

ausdrucken vom
Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Ressourcenschonender Beton - Werkstoff der nächsten Generation

Dipl.-Ing. Raymund Böing
Teamleiter Produktentwicklung & Anwendung Beton, Leimen

Fachtagung Recycling R'16
Weimar, 19. und 20. September 2016

Förderkennzeichen: 13N13119, 13N13120, 13N13121, 13N13122,
13N13123, 13N13124, 13N13125

ECHT. STARK. GRÜN. HEIDELBERGCEMENT

Ressourcenschonender Beton / Raymund Böing / Abt. Engineering und Innovation 16/09/16 Folie 1

ausdrucken vom
Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Inhalte

- Einleitung
- Ausgangssituation rezyklierte Gesteinskörnung
- Forschungsvorhaben
- Zusammenfassung

ECHT. STARK. GRÜN. HEIDELBERGCEMENT

Ressourcenschonender Beton / Raymund Böing / Abt. Engineering und Innovation 16/09/16 Folie 2

Inhalte



- **Einleitung**
- Ausgangssituation rezyklierte Gesteinskörnung
- Forschungsvorhaben
- Zusammenfassung

ECHT. STARK. GRÜN. | **HEIDELBERGCEMENT**

Ressourcenschonender Beton / Raymund Böing / Abt. Engineering und Innovation | 16/09/16 | Folie 3

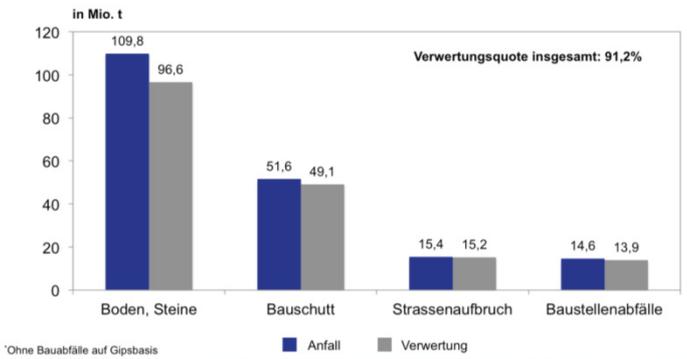
Einleitung



Initiative Kreislaufwirtschaft Bau

Anfall und Verwertung mineralischer Bauabfälle 2012*

in Mio. t



Kategorie	Anfall (Mio. t)	Verwertung (Mio. t)
Boden, Steine	109,8	96,6
Bauschutt	51,6	49,1
Strassenaufbruch	15,4	15,2
Baustellenabfälle	14,6	13,9

Verwertungsquote insgesamt: 91,2%

*Ohne Bauabfälle auf Gipsbasis

Quelle: Monitoring-Berichte „Mineralische Bauabfälle“ 2012, www.kreislaufwirtschaft-bau.de
 Bundesverband Baustoffe – Steine und Erden e.V

ECHT. STARK. GRÜN. | **HEIDELBERGCEMENT**

Ressourcenschonender Beton / Raymund Böing / Abt. Engineering und Innovation | 16/09/16 | Folie 4

Einleitung



Notwendige Mengen rezyklierter Gesteinskörnung im TB-Bereich

Transportbeton Deutschland 2012 (lt. BTB Statistik)		benötigte Menge rezyklierte Gesteinskörnung bei ...% Ersatz natürlicher Gesteinskörnung 1)							
		Gesamte Transportbetonproduktion				Nur Innenbauteilbetone bis C20/25			
Anzahl TB-Werke	1905	Betonmenge	100	50	25	Betonmenge	45	35	25
		m ³	t	t	t	m ³	t	t	t
Transportbetonproduktion		46 Mio.	78 Mio.	39 Mio.	20 Mio.	14 Mio.	11 Mio.	8 Mio.	6 Mio.
durchschnittliche Transportbetonproduktion pro Werk		24.147	41.050	20.525	10.262	7.349	5.622	4.373	3.123
Beispiel großes TB-Werk		100.000	170.000	85.000	42.500	30.435	23.283	18.109	12.935
Beispiel mittleres TB-Werk		50.000	85.000	42.500	21.250	15.217	11.641	9.054	6.467

1) Annahme: durchschnittlicher Gesteinskörnungsgehalt im Beton 1700 kg/m³

ECHT. STARK. GRÜN.

