espazium

Schweizerische Bauzeitung

TEC21

8. November 2024 | Nr. 25

Heftreihe
BETON



Kies in der Kaskade

Schonung der natürlichen Gesteinskörnung

Der Ansporn: Beton- und Mischabbruch als wertvolle Quelle

Chancen und Grenzen: Materialgerechter Einsatz von Recyclingbeton

«Gefragt ist moderne Betontechnologie»: Ein Gespräch über Herausforderungen und Potenziale

sia



Recyclingbeton-Musterwand des Amts für Hochbauten im Werkhof an der Bederstrasse in Zürich. Coverfoto von **Laurent Guye**

DISKUSSIONSVERANSTALTUNG IM ZAZ BELLERIVE ZENTRUM ARCHITEKTUR ZÜRICH

Öffentliche Diskussion am 14. November 2024, 18.30 Uhr
Kies für Generationen – Ist Recycling im grossen Massstab möglich?
Anmelden auf **bit.ly/kies_zaz** oder **events.espazium.ch**

Heftreihe **BETON**

Seit Jahren befasst sich TEC21 intensiv mit den Möglichkeiten des Betonbaus.

Zuletzt in der Reihe «Beton» erschienen:

TEC21 9/2024
«Fjorde ohne Fähren»
TEC21 2/2024
«Starbesetzung für L.A.»
TEC21 34–35/2023
«The Show Must Go On»
TEC21 38/2022
«Selbstbewusste Nachfolgerin»
TEC21 30/2022
«Grazil über grosse Spannweiten»

E-DOSSIER BETON

Artikel aus früheren Heften und weitere Online-Beiträge in unserem E-Dossier auf **espazium.ch/de/aktuelles/beton**

Kies – Substitution oder Notwendigkeit? Die Frage, ob der natürliche Kies durch rezykliertes Granulat ersetzt werden kann oder ob er in bestimmten Bauanwendungen unverzichtbar ist, beschäftigt. Sie zeigt ein Spannungsfeld auf: Einerseits besteht der Wunsch, natürliche Ressourcen zu schonen und Alternativen zu nutzen, andererseits gibt es Bauteile, bei denen Primärbeton noch nicht substituierbar ist.
Seit der TEC21-Ausgabe 24/2010 «Recycling-Beton» hat sich viel getan. Damals hiess es, dass vielerorts noch erhebliche Vorbehalte in der Anwendung bestehen. Dem wollte und will die Plattform «Kies für Generationen»[1] entgegenwirken. Wie sieht es nun fast 15 Jahre später und 20 Jahre nach dem Pilotprojekt Schulhaus «Im Birch» in Zürich aus? – Vielversprechend! Viele Referenzprojekte zeigen, dass Beton- oder Mischabbruch als rezykliertes Granulat auch nach dem Rückbau ein wertvolles Gut bleibt, das knappe Kiesressourcen schont, Landschaften schützt und die Menge an deponierbaren Bauabfällen reduziert. Und auch wenn die Frage nach Substitution oder Notwendigkeit aktuell bleibt, ist eines klar: Die Uneinheitlichkeit von Recyclingbeton kann auch als Stärke gelesen werden.

Clementine Hegner-van Rooden,
dipl. Bauing. ETH, Fachjournalistin BR

1 Das Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL) des Kantons Zürich rief 2010 den Think Tank «Kies für Generationen» ins Leben. Ziel ist es, der Baubranche Wissen über Angebot, Herstellung, Verwendung und Potenzial von Rückbaustoffen zu vermitteln (www.kiesfuergenerationen.ch). Dieses Heft entstand in Kooperation mit «Kies für Generationen».

150 JAHRE **TEC21 – Schweizerische Bauzeitung** feiert 2024 ihr 150-jähriges Bestehen.

3 **Editorial**

7 **Wettbewerb**
Ausschreibungen/Preise | Eine Treppe zum Himmel – Neubau Hochhaus Regensbergbrücke, Zürich

14 **Landschaftsarchitektur**
Suffizienz als Strategie

19 **Ausstellung**
Schwamendingen im Umbruch

22 **Vitrine**
Aktuelles aus der Baubranche

29 espazium ≡
Aus unserem Verlag

31 **Swiss made**
Effizienz ist planbar

35 **Agenda**

51 **Stellenmarkt**

53 **Impressum**

54 **Unvorhergesehenes**
Something old, something new …

36 Kies in der Kaskade



Foto: Eberhard Bau Ebirec, Rümlang

In Baustoff-Recyclingzentren wird Bauschutt zu hochwertigen Sekundärrohstoffen aufgewertet.

36 **Der Ansporn**
Armin Grieder Oft braucht es für die Umsetzung von Bauten mit Recyclingbeton Impulse aus den Fachstellen. Denn Fachwissen hilft, den Einsatz zu fördern.

42 **Chancen und Grenzen**
Stefan Bänziger Recyclingbeton ist materialgerecht und ohne statische Kompromisse nutzbar.

45 **«Gefragt ist moderne Betontechnologie»**
Clementine Hegner-van Rooden Im Gespräch beleuchten Architekt Piet Eckert und Bauingenieur Stefan Bänziger die Potenziale von Recyclingbeton.

prixbeton.ch
BETON PREIS 25
Architektur- und Ingenieurbau
PROJEKTE GESUCHT
Der **BETONPREIS** würdigt herausragende Bauwerke aus Architektur und Ingenieurbau sowie angewandte materialspezifische Entwicklungen.
Gesucht werden Projekte, die sich durch ihre offene, interdisziplinäre und angemessene Haltung in der Verwendung von Beton auszeichnen.
Jetzt Projekte unter **prixbeton.ch** einreichen. Einreichungsfrist 21.12.2024

Der Ansporn

Beton- und Mischabbruch sind eine wertvolle Quelle für die Wiederverwendung im Recyclingbeton. In der Stadt Zürich setzt die Fachstelle für Bauingenieurwesen des Amts für Hochbauten verbindliche Standards und übt Druck aus. Es braucht flächendeckend mehr Wissen und Kompetenz.

Text: Armin Grieder



Das 2004 eingeweihte **Schulhaus «Im Birch»** (Architektur Peter Märkli; Tragwerksplanung: Bänziger+Bacchetta+Fehlmann+Partner, Zürich) **war das Pilotprojekt der Stadt Zürich für den Einsatz von Recyclingbeton mit Betongranulat.**

Im Jahr 2004 entstand das Schulhaus «Im Birch» als Pilotprojekt der Stadt Zürich. Es wurde fast ausschliesslich Recyclingbeton (RC-Beton) verwendet – mit 45% Betongranulat, 46% Gesteinskörnung aus der Bodenwäsche und nur 9% Primärmaterial.[1] Seitdem hat sich die Nutzung von RC-Beton in der Schweiz stark weiterentwickelt und ist heute im Hochbau etabliert. Die Marktverfügbarkeit hat sich verbessert, und die Betontechnologie ermöglicht standardisierte Rezepturen – inklusive selbstverdichtendem Beton mit RC-Anteil –, was die Akzeptanz von RC-Beton kontinuierlich erhöht hat. Durch Versuche und gesammelte Erfahrungen konnte der Zementgehalt im RC-Beton verringert werden, sodass er heute in der Regel nicht von Primärbeton abweicht. Der Elastizitätsmodul konnte erhöht werden, und die Betonwerke geben ihn an, was Ingenieuren die Nutzung erleichtert. Noch vor wenigen Jahren musste das Amt für Hochbauten der Stadt Zürich bei Bauingenieuren, Architektinnen und Baumeistern Überzeugungsarbeit leisten – heute sind negative Rückmeldungen zur Verwendung von RC-Beton seltener geworden und kommen, wenn überhaupt, von Baumeistern. Dennoch hat sich die Verarbeitbarkeit von RC-Beton auf der Baustelle stark verbessert. Auch die Normen, insbesondere die SIA 2030 *Beton mit rezyclierten Gesteinskörnungen*, wurden präzisiert und bieten nun klare und eindeutige Anwendungsregeln. In vielen Bauprojekten wird aktuell bis zu 100% RC-Beton verwendet, oft auch mit Mischgranulat. Der Einsatzbereich wurde breiter, sodass heute (fast) sämtliche Betonbauteile, von Pfählen bis teilweise auch vorfabrizierten Elementen, kostenneutral beziehungsweise sogar mit geringen wirtschaftlichen Vorteilen beim RC-Beton mit Mischgranulat daraus hergestellt werden.

Bauherrschaften und Planende haben das Potenzial dieses Baustoffs erkannt und nutzen seine Vorteile, um nachhaltigere und ressourcenschonende Bauweisen zu realisieren. Die anfänglichen Bedenken bezüglich der Materialeigenschaften und der Dauerhaftigkeit werden zunehmend als weniger gravierend eingeschätzt. Stattdessen stehen die wesentlichen Vorteile wie die Reduzierung des Ressourcenverbrauchs und die Minimierung von Abfall im Vordergrund. Es bleibt aber wichtig, die Herkunft des Materials und die verwendeten Techniken zu berücksichtigen, um tatsächlich nachhaltig zu bauen.

Das Neubauvolumen ist gross …

In der Schweiz werden jährlich 56.1 Mio. t Neumaterial verbaut. Davon macht Beton mit 39.8 Mio. t den grössten Anteil aus und ist somit das bedeutendste Baumaterial.[2] Der Hauptanteil der für die Betonherstellung erforderlichen primären Gesteinskörnung stammt aus regionaler Produktion, wobei grosse Unterschiede in den Eigenschaften bestehen.

