



# Recyclingbeton aus Mischabbruchgranulat

Das „Richi-Haus“ in Weiningen (ZH)



Innovation & Consistency | since 1910





## Recyclingbeton aus Mischabbruchgranulat

In Weiningen steht heute ein in der Schweiz einzigartiges Bauwerk. Das Besondere daran ist, dass alle Betonbauteile aus Recyclingbeton mit 75% Mischabbruchgranulat hergestellt wurden.

Die „Richi Immobilien AG“ in Weiningen hat mit ihrem neu erstellten Bürogebäude gezeigt, dass Bauteile aus solchem Beton unterschiedliche Anforderungen an Statik und Expositionsclassen (bewittert, unbewittert, erdberührt) erfüllen können. Für den Betonrohbau, welcher von Juni bis Dezember 2010 ausgeführt wurde, hat Richi die Vorgabe gemacht, dass ausschliesslich Beton aus Mischabbruchgranulat eingesetzt wird. Im Gesamten wurden 2400 m<sup>3</sup> Recyclingbeton eingesetzt.

Die Zuschlagstoffe aus Mischabbruchgranulat wurden im Aufbereitungszentrum Richi Weiningen produziert.



## Ausgangslage / Situation

Beton ist der Baustoff unserer Zeit. Er ist sowohl vielfältig als auch dauerhaft und wird weltweit am häufigsten als Baumaterial eingesetzt (schweizweit ca. 14 Mio. m<sup>3</sup>/Jahr, weltweit knapp 8 Mia. m<sup>3</sup>/Jahr).

In der Schweiz fallen jährlich durch den Rückbau von Gebäuden ca. 5 Mio. to Beton- und Mischabbruchgranulat an, die heute noch teilweise deponiert werden. Vor allem in den städtischen Agglomerationen werden vermehrt ganze Gebäude rückgebaut und es fallen grosse Mengen Mischabbruch an. Recycling schont die natürlichen Ressourcen wie Sand und Kies und verwertet gleichzeitig den Abfall aus dem Rückbau von alten Bauwerken. Eine Möglichkeit der Wiederverwertung bietet sich z.B. im konstruktiven Beton-Hochbau. Richtlinien zu Bezeichnungen, Eigenschaften, Bemessung und Prüfungen für den Einsatz von Recyclingbeton bietet, im Rahmen der SN EN 206-1 und SIA 262, das SIA Merkblatt 2030. Recyclingbeton aus Betongranulat (die Bezeichnung gem. SIA Merkblatt 2030 ist RC-C) hat sich bereits gut etabliert und wird heute häufig im konstruktiven Betonbau eingesetzt. Dem Mischabbruchgranulat hingegen haftet leider immer noch das Abfall-Image an. Der Einsatz von Beton aus Mischabbruchgranulat beschränkt sich daher bis heute auf anspruchlosere Anwendungen wie z.B. Sauberkeitsschichten, Füll- oder Magerbeton. Obwohl Laboruntersuchungen und praktische Anwendungen gezeigt haben, dass sogar mit einem Anteil von 100% Mischabbruchgranulat Konstruktionsbetone mit definierten Eigenschaften hergestellt werden können. Ein Beispiel ist das Forschungsprojekt „Selbstverdichtender Beton (SCC) aus MAG“, an welchem die EMPA beteiligt war und mit Unterstützung privater Unternehmungen ermöglicht wurde.

Die Richi AG will am Beispiel ihres Eigenbaus aufzeigen, dass Beton aus Mischabbruchgranulat für konstruktiven Betonbau erfolgreich verwendet werden kann.



## Technische Aspekte „Richi-Haus“

Während der Rohbauphase wurde die Richi AG intensiv von der Sika Schweiz AG unterstützt und betreut, indem modernste Zusatzmitteltechnologie zum Einsatz gebracht wurde und eine intensive Qualitätskontrolle des Betons, durch den Sika Beton- und Mörtelservice stattfand. Die verwendete Betonrezeptur und die ermittelten durchschnittlichen Frisch- und Festbetondaten sind nachfolgend aufgeführt.

