

Einsatz von ressourcenschonendem Beton in der Praxis

- Bauprojekt der GAG an der Rheinallee in Ludwigshafen -

Ressourcenschonender Beton:

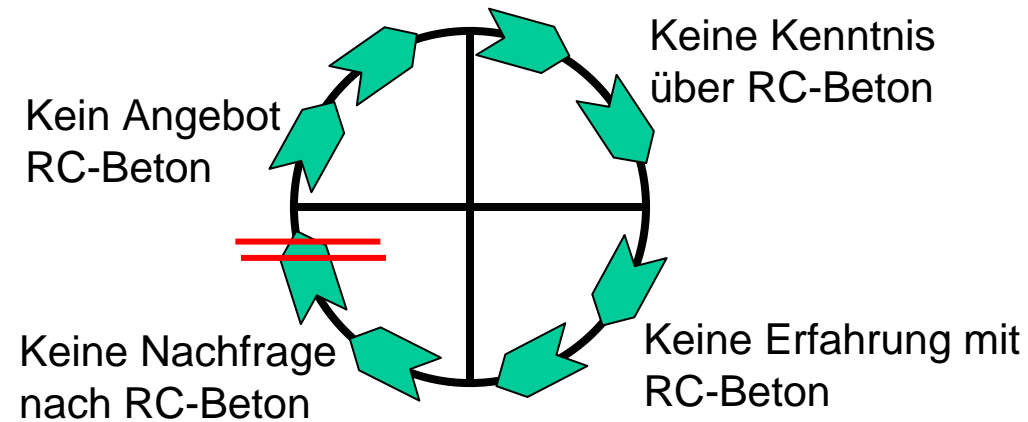
Zulässige Anteile rezyklierter Gesteinskörnungen > 2 mm, bezogen auf gesamte Gesteinskörnung (Vol.-%)

[DAfStb-Richtlinie: Beton nach DIN EN 206-1 und DIN 1045-2 mit rezyklierten Gesteinskörnungen nach DIN 4226-100, Ausgabe Dez. 2004. Tab. 1]

Anwendungsbereich		Gesteinskörnungstyp 1 nach DIN 4226-100	Gesteinskörnungstyp 2 nach DIN 4226-100
Alkali-richtlinie	DIN EN 206-1 und DIN 1045-2		
WO (trocken)	Carbonatisierung XC1	≤ 45 Vol.-%	≤ 35 Vol.-%
WF ¹⁾ (feucht)	Kein Korrosionsrisiko X0 Carbonatisierung XC1 bis XC4		
	Frost ohne Taumittleinwirkung XF 1 ¹⁾ und XF3 ¹⁾ und in Beton mit hohem Wassereindringwiderstand	≤ 35 Vol.-%	≤ 25 Vol.-%
	chemischer Widerstand (XA1)	≤ 25 Vol.-%	≤ 25 Vol.-%

¹⁾ zusätzliche Anforderungen s. Abschnitt 1, (3) und (4)

➡ **keine Verwendung in Spannbeton, Brücken;**
d.h. interessant für Fundamentherstellung, Sauberkeitsschichten und im Hochbau



Teufelskreislauf

Deshalb Pilotvorhaben + wissenschaftliche Begleitung zur Klärung offener Fragen

- Projektsteuerung
- Begleitforschung
Betonwissenschaftlich
Ökologisch
- Öffentlichkeitsarbeit

www.rc-beton.de

gefördert von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt



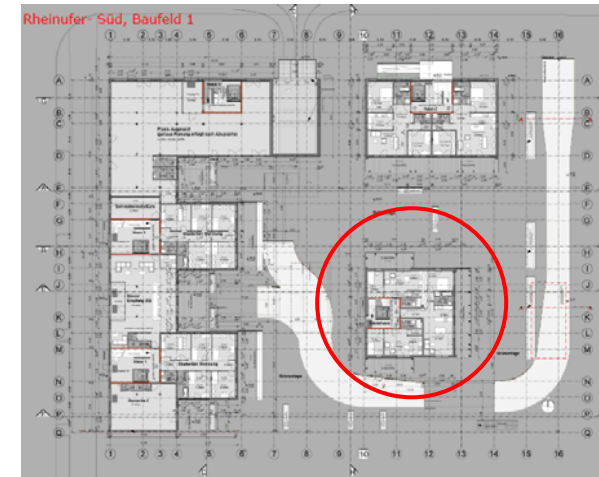


Das Pilotprojekt



Haus 3

Baubeginn: 22. Sep. 2009
Fertigstellung: Dez. 2009



Bauherr:

GAG Ludwigshafen am Rhein
Aktiengesellschaft für Wohnungs-, Gewerbe- und
Städtebau

Planer:

seepe und hund, freie architekten Ludwigshafen
Jourdan & Müller PAS, Frankfurt /Main
Bollinger & Grohmann, Frankfurt /Main

Bauausführung: Weisenburger Bau GmbH, Rastatt

Betonmenge: ca. 500 m³

C 30/37, F3, XC1

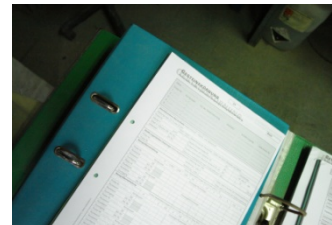
**für die aufgehenden Wände
und Geschosdecken**



Ziel:
Herstellung RC- Gesteinskörnung
Typ 1 – DIN 4226-100

Optimierung des gesamten Systems

- Abbruch
- Stoffstrommanagement RC-Anlage
- Konzeption der Aufbereitung
- Herstellung RC-Gesteinskörnung



Beste Ergebnisse

- Zusammensetzung
- Kornrohichte
- Wasseraufnahme
- Kornform
- Korngrößenverteilung
- Umweltverträglichkeit
- AKR



Bauschutt - Betonbruch



Jetzt geht's los



Backenbrecher - Prallmühle



Nasse Wäsche



brrrrr....



Entwickelte Betonrezepturen

C 8/10,	C1,	X0
C 12/15,	C1,	X0
C 12/15,	F3,	X0
C 20/25,	F3,	XC1/XC2
C 25/30,	F3,	XC4/XF1/(XA1 bei Ü2)
C 25/30	WU, F3,	XC4/XF1/(XA1 bei Ü2)
C 30/37,	F3,	XC4/XF1/XA1/XD1/XM1
C 35/45,	F3,	XC4/XF2/XA2/XD2/XM2



**Sand + Steine + Wasser + Zement
=> Beton**



Beton nach Eigenschaft

- ❖ Analoge Anforderungen wie für konventionellem Beton
- ❖ Grundsätzlich analoge Prüfungen
 - Eigenüberwachung
 - Fremdüberwachung

+

Begleitforschung



Bei welchem Druck ist Schluss?

Ausgewählte Ergebnisse (RC-Beton)

