



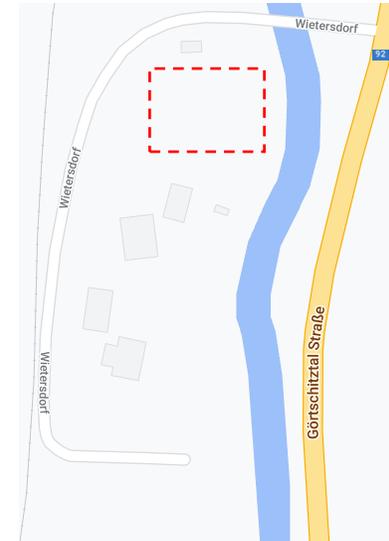
Zentrale Alpacem – Demonstrations- projekt mit klimafreundlichem Zement

Kolloquium F&E für Zement und Beton 2022

DI Dr. Stotter, 09.11.2022, Wien

EIN UNTERNEHMEN VON **Alpacem**
by Wietersdorfer

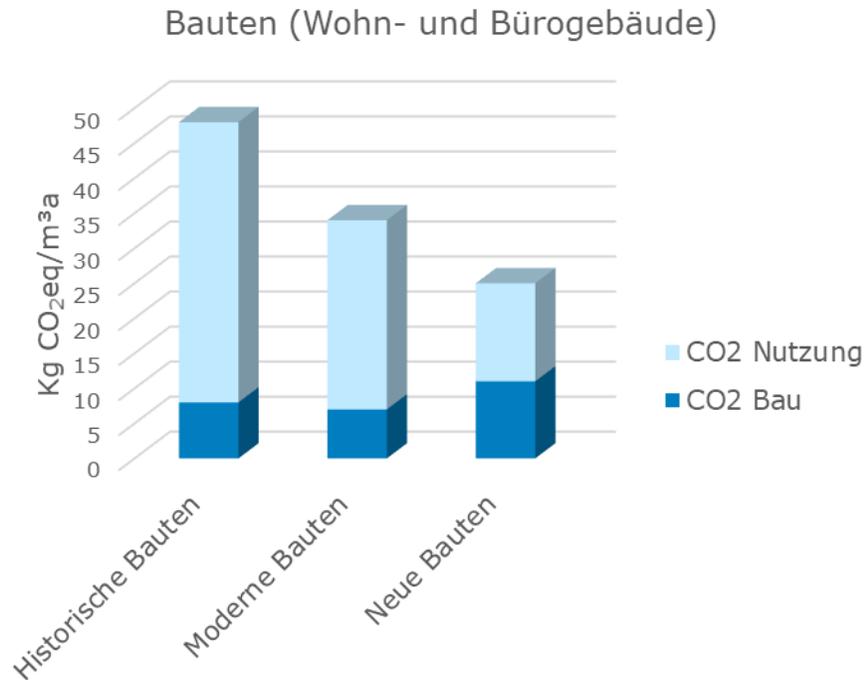
MoWie-Zentrale (Modernisierung Wietersdorf) / „Nachhaltiger Bürobau mit Beton am Puls der Zeit“



Lage:
Wietersdorf 1
9373 Klein St. Paul

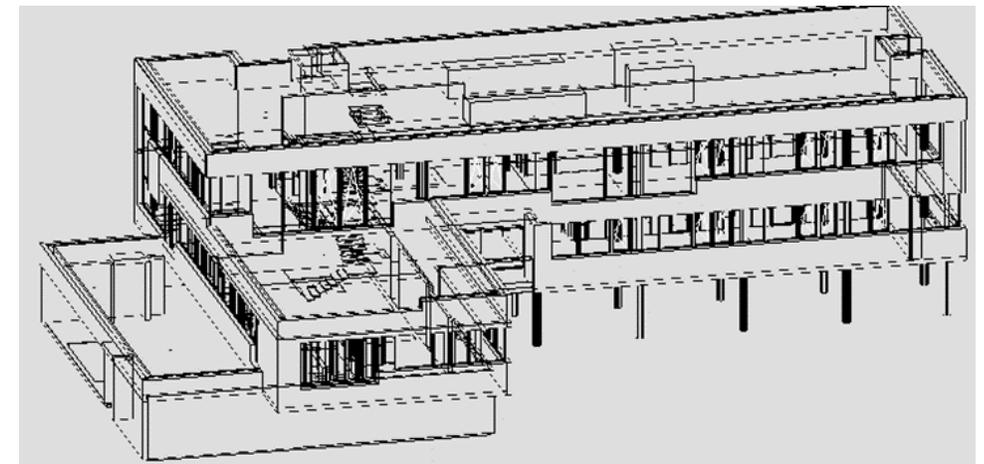
Thermische Bauteilaktivierung, Heizen und Kühlen mit Grüner Energie, CEM II/C-Betone, Einsatz von Recyclinggesteinskörnung, E-Auto Ladestationen,...

