

NEWSLETTERTECHNIK

Dezember 2017

Engineering und Innovation

HEIDELBERGCEMENT



ECHT. STARK. GRÜN.

Liebe Leserinnen, liebe Leser,

schon wieder ist es Dezember und wir befinden uns auf der Zielgeraden für das Jahr 2017. Rechtzeitig zum Jahresende haben wir für Sie eine neue Ausgabe des Newsletter Technik zusammengestellt und hoffen, dass unsere Beiträge auch dieses Mal wieder Ihr Interesse finden werden.

In dieser Ausgabe berichten Prof. Dr. Wolfgang Breit und Julia Scheidt von der TU Kaiserslautern und Raymund Böing, Teamleiter Produktentwicklung & Anwendung Beton über erste Ergebnisse aus dem BMBF Forschungsvorhaben „R-Beton – Ressourcen Schonender Beton“. In diesem Zusammenhang wird der Großdemonstrator „Small House III“ vorgestellt, der im Sommer 2017 auf dem Gelände der TU Kaiserslautern gebaut wurde.

Die Betontechnischen Daten, das Nachschlagewerk von HeidelbergCement, sind aktualisiert worden. Der immer komplexer werdenden „Betonwelt“ trägt die steigende Seitenzahl Rechnung: 340 Seiten stark ist die neue Version. 2002, vor Aufnahme der DIN EN 206-1, waren es noch 148 Seiten, 1968 kamen die BTB mit lediglich 29 Seiten aus. Lesen Sie im 2. Artikel, welche Inhalte überarbeitet sowie neu aufgenommen wurden.

Last but not least schreibt Herr Dr. Robert Bachmann, Projektmanager Verkehrswegebau über den „Heidelberger Bankettbeton“: Die Bankettbetonbauweise wurde von HeidelbergCement entwickelt und im Markt erfolgreich etabliert. In seinem Artikel gibt er einen Überblick über Anforderungen, Eigenschaften und Vorteile von Bankettbeton im Vergleich zu unbefestigten Banketten. Am Ende seines Artikels finden Sie auch eine „FAQ – Infobox“, die häufig gestellte Fragen beantwortet.

Ich wünsche Ihnen eine interessante Lektüre und ein schönes Weihnachtsfest mit viel Zeit für all die Dinge, die sonst immer ein bisschen zu kurz kommen. Starten Sie gut ins neue Jahr und bleiben Sie gesund!

Ihre

Dagmar Küchlin

Teamleiterin Anwendungstechnik Zement,
Abteilung Engineering und Innovation, Leimen



→ **BMBF HighTechMatBau Vorhaben „R-Beton“ – erste Ergebnisse und erste praktische Umsetzung im Großdemonstrator** [mehr >>](#)

→ **Die Betontechnischen Daten sind aktualisiert worden** [mehr >>](#)



→ **Der Heidelberger Bankettbeton – im Markt etabliert** [mehr >>](#)



BMBF HighTechMatBau Vorhaben „*R*-Beton“ – erste Ergebnisse und erste praktische Umsetzung im Großdemonstrator

(„SMALL HOUSE III“ AN DER TECHNISCHEN UNIVERSITÄT KAISERSLAUTERN)



Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Breit
Technische Universität Kaiserslautern
Leitung Fachgebiet Werkstoffe im
Bauwesen und Materialprüfamt



Dipl.-Ing. Julia Scheidt
Technische Universität Kaiserslautern
Wissenschaftliche Mitarbeiterin im
Fachgebiet Werkstoffe im Bauwesen



Dipl.-Ing. Raymund Böing
HeidelbergCement AG Leimen,
Abt. Engineering und Innovation
Teamleiter Produktentwicklung
und Anwendung Beton

STATUS QUO

Die Verwendung von Beton mit rezyklierten Gesteinskörnungen (RC-Gesteinskörnungen) ist derzeit über die Richtlinie des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton (DAfStb) „Beton nach DIN EN 206-1 und DIN 1045-2 mit RC-Gesteinskörnungen nach DIN EN 12620“ [1] geregelt. Das Regelwerk basiert bis heute im Wesentlichen auf den Erkenntnissen des BMBF-Projekts „Baustoffkreislauf im Massivbau“ [2] aus den 90er Jahren des vergangenen Jahrhunderts und somit auf dem Stand der Technik der 1990er Jahre.

Die umfangreichen weiteren Entwicklungen im Bereich der Betontechnologie und die bis heute gemachten Erfahrungen in der Anwendung von RC-Gesteinskörnungen gilt es zeitnah in das Regelwerk zu integrieren. Hierfür ist es notwendig, die technischen Nachweise für die gewünschten Änderungen zu erbringen. Dies ist eines der Ziele des Verbundforschungsvorhabens „**R-BETON – RESSOURCEN SCHONENDER BETON – WERKSTOFF DER NÄCHSTEN GENERATION**“, das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung 2014 im Rahmen des Förderschwerpunkts „HighTechMatBau – neue Werkstoffe für urbane Infrastrukturen“ genehmigt wurde und mit ca. 2,7 Mio Euro gefördert wird.

► BMBF HighTechMatBau Vorhaben „R-Beton“ – erste Ergebnisse und erste praktische Umsetzung im Großdemonstrator

DAS FORSCHUNGSVORHABEN

R-BETON

Ziel des Projekts R-Beton ist unter anderem die Erforschung praxisgerechter Konzepte zur zielsicheren Handhabung der charakteristischen Besonderheiten von RC- Gesteinskörnung in der Betonherstellung. Auch sollen die Einschränkungen der Verwendbarkeit im derzeitigen, noch aus den 90er Jahren des 20. Jahrhunderts stammenden Regelwerk im Hinblick auf höhere Anteile RC-Gesteinskörnung in den Betonzusammensetzungen möglichst erweitert werden. Die Erweiterungen im Regelwerk müssen mit den Bemessungskonzepten des Eurocode 2 vereinbar sein.