HEIDELBERGCEMENT

Inhalte



- Einleitung
- **Ausgangssituation rezyklierte Gesteinskörnung**
- Forschungsvorhaben
- Zusammenfassung

ECHT. STARK. GRÜN.

HEIDELBERGCEMENT

Ausgangssituation rezyklierte Gesteinskörnung



- Typ 1: Betonsplitt;
- Typ 2: Bauwerksplitt.

Tabelle 1 – Rezyklierte Gesteinskörnungen nach DIN EN 12620:2008-07, Abschnitt 5.8

Spalte	1	2		3	
		Kategorie der Gesteinskörnung			
Zeile	Bestandteile ^{a)}	Typ 1		Typ 2	
		1	$R_c + R_{tu}$	1)	R_{cu90}
2	R_b	1)	R_{b10}	R_{b30}	
3	R_a	1)	R_{a1}	R_{a1}	
4	$X + R_g$	1)	XR_{g1}	XR_{g2}	
5	FL	2)	FL_2	FL_2	

1) Massenanteil in %
2) cm³/kg

^{a)} Dabei bedeuten:
 R_c : Beton, Betonprodukte, Mörtel, Mauersteine aus Beton
 R_{tu} : Ungebundene Gesteinskörnung, Naturstein, hydraulisch gebundene Gesteinskörnung
 R_b : Mauerziegel (d. h. Mauersteine und Ziegel), Kalksandsteine, nicht schwimmender Porenbeton
 R_a : Bitumenhaltige Materialien
 R_g : Glas
 X : Sonstige Materialien: Bindige Materialien (d. h. Ton und Boden), verschiedene sonstige Materialien: Metalle (Eisen- und Nichteisenmetalle), nicht schwimmendes Holz, Kunststoff, Gummi, Gips
 FL : Schwimmendes Material im Volumen

Quelle: DAfStb Richtlinie Beton nach DIN EN 206-1 und DIN 1045-2 mit rezyklierten Gesteinskörnungen nach DIN EN 12620, Ausgabe September 2010

ECHT.STARK.GRÜN.

HEIDELBERGCEMENT

Ausgangssituation rezyklierte Gesteinskörnung



Tabelle 5 – Zulässige Anteile rezyklierter Gesteinskörnungen > 2 mm, bezogen auf die gesamte Gesteinskörnung (Vol.-%)

Spalte	1	2	3		4		
			Kategorie der Gesteinskörnung				
Zeile	Alkalirichtlinie	Anwendungsbereich		Typ 1		Typ 2	
		1	WO (trocken)	DIN EN 206-1 und DIN 1045-2		Typ 1	
2	WF ^{a)} (feucht)	Karbonatisierung XC1		≤ 45	≤ 35		
3		Kein Korrosionsrisiko X0 Karbonatisierung XC1 bis XC4					
4		Frostangriff ohne Taumittelnwirkung XF1 ^{a)} und XF3 ^{a)} und in Beton mit hohem Wassereindringwiderstand		≤ 35		≤ 25	
4		Chemischer Angriff (XA1)		≤ 25		≤ 25	

^{a)} zusätzliche Anforderungen s. Abschnitt 1, (3) und (4).

Quelle: DAfStb Richtlinie Beton nach DIN EN 206-1 und DIN 1045-2 mit rezyklierten Gesteinskörnungen nach DIN EN 12620, Ausgabe September 2010

ECHT.STARK.GRÜN.