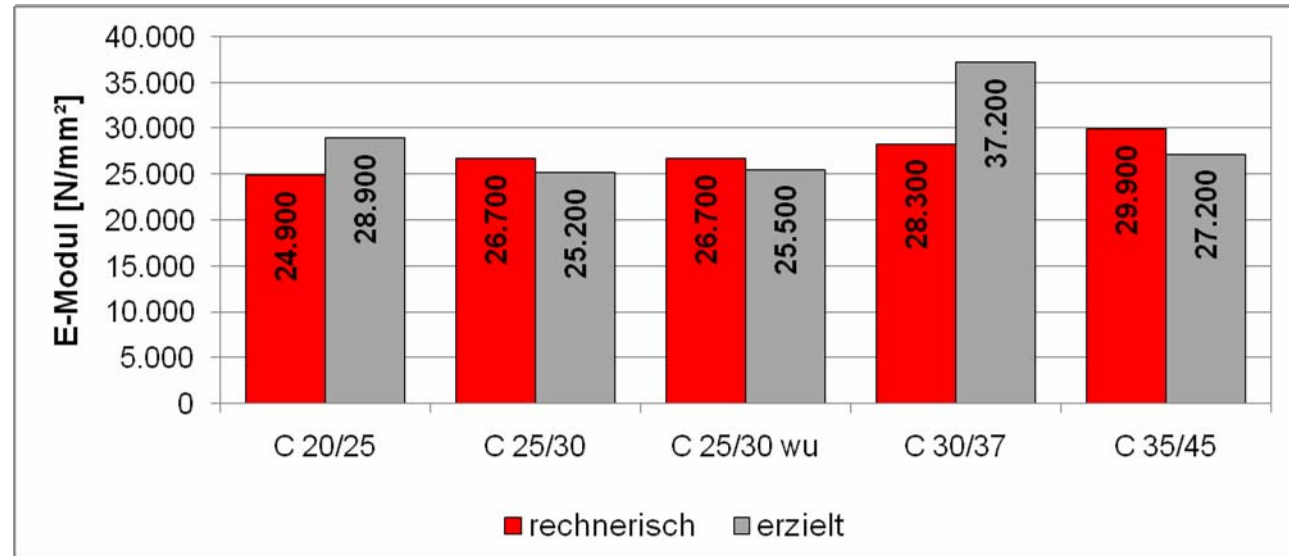
		1	2	3	4	5	6	7	8
Festigkeitsklasse		C 8/10	C 12/15	C 12/15	C 20/25	C 25/30	C 25/30 wu	C 30/37	C 35/45
Konsistenzklasse		C1	C1	F3	F3	F3	F3	F3	F3
Druckfestigkeit $f_{ci,cube}$ nach 1 Tag	[N/mm ²]	0,8	8,8	3,5	6,6	5,7	7,1	6,2	7,1
Druckfestigkeit $f_{ci,cube}$ nach 2 Tagen	[N/mm ²]	3,7	18,6	7,5	13,3	13,7	15,5	15,4	16,4
Druckfestigkeit $f_{ci,cube}$ nach 7 Tagen	[N/mm ²]	8	33,3	19,1	24,9	26,1	24,4	28,9	32,9
Druckfestigkeit $f_{ci,cube}$ nach 28 Tagen	[N/mm ²]	15,0	39,5	20,5	35,0	40,5	42,0	51,0	61,0
	[N/mm ²]	16,0	42,0	19,5	36,5	40,0	41,0	52,5	61,5
Druckfestigkeit $f_{ci,cube}$ nach 56 Tagen	[N/mm ²]	19,5	48,0	22,5	38,0	42,5	47,5	52,5	64,0
	[N/mm ²]	18,0	48,5	22,5	39,0	43,0	45,5	55,0	61,5
Mittelwert f_{cm} nach 28 und 56 Tagen	[N/mm²]	17,1	44,5	21,3	37,1	41,5	44,0	51,8	61,3
Konformitätsnachweis Druckfestigkeit Erstprüfung¹⁾									
Kriterium 1: $f_{cm} \geq f_{ck} + 4$									
	$f_{ck} + 4$ [N/mm ²]	14	19	19	29	34	34	41	49
Anforderungen Kriterium 1		erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt
Kriterium 2: $f_{ci} \geq f_{ck} - 4$									
	$f_{ck} - 4$ [N/mm ²]	6	11	11	21	26	26	33	41
Anforderungen Kriterium 2		erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt	erfüllt
Maximal erfüllte Festigkeitsklasse		C 8/10	C 30/37	C 12/15	C 25/30	C 30/37	C 30/37	C 35/40	C 45/55

¹⁾ Eifert. H.: Bethae. W.: Beton - Prüfen nach Norm. Schriftenreihe Bauberatuna Zement. Hrsg. BDZ. 2005

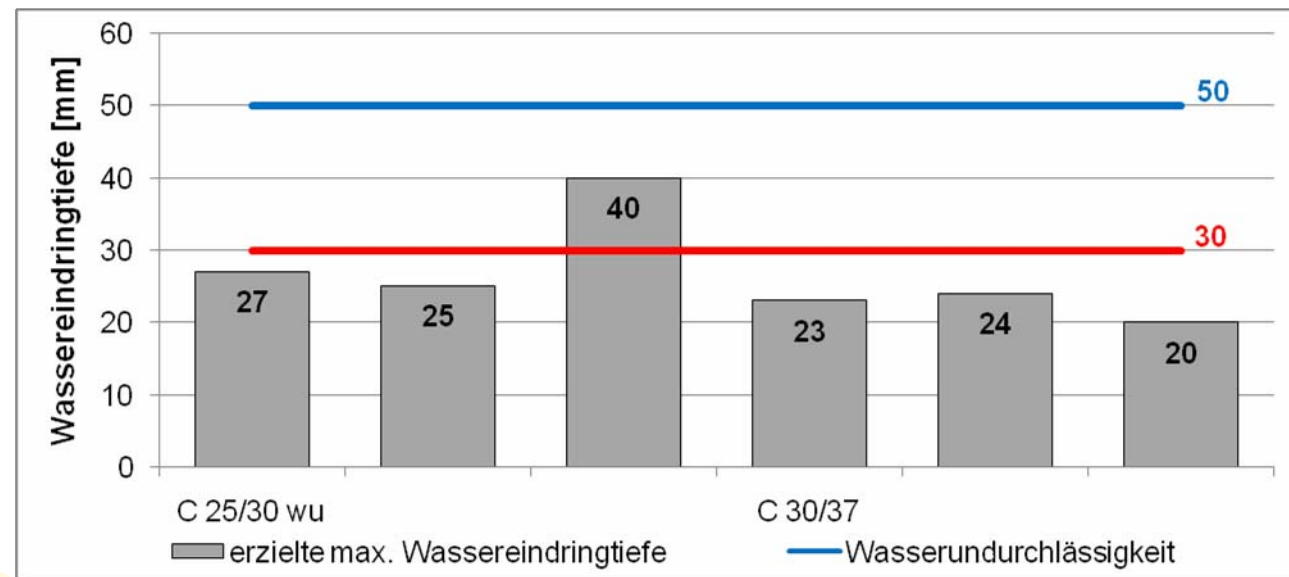
f_{ci} - Druckfestigkeitsmesswert
 f_{cm} - Mittelwert der Druckfestigkeitsmesswerte
 f_{ck} - Nennfestigkeit