Es werden sowohl grundlegende Fragen der Betonzusammensetzung und der Eigenschaften der Ausgangsmaterialien angegangen, als auch neue, für RC-Gesteinskörnung maßgeschneiderte, Betonzusatzmittel erforscht. Nicht nur die werkstofftechnologischen Fragestellungen werden betrachtet, sondern auch ökologische und ökonomische Kriterien, denn der Einsatz von R-Beton muss auch unter Umweltgesichtspunkten vorteilhaft sein und sich wirtschaftlich darstellen lassen. Das Verbundforschungsvorhaben gliedert sich in sieben Teilvorhaben, die von einem der sieben Forschungspartner verantwortet werden (siehe Infokasten). Zwischen den einzelnen Teilvorhaben finden ein steter Austausch und eine intensive Zusammenarbeit statt, um die Gesamtziele des Projekts zu realisieren.

Zum 1. November 2014 startete das Verbundforschungsvorhaben R-Beton und endet am 30. April 2018. Detaillierte Informationen zum Forschungsvorhaben sind auf der [Homepage www.r-beton.de](http://www.r-beton.de) zusammengestellt.

**DIE TEILVORHABEN DES VERBUNDFORSCHUNGSVORHABENS
„R-BETON – RESSOURCEN SCHONENDER BETON – WERKSTOFF DER
NÄCHSTEN GENERATION“ IM ÜBERBLICK**

<p>Teilvorhaben 1</p> <p>Ermittlung praxisrelevanter Stoffströme unter Berücksichtigung des prognostizierten Aufkommens und Ökobilanzierung im Bereich der Betonanwendung sowie der RC-Gesteinskörnungsherstellung</p>	 <p>ifeu Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH</p>
<p>Teilvorhaben 2</p> <p>Ermittlung praxisrelevanter Stoffströme aus Sicht der RC-Gesteinskörnungsherstellung und Möglichkeiten der verfahrenstechnischen Anpassung</p>	 <p>Scherer + Kohl GmbH & Co. KG (Baustoffrecycler)</p>
<p>Teilvorhaben 3</p> <p>Aufweitung der vorhandenen Anwendungsbeschränkungen für Beton mit rezyklierter feiner und grober Gesteinskörnung unter Berücksichtigung der Bemessungsansätze nach EC 2</p>	 <p>Technische Universität Kaiserslautern</p>
<p>Teilvorhaben 4</p> <p>Erforschung von neuen hochleistungsfähigen R-Zusatzmitteln für die Herstellung von R-Beton</p>	 <p>BASF Construction Solutions GmbH</p>
<p>Teilvorhaben 5</p> <p>Verwendung von feinen Gesteinskörnungen bei der Zementherstellung, Ökobilanzierung aus Sicht des Zement- und des Betonherstellers und Entwicklung praxistauglicher Ansätze zur Bewertung der Alkaliempfindlichkeit von RC-Gesteinskörnungen bei der Betonherstellung</p>	 <p>Verein deutscher Zementwerke gGmbH</p>
<p>Teilvorhaben 6</p> <p>Frischbetonrecycling und Erforschung von Verfahren zum praxisgerechten Umgang mit umweltrelevanten Merkmalen</p>	 <p>RWTH Aachen</p>
<p>Teilvorhaben 7</p> <p>R-Beton aus Sicht der praxisgerechten Anwendung und Koordination des Gesamtvorhabens</p>	<p>HEIDELBERGCEMENT HeidelbergCement AG (Konsortiumsführer)</p>

► BMBF HighTechMatBau Vorhaben „R-Beton“ – erste Ergebnisse und erste praktische Umsetzung im Großdemonstrator

ERSTE ERGEBNISSE VON LABORUNTERSUCHUNGEN

Nachfolgend werden erste Ergebnisse des Forschungsvorhabens vorgestellt.