Wir haben bisher große Fortschritte in der Nutzungsphase von Bauwerken erzielt, jedoch **keine signifikante Reduktion der CO₂-Emissionen in der Bauphase!**



Quelle: Röck M. et al. (2019): Embodied GHG emissions of buildings – The hidden challenge for effective climate change mitigation. *Applied energy*.

Ziel des Forschungsvorhabens war die Herstellung einer Beton-Struktur mit niedrigeren CO₂-Emissionen unter **erstmaliger Anwendung der neuen Zementklasse CEM II/C-M** mit und ohne rezyklierter Gesteinskörnung.



Die BTZ (Bautechnische Zulassung) ermöglicht das Inverkehrbringen in Österreich des neuen CEM/C-M Zements nach EN 197-5:2021 und regelt derzeit die Verwendung in den für den Hochbau relevanten **Betongütern B1, B2 und B3**

ÖNORM B 4710-1:2018

Tabelle 23 — Grenzwerte (bei GK 22) für die Zusammensetzung, die Eigenschaften von Beton und die Verwendung der Zemente bei den verschiedenen Expositionsklassen

EN 197-5:2021

Tabelle 1 — Portlandkompositzement CEM II/C-M und Kompositzement CEM VI

Hauptarten	Bezeichnung der Produkte (Zementarten)		Zusammensetzung (Massenanteil in Prozent) ^a										Nebenbestandteile		
			Hauptbestandteile								Gebrannter Schiefer			Kalkstein	
			Klinker	Hütten-sand	Silica-staub	Puzzolan		Flugasche							
natürlich	natürlich getempert	kieselsäure-reich				kalk-reich	T	I ^c	II ^c						
Produkt-name	Produkt-bezeichnung	K	S	D ^b	P	O	V	W	T	I ^c	II ^c				
CEM II	Portlandkompositzement ^d	CEM II/C-M	50 bis 64	←----- 36 bis 50 -----→								0 bis 5			
		CEM VI (S-I)	35 bis 49	31 bis 59	—	—	—	—	—	—	—	—	0 bis 5		
CEM VI	Kompositzement	CEM VI (S-V)	35 bis 49	31 bis 59	—	—	—	6 bis 20	—	—	—	—	0 bis 5		
		CEM VI (S-L)	35 bis 49	31 bis 59	—	—	—	—	—	—	6 bis 20	—	0 bis 5		
		CEM VI (S-LL)	35 bis 49	31 bis 59	—	—	—	—	—	—	—	6 bis 20	0 bis 5		

^a Die Werte in der Tabelle beziehen sich auf die Summe der Haupt- und Nebenbestandteile.
^b Im Fall einer Verwendung von Silicastaub ist der Anteil an Silicastaub auf 6 % bis 10 % Massenanteil begrenzt.
^c Im Fall einer Verwendung von Kalkstein ist der Anteil an Kalkstein (Summe von L, LL) auf 6 % bis 20 % Massenanteil begrenzt.
^d Die Anzahl der Hauptbestandteile, außer Klinker, ist auf zwei begrenzt und diese Hauptbestandteile müssen durch die Bezeichnung des Zements angegeben werden (Beispiele: siehe Abschnitt 6).