HEIDELBERGCEMENT

Ausgangssituation rezyklierte Gesteinskörnung



Bestehende technische Grenzen

- Verwendung feiner rezyklierte Gesteinskörnung (GK ≤ 2 mm) im Beton derzeit nicht erlaubt
- Anwendungsbeschränkung bei grober rezyklierte Gesteinskörnung bezüglich Zusammensetzung, Einsatzmengen und Betonfestigkeitsklassen
- Einstufung der rezyklierte Gesteinskörnung bei unbekannter Herkunft (Regelfall!) in Alkaliempfindlichkeitsklasse E III-S → Eingeschränkte Einsatzmöglichkeiten
- Anwendung der Geringfügigkeitsschwellenwerte → abZ für rezyklierte Gesteinskörnung bezüglich Umweltvorsorge
- Beschränkung der rezyklierte Gesteinskörnung aus Frischbetonrecycling und nicht eingebautem Festbeton auf 5 M.-%



ECHT. STARK. GRÜN.

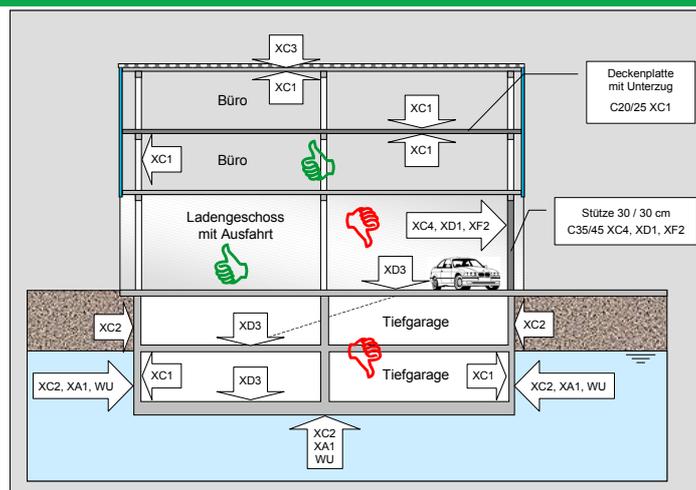
HEIDELBERGCEMENT

Ressourcenschonender Beton / Raymond Böing / Abt. Engineering und Innovation

16/09/16

Folie 9

Ausgangssituation rezyklierte Gesteinskörnung



ECHT. STARK. GRÜN.

HEIDELBERGCEMENT

Ressourcenschonender Beton / Raymond Böing / Abt. Engineering und Innovation

16/09/16

Folie 10

Inhalte



- Einleitung
- Ausgangssituation rezyklierte Gesteinskörnung
- **Forschungsvorhaben**
- Zusammenfassung

ECHT. STARK. GRÜN. HEIDELBERGCEMENT

Ressourcenschonender Beton / Raymond Böing / Abt. Engineering und Innovation 16/09/16 Folie 11

Forschungsvorhaben (Mitglieder des Konsortiums)





HEIDELBERGCEMENT

Scherer+Kohl

vdz.

RWTHAACHEN UNIVERSITY

ifeu
INSTITUT FÜR ENERGIE- UND UMWELTFORSCHUNG HEIDELBERG

BASF
The Chemical Company

TECHNISCHE UNIVERSITÄT KAISERSLAUTERN

- Dauer 3 Jahre
- Finanzvolumen: ca. 2,7 Mio €
- Start 1. November 2014
- Ende 31. Oktober 2017

Quelle: g3.lichtspeicher.de



ECHT. STARK. GRÜN. HEIDELBERGCEMENT

Ressourcenschonender Beton / Raymond Böing / Abt. Engineering und Innovation 16/09/16 Folie 12 Folie Nr. 12

Forschungsvorhaben (Ansprechpartner)





	Herr Böing		Herr Prof. Dr. Schnell Herr Prof. Dr. Breit
	Herr Dr. Lorenz		Herr Knappe
	Herr Heberger		Frau Jun.-Prof. Dr. Vollpracht
	Herr Dr. Müller	Assoziierte Partner der RWTH Aachen University	
<p>Unterauftragnehmer der VDZ gGmbH</p> 			

ECHT. STARK. GRÜN.