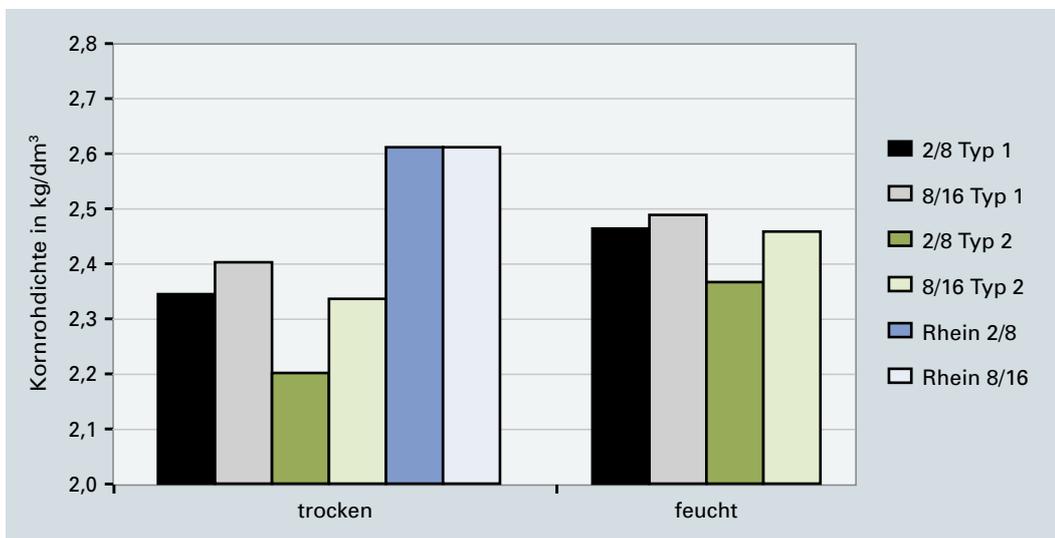
Rezyklierte Gesteinskörnungen

Die von der Fa. Scherer und Kohl zur Verfügung gestellten RC-Gesteinskörnungen (Fraktionen 2/8 und 8/16 jeweils Typ 1 und Typ 2) wurden in ihren Eigenschaften (u. a. Rohdichten, Kornaufbau, Wasseraufnahme) charakterisiert und mit zwei natürlichen Gesteinskörnungen (Rheinkies 2/8 und 8/16) verglichen. Ebenso wurde die Umweltunbedenklichkeit gemäß DIN 4226 Teil 101 [3] nachgewiesen und untersucht, ob sich die Herstellung von RC-Gesteinskörnung auch unter ökologischen Gesichtspunkten optimieren lässt.

Es wurde geprüft, ob eine Nassaufbereitung der RC-Gesteinskörnungen aus technischen Gesichtspunkten notwendig ist, da eine Einsparung der Nassaufbereitung sich nicht nur positiv auf die Kosten sondern auch auf die Ökobilanz auswirkt.

Alle im Forschungsvorhaben von der Fa. Scherer und Kohl zur Verfügung gestellten RC-Gesteinskörnungen erfüllten die Anforderungen gemäß DIN 4226 Teil 101 [3].

Aus Bild 1 wird ersichtlich, dass die Rohdichte der untersuchten RC-Gesteinskörnungen niedriger ist als die der beiden natürlichen Gesteinskörnungen und abhängig vom Größtkorn und vom Typ der nach DAfStB-Richtlinie „Beton mit rezyklierten Gesteinskörnungen“ [1] festgelegten RC-Gesteinskörnung ist.



↑ Bild 1: Mittelwerte der Kornrohichte (n = 5) geprüft nach DIN EN 1097-6

► BMBF HighTechMatBau Vorhaben „R-Beton“ – erste Ergebnisse und erste praktische Umsetzung im Großdemonstrator

RC-Gesteinskörnungen haben im Vergleich zu natürlichen Gesteinskörnungen in der Regel eine höhere Wasseraufnahme. Das Saugverhalten ist bei der Projektierung der Betonzusammensetzung und der Herstellung des Betons zu berücksichtigen, um eine gute Verarbeitbarkeit sicherzustellen. Die Wasseraufnahme zu verschiedenen Zeitpunkten wurde an mehreren Proben unterschiedlichen Zugriffs geprüft. Die Ergebnisse sind in Bild 2 dargestellt.

Gemäß [1], Tabelle 4, darf die Wasseraufnahme einer RC-Gesteinskörnung Typ 1 nach 10 Minuten geprüft nach

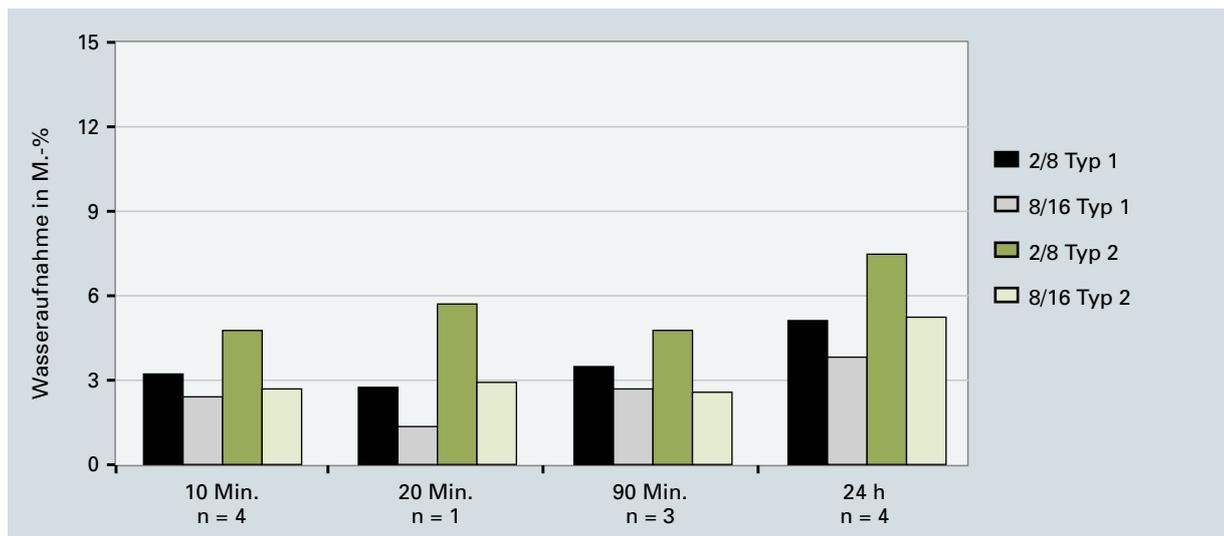
DIN EN 1097-6 nicht mehr als 10 M.-% und Typ 2 nicht mehr als 15 M.-% betragen. Diese Anforderungen werden von allen untersuchten Körnungen erfüllt (siehe Bild 2).