Bei Beton aus primären Rohstoffen werden neben Zement, Wasser und Zusatzmitteln die Zuschlagsstoffe Kies und Sand aus Kiesgruben gewonnen, die sich oft über grosse Flächen erstrecken und sich häufig in genutzten Kulturräumen befinden, seien das landwirtschaftlich genutzte Flächen, Wälder oder bebaubares Land. Selten liegen sie in ungenutzten Gebieten. Denn die nutzbaren Kiesvorkommen – als Kiesreserven auch für kommende Generationen wichtig – sind hauptsächlich durch Gletscher- und Flussablagerungen entstanden und befinden sich oft unter tragfähigem Baugrund, der eine stabile Basis für Bauprojekte darstellt. Daraus ergibt sich zwangsläufig ein Interessenkonflikt: Die Nutzung der Oberfläche einer Landschaft als Bau- oder Landwirtschaftsland steht der Gewinnung von Rohstoffen gegenüber – soweit dies aufgrund des Gewässerschutzes, insbesondere des Grundwassers, denn möglich ist. Die Bewilligung neuer Kiesgruben ist daher ein politisch aufwendiger Prozess mit jeweils ungewissem Ausgang.

Der Zugang zu diesen primären Rohstoffen ist durch verschiedene Faktoren wie gesetzliche Regulierungen, Umweltschutzauflagen und begrenzte Verfügbarkeit geeigneter Flächen eingeschränkt. Zudem führen Kiesgruben zu teilweise langen temporären Einschnitten in der Landschaft, bevor sie in die gemäss einem Gestaltungsplan vorgesehene Endgestaltung rückgeführt werden. Es ist daher sinnvoll, Kies aus rückgebauten Betonstrukturen zu rezyklieren.

… der Abbruchberg ebenso

Dem verbauten Neumaterial stehen 57 Mio. t Aushub- und Ausbruchmaterialien gegenüber – von insgesamt etwa 80 bis 90 Mio. t jährlich in der Schweiz anfallendem Abfall. Sie entstehen bei Aushub- und Tiefbauarbeiten und bestehen hauptsächlich aus Erdmaterialien und Felsen.[3] Einen weiteren signifikanten Anteil von 20% bilden die rund 16 Mio. t Rückbaumaterialien, die jedes

Volksschule Kleefeld

Drei ehemalige Schulgebäude von 1971/72 wurden rückgebaut und durch zwei Neubauten (2022) ersetzt.

Bauherrschaft Hochbau Stadt Bern
Architektur Kast Kaeppeli Architekten, Basel
Tragwerksplanung Schnetzer Puskas Ingenieure, Bern
Betonlieferant alluvia Kies & Beton, Bern (RC-C und Konstruktionsbeton); Frischbeton, Rubigen (CO_2-angereicherter Beton)
Baumeister Frutiger, Bern

Projektangaben
Absolute Menge RC-Beton 2540 m^3
%-Anteil RC-Beton 56%
RC-Beton-Sorte RC-C (25–39% Betongranulat), teilweise CO_2-angereichert
Merkmal Erstmals CO_2-angereicherter Beton von Neustark eingesetzt. Ohne Erfahrungswerte in untergeordneten Bauteilen (Umgebungsbauwerke, Stützmauern, Bodenplatte Veloport und Wände Veloport)



Fotos: Tamara Tschopp, Glattpark; Rolf Siegenthaler

Jahr bei Rückbauarbeiten anfallen.[2] Von diesen werden etwa 12.2 Mio. t als Sekundärbaustoffe wiederverwendet. Der Rest wird verbrannt oder auf Deponien entsorgt.

Innerhalb der wiederverwendeten Sekundärbaustoffe entfallen rund 7.1 Mio. t (ca. 60 %) auf Beton- (5.59 Mio. t) und Mischabbruch (1.52 Mio. t), wobei der grössere Anteil – der Betonabbruch – hauptsächlich beim Rückbau von reinen Stahlbetonbauten entsteht; macht das Tragwerk doch den grössten Masseanteil eines Hochbaus oder eines Infrastrukturbauwerks aus. Mischabbruch hingegen entsteht beim Rückbau gemischter Konstruktionen, wie Hourdisdecken, die sich nur schwer in ihre einzelnen Materialien zerlegen lassen.

Sortenrein rückgeführter Betonabbruch ist ein hochwertiger Baustoff, der zu etwa 85 % aus den Zuschlagsstoffen Kies und Sand besteht – die restlichen 15 % sind erhärteter Zement. Nach der Aufbereitung – Brechen, Reinigen, Sortieren – kann dieses Material, oder Teile davon, für die Herstellung von neuem Beton verwendet werden, meist ohne Qualitätsverlust. Andernfalls würde dieser wertvolle Rohstoff auf Inertstoff-Deponien entsorgt werden. Solcher Deponieraum ist rar, da er durch die zunehmenden Mengen an belasteten Bau- und Rückbaumaterialien stets stärker beansprucht wird.

Wissen schafft Kompetenz

Die Hauptgründe für die Verwendung von RC-Beton sind also einerseits die begrenzte Verfügbarkeit von Kies und Sand, insbesondere im Hinblick auf die Bewilligungsfähigkeit neuer Kiesgruben, sowie die Schonung des knappen Deponieraums für nicht wiederverwendbare Materialien wie etwa belasteter Aushub. Andererseits schont rezyklierter Beton Landschaft und Kulturräume im Einklang mit den relevanten Gesetzen und Verordnungen wie der Verordnung über die Vermeidung und Entsorgung von Abfällen VVEA. Obwohl die Vorteile für Ressourcenschonung und Kreislaufwirtschaft (Abfallreduktion) offensichtlich sind, gibt es immer noch Hemmschwellen, die den breiteren Einsatz von RC-Beton – sowohl mit Betongranulat C als auch mit Mischgranulat M – behindern.

Bei den statisch relevanten Eigenschaften müssen bei RC-Beton grundsätzlich keine Einbussen mehr gemacht werden – zumindest nicht in jedem Fall (vgl. «Chancen und Grenzen», S. 42). Reiner Betonrückbau, insbesondere in Form von sortenreinem Betongranulat, kann fast uneingeschränkt im Verhältnis 1:1 als Ersatz für natürlichen Kies-Sand verwendet werden. Bei der

Tramdepot Bern

Für Bernmobil wurde ein neues Tramdepot an der Bolligenstrasse gebaut (2022). Zum Depot gehört ein Depotgebäude mit zehn Gleisen und ein Umfahrungsgleis. Auf dem Vorplatz erfolgt die Verzweigung in und aus den Abstellgleisen. Die Gleisanlage umfasst 30 Weichen.

Bauherrschaft Bernmobil, Bern
Architektur und Tragwerksplanung Penzel Valier, Zürich
Betonlieferant Frischbeton, Rubigen
Baumeister Kästli Bau, Rubigen

Projektangaben
Absolute Menge RC-Beton 2863 m³
%-Anteil RC-Beton 47 %
RC-Beton-Sorte zirkulit, A231-CZ, B231-CZ; div. RC-C- und RC-M-Magerbetone



Merkmal Einsparung von rund 5250 t Primärrohstoff

«Im Bungert»

Die Überbauung (2022) umfasst 43 Wohnungen, aufgeteilt auf vier Gebäude. Der Bau dient als Pilot- und Vorzeigeprojekt.

Bauherrschaft Jakob Richi, Weiningen
Architektur CST Architekten, Zug
Bauleitung roth baudienstleistungen, Weiningen

Tragwerksplanung Gauss & Merz, Geroldswil
Betonlieferant Richi, Weiningen
Baumeister Barizzi, Wangen-Brüttisellen

Projektangaben
Absolute Menge RC-Beton 7500 m³
%-Anteil RC-Beton 100 % RC-M-Beton
RC-Beton-Sorte NPK A bis C der Festigkeitsklasse C25/30 und C30/37
Merkmal Sämtliche Gebäudeteile aus 100 % RC-M-Beton



ABB Emotion

Mit dem neuen Multifunktionsgebäude (2023) soll das Arbeitsplatzkonzept von unter 15 m² pro Arbeitsplatz inkl. Verkehrswegen und Allgemeinräumen umgesetzt werden.

Bauherrschaft ABB Schweiz
Architektur UC'NA Architekten, Zürich
Tragwerksplanung Schnetzer Puskas Ingenieure, Basel

Betonlieferant Merz Baustoff, Gebenstorf; Eberhard, Rümlang
Baumeister ERNE Bauunternehmung, Laufenburg

Projektangaben
Absolute Menge RC-Beton 7500 m³
%-Anteil RC-Beton 60 %
RC-Beton-Sorte zirkulit, Festigkeit C30/37, Exp. C
Merkmal Hohe Dichtigkeitsanforderung unter Terrain.



Embraport

Die Neubauprojekte des Logistik-Hubs in der Region Zürich sollen dazu beitragen, das über 160 000 m² grosse Areal nach dem Standard DGNB Gold für Quartiere zu zertifizieren.

