

Technische Eigenschaften von Recyclingbeton

Recyclingklassen nach SIA 2030:2021 / SNR 592030

Recyclingbeton RC-C

Recyclingbeton RC-C ist in die folgenden Klassen mit den deklarierten Anteilen an Betongranulat C (gem. SN EN 12620) eingeteilt:

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

Recyclingbeton RC-M

Recyclingbeton RC-M ist in die folgenden Klassen mit den deklarierten Anteilen an Mischgranulat M (gem. SN EN 12620) eingeteilt:

- RC-M10: 10 M.% $\leq M < 40$ M.% in Massenprozent
- RC-M40: 40 M.% $\leq M < 100$ M.% in Massenprozent

E-Modulklasse	E_{rcm} N/mm ²	$E_{rci,min}$ N/mm ²
EX	keine Anforderung	keine Anforderung
E15	$\geq 15\,000$	$\geq 12\,000$
E20	$\geq 20\,000$	$\geq 17\,000$
E25	$\geq 25\,000$	$\geq 22\,000$
E30*	$\geq 30\,000$	$\geq 27\,000$

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

Einsatzgebiete von Recyclingbeton

Recyclingbeton wird nach den Normen SN EN 206 und SIA 262 behandelt, sofern das SIA Merkblatt 2030:2021 / SNR 592030 keine anderslautenden Angaben enthält.

Gemäss Tabelle 1 SIA 2030:2021 / SNR 592030 kann Recyclingbeton wie folgt eingesetzt werden.

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

* Nur nach entsprechenden Voruntersuchungen zulässig. Die Resultate der Voruntersuchungen können nur dann als Nachweis für die Zuverlässigkeit verwendet werden, wenn die Zusammensetzung des Betons, insbesondere der rezyklierten Gesteinskörnung, für den Prüfbeton und den Beton für das auszuführende Bauteil vergleichbar ist.

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

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

Dank der grossen Erfahrung bei der Anwendung von Recyclingbetonen werden bei Eberhard RC-C Betone bis und mit Expositionsklasse XF1 produziert.

Eigenschaften Recyclingbeton Eberhard (RC-Euro Beton)

Sorte	Recyclingbetonklasse	w/z _{eq}	E-Modulklasse	prcm	NPK
RC-Euro Beton C RC-C	RC-C25 und RC-C50	≥ 0.55	E25	≥ 2280 kg/m ³	A, B, WD
RC-Euro Beton C RC-C	RC-C25 und RC-C50	< 0.55	E30	≥ 2330 kg/m ³	C
RC-Euro Beton M RC-M	RC-M10 und RC-M40		E20	≥ 2000 kg/m ³	

Druckfestigkeit

Recyclingbeton kann bis und mit der Druckfestigkeit C30/37 hergestellt werden. Somit können alle konventionellen Hochbaubetone von NPK A bis und mit NPK C aus Recyclinggranulat hergestellt werden.

Wasserdichter Beton

Wasserdichter Beton gemäss SIA 272 wird anhand der Rissbreitenbeschränkung, der Wasserleitfähigkeit und der Wassereindringtiefe definiert. Dabei hängt lediglich die Wasserleitfähigkeit und die Wassereindringtiefe direkt von der Eigenschaft des Betons ab. Diese beiden Werte hängen in erster Linie mit dem W/Z Wert zusammen. Für wasserdichte Recyclingbetone wird bei Eberhard ausschliesslich Betongranulat und kein Mischgranulat verwendet. Die Betone sind gemäss den Prüfvorschriften auf die Wasserleitfähigkeit und Wassereindringtiefe geprüft und entsprechen den vorgegebenen Werten.

Bezüglich Expositionsklasse handelt es sich bei einer weissen Wanne in der Regel um ein Bauteil, welches unterhalb des Grundwasserspiegels zu liegen kommt und somit immer nass ist. Aufgrund der Einbindung im Untergrund besteht keine Gefahr eines Frostangriffs. Deshalb ist die Expositionsklasse in der Regel XC2.

Die Rissbreitenbeschränkung wird über die Stärke der Armierung geregelt. Dabei hängt der Armierungsgrad mit der Zugfestigkeit des Betons zusammen. Je kleiner die Zugfestigkeit des Betons, desto weniger Armierung braucht es, um die Rissbreitenbeschränkung einzuhalten. Deshalb empfehlen wir für wasserdichte Bodenplatten unsere WD-Betone zu verwenden. Diese sind weicher als die C-Betone und haben entsprechend eine tiefere Zugfestigkeit. Die WD-Betone von Eberhard weisen somit einen doppelten Preisvorteil auf. Einerseits sparen sie beim Betonpreis, andererseits sparen sie bei der Armierung. Zudem profitieren Sie vom Nachhaltigkeitsbonus.