Die Wasseraufnahme der RC-Gesteinskörnung ist bei der Wasserzugabe w/z-neutral zu berücksichtigen. Welche Saugzeit hierbei in Ansatz gebracht werden kann muss noch eingehender untersucht werden. In den Betonversuchen wurden daher Saugzeiten von 90 Minuten sowie 24 h eingeplant. Es ist festzustellen, dass die Wasseraufnahme in den ersten 90 Minuten etwa 40 % bis

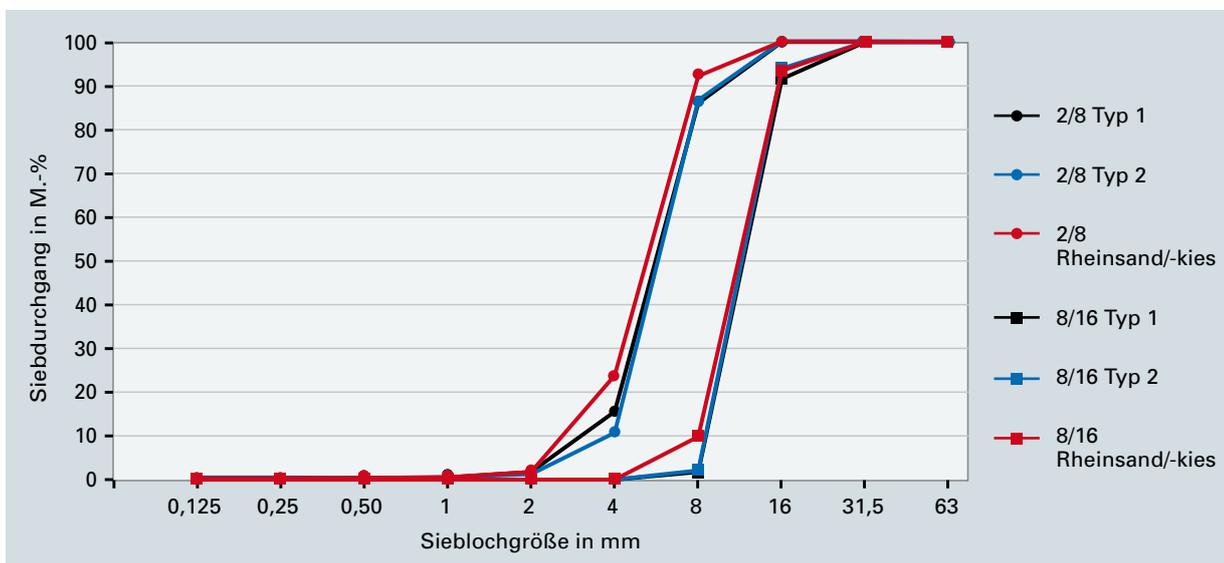
70 % der Wasseraufnahme nach 24 Stunden beträgt.

Nachdem die ersten Betonergebnisse zeigten, dass die in Ansatz gebrachte Wasseraufnahme bis 24 h zu hoch angesetzt ist, fand in den weiteren Betonuntersuchungen nur noch die Wasseraufnahme in den ersten 90 Minuten Berücksichtigung.

Die Sieblinien der untersuchten RC-Gesteinskörnungen unterschieden sich nicht wesentlich von denen der natürlichen (s. Bild 3).



↑ Bild 2: Wasseraufnahme RC-Gesteinskörnungen geprüft gemäß DIN EN 1097-6



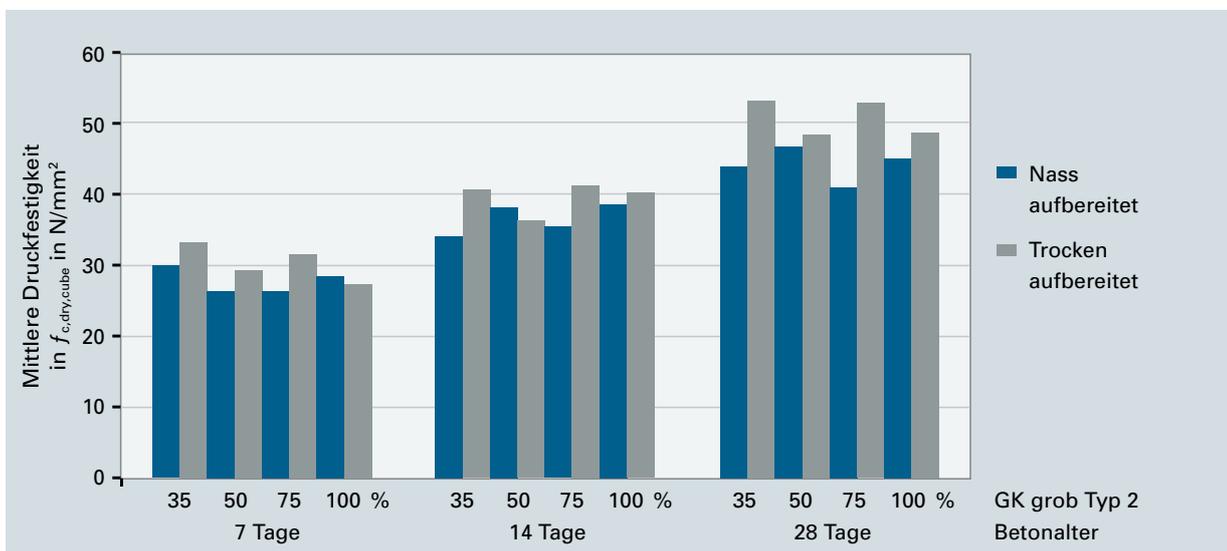
↑ Bild 3: Sieblinien RC-Gesteinskörnungen (n = 5) geprüft gemäß DIN EN 933-1

► BMBF HighTechMatBau Vorhaben „R-Beton“ – erste Ergebnisse und erste praktische Umsetzung im Großdemonstrator

Wie oben beschrieben, wurde im Rahmen des Forschungsvorhabens auch die technische Notwendigkeit einer Nassaufbereitung der RC-Gesteinskörnungen untersucht.