Bauherrschaft Zürcher Freilager
Architektur S+M Architekten, Zürich; Goldbeck Rhomberg, St. Gallen; mépp, Zürich; Zaugg bau-conzept, Rohrbach
Tragwerksplanung L. Schiavi + Partner, Bülach (Geb. B; Aufstockung); Goldbeck Rhomberg, St. Gallen (Geb. M, L); SJB Kempter Fitze, Amriswil (Gebäude F, K); Zaugg bauconzept, Rohrbach (Parkhaus in Stahl/Holz)
Betonlieferant / Baumeister Toggenburger, Winterthur; Landolt + Co., Kleinandelfingen

Projektangaben
Absolute Menge RC-Beton bis dato 16 000 m³
%-Anteil RC-Beton 85 %
RC-Beton-Sorte rund 10 000 m³ Exp. C; C300; RC-C50 E30 C30/37 XC4/XF1 0/32 CL0.2 F3 rund 3500 m³ Exp. B; B220R RC-C50 E30 C25/30 XC3 0/32 CL0.2 F3, Rest Magerbetone und andere Sorten



Merkmal Betonabbruch aus Rückbau vor Ort (mit Brech- und Siebanlage für Fahrpisten, Auffüllungen etc.); problemloser Einsatz auch für Monobeton; Bauarbeiten unter laufendem Betrieb

Mösli

Die Schulanlage in Ostermundigen (2024) wurde um einen zweigeschossigen Erweiterungsbau ergänzt.

Bauherrschaft Gemeinde Ostermundigen
Architektur Fiechter + Salzmann Architekten, Zürich
Tragwerksplanung Weber + Brönnimann Bauingenieure, Bern

Betonlieferant Frischbeton, Rubigen
Baumeister A. Bill Bauunternehmung, Bern

Projektangaben
Absolute Menge RC-Beton 669 m³
%-Anteil RC-Beton 71 %
RC-Beton-Sorte zireco® Beton A230-CR, A231-CR, A261-CR, A261-CZ, B230-CR, B231-CR, B261-CR, B330-CR, B331-CR / Diverse RC-C-Magerbetone
Merkmal Schonung von natürlichen Ressourcen (Primärmaterial)



MFH Wiesengrundweg

Das neue Mehrfamilienhaus (2024) in Bremgarten BE einer privaten Bauherrschaft besteht aus Stahlbeton.

Bauherrschaft Privat
Architektur Quadrat, Zollikofen, Bern
Tragwerksplanung Weber + Brönnimann Bauingenieure, Bern

Betonlieferant Frischbeton, Rubigen
Baumeister Wirz Bauunternehmung, Bern

Projektangaben
Absolute Menge RC-Beton 334 m³
%-Anteil RC-Beton 91 %
RC-Beton-Sorte zirkulit; A230-CZ, A261-CZ, B230-CZ, C330-CZ / Diverse RC-C Magerbetone
Merkmal Bauherrschaft leistet Beitrag zur Schonung der Umwelt durch Einsatz von zirkulärem Beton



Fotos: zVg

Verwendung von Mischgranulat ist jedoch besondere Aufmerksamkeit auf die Festbetoneigenschaften zu legen. Es enthält neben Beton auch Ziegel, Backsteine und Keramik und weist eine reduzierte Festigkeit und ein erhöhtes Saugvermögen auf. Daher ist RC-M nur für Betonsorten A und B oder bei hohem Anteil an Mischgranulat sogar nur für Sorte 0 zugelassen. Höhere Anteile an Mischgranulat sind für die Betonsorten A und B nur nach Voruntersuchungen zulässig. Insofern stellt RC-M in gewisser Hinsicht ein Downcycling dar. Denn aus rückgebautem RC-M kann kein hochwertiger RC-C hergestellt werden, sondern entsprechend dem Ausgangsmaterial nur wieder RC-M. Dennoch weist RC-M ein hohes Potenzial für «Verbaubarkeit» auf, denn für viele Anwendungen im Hochbau genügen die Eigenschaften von RC-M vollauf.

Keine direkte Reduktion von Emissionen

Keine Vorteile bietet RC-Beton bezüglich der Treibhausgasemissionen, wird doch für die Herstellung neuer Zement als Bindemittel beigemischt. Bei der Produktion mit modernen Mischanlagen genügen heute die für die jeweilige Betonsorte normativ definierten Zementmindestmengen. Diesbezüglich sind RC-Beton und Beton aus Primärrohstoffen gleichwertig. Da Zement neben dem Bewehrungsstahl der Hauptverursacher für Treibhausgasemissionen beim Betonbau ist, trägt RC-Beton leider nicht zur Reduktion dieser Emissionen bei. Das eingesetzte Betongranulat lässt sich zumindest mittels CO_2-Begasung vorcarbonatisieren. Damit können pro Kubikmeter Beton ca. 10 kg CO_2 dauerhaft in Betonbauteilen eingespeichert werden – das ist durchaus ein kleiner Vorteil hinsichtlich CO_2-Emissionen. Noch grössere CO_2-Einsparungen können durch die Wahl eines CO_2-optimierten Zements erreicht werden – sowohl bei RC-Beton als auch bei Beton aus primären Rohstoffen.

Fokus auf die Vorteile

Fachwissen hilft, um den Einsatz von RC-Beton trotz der – nicht immer projektprägenden – Nachteile vorbe-

Pädagogische Hochschule

Der Skelettbau in Kreuzlingen (2020) besteht aus schlanken Tragelementen. Die Fassaden, viele Betoninnenflächen und die Sheds sind in Sichtbeton.

Bauherrschaft Kantonales Hochbauamt Thurgau, Frauenfeld
Architektur Beat Consoni, St. Gallen
Tragwerksplanung Bänziger Partner, Zürich
Betonlieferant Möckli Beton, Eschenz
Baumeister Stutz, Frauenfeld

Projektangaben
Absolute Menge RC-Beton 4300 m³
%-Anteil RC-Beton ca. 80 %
RC-Beton-Sorte NovoCon C382C C30/37, XC4, XF1, Dmax16, C3, E25, RC-Anteil > 65 % (Sichtbeton)
Merkmal Hoher Sichtbetonanteil, Brettstruktur, helle Farbe für die Sichtbetonbauteile wurde mit hellem Hochofenzement (HOZ) CEM III/B 32.5 N-LH/SR mit geringem Klinkeranteil erreicht



Manal-Pavillon

Für den Pavillon an der HSLU (2025) wird ein zementfreier Baustoff verwendet, der zur Reduzierung des CO_2-Ausstosses und zur Förderung des dekarbonisierten Bauens beiträgt.

Bauherrschaft HSLU Hochschule Luzern T&A + Oxara
Architektur Nina Hug Architektin, Sara Sherif, atelierwatt, Stefan Wülser
Tragwerksplanung WaltGalmarini, Uwe Teutsch HSLU
Betonlieferant KIBAG Beton, Werk Buchrain
Baumeister Marti, Zürich; Erne Bauunternehmung, Laufenburg; Repoxit, Illnau; Küng Holzbau, Alpnach
Unterstützt durch das Bundesamt für Umwelt BAFU, Stadt Zürich, Swiss Prime Site, Klimastiftung Schweiz

Projektangaben
Absolute Menge RC-Beton 60 m³
%-Anteil RC-Beton 100 %
RC-Beton-Sorte KIBECO Cleancrete Oulesse & KIBECO Cleancrete Nossim



Merkmal Erster zementfreier Baustoff mit Festigkeiten bis 25 N/mm² nach 28 Tagen; ein stabilisierter Lehmbeton für nicht tragende Bauteile

Bellis

Direkt am Bahnhof Effretikon entsteht das moderne Bauprojekt Bellis (2025), das 44 hochwertige Wohnungen und vielseitige Gewerbe- und Büroflächen bietet.

Entwickler Bereuter Totalunternehmen, Volketswil
Architektur Staufer & Hasler Architekten, Frauenfeld
Tragwerksplanung Roggensinger Ing., Volketswil
Betonlieferant KIBAG Beton, Werk Effretikon
Baumeister Bereuter Bau, Volketswil

Projektangaben
Absolute Menge RC-Beton 7500 m³
%-Anteil RC-Beton 100 %
RC-Beton-Sorte KIBECO Beton-Sorten B201CO2, B231CO2, C301CO2
Merkmal alle Sorten mit CO_2-Sequestrierung von > 10 kg/m³; hohe Anforderung an erdberührte Bauteile mit einem hohen RC-Anteil



Kieswerk

Die RC-Hallen im Kieswerk Grynau (2023) bestehen aus 6 m hohen Ortbetonmauern, auf die ein Blachendach mit PV-Anlage montiert ist. Das Gebäude dient dem trockenen Lagern und Verarbeiten von Misch- und Betonabbruch.