SCC-Beton

Auch der SCC-Beton für den Hochbau kann aus Recyclinggranulat hergestellt werden. Aufgrund der RC-Gesteinskörnung braucht es mehr Erfahrung beim Einstellen des Betons. Dank dem eigenen Baustofflabor und der langjährigen Erfahrung ist die Mischung für den SCC-RC-Beton genau abgestimmt. Der Anwender merkt heute keinen Unterschied mehr zwischen RC- und Primär SCC Beton.

Sichtbeton

Auch für die Anwendung als Sichtbeton ist RC-Beton bestens geeignet. Dank den positiven Eigenschaften des Recyclinggranulats, welches aufgrund der Trockenaufbereitung mehr Mehlkorn aufweist als eine gewaschene Gesteinskörnung, ist RC-Sichtbeton ein beliebtes Produkt bei den Fachkräften auf den Baustellen.

Pfahlbeton

Solange die Pfahlköpfe nicht an der Aussenluft sind oder direkt an Frost-/ Tausalz- Einwirkungen ausgesetzt sind, können Pfahlbetone ohne weiteres aus Recyclingbeton gebaut werden. In der Regel befinden sich die Pfähle unter der Bodenplatte. Somit kann sowohl der Frostangriff wie auch der Salzangriff ausgeschlossen werden.

Da sich der Pfahl im Erdreich befindet, kann kein Sauerstoff an den Pfahl gelangen. Somit kann auch eine AAR-Reaktion ausgeschlossen werden, da für diese Reaktion eine kontinuierliche Sauerstoffzufuhr nötig wäre.

Ausschreibung

Grundsätzlich empfehlen wir die Ausschreibung über den NPK 241, Ortbetonbau. In den Bedingungen können unter 060.000 Beton die Betonsorten beschrieben werden. Unter 063.000 «Recyclingbeton mit Betongranulat RC-C nach Eigenschaften» kann der Recyclingkonstruktionsbeton definiert werden.

Für den Standardbeton NPK A bis NPK C empfehlen wir die Positionen 063.100, 063.200 und 063.300 mit folgenden Ergänzungen:

Mittlerer Elastizitätsmodul	NPK A und NPK B 28'000 N/mm ² NPK C 32'000 N/mm ²
Mittlere Rohdichte	NPK A und NPK B 2'280 kg/m ³ NPK C 2'330 kg/m ³
Anteil Rc	Gemäss SIA Merkblatt 2030
Anteil Rb	Gemäss SIA Merkblatt 2030
Zementsorte	Schweizer Portlandzement ZN/D nach SIA Merkblatt 2049

Um mit dem Beton nicht nur den Vorteil der Ressourcenschonung zu nutzen, sondern auch eine Verringerung des CO₂ Ausstoss des Gebäudes, empfehlen wir weiter eine Festlegung des Zements unter «Weiteres» gemäss Eco Devis Punkt 241.04 Zement für Beton (vgl. unten Eco Devis). Mit einem Beton aus ZN/D Zement verringern Sie den CO₂ Ausstoss um 10% gegenüber einem Beton mit CEM II Zement.

Die unter 081.000 «Ökologisches Bauen» aufgeführten Positionen empfehlen wir nicht zur Ausschreibung. Recyclingbeton ist sowohl in der Qualität wie auch im Preis gleichwertig mit Primärbeton (vgl. Preisliste Eberhard). Auch die Verwendung von einem ZN/D Zement hat weder auf die Qualität noch auf den Preis einen Einfluss.

Um die aufwendige Handhabung über Pos. 784 zu umgehen, kann im Kapitel 600 direkt auf die unter 063.000 beschriebenen Sorten verwiesen werden. Dazu muss jeweils eine Position gewählt werden, welche zumindest teilweise Freihandtexte zulässt.

Beispiel: Beton Typ NPK C
 Gemäss Pos. 063.300
 LE=m³

Eco Devis

Das Eco Devis, welches vom Verein eco bau veröffentlicht wird und welches auch als Grundlage für das Label Minergie ECO dient, empfiehlt das Ausschreiben von Recyclingbeton, um das ökologische und gesunde Bauen zu fördern (vgl. <https://www.eco-bau.ch/index.cfm?Nav=60>)

Für die Ausschreibung im NPK 241 empfiehlt das Eco-Devis folgendes:

241.01 Beton	Festlegung des Recyclinganteils auf 40 % als 1. Priorität oder zumindest ausschreiben von Recyclingbeton gemäss SIA Merkblatt 2030 mit 25% Mindestanteil.
241.04 Zement f. Beton	Erste Priorität haben die Zementsorten CEM II/B-LL, CEM III/B, ZN/D Aus ökologischer Sicht ist dabei der ZN/D Zement zu empfehlen. Er weist den tiefsten Klinkeranteil aus, was einen positiven Effekt auf das CO ₂ hat. Weiter ist er aus Mischabbruchgranulat produziert. Somit ist dieser Zement aus einem lokal verfügbaren Sekundärrohstoff produziert und spart erst noch Deponievolumen und schont Primärressourcen.