Ausgewählte Ergebnisse (RC-Beton)

E-Modul



Wassereindringtiefe

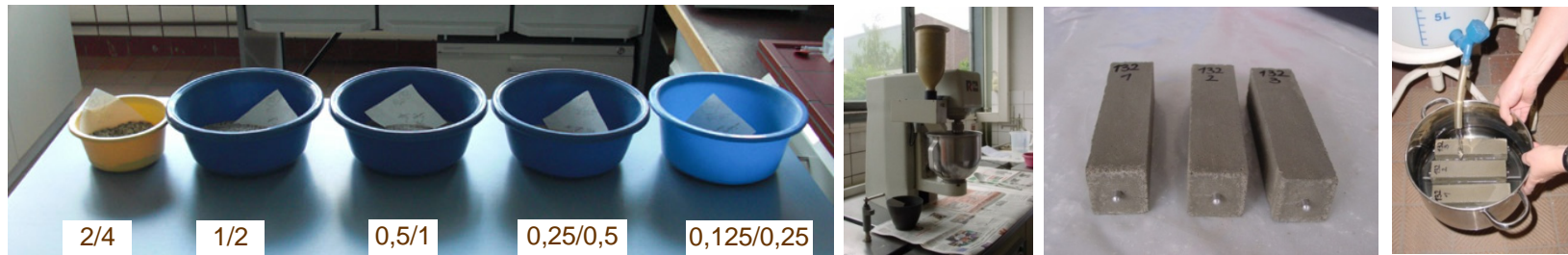


Untersuchungen zur Alkali-Kieselsäure-Reaktion

▪ Mörtelschnelltest (Referenzverfahren)

Untersuchungen an gewaschenem RC-Material der **8/16 mm** der Fa. Scherer + Kohl GmbH & Co. KG, Ludwigshafen gemäß der **DAfStb-Rili „Alkali-Reaktion“** Teil 3 (Ausz. Febr. 2007)

Herstellung: 3 Mörtelprismen 40 x 40 x 100 mm



Dehnung ϵ [mm/m]		Körnung 8/16 mm			
Tage	Datum	ϵ_1	ϵ_2	ϵ_3	ϵ_{mittel}
0	25.06.2009	-	-	-	-
1	26.06.2009	0,131	0,038	0,025	0,07
5	30.06.2009	0,338	0,188	0,244	0,26
8	03.07.2009	0,475	0,356	0,413	0,42
13	08.07.2009	1,013	1,113	0,988	1,04
Grenzwert gemäß Tab. 3-1 Alkalirichtlinie		1,0 mm/m			

Die visuelle Betrachtung: keine Beschädigungen oder sichtbare Veränderungen

Ergebnis:

Die geprüfte RC-Gesteinskörnung wird als alkali-unempfindlich bzw. unbedenklich eingestuft → **Alkaliempfindlichkeitsklasse E I-S**

Anforderungen an den RC-Beton

Eigenschaften

Anforderungen erfüllt

- **Konsistenz (Frischbeton)** ✓
- **Rohdichte (Frisch-/Festbeton)** ✓
- **Druckfestigkeit** ✓
- **Biegezugfestigkeit** ✓
- **Elastizitätsmodul** ✓
- **Wasserundurchlässigkeit** ✓
- **Schwinden** ✓

Anforderungen nach: DIN EN 206-1; DIN 1045-2; DAfStb-Rili Beton nach DIN EN 206-1 und DIN 1045-2 mit rezyklierter Gesteinskörnung nach DIN 4226-100; DAfStb WU-Richtlinie





Scherer+Kohl



b-tu Brandenburgische
Technische Universität
Cottbus







Scherer+Kohl



b-tu Brandenburgische
Technische Universität
Cottbus



**Herzlichen Dank
für die Aufmerksamkeit**