Bauherrschaft und Architektur Johann Müller (JMS), Schmerikon
Tragwerksplanung Grünenfelder & Lorenz, St. Gallen
Betonlieferant Beton Etzel + Linth, Pfäffikon (SZ)
Baumeister W. Oertig, Eschenbach

Projektangaben
Absolute Menge RC-Beton 694 m³
%-Anteil RC-Beton 100 %
RC-Beton-Sorte C300 RC-C25, C30/37 XC4, E30
Merkmal Erstmalige Anwendung von JURA ECO3-Zement mit rund 30 % weniger CO_2-Emissionen. Prüfung verschiedener Rezepturen und Zemente unter erhöhten Ansprüchen an die Verarbeitung auf ihre Gebrauchstauglichkeit und Eigenschaften



Gewerbepark Neuhuus

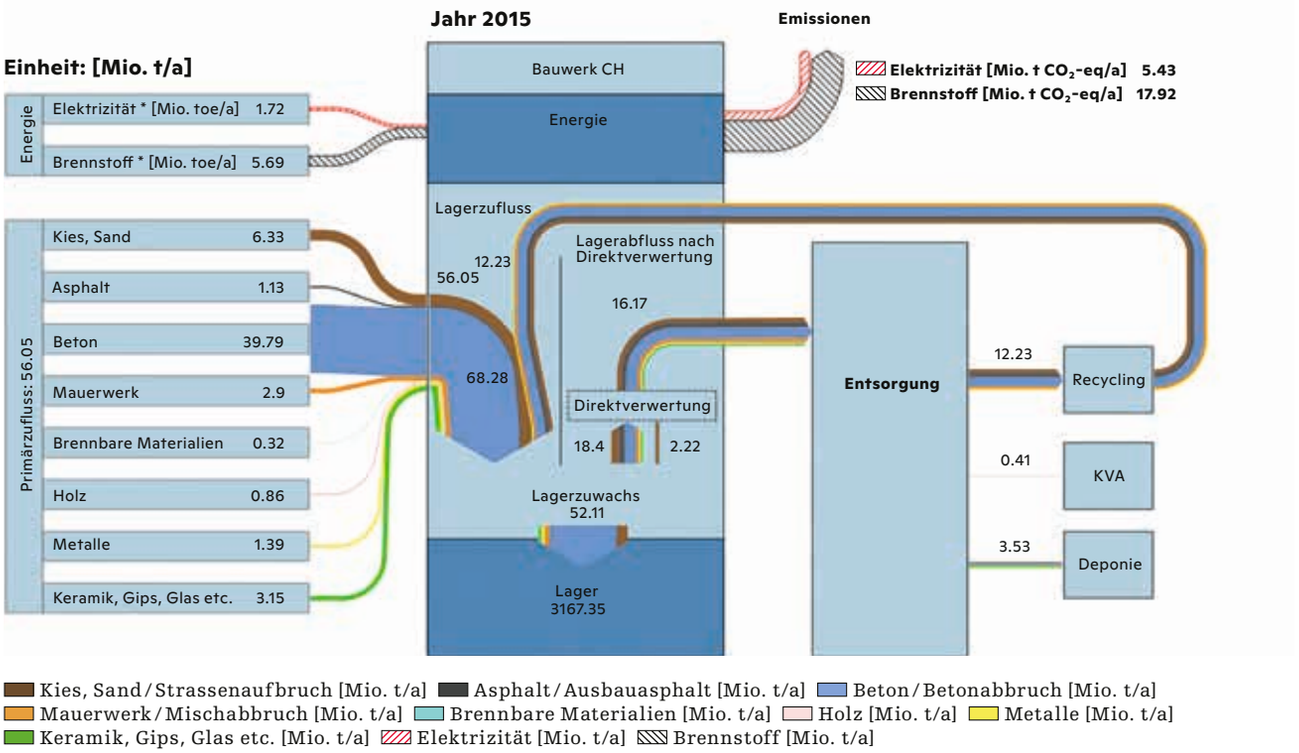
Auf dem Neuhuus-Areal (2026) in Bern-Bethlehem entstehen Gewerberäume. Neben Betrieben und Institutionen wird das Tiefbauamt der Stadt Bern einen bedeutenden Teil der Flächen für den städtischen Werkhof mieten.

Bauherrschaft Neuhuus, Bern
Architektur und Tragwerksplanung Bau Spektrum, Münsingen
Betonlieferant alluvia Kies & Beton, Bern
Baumeister Läderach Weibel, Thun

Projektangaben
Absolute Menge RC-Beton 14 000 m³ (Bodenplatte, Decken, Wände)
%-Anteil RC-Beton geplant 80 %
RC-Beton-Sorte alluvia green in grey Carbo (RC-C C30/37 XC4 F5 RC-C25 Ercm < 30 000 N/mm²), GWP A1-A3: 122.5 kg CO_2 pro m³ Beton; mit carbonatisiertem Betongranulat (VAcarbo Biberist) und Vigier CEM Progresso
Merkmal Erstes Objekt mit Progresso ZN/D Zement von Vigier; Herausforderungen liegen hauptsächlich in der Verarbeitbarkeit des Betons und der Nachbehandlung der Bodenplatte zur Vermeidung von Rissen; mit 150 m kurze Transportwege vom Betonwerk bis auf die Baustelle, was der Verarbeitbarkeit zugutekommt



Materialflussrechnung Schweiz – MatCH



Übersicht der Material- und Energieflüsse im Bauwerk Schweiz 2015. Energieflüsse werden als Tonnen Öl-Äquivalente dargestellt.

Fotos: Michael Egloff; Oxara; zVg; Grafik: EMPA

haltlos zu fördern. In der Stadt Zürich setzt die Fachstelle für Bauingenieurwesen des Amts für Hochbauten verbindliche Standards bei den Ausschreibungen. Sie erlässt Vorschriften, schafft Anreize, klärt auf, führt strengere Kontrollen durch, arbeitet eng mit der Bauwirtschaft zusammen und verlangt seit über 20 Jahren konsequent RC-Beton – RC-C und, wo möglich, auch RC-M. Diese Arbeit schafft flächendeckend mehr Kompetenz und verhindert, dass ausführende Bauunternehmungen oder Ingenieurbüros schlechte Erfahrungen machen und den Einsatz von RC-Beton vermeiden. Denn RC-Beton kann viel. Wird die Kreislaufwirtschaft weitergedacht und man stellt sich die Frage nach dem «Re-Recycling», also der mehrfachen Verwendung eines Rohstoffs im Stoffkreislauf, so steht der mehrfachen Wiederverwendung von RC-C nichts im Weg. Ausserdem kann RC-M weit mehr als nur ein direktes Downcycling: RC-M eignet sich für eine kaskadenartige Nutzung von Rückbaumaterialien.

Ein Vergleich mit der Holzwirtschaft zeigt, wie Kaskadennutzung effektiv umgesetzt werden kann: Holz wird in verschiedenen Qualitätsstufen genutzt, beginnend bei hochwertigen Möbeln über Holzwerkstoffe bis hin zu Biomasse. Eine ähnliche kaskadierende Nutzung könnte darin bestehen, Betone zunächst in hoch belastbaren Anwendungen einzusetzen, dann in weniger anspruchsvollen Bereichen und schliesslich in nicht tragenden Komponenten oder als Füllung. Dies würde die Lebensdauer dieses Baustoffs maximieren, die Notwendigkeit neuer Rohstoffe reduzieren und die Abfallmenge weiter verringern. Um eine solche mehrstufige Nutzung von Beton zu ermöglichen, sind fortschrittliche Technologien zur sortenreinen Aufbereitung und Reinigung von Rückbaumaterialien entscheidend. Insbesondere automatisierte Verfahren, die gemischte Rückbaustoffe effizient trennen, können das Risiko des Downcyclings erheblich verringern. Viele Baustoffhersteller arbeiten an innovativen Lösungen. Durch die Kombination fortschrittlicher Recycling- und Aufbereitungstechnologien, gezielter politischer Massnahmen und zunehmenden gesellschaftlichen Bewusstseins kann die Nutzung von Rückbaumaterialien in der Bauindustrie weiter optimiert werden.

Um die gezielte Verwendung des richtigen Recyclingmaterials an der richtigen Stelle zu fördern, übt die Fachstelle für Bauingenieurwesen des Amts für Hochbauten in der Stadt Zürich weiterhin Druck aus, damit das immer noch erhebliche Verbesserungs- und Optimierungspotenzial weiter ausgeschöpft werden kann. •

Armin Grieder, dipl. Bauing. ETH/SIA, Amt für Hochbauten der Stadt Zürich

Anmerkungen

1 TEC21 24/2010 «Recycling-Beton», 11.6.2010.

2 Empa-Studie MatCH 2016, im Auftrag des Bundesamts für Umwelt BAFU.

3 Website BAFU.



Erweiterung der VBZ-Busgarage Hardau und Ersatzneubau des ERZ-Werkhofs: Recyclingbeton ist bei städtischen Gebäuden in Zürich Standard.

Chancen und Grenzen

Wie können die Vorteile von Recyclingbeton genutzt werden, ohne Kompromisse bei hochwertigen Eigenschaften einzugehen? Der Schlüssel liegt in einem fundierten Verständnis der Materialeigenschaften und der Anwendungskriterien sowie im gezielten, materialgerechten Einsatz.

Text: Stefan Bänziger

Wenn es um den Einsatz von Recyclingbeton (RC-Beton) bei Tragwerken geht, wird in erster Linie der Hochbau betrachtet. Denn im Tiefbau, wo hohe Anforderungen an die Dauerhaftigkeit gegen Frost und Tausalz gestellt werden, können erhöhte Anteile an Recyclingzuschlägen – dazu gehört auch Kies – oft nicht die benötigte Widerstandsfähigkeit gewährleisten.

Für Hochbaubeton der Expositionsklassengruppen A, B und C sind hingegen hohe Anteile an Recyclingzuschlägen problemlos möglich. Da in der Schweiz ohnehin rund 80% des Betonvolumens im Hochbau – einschliesslich Tiefgaragen – verbaut werden, liegt hier das grösste Potenzial für Recycling, Ressourcenschonung und CO_2-Einsparung. Dabei kommt RC-Beton mit Mischgranulat, kurz RC-M, oder RC-Beton mit Betongranulat, kurz RC-C, zum Einsatz. Bei weniger anspruchsvollen statischen Anforderungen oder wenn aus gestalterischen Gründen gestrahlt oder gestockt wird, kann RC-M geeignet sein. Bei statisch anspruchsvollen Tragwerken hingegen kommt nur RC-C zur Anwendung, weil die Festigkeitswerte und die Homogenität des Baumaterials höher sind als bei RC-M.

