

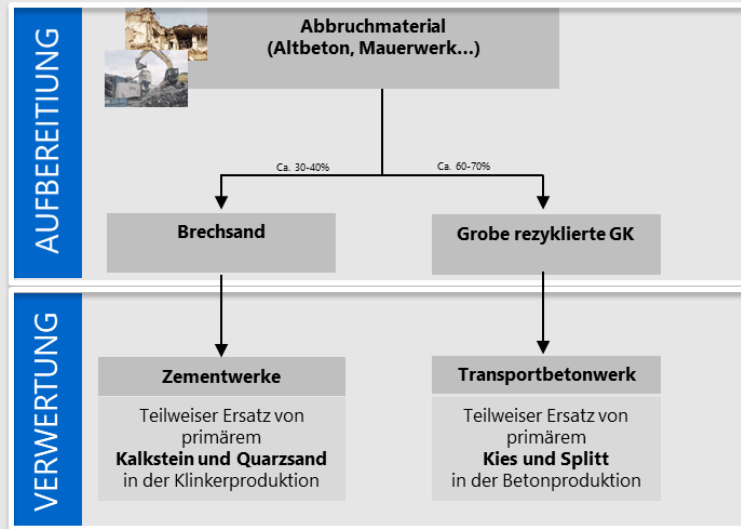
Neuaufschluss Kieswerk Trebur

Informationen zu Recycling-Beton, Stand 01.03.2022



Einsatz von Recycling-Beton

- **Deckung eines Teilbedarfs** an natürlichen Gesteinskörnungen **durch Recycling** ist ein **wichtiger Baustein**.
- **Dyckerhoff beschäftigt sich intensiv mit** den Einsatzmöglichkeiten von rezyklierten Gesteinskörnungen und der **vollständigen Wiederverwendung seiner Produkte** im eigenen Produktionskreislauf am Ende des Lebenszyklus.



R-BETON - Ressourcenschonender Beton



Beton mit rezyklierten Gesteinskörnungen



Beispiele aus der Praxis von Dyckerhoff

▪ Transportbeton

Werk Dillingen (Saarland):

- Seit August 2021 wird innerhalb der zulässigen Regelwerksgrenzen R-Beton als Standard eingesetzt.
- Rezyklierte Gesteinskörnung stammt aus dem Recyclingbetrieb in unmittelbarer Nachbarschaft (kein Transportweg).
- Bei der Aufbereitung anfallender Brechsand wird ebenfalls abgenommen und in Produkten außerhalb DIN 1045-2 eingesetzt.



• Zement

Werk Göllheim

- Q1/2022 Werksversuch zur Klinkerherstellung mit Betonbrechsand zum vollständigen Ersatz von natürlichem Quarzsand und teilweisem Ersatz von Kalkstein.



Neue Kiesgrube trotz mehr Recycling?

Verfügbarkeit, technische Grenzen und gesetzliche Regelungen machen Kies und Sand unersetzlich

- Nicht alle mineralischen Bauabfälle können zur Herstellung von RC-Körnung für Beton verwendet werden.
- Primär- und Recyclingrohstoffe können nicht gegeneinander positioniert werden. Auch in einem **R-Beton** wird **IMMER primäre Gesteinskörnung** benötigt.
 - Höchstzulässiger Anteil an RC-Körnung in einer R-Beton-Rezeptur: 45 Vol.-% der gesamten Gesteinskörnung, d.h. in jedem R-Beton sind weiter 55 Vol.-% natürlicher Sand und Kies nötig!
 - Derzeit ist die Wiederverwendung von Brechsand im Beton durch das Regelwerk ausgeschlossen, d.h. der natürliche Sand kann nicht ersetzt werden
- **Nicht in allen** Anwendungen kann **R-Beton** überhaupt verwendet werden. Dem Einsatz sind **technische und gesetzliche Grenzen** gesetzt, die ihre Berechtigung haben.
 - Nur in ca. 50-70% der produzierten Betonmenge ist der Einsatz von R-Beton überhaupt möglich und zulässig.
 - In ländlichen Regionen können ca. 30-35%, in Großstädten mit hohen Betongüten ca. 20-25% der natürlichen Kiese und Sande durch rezyklierte Gesteinskörnungen ersetzt werden
- Regelwerkserweiterungen stehen zwar bevor, jedoch werden auch zukünftig die meisten bestehenden Anwendungsbeschränkungen aus technischen Gründen bestehen bleiben.

Neue Kiesgrube trotz mehr Recycling?