Umwetlabels

Zertifizierungssystem	Minergie-Eco	Building Research Establishment Environmental Assessment Method	Leadership in Energy and Environmental Design	Schweizerisches Gütesiegel Nachhaltiges Bauen
Organisation	Verein Minergie (CH)	BRE (Building Research Establishment, UK)	USGBC (US Green Building Council)	SGS Société Générale de Surveillance SA
Gründungsjahr	1998	1990	1998	2016
Anzahl Zertifizierungen/Registrierungen	Minergie: 21 577 Minergie-Eco: 471	200 000/knapp 1 Mio.	24288/94890 ¹	30/100 ⁶
Bewertungskategorien und Gewichtung	Minergie: • Komfort • Energieeffizienz Minergie-Eco • Gesundheit • Bauökologie → mindestens 50% RC-Beton	• Management (12%) • Gesundheit und Komfort (15%) • Energie (19%) • Wasser (6%) • Materialien (12.5%) → max. 5% davon RC relevant • Abfall (7.5%) • Landverbr. und Ökologie (10%) • Emissionen (10%) • Transport (8%) • Innovation (10%) ²	• Nachhaltige Grundstücke (24%) • Wassereffizienz (9%) • Energie und Atmosphäre (32%) • Materialien und Ressourcen (13%) → max. 5% davon RC relevant • Innenraumklima (14%) • Innovation und Design (5%) • Regionale Vorzüge (4%) ³	Gesellschaft • Kontext und Architektur • Planung und Zielgruppe • Nutzung und Raumgestaltung • Wohlbefinden und Gesundheit Wirtschaft • Kosten • Handhabbarkeit • Ertragspotential • Regionalökonomie Umwelt • Energie • Klima • Ressourcen- und Umweltschonung → mindestens 50% RC-Beton • Natur und Landschaft
Anzahl Kriterien	73 + 13 ⁵	61 + 10 ²	54 + 10 ³	45
Total Prozent/Punkte		100% + 10% ²	100 Punkte + 10 Punkte ³	1.0 - 6.0 Pkt. pro Indikator
Bewertungsstufen	Minergie Minergie-Eco Minergie-P(-Eco) Minergie-A(-Eco)	Pass (≥ 30%) Good (≥ 45%) Very Good (≥ 55%) Excellent (≥ 70%) Outstanding (≥ 85%)	Certified (≥ 40 Punkte) Silver (≥ 50 Punkte) Gold (≥ 60 Punkte) Platinum (≥ 80 Punkte)	Gesamtnote 4 bis 4.9: Silber Gesamtnote 5 bis 5.4: Gold Gesamtnote 5.5 bis 6: Platin

¹ Kommerzielle Gebäude: zertifiziert: 10 657, registriert: 32 133; Wohngebäude: zertifiziert: 13 631, registriert: 62 757

² Zusatzkriterien für aussergewöhnliche Leistungen | ³ Bonuspunkte | ⁴ Separate Bewertung | ⁵ Ausschlusskriterien | ⁶ <https://bauen-digital.ch/de/aktuell/post/459/>

Die in der Schweiz gängigsten Umweltlabels für Gebäude behandeln die Thematik Recyclingbeton unterschiedlich. Dabei kann klar unterschieden werden zwischen den Labels, welche aus der Schweiz stammen und Labels, welche ursprünglich aus dem Ausland kommen.

Die Schweizer Labels Minergie Eco und SNBS schreiben klar vor, dass mindestens 50 % des Gebäudes aus Recyclingbeton gebaut werden muss. Da das Minergie Eco Label das bekannteste Label ist, hier eine Zusammenfassung der RC-Beton Punkte:

Ausschlusskriterien NA

NA2.050 Der Volumenanteil an Bauteilen aus RC-Beton darf nicht kleiner als 50% sein

Materialien und Bauprozesse NM

NM3.020 RC-Gehalt von Konstruktionsbeton auf 40 % Mindestanteil erhöhen.

NM3.030 RC-Gehalt von Füll-, Hüll- Unterlagsbeton auf 80 % Mindestanteil erhöhen.

NM3.040 RC-Konstruktionsbeton mit Mischgranulat ausschreiben.

NM4.010 Zementarten gemäss Eco-Devis 241.04 ausschreiben.

Mit Recyclingbeton von Eberhard können alle Anforderungen gemäss Minergie Eco erfüllt werden.

Konstruktionsbeton aus Mischabbruchgranulat kann nur als NPK-A Beton geliefert werden. Weiter muss aufgrund des tieferen E-Moduls der Einsatz von RC-M Beton bereits bei der Bemessung des Gebäudes berücksichtigt werden.