Die Qualität von Recyclingkies kann in seiner Kornform und -grösse variieren, da er diverse Abbruchmaterialien mit verschiedenen Eigenschaften enthält. Es ist eine sorgfältige Auswahl und Aufbereitung erforderlich. Der Recyclinganteil wird bei der Sortencodierung mit RC-C25 oder RC-C50 angegeben, was einen RC-Anteil von 25–49 beziehungsweise mindestens 50 Massenprozent bezeichnet. Beton mit weniger als 25 Massenprozent Betongranulat gilt als Primärbeton. In Primärbetonen steckt also ebenfalls wiederverwertetes Material.

Mal gleichwertig wie Primärbeton …

Viele für die Gestaltung von Tragwerken relevanten Eigenschaften von RC-C wie Oberflächenbeschaffenheit, Farbe und Aussehen unterscheiden sich nicht von jenen des Primärbetons. Von deutlich grösserem Einfluss auf die Farbe des erhärteten, ausgetrockneten Betons sind die Art und Menge des Zements, allfällige Zusatzmittel und die Witterungsverhältnisse beim Einbringen des Betons. So erkennt ein Experte bei einer unbearbeiteten Betonoberfläche mit Schalungsstruktur oder bei einer taloschierten Oberfläche oft kaum einen visuellen Unterschied. Selbst bei nachträglich gestockten, gestrahlten oder geschliffenen Oberflächen ist RC-C in der Regel nur anhand der Farbunterschiede des sehr geringen Anteils an Fremdmaterialien wie roten Backsteinfragmenten erkennbar.

Ebenfalls keinen Einfluss – weder negativ noch positiv – auf die Eigenschaften hat die seit einigen Jahren angewendete Sequestrierung (Carbon Capture), bei der das Betongranulat künstlich mit CO_2 angereichert wird. Hier reagiert das CO_2 in den Resten von Calciumverbindungen, die noch aus dem ursprünglichen Zement stammen, und bildet Calciumcarbonat ($CaCO_3$), ein sta-

VBZ-Busgarage und ERZ-Werkhof Hardau

Die Verkehrsbetriebe und das Entsorgungsdepartement der Stadt Zürich erstellten eine neue Busgarage mit Werkhof und Salzsilo (2020). In der stützenfreien Halle mit Sheddach haben 32 Trolleybusse Platz. Die Fassade ist aus Sichtbeton mit Bretterschalung, das Hallendach wird mit Fachwerkbindern aus Walzprofilen überspannt. Beplankte Holzelemente mit PV-Anlage bilden die Dachflächen.

Bauherrschaft Stadt Zürich, Amt für Hochbauten
Architektur Pool Architekten, Zürich
Tragwerksplanung Schnetzer Puskas Ingenieure, Zürich
Betonlieferant Eberhard, Rümlang
Baumeister Marti, Zürich

Projektangaben
Absolute Menge RC-Beton 6310 m³
%-Anteil RC-Beton 98 %
RC-Beton-Sorte RC-C50 mit CEM III/B, teilweise Susteno, Festigkeit C30/37, Exp. C



Merkmal Markante Sichtbetonfassade mit Brettstruktur; Halle (70 m × 54 m) mit Stahlfachwerken frei überspannt

biles, festes Mineral. Dieser Prozess ähnelt der natürlichen Carbonatisierung, die über lange Zeit im normalen Beton stattfindet, wird hier jedoch künstlich beschleunigt. Das bei der Reaktion gebildete Calciumcarbonat bleibt dauerhaft im Betongranulat eingeschlossen. Der Kohlenstoff, der vorher in Form von CO_2 gasförmig vorlag, wird jetzt als stabiles Feststoffmineral in Form eines Zuschlagsstoffs in den Beton eingebunden und kann nicht mehr in die Atmosphäre gelangen.

… mal abweichende Eigenschaften

Relevante Unterschiede sind in den statischen Eigenschaften von RC-C – und insbesondere von RC-M – zu verzeichnen. Sie erreichen in den meisten Fällen nicht die Werte von Primärbeton, wobei selbst diese in Abhängigkeit der Eigenschaften des verfügbaren Gesteins regional stark variieren können. Die für die konstruierenden Ingenieure relevanten reduzierten Eigenschaften des Festbetons sind hauptsächlich der niedrigere Elastizitätsmodul, das grössere Schwindmass, verstärktes Kriechen, eine reduzierte Schubfestigkeit und der teilweise höhere Chloridgehalt. Letzterer resultiert häufig daraus, dass das verwendete Betongranulat aus tausalzexponierten Konstruktionen wie Stützmauern, Brückenplatten oder Tiefgaragen stammt. Ein erhöhter Chloridgehalt ist in erster Linie limitierend für den Einsatz von Vorspannkabeln.

Bauingenieure können mit diesen reduzierten Eigenschaften umgehen, indem sie geeignete Anpassungen in der Planung, Bemessung und Bauausführung vornehmen. Den niedrigen Elastizitätsmodul und die geringere Steifigkeit können sie durch eine Anpassung der Dimensionen ausgleichen, womit die Verformung minimiert wird. Das grössere Schwindmass und das verstärkte Kriechen, was zu Spannungen und Rissbildung führen kann, kontrollieren sie mit Dehnungsfugen, konstruktiver Bewehrung oder mit Zusatzmitteln. Auch der reduzierten Schubfestigkeit kann mit einer entsprechenden Dimensionierung des Querschnitts oder mit einer Querkraftbewehrung entsprochen werden.

Zudem können Bauingenieure durch die Wahl geeigneter Zementarten und Zusatzstoffe – zum Beispiel Flugasche oder Silikastaub – die Eigenschaften von RC-Beton verbessern und an die Anforderungen des Projekts anpassen. Um die gewünschte Betonqualität zu gewährleisten, ist somit eine enge Zusammenarbeit mit den Betonlieferanten entscheidend. Die Betonhersteller konnten mit umfangreichen Versuchen ihre Rezepturen dahingehend optimieren und angleichen, dass RC-Betone keinen höheren Zementgehalt mehr erfordern als Primärbeton.

Skepsis bleibt – oft unbegründet

Trotz der zunehmenden Akzeptanz von RC-Beton herrscht bei Ingenieuren, Baumeistern und Systemanbietern weiterhin – teils unbegründete – Skepsis. Diese Zurückhaltung beruht auf erhöhten Werten des Schwindmasses und negativen Erfahrungen bei der Verarbeitung, insbesondere bei anspruchsvollen Bauvorhaben wie der Erstellung wasserdichter Bauwerke. Denn Recyclingkies kann eine höhere Wasseraufnahme aufweisen, was das Wasser-Zement-Verhältnis und entsprechend die Konsistenz und Festigkeit des Betons beeinflussen kann. Zwar erfüllen viele RC-C-Betone die Anforderungen an Wasserdichtigkeit bezüglich Wasseraufnahme und Wasserleitfähigkeit, doch bleiben Vorbehalte – vor allem im Hochbau, wo ein erheblicher Anteil des Betons unter Terrain verbaut wird und Wasserdichtigkeit ein zentrales Kriterium ist. So sind viele Systemanbieter für weisse Wannen, also wasserundurchlässige Betonkonstruktionen, nur unter bestimmten Bedingungen bereit, den Einsatz zu unterstützen – zum Beispiel mit einem erhöhten Bewehrungsgehalt und kleineren Betonieretappen. Solche Massnahmen können allerdings den ökologischen Vorteil von RC-Beton und wirtschaftliche Aspekte projektabhängig infrage stellen.

Ein weiterer Faktor, der zur Skepsis beiträgt, sind die Frischbetoneigenschaften, die stark von den logistischen Möglichkeiten und der Erfahrung des Lieferwerks abhängig sind. Hohe Temperaturen, lange Transportzeiten oder ungeplante Wartezeiten können dazu führen, dass der Beton auf der Baustelle schwer zu verarbeiten ist, was die Vorbehalte, insbesondere des Poliers, zusätzlich bekräftigt. Effiziente Transport- und Einbringungsbedingungen können die Situation wesentlich verbessern. Wenn diese Prozesse gut organisiert sind, lässt sich sicherstellen, dass der RC-Beton auf der Baustelle problemlos verarbeitet werden kann. Es spricht auch nichts

Fotos: zVg; Andrea Helbling

gegen den Einsatz von RC-Beton für tragende Innenwände – selbst bei hohem Recyclinganteil an Betongranulat. Eine Ausnahme bilden Kernwände schlanker Hochhäuser, die zur Minimierung der horizontalen Auslenkungen und Schwingungen infolge Windeinwirkungen einen möglichst hohen E-Modul und oft auch eine erhöhte Druckfestigkeit erfordern. Der unbedenkliche Einsatz gilt auch für konventionelle Geschossdecken, denn für ihre Dimensionierung sind aufgrund der internen Schallschutzanforderungen und erforderlichen Einlagen oft bauphysikalische und gebäudetechnische Kriterien massgebend. Sollte jedoch tatsächlich die Durchbiegung oder der Durchstanzwiderstand massgebend sein, können die statischen Defizite von RC-Beton durch eine nur 1 bis maximal 2 cm dickere Decke ausgeglichen werden.