Verwendete Betonrezeptur		Ermittelte Frischbetondaten (Durchschnitt)	
Eigenschaften	C25/30, XC3, CI 0.10, Dmax=32, C3	Konsistenz (SN EN 12350)	AM = 490 mm
Zement	320 kg/m <sup>3</sup> CEM II / A-LL 42.5 N	Luftporengehalt (SN EN 12350)	LP = 2.2 %
Zusatzmittel	1.4 % Sika ViscoCrete-3095 X (FM/VZ) 2.0 % Sika Control-40 (SRA)	Rohdichte (SN EN 12350)	RD = 2279 kg/m <sup>3</sup>
Gesteinskörnung	25 % Primärmaterial 75 % RC-M Mischgranulat WA <sub>24</sub> = 110 l/m <sup>3</sup> (Herstellerangabe)	Betontemperatur (SN EN 12350)	T <sub>b</sub> = 21.6 °C
		Lufttemperatur (SN EN 12350)	T <sub>l</sub> = 16.4 °C
		W/Z und Wassergehalt (SIA 262/1 Anhang H) Wasseraufnahme WA <sub>24</sub> (Herstellerangabe)	W/Z = 0.41 Gesamtwasser = 235 l/m <sup>3</sup> WA <sub>24</sub> = 110 l/m <sup>3</sup>

Die Erfahrungen der Richi AG im Umgang mit trocken aufbereitetem Mischabbruch haben gezeigt, dass das Mischabbruchgranulat zu viele problematische Fremdstoffe im Feinanteil enthält. Diese unkontrollierbaren Stoffe führen zu starken qualitativen Schwankungen und zu einer hohen Wasseraufnahme. Die Richi AG setzt neuerdings eine Mischabbruchwaschanlage ein, in welcher das Material nass-mechanisch gereinigt und, analog einem Kieswerk, nach Grösse getrennt wird. In der Reinigung und Klassierung liegt der Schlüssel zur Qualität.

Durch die intensive Zusammenarbeit zwischen Richi AG und Sika Schweiz AG konnte ein Beton mit konstant tiefem Wasserzementwert und gleichzeitig gut verarbeitbarer Konsistenz hergestellt werden. Dies nicht zuletzt durch die besonderen Verflüssigungseigenschaften von **Sika ViscoCrete-3095 X**, einem hochmodernem Fließmittel mit hoher Wasserreduktion und speziell angepassten Verflüssigungseigenschaften. **Sika ViscoCrete-3095 X** zeichnet sich neben seiner hohen Wasserreduktion besonders im Einsatz in Betonen mit stark saugender Gesteinskörnung, wie beispielsweise Recyclingmaterial, durch hervorragende Konsistenzhaltung aus.



Schwertwaschanlage

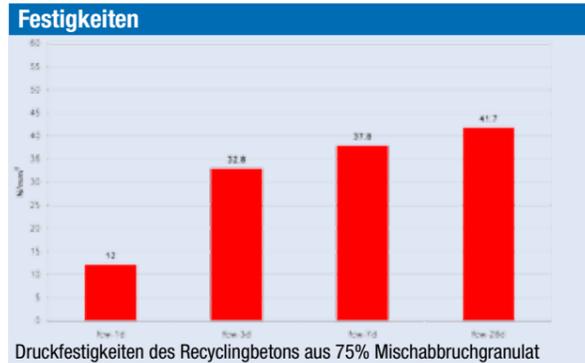


Konsistenzmessung



Beton hergestellt mit 75% Mischabbruchgranulat

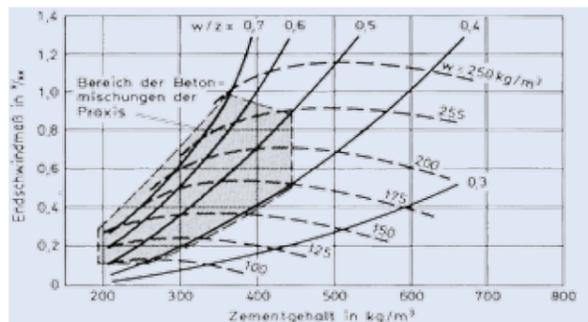
Ermittelte Festbetondaten (Durchschnitt)	
Druckfestigkeiten (SN EN 12390 Teil 3)	$f_{c,w-1d} = 12 \text{ N/mm}^2$ $f_{c,w-3d} = 32.8 \text{ N/mm}^2$ $f_{c,w-7d} = 37.8 \text{ N/mm}^2$ $f_{c,w-28d} = 41.7 \text{ N/mm}^2$
Wasserleitfähigkeit (SIA 262/1 Anhang A)	$q^w = 6.2 \text{ g/m}^2\text{h}$ (erfüllt die Expositionsklasse XD2a)
Schwinden (SIA 262/1 Anhang F)	Nullmessung nach 1d = 0 ‰ Schwindmass nach 3d = -0.053 ‰ Schwindmass nach 7d = -0.076 ‰ Schwindmass nach 14d = -0.124 ‰ Schwindmass nach 28d = -0.223 ‰ Schwindmass nach 91d = -0.442 ‰
Elastizitätsmodul (SIA 262/1 Anhang G)	31'100 N/mm <sup>2</sup>