	X0	XC1 ^a	XC2 ^a	XC3	XC4	XW1	XW2	XD1 XD2	XD3	XF1	XF2 ^{b,c}	XF3 ^b	XF4 ^{c,d,e}	XA1L	XA2L ^d	XA3L ^{d,f}	XA1T	XA2T ^d	XA3T ^{d,f}	XM1 ^d	XM2 ^d	XM3 ^d
Max. W/B-Wert ^g	—	0.70	0.65	0.60	0.55	0.60	0.50	0.55	0.45	0.55	0.50	0.55	0.45	0.55	0.45	— ^f	0.55	0.45	— ^f	0.55	0.45	0.45
Anrechenbarer Binde-mittelgehalt ^h , mindes-tens (in kg/m ³)	80	260	260	280	300	280	300	300	320	300	320	300	340	300	360	— ^f	300	360	— ^f	300	340	340
Luftgehalt, mindestens (in %)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2,5 ⁱ	2,5 ⁱ	4,0 ⁱ	—	—	—	—	—	—	—	—	—
L300 ^{h,i} (gemäß ONR 23303), mind. (in %)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.0	1.0	1.8	—	—	—	—	—	—	—	—	—
AFI (gemäß ONR 23303), max. (in mm)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.18	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Andere Anforderungen	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	lösender Angriff ^k		treibender Angriff		—	—	≥ C25/30	≥ C25/30	≥ C35/45
Gesteinskörnung	siehe Tabelle 14																					
CEM I	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
CEM II/A-S	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
CEM II/A-V	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
CEM II/A-W	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Δ	Δ	Δ	Δ	+	+	+	+	+	+	+	+	+
CEM II/A-L ^l , CEM II/A-LL	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	x	x	x	+	+	+
CEM II/A-M	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
CEM II/A-D	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-q	-q	-q	+	+	+	+	+	+	+	+	+
CEM II/B-S	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
CEM II/B-V	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Δ	+	+	+	+	+	+	+	+	+
CEM II/B-I	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
CEM II/B-LL	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
CEM II/B-M	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Δ	Δ	Δ	+	+	+	+	+	+	+	+	+
CEM III/A	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
CEM III/B	+	φ	φ	φ	φ	φ	φ	φ	φ	φ	Δ	Δ	Δ	+	+	+	+	+	+	x	x	+

welche unter Einhaltung der Vorgaben an einem **CEM II/B-M (S-LL) 32,5 N** gemäß ÖNORM B 4710-1:2018 hergestellt werden können.

Ergebnisse der Werksdaten des eingesetzten w&p CEM II/C-M (S-LL) 42,5 N aus dem Herstellwerk Peggau.

Zementsorte CEM II/ C-M (S-LL) 42,5 N	
2 Tage	15 MPa
28 Tage	50 MPa
Erstarrungsbeginn	180 min
Mahlfeinheit (Blaine)	4.600 cm ² /g
Dichte	3,00 g/cm ³



Die konstante Qualität des Zements wird durch eine Vielzahl von Analysen bereits während der Produktion überwacht, insbesondere der Kalksteingehalt mittels Röntgendiffraktometrie (XRD).

Im Projekt verwendete **Öko-Betonrezepturen** unter der Maßgabe bauüblicher „Ausschalzyklen“, Festigkeitsentwicklungsstufe (EM).

Betonsorte C30/37 XC2 F52 GK 16 Öko	
CEM II/C-M(S-LL) 42,5 N	340 kg/m ³
Gesteinskörnung*	0/4, 4/8, 8/16
w/z-Wert	0,54
Fließmittel (FM)	0,45 % (PCE)
LP-Gehalt	1,7 %
Druckfestigkeit σ_{d2}	16,5 N/mm ²
Druckfestigkeit σ_{d28}	45,3 N/mm ²

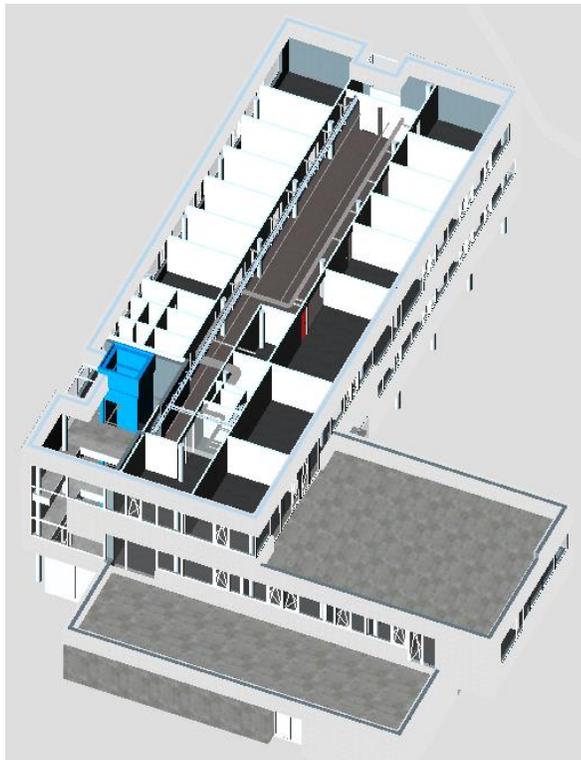
Betonsorte C25/30 XC1 F52 GK 22 Öko plus	
CEM II/C-M(S-LL) 42,5 N	335 kg/m ³
Gesteinskörnung*	0/4, RB-A2 0/16, 16/22
w/z-Wert	0,56
Fließmittel (FM)	0,61 % (PCE)
LP-Gehalt	1,7 %
Druckfestigkeit σ_{d2}	13,2 N/mm ²
Druckfestigkeit σ_{d28}	39,0 N/mm ²