Vorspannkraft im RC-Beton

Für Spannbeton gibt es keine spezifischen Normen zum Einsatz von RC-Beton; lediglich Voruntersuchungen sind vorgeschrieben, deren Umfang und Zweck jedoch nicht klar definiert sind. Für den Chloridgehalt in RC-Spannbeton sind hingegen klare Grenzwerte festgelegt: 0.10% statt 0.20%. Viele Betonwerke können diesen reduzierten Wert mittlerweile auch für erhöhte Anteile an Betongranulat nachweisen, was den breiteren Einsatz von Spannbeton ermöglicht. Da Vorspannungen aber meist zur Reduktion der Durchbiegung bei minimierten Bauteilstärken eingesetzt werden, muss projektspezifisch geprüft werden, wie sich der niedrigere E-Modul eines RC-Betons auf die Dimensionierung und Ökobilanz auswirkt. Nur fachlich genaue Analysen können aufzeigen, ob die Kombination von Vorspannung mit RC-Beton eine ökologisch sinnvolle Variante ist. Ein vertieftes Fachwissen des Bauingenieurs ist unerlässlich.

Kein Potenzial für Vorfabrikation

Im Bereich der Vorfabrikation hat RC-Beton noch wenig Einzug gehalten. Institutionelle Bauherrschaften wie das Amt für Hochbauten der Stadt Zürich schreiben beispielsweise immer wieder vorgefertigte Betonelemente in RC-Beton aus – jedoch bislang mit nur bescheidenem Erfolg. Einzig beim Depot Hard – den beiden neuen Hochhäusern am Escher-Wyss-Platz – bestehen die Betonelement-Fassaden aus RC-C.

Die Gründe für das geringe Einsatzvolumen liegen in der hocheffizienten Herstellung. Die Elementwerke sind darauf angewiesen, die Bauteile möglichst früh, oft kaum einen Tag nach dem Betonieren, ausschalen zu können. Auch wenn dies zwar nichts mit den Recyclingzuschlägen zu tun hat, sondern nur mit der Frühfestigkeit des verwendeten Zements, so sind neben einer raschen und hohen Festigkeitsentwicklung dennoch minimierte Schwind- und Kriechwerte erforderlich. Insbesondere beim Spannbettverfahren ist dies entscheidend für eine effiziente Logistik in der Produktion. Hinzu kommt, dass die hohe Leistungsfähigkeit vorfabrizierter Elemente, wie etwa bei Rippenplatten oder Stützen, deutlich schlankere Konstruktionen als jene aus Ortbeton ermöglicht. Dies hat ökologische Vorteile und stellt die Frage nach dem Einsatz von RC-Beton häufig in den Hintergrund. Insofern gilt es auch für den RC-Beton das richtige und schlüssige Einsatzgebiet zu finden. Wenn er denn fachgerecht und seinen vorteilhaften Eigenschaften entsprechend eingesetzt wird, ist er eine umweltfreundliche und tragfähige Alternative zu Primärbeton. •

Stefan Bänziger, dipl. Bauing. ETH, Schnetzer Puskas Ingenieure

Fotos: Dirk Podbielski; zVg; Rasmus Norlander

Schulhaus Wallrüti

Das Schulhaus in Oberwinterthur (2022) mit kompaktem Volumen weist eine minimal beheizte Fläche und haustechnische Installationen auf (vgl. TEC21 6/2023).

Bauherrschaft Stadt Winterthur, Departement Schule und Sport, Abteilung Schulbauten
Architektur Schneider Studer Primas Architekten, Zürich
Tragwerksplanung Schnetzer Puskas Ingenieure, Zürich
Betonlieferant Toggenburger, Winterthur
Baumeister ARGE Landolt + Co. / Hans Stutz, Winterthur

Projektangaben
Absolute Menge RC-Beton 2900 m³
%-Anteil RC-Beton 71 %
RC-Beton-Sorte RC-C25 mit CEM II/A, Festigkeit C30/37, Exp. B und C
Merkmal Vorgespannte Geschossdecken;



horizontale Stabilisierung mit Rahmenaussteifung durch Stützen und Decken

Schule Schauenberg

Die Schulanlage in Zürich-Affoltern wurde durch einen Neubau in Minergie-P-ECO Standard ersetzt (2019).

Bauherrschaft Stadt Zürich, Amt für Hochbauten
Architektur Adrian Streich Architekten, Zürich
Tragwerksplanung Freihofer & Partner, Bauingenieure und Planer, Zürich
Betonlieferant Toggenburger, Winterthur
Baumeister Landolt + Co., Kleinandelfingen

Projektangaben
Absolute Menge RC-Beton 9354 m³
%-Anteil RC-Beton 94.5 %
RC-Beton-Sorte C300R RC-C50 E30 C30/37 XC4/XF1 0/32 CL0.2 F3
Merkmal Innenhof und Wände der Schulräume in Sichtbeton; Spannbeton in RC-C-Beton mit Vorversuchen



«Gefragt ist moderne Betontechnologie»

Piet Eckert und Stefan Bänziger beleuchten die Herausforderungen und Potenziale, die der Einsatz von Recyclingbeton im modernen Bauwesen mit sich bringt. Und sie denken darüber nach, was der Baustoff in ökologischer Hinsicht leisten könnte.

Interview: Clementine Hegner-van Rooden



Schulanlage Hofacker: Das Bauvorhaben umfasste einen Ersatzneubau und die Instandsetzung der historischen Bestandsbauten Wehrli- und Hertertrakt mitsamt Aussenanlagen. Vor knapp neun Jahren war Planungsstart. Die damals festgelegten nachhaltigen Tragsysteme überzeugen auch heute noch.

Herr Bänziger und Herr Eckert, wo liegen aktuell die grössten Potenziale für den Einsatz von recyceltem Beton in der Bauindustrie?

Piet Eckert: Sein Einsatz konzentriert sich derzeit auf Fassaden und Doppelschalen-Systeme, doch diese sind ökologisch und strukturell kaum zukunftsfähig, vor allem wegen des hohen CO_2-Ausstosses und Aufwands. Die Herausforderung besteht darin, RC-Beton auch in anspruchsvollere Anwendungen wie intelligente Tragsysteme für Decken zu integrieren, wo der Grossteil des Verbrauchs liegt. Andernfalls wird RC-Beton Opfer seiner eigenen Limitierungen.

Stefan Bänziger: Auch das Untergeschoss bietet normalerweise Potenzial, wie beispielsweise das Schulhaus Hofacker zeigt (vgl. Kasten). Die unterirdische Turnhalle erfordert viel Material, insbesondere wegen der geforderten Wasserdichtigkeit. Beton ist in solchen Bereichen unverzichtbar, jedoch nicht so beansprucht, dass Hochleistungsbeton nötig wäre – hier Recyclingbeton (RC-Beton) aus Betongranulat einzusetzen, ist darum nachhaltig. Allerdings fällt bei grossen Aushubmengen oft minderwertiges Material an. Es wäre einerseits nachhaltiger, unterirdische Volumen erst gar nicht auszuheben oder sie möglichst klein zu halten und so den Betonbedarf zu senken. Dies steht jedoch im Widerspruch zur Schonung der knappen Baulandreserven. Das Bauen bleibt auch in diesem Kontext stets ein Spannungsfeld, in dem das Optimum gefunden werden muss.

Eckert: RC-Beton ist heute oft ästhetisch ansprechender als herkömmlicher Konstruktionsbeton. In der Erweiterung des Schulhauses Hofacker als gestockte Version ausgeführt, wertet er den historischen Kontext der denkmalgeschützten Gebäude gestalterisch auf. Die bearbeitete Betonoberfläche wirkt weniger spröde und schafft einen Bezug zu den bestehenden Natursteinarbeiten. Besonders bemerkenswert sind die Farbnuancen, die durch das Stocken entstehen. Je vielfältiger die Zuschlagsstoffe im RC-Beton sind, desto reicher und interessanter wird das Farbspektrum.

Können Sie beim Zuschlag Einfluss nehmen?

Bänziger: Es erfordert Überzeugungsarbeit, da Vorbehalte gegenüber RC-Beton bestehen, insbesondere beim Sichtbeton. Doch mit den Musterwänden (vgl. Cover) des Amts für Hochbauten der Stadt Zürich, die die gestalterischen Möglichkeiten demonstrieren, wird klar, dass RC-Beton vielfältiger ist, als oft vermutet. Obwohl er hauptsächlich Betongranulat enthält, sind maximal 5 Massenprozent an Fremdmaterial zulässig, was der gestockten Oberfläche eine gesprenkelte Textur verleiht. Besonders bei innen liegenden Bauteilen kann man den Anteil an Mischabbruchgranulat variieren; nur die statische Beanspruchung ist limitierend. Es wäre wünschenswert, Mischabbruchgranulat auch im Aussenbereich verwenden zu dürfen, um die gestalterische Vielfalt zu erhöhen. Der Wasser-Zement-Wert (W/Z-Wert) spielt dabei eine wichtige Rolle. Früher bestimmten wir Bauingenieure diesen selbst. Heute sind die Grenzwerte durch Normen und Expositionsklassen stärker reguliert. Diese Normierung ermöglicht aber die sichere Anwendung von Recyclingbeton im Betonbau in Ergänzung der Tragwerksnorm SIA 262 – und dies ohne vertiefte Analysen. Bei bewitterten Fassaden ist der W/Z-Wert auf 0.55 beschränkt, während im Innenbereich ein solcher von 0.65 möglich ist.



Piet Eckert,
dipl. Arch. ETH Zürich, E2A Piet Eckert und Wim Eckert Architekten, ordentlicher Professor für Architektur und Konstruktion an der TU Dortmund.