Verfügbarkeit, technische Grenzen und gesetzliche Regelungen machen Kies und Sand unersetzlich

- Der **Gesamtbedarf** an mineralischen Baustoffen in Deutschland (primär und sekundär) beträgt ca. **578 Mio. t**.^{*1}. Jährlich fallen **ca. 220 Mio. t mineralischen Bauabfälle** an, wovon nur ca. 22 Mio. t auf Deponien beseitigt werden (1%) ^{*2}. Bereits heute ist die Verwertungsquote sehr hoch.
- Von den anfallenden **220 Mio. t** mineralischen Bauabfällen entfallen nur ca. 25 Mio. t auf reinen Beton (AVV 170101 Beton)^{*3}. Auch unter Berücksichtigung bevorstehender Regelwerkserweiterungen können und dürfen von allen anfallenden mineralischen Bauabfällen auch in Zukunft nur **ca. 50-55 Mio. t** wieder als **rezyklierte Gesteinskörnungen** in der Beton- oder Zementherstellung eingesetzt werden^{*4}. Der **Gesamtbedarf** an Gesteinskörnungen für Beton beträgt ca. **153 Mio. t/Jahr**^{*5}.
- Daher bleibt es **trotz Einsatz von Recycling-Beton** auch in Zukunft bei einem **großen Bedarf nach Sand und Kies**.

^{*1} https://www.baustoffindustrie.de/fileadmin/user_upload/bbs/Dateien/Downloadarchiv/Konjunktur/Zahlenspiegel_2019.pdf

^{*2} <https://kreislaufwirtschaft-bau.de/Download/Bericht-12.pdf>

^{*3} <https://www-genesis.destatis.de/genesis/online?operation=ergebnistabelleUmfang&levelindex=2&levelid=1642073728337&downloadname=32111-0002#abreadcrumb>

^{*4} Abschätzung auf Basis DIN 4226-101:2017-08: Maximal können 100% der AVV 170101 Beton, 50% der AVV 170107 Gemische aus Beton, Ziegel, Keramik, 10% der AVV 170504 Boden und Steine, 50% der AVV 170102 Ziegel, 50% der AVV 170103 Fliesen und Keramik, 1% der AVV170302 Asphalt als Potenzial für rezyklierte Gesteinskörnung im Beton dienen

^{*5} Abschätzung auf Basis Zementabsatz (27 Mio. t/a). Annahme: mittlerer Zementgehalt Transportbeton, Betonwaren, Fertigteile in Deutschland 320 kg/m³ → 85 Mio. m³ Beton; mittlere Menge Gesteinskörnung/m³ 1800kg/m³ → Gesamtbedarf ca. 153 Mio. t/Jahr

Anwendungsbeschränkung bei grober RC-Gesteinskörnung bezüglich Zusammensetzung, Einsatzmengen und Betonfestigkeitsklassen

Normal- und Schwerbeton

Normalfest

C8/10

C12/15

C16/20

C20/25

C25/30

C30/37

Tabelle 6:
Zulässige Anteile rezyklierter **GK > 2 mm**,
bezogen auf die gesamte GK (Vol.-%)

DIN EN 206-1 und DIN 1045-2 (DAfStb-Alkalirichtlinie)		DIN EN 12620	
Betonkorrosion infolge AKR	Expositionsklasse	TYP 1	TYP 2
WO (trocken)	XC1 Carbonatisierung		
WF ¹⁾ (feucht)	X0 kein Korrosionsrisiko	≤ 45	≤ 35
	XC1 bis XC4 Carbonatisierung		
	XF1 ¹⁾ und XF3 ¹⁾ Frost ohne Taumittel	≤ 35	≤ 25
	Beton mit hohem Wassereindringwiderstand		
	XA1 Chem. Widerstand	≤ 25	≤ 25

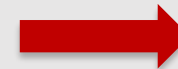
1) Zusätzliche Anforderungen
nach Abschnitt 1, (3) und (4)



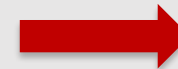
Verwendung von
Brechsand < 2 mm derzeit
ausgeschlossen!



Nicht alle Betone können
als R-Beton hergestellt
werden!



Kein R-Beton mit 100%
rezyklierter
Gesteinskörnung möglich!