*Gesteinskörnung: silikatischer Kies (heterogene, fluvioglaziale Ablagerung)

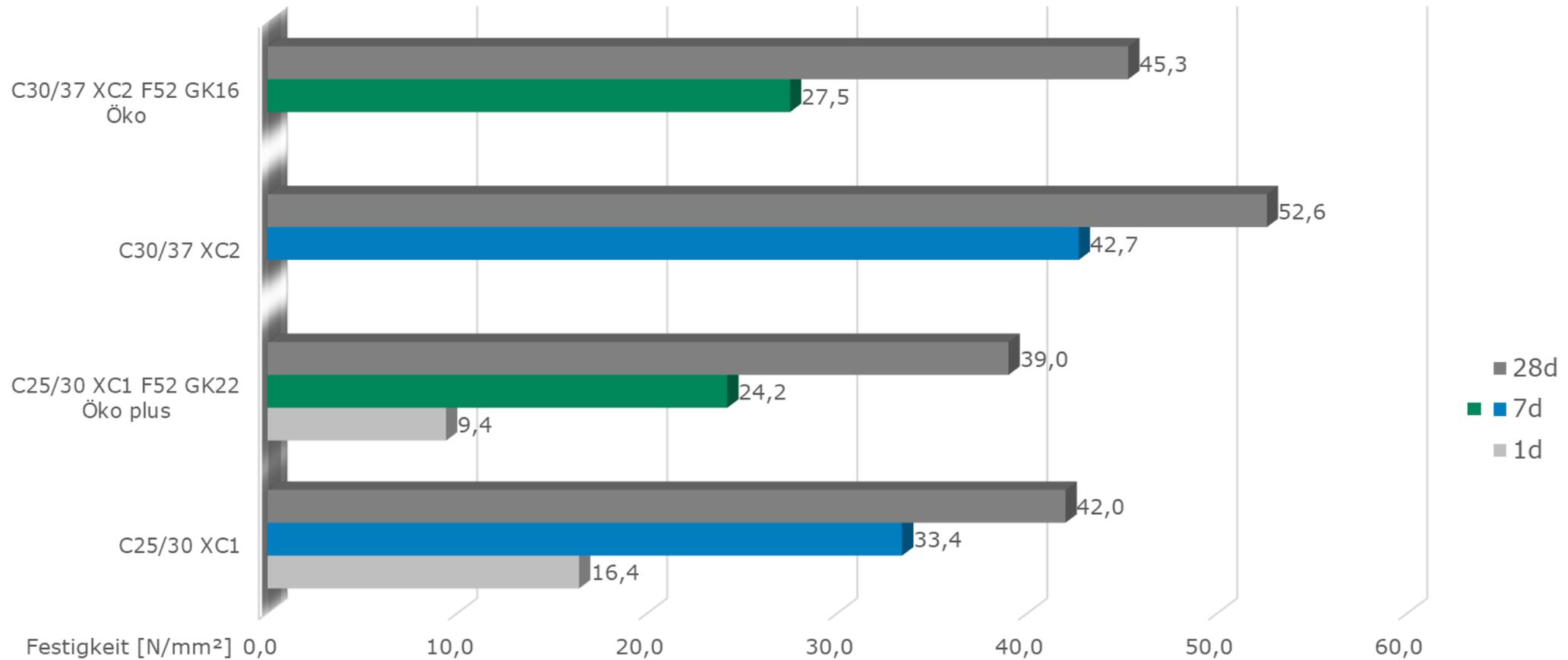
CEM II/C-Betone I | Betoneinbau Decke über OG