Bild 4 zeigt die mittleren Druckfestigkeiten von Betonen im Alter von 7, 14 und 28 Tagen, die unter Verwendung von 35, 50, 75 und 100 M.-% einer nass bzw. trocken aufbereiteten groben RC-Ge-

steinskörnung (> 2 mm) des Typs 2 hergestellt wurden. Die Druckfestigkeit bei Verwendung von trocken aufbereiteter RC-Gesteinskörnung ist tendenziell höher, eine Nassaufbereitung daher unter diesem Gesichtspunkt nicht notwendig. Deshalb wurden alle weiteren Untersuchungen in diesem Forschungsvorhaben unter Verwendung trocken aufbereiteter RC-Gesteinskörnungen durchgeführt.



↑ Bild 4: Mittlere Druckfestigkeit – Vergleich nass bzw. trocken aufbereitete RC-Gesteinskörnung

Betonuntersuchungen

Mit den Betonuntersuchungen soll primär der Nachweis erbracht werden, dass höhere Gehalte an RC-Gesteinskörnungen, als es das bisher geltende Regelwerk zulässt, gerechtfertigt sind.

Dafür werden bzw. wurden Betonversuche an fünf, im Zeitraum Februar bis September 2017 durchgeführten Probenahmen von RC-Gesteinskörnungen

durchgeführt. Als Referenz dienten mit natürlichen Gesteinskörnungen (Rheinsand / Rheinkies) hergestellte Betone. Hierbei kamen im Bereich der groben Gesteinskörnung (> 2 mm) 100 M.-% RC-Gesteinskörnung, das heißt 62 M.-% bezogen auf die gesamte Gesteinskörnung, zum Einsatz. Nähere Informationen zu den Zusammensetzungen der geprüften Betone können Tabelle 1 entnommen werden.

► BMBF HighTechMatBau Vorhaben „R-Beton“ – erste Ergebnisse und erste praktische Umsetzung im Großdemonstrator

Rezeptur	Einheit	R1 R	R1 Typ 1	R2 R	R2 Typ 1	R3 R	R3 Typ 1	R3 Typ 2	R4 R	R4 Typ 1	R4 Typ 2
Zement		CEM I 42,5 R		CEM I 42,5 R		CEM II/B-S 42,5 N			CEM III/A 32,5 N		
Größtkorn	mm	16									
Druckfestigkeitsklasse		C35/45			C30/37			C25/30			
Zementgehalt	kg/m ³	360			330			280			
Flugaschegehalt	kg/m ³	30			40			60			
(w/z) _{eq}		0,48			0,52			0,58			
Betonzusatzmittel		Fließmittel (PCE)									
		LP-Bildner									
Rheinsand 0/2	V.-%	38									
Rheinkies 2/8	V.-%	22		22		22			22		
Rheinkies 8/16	V.-%	40		40		40			40		
RC-Gesteinskörnung 0/2	V.-%										
RC-Gesteinskörnung 2/8	V.-%		24		24		24	26		24	26
RC-Gesteinskörnung 8/16	V.-%		38		38		38	36		38	36
Bemerkungen		Zielkonsistenz a ₁₀ = F4									
		Beim LP-Beton: LP-Gehalt zwischen 5 und 6 [Vol-%]									

↑ Tabelle 1: Betonvarianten und Angaben zur Zusammensetzung

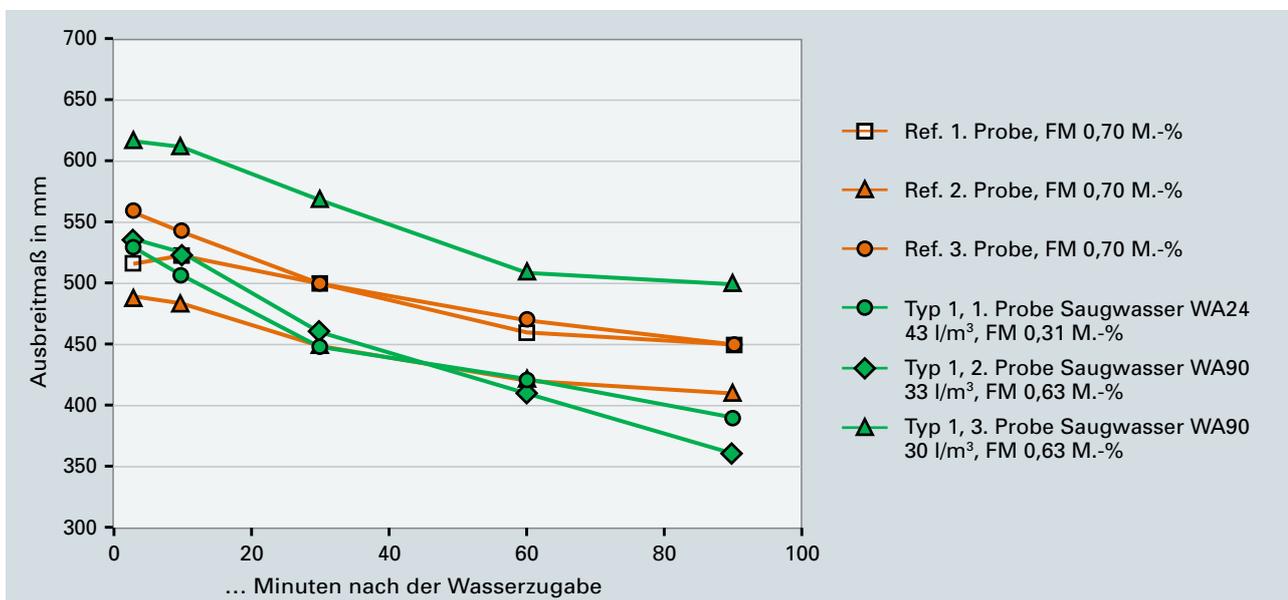
In den Untersuchungen wurde das Saugwasser, wie im Kapitel „rezyklierte Gesteinskörnungen“ beschrieben, berücksichtigt. Die Einstellung der Anfangsausbreitmaße erfolgte durch Variation des Fließmittelgehalts. Die Betone mit RC-Gesteinskörnung dieser Untersuchungen hatten im Mittel einen um