Kein Spannbeton



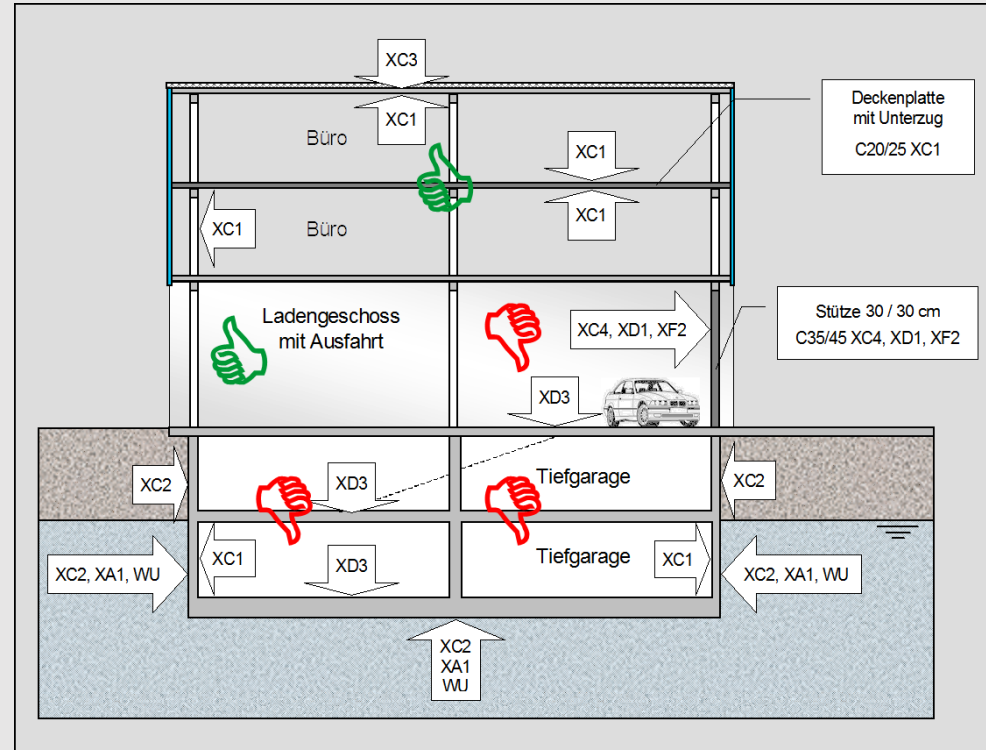
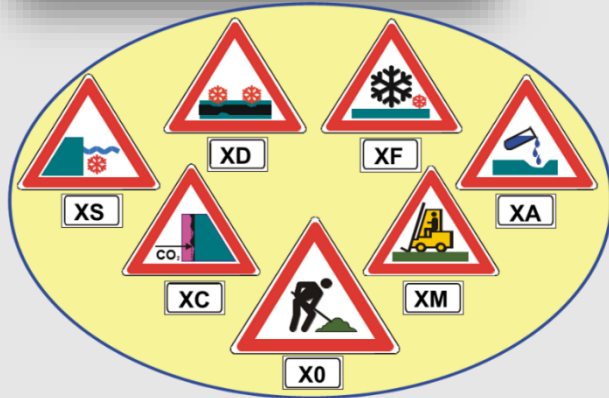
DAfStb-Richtlinie BREZ 2010:09

Regelwerksbeschränkungen bezüglich Expositionsklassen



Nicht anwendbar in den Expositionsklassen

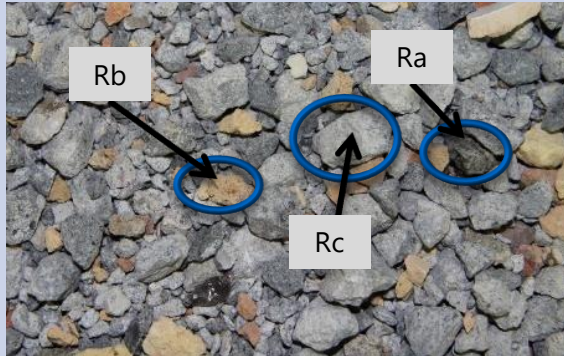
XS1, XS2, XS3
 XD1, XD2, XD3
 XF2, XF4
 XA2, XA3
 XM1, XM2, XM3



Anforderungen an die Zusammensetzung rezyklierter Gesteinskörnung für Beton

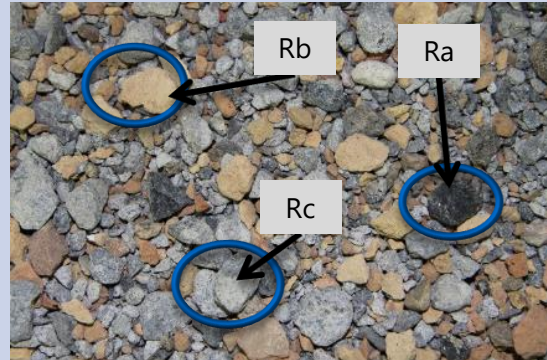
Typ 1: Betonsplitt

$R_c + R_u \geq 90 \text{ M.-%}$
 $R_b \leq 10 \text{ M.-%}$
 $R_a \leq 1 \text{ M.-%}$
 $X + R_g \leq 1 \text{ M.-%}$
 $FL \leq 2 \text{ Vol.-%}$



Typ 2: Bauwerksplitt

$R_c + R_u \geq 70 \text{ M.-%}$
 $R_b \leq 30 \text{ M.-%}$
 $R_a \leq 1 \text{ M.-%}$
 $X + R_g \leq 2 \text{ M.-%}$
 $FL \leq 2 \text{ Vol.-%}$



Rc	Beton, Betonprodukte, Mörtel, Mauersteine aus Beton
Ru	Ungebundene Gesteinskörnung, Naturstein, hydraulisch gebundene Gesteinskörnung
Rb	Mauerziegel (Mauersteine und Ziegel), Kalksandstein, nicht schwimmender Porenbeton
Ra	Bitumenhaltige Materialien
Rg	Glas
X	Sonstige nicht schwimmende Materialien
FL	Schwimmendes Material im Volumen

DAfStb

DAfStb-Richtlinie BREZ 2010:09