Stefan Bänziger,
dipl. Bauing. ETH Zürich, Partner bei Schnetzer Puskas Ingenieure, und Leiter des Zürcher Büros.

> « Sobald RC-Beton jedoch nur eine gestalterische und keine statische Funktion erfüllt, wird das Argument dafür schwächer. »
>
> Stefan Bänziger

Gefragt ist moderne Betontechnologie, um diese Grenzen auszuloten und die gewünschten Eigenschaften zu erzielen – durch Zusatzmittel, Versuche und Optimierung der Zusammensetzung. Insbesondere der Zementgehalt stellt hinsichtlich des CO_2-Ausstosses einen wichtigen Parameter dar, an dem der RC-Beton gemessen und mit Primärbeton verglichen wird. Idealerweise sollte überall Beton mit einem möglichst hohen Recyclinganteil eingesetzt werden. Sobald er jedoch nur eine gestalterische und keine statische Funktion erfüllt, wird das Argument dafür schwächer. Die CO_2-Bilanz von RC-Beton ist nicht besser als die von Primärbeton, was ein erheblicher Nachteil ist, besonders wenn kein CO_2-reduzierter oder optimierter Zement verwendet wird. Es bleibt die Ressourcenschonung und Abfallminimierung als zentrale Verpflichtung, der wir nachkommen müssen.

Können alle Unternehmen die bautechnologische Weiterentwicklung von RC-Beton umsetzen?

Bänziger: Grundsätzlich ja. Viele Betonwerke haben ihren Beton weiterentwickelt und Versuche

Schulanlage Hofacker, Zürich Hirslanden

Die in Teilen denkmalgeschützte Schulanlage besteht aus dem 1898 erbauten Schulhaus mit Turnhalle von Friedrich Wehrli und einem zweiten Turnhallentrakt aus dem Jahr 1938 von Stadtbaumeister Hermann Herter. Die Anlage bot zu wenig Platz für einen zeitgemässen Schulbetrieb und war instandsetzungsbedürftig. Von 2015 bis 2023 wurden daher Erneuerungsarbeiten geplant und ausgeführt. Zwischen den beiden Schulhäusern steht nun ein zweigeschossiger freistehender Neubau. Er ergänzt, die Gebäudeflucht des Wehrlibaus aufnehmend, das Ensemble als passgenauer Mittelbau. Turnhalle, Erdgeschossnutzungen und Schulgeschoss werden in einem kompakten Bau zusammengefasst. Die Fassade besteht aus einer monolithischen, vor Ort hergestellten, mehrheitlich zweischaligen Sichtbetonkonstruktion. Diese wurde wie die innere Tragkonstruktion weitgehend aus Ortbeton mit Recyclingzuschlägen hergestellt. Es finden sich auch Holz- und Stahlelemente, wo deren Materialeigenschaften optimal zum Einsatz kommen. Die Turnhalle unter Terrain wird von Fachwerken mit Pfosten aus quadratischen Betonquerschnitten und Gurten aus Stahlprofilen überspannt. Eine rahmenartige Einspannung der Stützen in der Decke über dem Erdgeschoss schafft die horizontale Aussteifung des Daches. Das Erdgeschoss wird durch die Kernwände und Windverbände in der Fassadenebene ausgesteift. Es ist eine gelungene Hybridkonstruktion, die einen wichtigen Beitrag zur Ressourcenschonung leistet. • **(cvr)**



Turnhalle mit geschosshohen Fachwerken **aus einer hybriden Stahl-Beton-Konstruktion**.

Bauherrschaft Stadt Zürich, Amt für Hochbauten
Architektur E2A, Zürich
Tragwerksplanung Schnetzer Puskas Ingenieure, Zürich
Betonlieferant Kibag, Zürich-Tiefenbrunnen
Baumeister Anliker Bauunternehmung, Thalwil

Projektangaben
Absolute Menge RC-Beton 3640 m³
%-Anteil RC-Beton 99 %
RC-Beton-Sorte RC-C50 mit CEM III/B, teilweise CEM II/B, Festigkeit C30/37, Exp. B und C
Merkmal Gestockte Sichtbetonfassade; vorgespannte Unterzugsdecken; Abfangfachwerke als Beton-Stahl-Hybridkonstruktion

Porträts: Christian Aeberhard; Schnetzer Puskas; Foto: Rasmus Norlander

unternommen. Dennoch gibt es Vorbehalte, besonders in ländlichen Gebieten, wo Betonwerke seltener sind und Bauherrschaften keine verbindlichen Vorgaben machen. Dort ist es oft schwierig, die gleiche Betonqualität zu erreichen wie in Werken, die hauptsächlich für die Stadt Zürich produzieren, wo RC-Beton in der Ausschreibung eine Vorgabe ist.

Eckert: Vorgaben können zwar herausfordernd sein, fördern jedoch oft Kreativität und innovative Lösungen. Technokratische Aussagen, die etwas als unmöglich erklären, überzeugen nicht und führen zu Zweifeln. Es geht vielmehr darum, Möglichkeiten zu schaffen, anstatt Gründe zu finden, warum etwas nicht machbar ist. Diese umsetzungsorientierte Denkweise ist entscheidend, um eine defensive Position zu vermeiden.

Bänziger: Eine Grundvoraussetzung für den Fortschritt von RC-Beton ist, dass er aktiv in Baumeisterausschreibungen bestellt wird. Dies initiiert den Prozess, RC-Beton zu standardisieren. Das Potenzial ist enorm, da im Hochbau ein Grossteil der Konstruktionen weder exponiert noch statisch ausgereizt ist. Oft jedoch geschieht die automatische Bestellung nicht – entweder aus Unkenntnis oder aufgrund falscher Informationen.

Eckert: RC-Beton als Fassadenmaterial ist vergleichsweise unkompliziert, da er sich nur selbst tragen muss. Interessant wäre, hochleistungsfähigen mit schwächerem Beton zu kombinieren. So könnte RC-Beton gestalterisch und strukturell effizienter eingesetzt werden. Schlanke Betonstrukturen bieten bereits heute leistungsfähige Antworten auf den Klimawandel und könnten in Kombination mit RC-Beton CO_2-optimiert werden. Leider sind Planungs- und Bauprozesse oft so langsam, dass Paradigmenwechsel während Projekten kaum berücksichtigt werden können. Diskussionen wie diese sind daher wichtig.

Wie lässt sich der Widerspruch zwischen schlanken Querschnitten und geringeren Festigkeitswerten von RC-Beton auflösen?

Eckert: Es ist möglich, leistungsfähige, schlanke Querschnitte mit weniger tragfähigen Materialien zu kombinieren, etwa durch Vorfertigung oder Riemenkonstruktionen mit feinem Füllmaterial. Dabei stehen verschiedene Bauelemente nicht in Konkurrenz zueinander, sondern agieren als integrierter Verbund. Derzeit arbeiten wir an der Rückkehr zu 16 cm dicken Decken, die bauphysikalisch nachgewiesen sind und im Vergleich zu her-

kömmlichen 28 cm messenden Decken erhebliche Vorteile bezüglich Ressourcenschonung und reduzierter CO_2-Emissionen bieten. Im Schulhaus Hofacker wurden bereits solche Ansätze umgesetzt, etwa durch leistungsfähige Hybridsysteme, bei denen Holz, Stahl und Beton ihre optimalen Eigenschaften an definierter Stelle ausschöpfen. In der Forschung an der TU Dortmund streben wir an, Abbruch- und Recyclingwerke mit der Vorfertigungsindustrie zu verknüpfen. Ziel ist es, eine synergetische Zusammenarbeit zu fördern, bei der leistungsfähige Schalendecken im Kontext eines kohärenten Systems entwickelt werden. Das schafft schlanke Systeme mit unterschiedlichen Leistungsniveaus.

Bänziger: Die Tendenz geht häufig zu Holz, obwohl es bezüglich Materialvolumen teurer ist als Beton. Ein Paradigmenwechsel zeichnet sich jedoch ab: Anstelle von massiven Holzbalken wird über schlankere, vorgefertigte und vorgespannte Betonträger nachgedacht, die leistungsfähiger sind und die Geschosshöhe reduzieren können. Es geht darum, das richtige Material am richtigen Ort einzusetzen, ob Holz, Beton oder Stahl-Holz-Mischkonstruktionen. In ganzheitlichen Ökobilanzen können filigrane Betonkonstruktionen konkurrenzfähig sein, da sie dank ihrer Schlankheit Material und CO_2 einsparen – wie beim Schulhaus Hofacker. Noch heute würden wir dieses Tragwerk so bauen. Das ist bemerkenswert, da der Planungsstart über acht Jahre zurückliegt und sich seither viel verändert hat. Bei anderen, langjährigen Projekten stelle ich oft nach der Realisierung fest, dass das Konzept aus der Zeit gefallen ist.