8 % niedrigeren Fließmittelgehalt (absolut 0,06 M.-%).

Nachfolgend werden beispielhaft am Beton der Druckfestigkeitsklasse C25/30, dessen Herstellung unter Verwendung von Gesteinskörnung Typ 1 erfolgte, im Vergleich zum Referenzbeton ver-

schiedene Ergebnisse dargestellt und erläutert.

Wie in Bild 5 gezeigt, sind die Anfangsausbreitmaße und das Ansteifen der Betone mit den RC-Gesteinskörnungen vergleichbar mit denen der Referenzgesteinskörnungen.



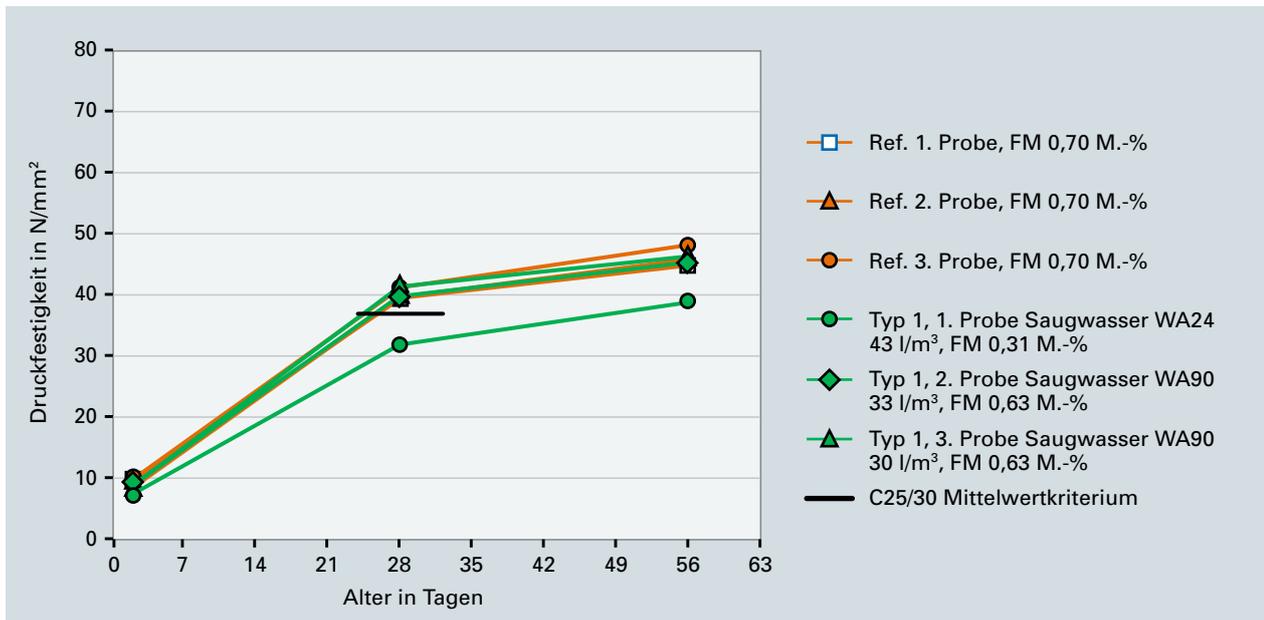
↑ Bild 5: Ausbreitmaß über die Zeit (Ansteifverhalten), Betonzusammensetzung 4 - C25/30 - 100 % Typ 1

► BMBF HighTechMatBau Vorhaben „R-Beton“ – erste Ergebnisse und erste praktische Umsetzung im Großdemonstrator