Betonsorte: C30/37 XC2 F52 GK16 Öko (Lieferant **w&p Beton**)

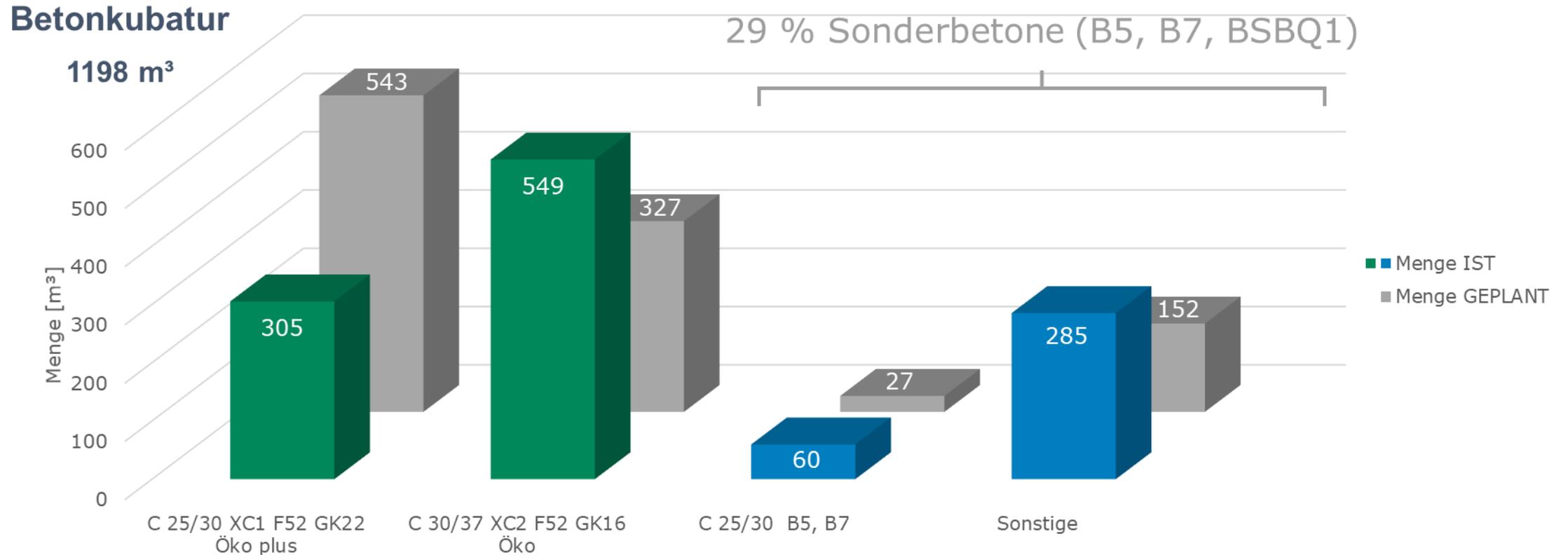
Eckdaten: ca. 120 m³ Beton, Frischbetontemperatur 24°C, Fahrzeit vom Mischwerk zur Baustelle 40 min, Abladezeit pro Mischfahrzeug 15 min



CEM II/C-Betone | Festigkeitsvergleich zum Standard



Die Öko-Betonsorten mit dem klinkereffizienten Zement der Klasse CEM II/C-M (S-LL) 42,5 N weisen eine moderate Frühfestigkeitsentwicklung bei vergleichbarer Endfestigkeit auf.



71 % der ausgeschriebenen Betonsorten konnten mit dem klimaschonenderen Zement der Klasse CEM II/C-M (S-LL) 42,5 N hergestellt werden.

- Frühfestigkeit entsprach der Erwartung
- Keine Verzögerung im Baufortschritt
- Konsistenzhaltung bei über 30 °C Außentemperatur gegeben, Konsistenzklasse F52 eingehalten
- Positive Rückmeldung der bauausführenden Firma

Klinkereffiziente Zemente haben das Potential in weiten Bereichen des Betonbaus eingesetzt zu werden

(Stärkere bedarfsgerechte Differenzierung erforderlich!)

Danke ... für Ihre Aufmerksamkeit !



Die Zukunft gehört den Mutigen – Nur gemeinsam mit Politik, Bauwirtschaft, Industrie und Wissenschaft können wir die dekarbonatisierte Welt von morgen gestalten.



... für die großartige Zusammenarbeit des Teams!