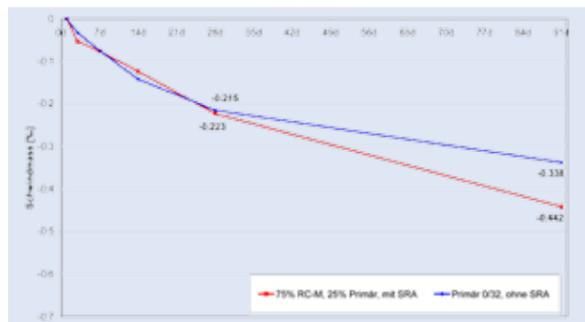
Aufgrund der ermittelten Druckfestigkeiten würde die eingesetzte Betonrezeptur sogar die Festigkeitsklasse C30/37 erfüllen. Also die Festigkeitsklasse, die oftmals im konstruktiven Hochbau (z.B. auch bei statisch wichtigen Bauteilen) verlangt wird.

Der E-Modul hingegen ist zu einem vergleichbaren Beton aus Primärmaterial tiefer. Man kann sagen, dass der Beton aus Mischabbruchgranulat „weicher“ ist. Diese Eigenschaft (tieferer E-Modul bei vergleichbarer Festigkeit) kann sich z.B. hinsichtlich der Rissanfälligkeit sehr positiv auswirken.

Aufgrund dauerhaftigkeitsrelevanter Aspekte wie z.B. Wasserleitfähigkeit und Schwinden kann der verwendete Recyclingbeton als wasserdicht beurteilt werden und weist ein Schwindmass auf, das im Bereich von Betonmischungen aus Primärmaterial liegt. Das verwendete Schwindreduktionsmittel **Sika Control-40** (neu **Sika Control-60**) trug sicherlich auch zum Erreichen des tiefen Schwindmasses bei.



(P. Gröbl, H. Weigler, S. Kart: Beton-Arten, Herstellung und Eigenschaften. Ernst&Sohn, 2. Auflage 2001, S. 421)  
Schwindmassbereich der Betonmischungen in der Praxis



Vergleich der Schwindmasse vom Recyclingbeton „Richi-Haus“ (mit Schwindreduktionsmittel) und einem Beton aus Primärmaterial (ohne Schwindreduktionsmittel) mit ähnlichem Zementleimvolumen. Das Zementleimvolumen hat einen wesentlichen Einfluss auf das Schwindmass.

Es ist also durchaus möglich, Beton aus Recyclingmaterial herzustellen, der in seinen Eigenschaften einem Beton aus Primärmaterial qualitativ ebenbürtig ist. Dies zeigen auch Berichte und Forschungsprojekte. Beispiele dafür sind das bereits erwähnte Forschungsprojekt „Selbstverdichtender Beton (SCC) aus MAG“ und der EMPA-Bericht „Konstruktionsbeton aus rezykliertem Gesteinskörnung (Beton- und Mischabbruchgranulat)“.



## Wirtschaftliche Aspekte

Nach dem heutigen Stand der Technik ist ein Recyclingbeton in der Produktion teurer als ein Beton aus Primärmaterial. Dies geht einerseits auf die Aufbereitungskosten des Mischabbruchgranulats und der heute höheren Dosierung von Zement und Zusatzmitteln zurück. Betrachtet man jedoch die gesamten Kosten von Rück- und Neubau, besonders mit den heutigen Tendenzen hin zu höheren Kosten für das Deponieren des Abbruchmaterials und Transport im Allgemeinen, so mag der Recyclingbeton in absehbarer Zeit die wirtschaftlichere Lösung sein.

Um den Recyclingbeton noch attraktiver zu machen, sind verschiedene Ansätze denkbar. Auf der technischen Seite können Fortschritte in der Rohmaterialaufbereitung die Kosten senken. Beispielsweise durch Optimierung der Verfahrenstechnik oder Reduktion von Schlamm der entsorgt werden muss. Die Anforderungen an Recyclingmaterial bzw. an den daraus hergestellten Beton müssten so hoch wie nötig und so gering wie möglich gehalten werden, um den unternehmerischen Spielraum nicht zu sehr einzuschränken.