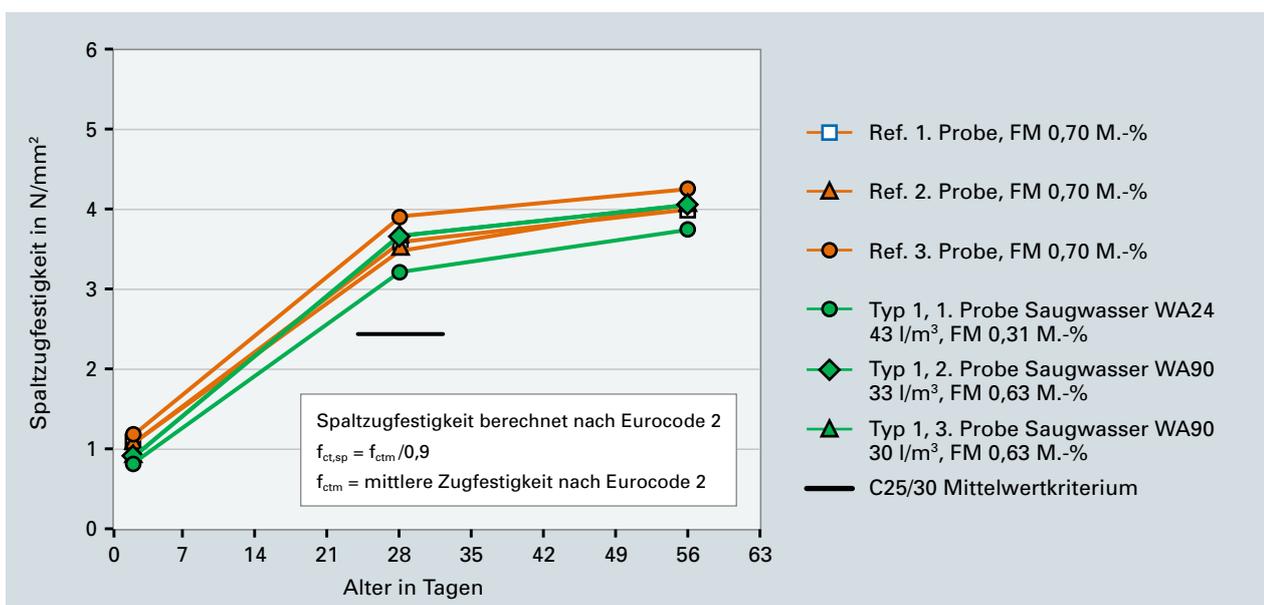
Die Bilder 6 bis 8 zeigen die Entwicklung der Druckfestigkeit, Spaltzugfestigkeit und des E-Moduls über die Zeit. Auch hier zeigen sich – mit Ausnahme des Betons Typ 1, 1. Probe – keine wesentlichen Unterschiede zwischen den mit natürlicher bzw. RC-Gesteinskörnung hergestellten Betone. Tendenziell erga-

ben sich beim Beton mit RC-Gesteinskörnung im jungen Alter geringfügig niedrigere Spaltzugfestigkeiten und E-Moduli (s. Bilder 7 und 8). Auch bei den weiteren untersuchten Betonen waren ähnliche Festbetonergebnisse festzustellen.

Der Nachweis der Druckfestigkeitsklasse C25/30 wurde lediglich vom Beton mit Saugwassermenge WA24 nicht erbracht (s. Bild 6). Dies zeigt, dass die Zugabe dieser auf den w/z-Wert nicht angerechneten Saugwassermenge WA24 zu hoch war.

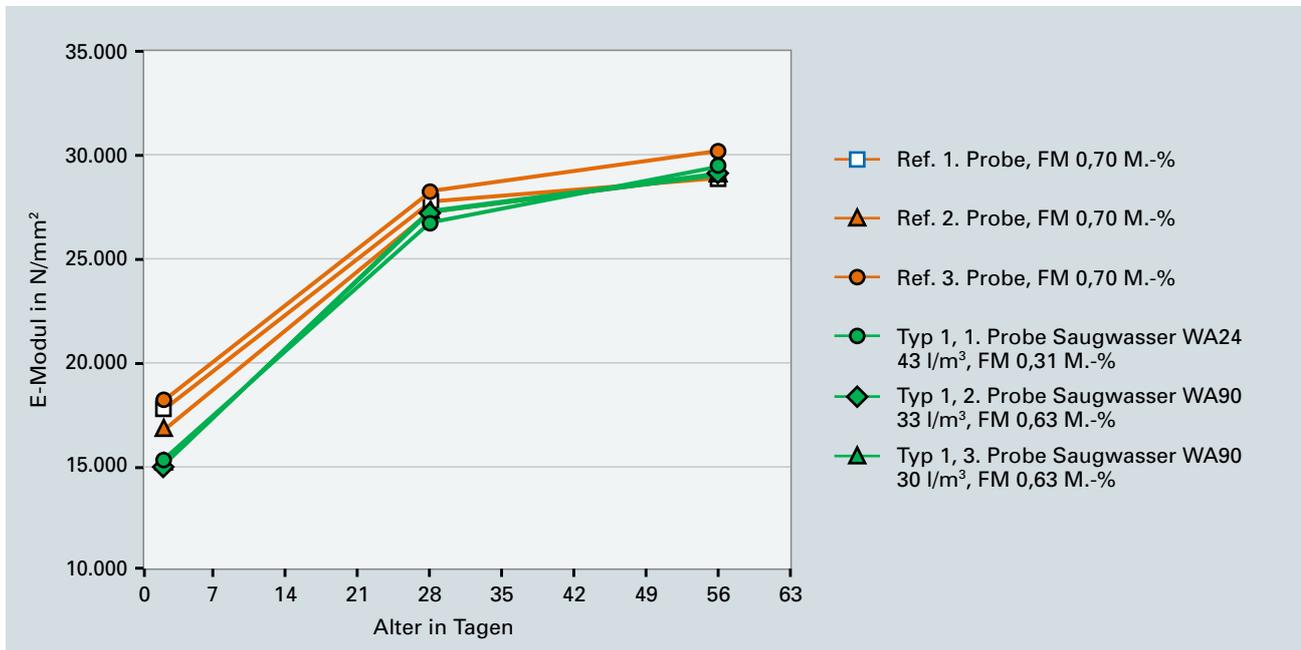


↑ Bild 6: Entwicklung der Druckfestigkeit über die Zeit, Betonzusammensetzung 4 - C25/30 - 100 % Typ 1



↑ Bild 7: Entwicklung der Spaltzugfestigkeit über die Zeit, Betonzusammensetzung 4 - C25/30 - 100 % Typ 1