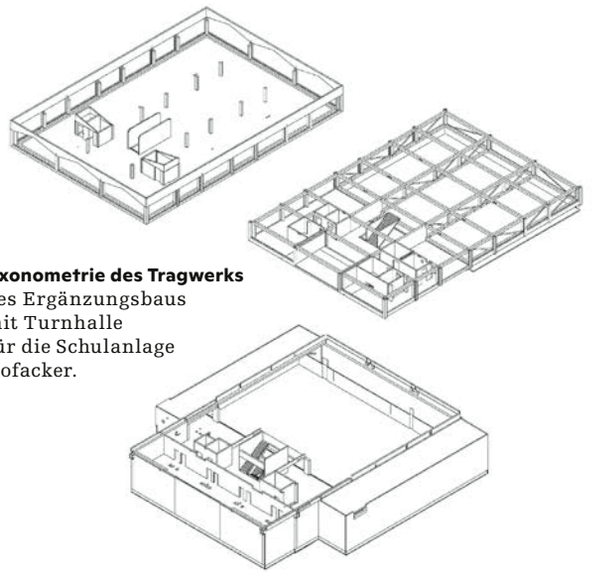
> «Interessant wäre, hochleistungsfähigen mit schwächerem Beton zu kombinieren.»
>
> Piet Eckert

Es braucht Referenzprojekte. Sehen Sie solche eher bei der öffentlichen Hand oder in der Privatwirtschaft?

Eckert: Ich sehe Potenzial bei beiden. In der Privatwirtschaft zählen leistungsorientierte Kriterien stärker. Man vertraut eher auf die Fachkompetenz und akzeptiert performative Lösungen, wenn sie nachweislich besser sind. Bei der öffentlichen Hand dominieren dagegen oft ideologische und politische Argumente. Entscheidungen müssen oft vor Gremien gerechtfertigt werden, was zu weniger innovativen Bestellungen führen kann.

Bänziger: Der Kostendruck ist bei privaten wie öffentlichen Bauherrschaften entscheidend. Wir müssen intelligente, effiziente und gleichzeitig kostengünstige Lösungen entwickeln. RC-Beton standardisieren und gleichzeitig auf Tragwerksebene noch nachhaltigere Lösungen entwickeln.

Eckert: Es besteht nicht immer ein direkter kausaler Zusammenhang zwischen Kostendruck und der Entscheidung für nachhaltige Bauweisen. Oft



Axonometrie des Tragwerks des Ergänzungsbaus mit Turnhalle für die Schulanlage Hofacker.

sind institutionelle Auftraggeber motiviert, ein ökologisches Benchmark-Projekt zu realisieren, das sowohl wirtschaftlich als auch nachhaltig ist. Dennoch kann man auch im öffentlichen Sektor mit leistungsorientierten Argumenten überzeugen. Das zeigt das Schulhaus Hofacker, wo wir eine smarte Kombination aus Holz-, Stahl- und Betonelementen entwickelt haben.

War es schwierig, Ihr Fachwissen zu vermitteln und die Entscheidungsträger zu überzeugen?

Eckert: Diese Frage ist zentral. Unsere Aufgabe besteht darin, durch nachvollziehbare und schlüssige Systeme zu überzeugen. Je plausibler diese sind, desto einfacher lassen sie sich erklären. Wir vermeiden es, direkt über Gestaltung zu argumentieren, weil das schnell in subjektiven Diskussionen endet. Stattdessen setzen wir auf systemische und konzeptionelle Erklärungen, die zeigen, wie die Elemente sinnvoll zusammenwirken. Versteht man den Ansatz, erkennt man den Mehrwert.

Bänziger: Wenn Fakten schlüssig in die Planung integriert sind, fördert dies das Verständnis für das Tragsystem. Dabei muss stets die Leistungsfähigkeit des Materials im Blickfeld bleiben. Für die Fachwerke über der Turnhalle beispielsweise konnte kein RC-Beton eingesetzt werden – die Pfosten und Gurten bestehen aus selbstverdichtendem Ortbeton, die Zugdiagonalen aus Rundstahl. Wir bewegen uns am Limit der Materialeigenschaften mit ausgereizten Querschnitten. Um ein Ecolabel zu erfüllen, müsste aber mindestens 50 % des Betonvolumens mit RC-Beton ausgeführt werden. Sofern technisch möglich. Dieser Satz öffnet Ingenieuren Tür und Tor zu sagen, dass weitgespannte oder vorgespannte Decken in RC-Beton nicht umsetzbar sind. So entstehen klassische, bewährte Konstruktionen. Es braucht Mut zu neuen Ansätzen, kreative Lösungen und ein ökologisches Bewusstsein, um neue Wege zu beschreiten und die Verantwortung für nachhaltiges Bauen zu tragen.

HSG Square

Der Neubau der Universität St. Gallen (2022) ist eine innovative Denk- und Arbeitsstätte. Die Tragstruktur mit seinen schlanken primären Elementen – Stützen, Träger und Decke – ist zugleich Raumstruktur.

Bauherrschaft HSG Stiftung, St. Gallen
Architektur Sou Fujimoto Architects, Paris
Tragwerksplanung Schnetzer Puskas Ingenieure, Basel
Generalunternehmung HRS Real Estate, Frauenfeld
Betonlieferant Holcim (Schweiz), Betonwerk, St. Gallen
Baumeister Feldmann Bau, Bilten

Projektangaben
Absolute Menge RC-Beton 2860 m³
%-Anteil RC-Beton 48 %
RC-Beton-Sorte ECOPact+ und ECOPact ZERO, Festigkeit C25/30, Exp. B
Merkmal CO_2-reduzierter Beton ECOPact+ und klimaneutraler ECOPact ZERO; Hohlkörper (Unidome) in Decken sparen ca. 260 m³ Beton; das leichtere Gewicht ermöglichte optimierte Fundationen und beeinflusste die Erdbebenstabilisierung günstig



Areal Guggach III

Auf dem 18 300 m² grossen Areal in Zürich entstehen eine Wohnsiedlung mit Gewerbe, ein Kindergarten und eine Schulanlage sowie ein Quartierpark (2024).

Bauherrschaft Stiftung Einfach Wohnen
Architektur Donet Schäfer Reimer Architekten, Zürich
Tragwerksplanung HSSP, Zürich
Betonlieferant Eberhard Bau, Kloten
Baumeister Specogna, Kloten

Projektangaben
Absolute Menge RC-Beton 7250 m³
%-Anteil RC-Beton 90 %
RC-Beton-Sorte zirkulit, Festigkeit, C30/37, Exp. C, mit CEM III/B, zirkulit WD, Festigkeit, C30/37
Merkmal rund 12 700 t Primärrohstoffe gespart und mit der CO_2-Speichertechnologie der zirkulit werden 72 500 kg CO_2 permanent im Beton gespeichert



Plan: Schnetzer Puskas Ingenieure; Fotos: Maris Mezulis; zVg

Sind Unternehmen zurückhaltend in der Anwendung von RC-Beton oder gelingt es, auch sie durch fachliche Argumente zu gewinnen?

Bänziger: Glücklicherweise reichen bei entsprechenden Ausschreibungen vor allem Unternehmen eine Offerte ein, die sich der Anforderungen bewusst sind und die Unterlagen sorgfältig studieren. Sie entscheiden im Vorfeld, ob sie sich auf das Projekt einlassen wollen. Bei der Schulanlage Hofacker mit ihren anspruchsvollen Ortbetonunterzügen und Fachwerken hatten wir das Glück, mit einem erfahrenen Baumeister und einem hervorragenden Polier zusammenarbeiten zu können. Sie brachten das nötige Know-how und qualifizierte Fachkräfte mit. Das ist keine Selbstverständlichkeit.

> «Flächendeckend muss mehr Wissen und Kompetenz geschaffen werden.»
> Stefan Bänziger

Eckert: Ein solcher Bau ist immer eine kollektive Leistung. Es hängt nicht nur von der Architektur und von der Tragwerksplanung ab, sondern von allen Beteiligten. Die Bauindustrie, oft als «unsophisticated» betrachtet, erfordert eine intelligente Zusammenarbeit aller Akteure. Besonders beim Tragwerk gibt es noch viel Potenzial für innovative Lösungen. Beeindruckend ist, wie viele Handwerker und Unternehmungen die Herausforderung als Showcase für ihr Können annehmen. Ihr Engagement und Stolz spiegeln sich im Gebäude wider, das auch in 100 Jahren noch Bestand haben wird.

Sollten Tragwerke nutzungsflexibel gestaltet sein, um die lange, nachhaltige Lebensdauer zu erreichen?

Eckert: Strukturen, die sich an künftige Anforderungen anpassen lassen, sind langlebiger und resilienter. Starre Systeme, die nur für eine bestimmte Nutzung konzipiert sind, werden schneller obsolet. In einer sich rasch verändernden Welt ist es entscheidend, Gebäude nicht nur für die gegenwärtigen Bedürfnisse zu planen, sondern auch für unvorhersehbare Veränderungen in der Zukunft. Das ist ein wichtiger Beitrag zur Nachhaltigkeit.

Bänziger: Maximale Flexibilität ist allerdings nicht immer sinnvoll, besonders wenn sie zu grossen Spannweiten und dickeren Betondecken führt, wie dies oft bei Bürogebäuden der Fall ist. Im Wohnungsbau können kleinere Spannweiten die Dimensionen der Tragwerkselemente reduzieren und ressourcenschonender sein. Es gilt – wie so oft –, unterschiedliche Aspekte abzuwägen. Eine universelle Lösung gibt es nicht. •

Das Interview führte *Clementine Hegner-van Rooden*, dipl. Bauing. ETH, Fachjournalistin BR.

DISKUSSIONSVERANSTALTUNG
IM ZAZ BELLERIVE
ZENTRUM ARCHITEKTUR ZÜRICH

Öffentliche Diskussion am
14. November 2024, 18.30 Uhr:
Kies für Generationen – Ist Recycling im grossen Massstab möglich?
Anmelden auf **bit.ly/kies_zaz** oder **events.espazium.ch**