## Ökologie / Umweltverträglichkeit

Der offensichtlichste Vorteil des Recyclingbetons ist, dass die vorhandenen Ressourcen geschont und die vorhandene Bestände weniger schnell abgebaut und aufgebraucht werden. Zudem wird aber auch die Zahl der Eingriffe in die Umwelt reduziert, die der Abbau von Primärmaterial und deponieren des Materials aus dem Rückbau notwendig machen würden. Ein weiterer Aspekt ist die Verkürzung der Transportwege und die daraus resultierende Reduktion der Emissionen. Dies stellt einen Mehrwert dar, der in Zukunft mehr berücksichtigt werden muss. Insbesondere bei Bauherren, Ingenieuren und Bauunternehmern muss dieses Bewusstsein weiter wachsen.

## Zusammenfassung / Ausblick

Schätzungen gehen davon aus, dass rund 7% der gesamtschweizerischen Betonproduktion von ca. 14 Mio. m<sup>3</sup>/Jahr Recyclingmaterial enthalten, also rund 1 Mio. m<sup>3</sup>. Die Verwendung von Recyclingmaterial hat über die vergangenen Jahre zugenommen und dieser Trend wird sich in Zukunft vermutlich weiter fortsetzen. Die Stadt Zürich beispielsweise erstellt seit 2002 als Bauherrin alle Neubauten (z.B. die Schulanlage „Im Birch“) grundsätzlich mit Recyclingmaterial. Der Anteil Recyclingbeton im Raum Zürich wird auf 10 bis 15% geschätzt. Praxisanwendungen und diverse Forschungsprojekte haben gezeigt, dass Beton aus Recyclingmaterial in seinen Eigenschaften durchaus mit Beton aus Primärmaterial vergleichbar ist. Um eine konstantere Qualität zu erreichen und somit eine sichere, routinemässige Betonproduktion sicherzustellen ist eine saubere Aufbereitung des Recyclingmaterials zwingend notwendig. Damit Beton aus Mischabbruch in Bezug auf Wirtschaftlichkeit gleich attraktiv wird wie Beton aus Primärmaterial müssen noch einige Anstrengungen unternommen werden. Ansätze dazu sind z.B. die Entwicklung von günstigeren Aufbereitungstechniken. Zudem trägt auch die Entwicklung der Auflagen und Kosten für das Deponieren von Abbruchmaterial dazu bei, dass Recyclingbeton konkurrenzfähiger wird. Damit liegt der grösste Vorteil des Betons aus Recyclingmaterial heute noch in seinem ökologischen Aspekt, welchem noch zu wenig Bedeutung bei der Planung von Projekten beigemessen wird. Sicherlich ist auch die Unterstützung von Behörden, Bauherren und Planern sowie Bauunternehmungen und Fachverbänden gefordert.

Mit dem „Richi-Haus“ in Weiningen wurde ein weiterer Schritt gemacht, um mit Beton aus Mischabbruchgranulat weitere Anwendungsgebiete zu erschliessen.

Kies · Beton · Mulden  
Aushub · Rückbau · Altlasten  
Recycling · Entsorgungen  
Krane · Spezialtransporte

## Richi AG

Im Riesentobel 1  
CH-8104 Weiningen  
Tel. +41 43 455 33 33  
Fax +41 43 455 33 24  
www.richi-weiningen.ch

Verwaltung und Preisanfragen  
Disposition und Administration  
Tel. +41 43 455 33 33  
Fax +41 43 455 33 24

## Disposition Beton

Tel. +41 44 738 50 50  
Fax +41 44 738 50 51

## Sika – der verlässliche Partner

### Mehrwert vom Fundament bis zum Dach

- Systemlösungen für den Tunnelbau
- Betontechnologie
- Abdichtungen
- Industriebodenbeläge und dekorative Beschichtungen
- Plattenlegerwerkstoffe
- Klebstofftechnologie für Parkettbeläge
- Kleben und Dichten an der Gebäudehülle
- Brandschutz von Stahl und Beton
- Stahlkorrosionsschutz
- Bauwerksinstandsetzung, -schutz und -verstärkung
- Flachdachabdichtung



## Sika Schweiz AG

Tüffenwies 16  
CH-8048 Zürich  
Tel. +41 58 436 40 40  
Fax +41 58 436 45 84  
www.sika.ch

Technische Beratung  
0800 81 40 40  
Bestellwesen  
0800 82 40 40

## Verkaufsbüros

Cadenazzo +41 58 436 21 85  
Echandens +41 58 436 50 60  
Birr +41 58 436 64 64  
Winterthur +41 58 436 48 00