HEIDELBERGCEMENT

28.09.2015 Sekundärer Beton / Raymond Böing / Abt. Engineering und Innovation
16/09/16 Folie 13 Folie Nr. 13

Forschungsvorhaben (Projektansätze - Ziele)





- Verwendung rezyklierter Gesteinskörnung RC-GK ≤ 2 mm bei der Zementherstellung bzw. im Beton
- Erhöhte Anteile an RC-GK > 2 mm (Typ 1 und 2) im Beton
- Einsatz von Mauerwerksplitt (Typ 3 nach DIN 4226-100)
- Herstellung von R-Betonen mit geringeren Anforderungen (z. B. Betonfüllung von Elementwänden)
- Bemessungsansätze nach Eurocode 2
- Praxisgerechte Lösungen für die
 - ➔ Prüfung von und den Umgang mit umweltrelevanten Merkmalen
 - ➔ Bewertung der RC-GK bezüglich AKR Empfindlichkeit
- Ökobilanzierung

ECHT. STARK. GRÜN.

HEIDELBERGCEMENT

28.09.2015 Sekundärer Beton / Raymond Böing / Abt. Engineering und Innovation
16/09/16 Folie 14 Folie Nr. 14

Forschungsvorhaben (Schwerpunkte und Arbeitspakete)



3 Schwerpunkte mit insgesamt 13 AP:

I. Konzeptionierung der neuen Werkstoffe (AP 1 bis AP 6)

AP 1: Ermittlung praxisgerechter Stoffmassenströme
 AP 2: Verwendung von feiner RC-Gesteinskörnung
 AP 3: Verwendung von grober RC-Gesteinskörnung
 AP 4: Neuartige hochleistungsfähige R-Zusatzmittel für R-Beton
 AP 5: Optimierung der RC-Gesteinskörnungs-Produktion
 AP 6: Frischbetonrecycling

II. Praxisanforderungen an die neuen Werkstoffe (AP 7 bis AP 9)

AP 7: Bemessung von R-Beton
 AP 8: Bewertung bezüglich der Alkaliempfindlichkeit (AKR)
 AP 9: Umweltrelevante Merkmale

III. Ökobilanz, Praxistest und Transfer (AP 10 bis AP 12)

AP 10: Ökobilanzierung
 AP 11: R-Beton im Praxistest
 AP 12: Wissenschaftliche Aufbereitung und Transfer

AP 13: Projektkoordination R-Beton

ECHT. STARK. GRÜN.

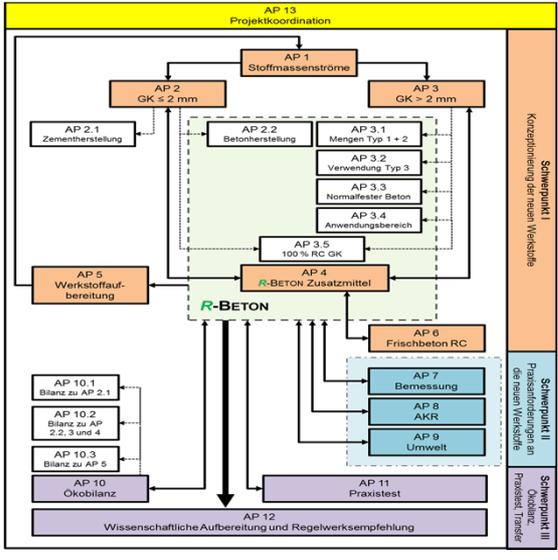
HEIDELBERGCEMENT

28.09.2016 | Forschungsvorhaben / Raymond Böing / Abt. Engineering und Innovation | 16/09/16 | Folie 15 | Folie Nr. 15

Forschungsvorhaben (Projektstruktur)



AP 13
Projektkoordination



Schwerpunkt I
Konzeptionierung der neuen Werkstoffe

Schwerpunkt II
Praxisanforderungen an die neuen Werkstoffe

Schwerpunkt III
Ökobilanz, Praxistest, Transfer



ECHT. STARK. GRÜN.

