürich, Amt für Hochbauten, Tiefbauamt
- Durchstanzversuche mit Recyclingbeton aus Mischabbruch (2013); Studie im Auftrag des AHB
- Kies-, Aushub- und Rückbaumateriallogistik (2014), Studie im Auftrag des AHB

Städtische Beteiligte

Philipp Hubler, Amt für Hochbauten, Fachstelle Ingenieurwesen; Kurt Kellenberger, Tiefbauamt Zürich, Leiter Werkhof; Simon Kraus, Amt für Hochbauten, Projektentwicklung; Philipp Noger, Amt für Hochbauten, Fachstelle Nachhaltiges Bauen; Priska Rast, Immobilien Stadt Zürich, Graffiti-Beauftragte Stadt Zürich

Architektur

Michael Widrig, Kaufmann Widrig Architekten, Zürich

Beigezogene Fachspezialisten

Karin Bauer, St. Gallen (Fotografie); Mario Benedetto, Emil Hirt (Oberflächenbehandlungen); Martin Furrer, Möhrle + Kuhn, Zürich (Bauunternehmung); Agnès Laube, Zürich (Grafik)

Musterwand Recyclingbeton

Kaufmann Widrig Architekten GmbH bauten den offenen Unterstand im Werkhof Bederstrasse 2004. 2016 wünschte das Tiefbauamt Stadt Zürich eine zusätzliche Wand, das Amt für Hochbauten suchte gleichzeitig nach Standorten für eine Recycling-Beton-Musterwand. Diese Synergien führten 2017 zur Erstellung der RC-Beton-Musterwand.

Eine Besichtigung der Musterwand ist nach Absprache möglich:
Telefon 044 412 41 30

Herausgeberin

Stadt Zürich
Amt für Hochbauten
Postfach, 8021 Zürich

Auftraggeberin

Fachstelle Nachhaltiges Bauen
Fachstelle Ingenieurwesen

Tel. 044 412 11 11
www.stadt-zuerich.ch/beton-konkret

Nr. 1 in der Serie «Fachbeiträge», Juni, 2017