HEIDELBERGCEMENT

28.09.2016 | Forschungsvorhaben / Raymond Böing / Abt. Engineering und Innovation | 16/09/16 | Folie 16 | Folie Nr. 16

Forschungsvorhaben (Übersicht Teilvorhaben)



Teilvorhaben		Verantwortlicher Projektpartner	Projektpartner Als Unterauftragnehmer oder assoziierter Partner
Nr.	Titel		
1	Ermittlung praxisrelevanter Stoffströme unter Berücksichtigung des prognostizierten Aufkommens und Ökobilanzierung im Bereich der Betonanwendung sowie der RC-Gesteinskörnungsherstellung	ifeu	
2	Ermittlung praxisrelevanter Stoffströme aus Sicht der RC – Gesteinskörnungsherstellung und Möglichkeiten der verfahrenstechnischen Anpassung	Scherer+Kohl	
3	Aufweitung der vorhandenen Anwendungs-beschränkungen für Beton mit rezykliertem feiner und grober Gesteinskörnung unter Berücksichtigung der Bemessungsansätze nach EC 2	TU Kaiserslautern	
4	Erforschung von neuen hochleistungsfähigen R-Zusatzmitteln für die Herstellung von R-Beton	BASF	
5	RC-Gesteinskörnung – Anwendung im Zement, Ökobilanzierung der Zement- und Betonherstellung, Bewertung der Alkaliempfindlichkeit	VDZ	Spenner Zement
6	Frischbetonrecycling und Erforschung von Verfahren zum praxisgerechten Umgang mit umweltrelevanten Merkmalen	RWTH Aachen	FTB Mapei
7	R-Beton aus Sicht der praxisgerechten Anwendung und Koordination des Gesamtvorhabens	HeidelbergCement	

ECHT. STARK. GRÜN.

HEIDELBERGCEMENT

28.09.2016 Ressourcenschonender Beton / Raymund Böing / Abt. Engineering und Innovation 16/09/16 Folie 17 Folie Nr. 17

Forschungsvorhaben (Umsetzung)











European Committee for Standardization
Comité Européen de Normalisation
Europäisches Komitee für Normung

www.R-Beton.de

ECHT. STARK. GRÜN.

HEIDELBERGCEMENT

Ressourcenschonender Beton / Raymund Böing / Abt. Engineering und Innovation 16/09/16 Folie 18

Zusammenfassung

- Einleitung
- Ausgangssituation rezyklierte Gesteinskörnung
- Forschungsvorhaben
- Zusammenfassung

echt.stark.grün. HEIDELBERGCEMENT

ausdrucken vom Bundesministerium für Bildung und Forschung

Ressourcenschonender Beton / Raymond Böng / Abt. Engineering und Innovation 16/09/16 Folie 13

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !!!
www.r-beton.de

R-Beton |
**RESSOURCEN SCHONENDER BETON –
WERKSTOFF DER NÄCHSTEN GENERATION**

BMBF – HIGHTECHMATBAU

Baustoffkreislauf
Beton

ausdrucken vom Bundesministerium für Bildung und Forschung

ZUVERLÄSSIG
GLAUBWÜRDIG
BODENSTÄNDIG

LEISTUNGSFÄHIG
KOMPETENT

SYMPATHISCH
UMWELTBEWUSST

**ECHT.
STARK..
GRÜN.**

Dafür stehen wir.

HEIDELBERGCEMENT

Ressourcenschonender Beton / Fa. Mündl Bönn / AM, Engineering and Innovation 16.09.16 Folie 21