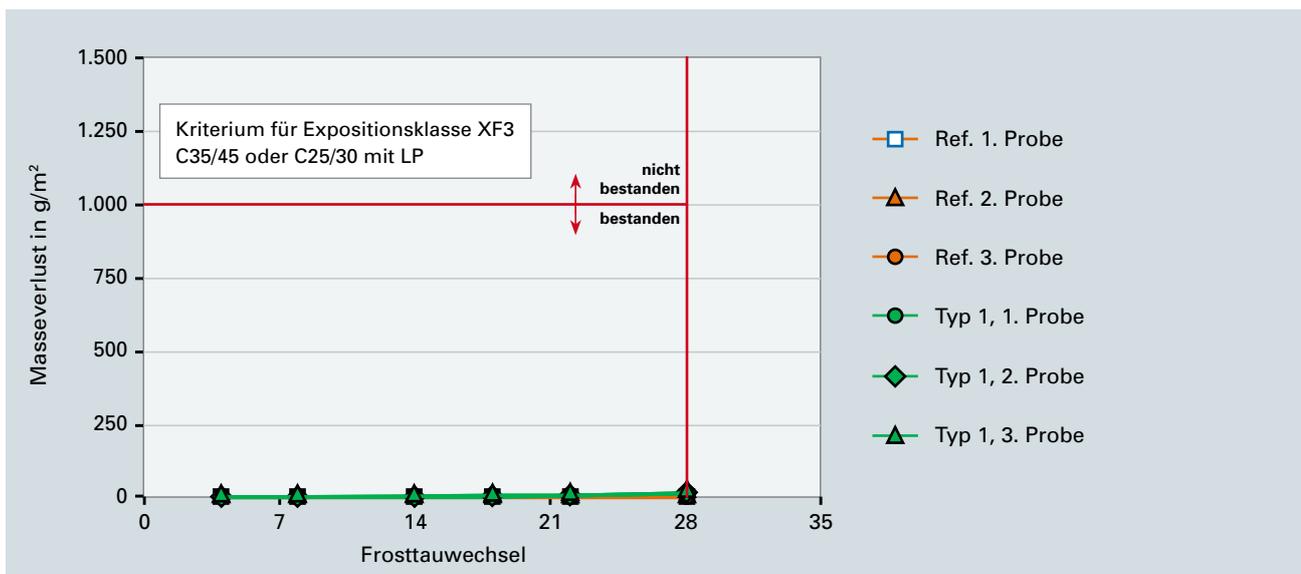
► BMBF HighTechMatBau Vorhaben „R-Beton“ – erste Ergebnisse und erste praktische Umsetzung im Großdemonstrator



↑ Bild 8: Entwicklung des Elastizitätsmoduls über die Zeit, Betonzusammensetzung 4 - C25/30 - 100 % Typ 1

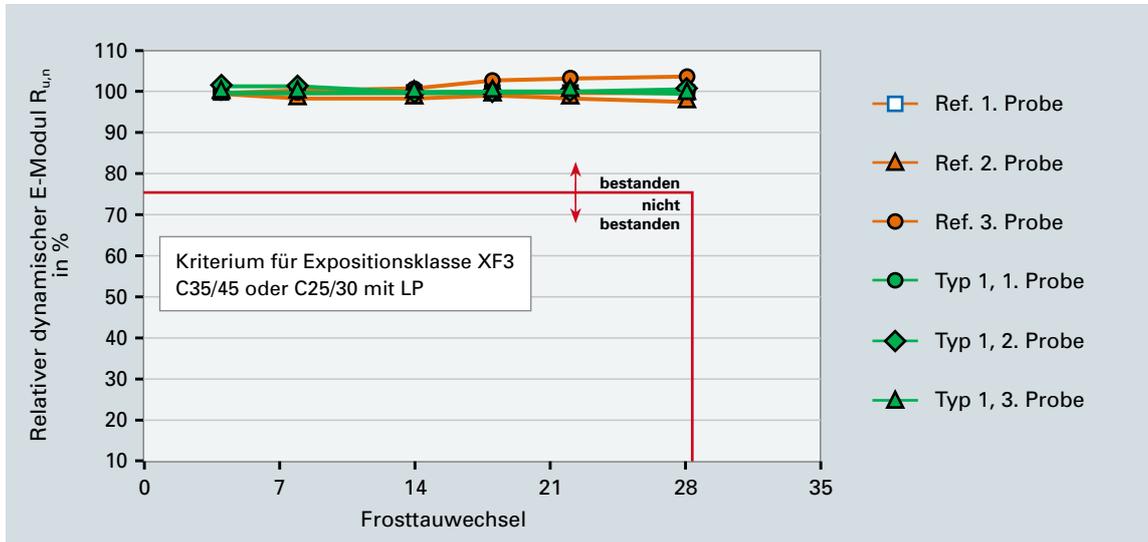
Die Bilder 9 und 10 zeigen die Ergebnisse der Prüfung des Frostwiderstandes geprüft mit dem CIF-Verfahren gemäß BAW-Merkblatt [4] an einem LP-Beton der Druckfestigkeitsklasse C30/37. Die

im BAW-Merkblatt [4] gestellten Anforderungen an einen Beton mit hohem Frostwiderstand (Expositionsklasse XF3, hohe Wassersättigung ohne Taumittel) wurden erfüllt.



↑ Bild 9: Ergebnisse der Prüfung des Frostwiderstandes CIF-Verfahren, Oberflächenabwitterung, Betonzusammensetzung 2 - C30/37 LP - 100 % Typ 1

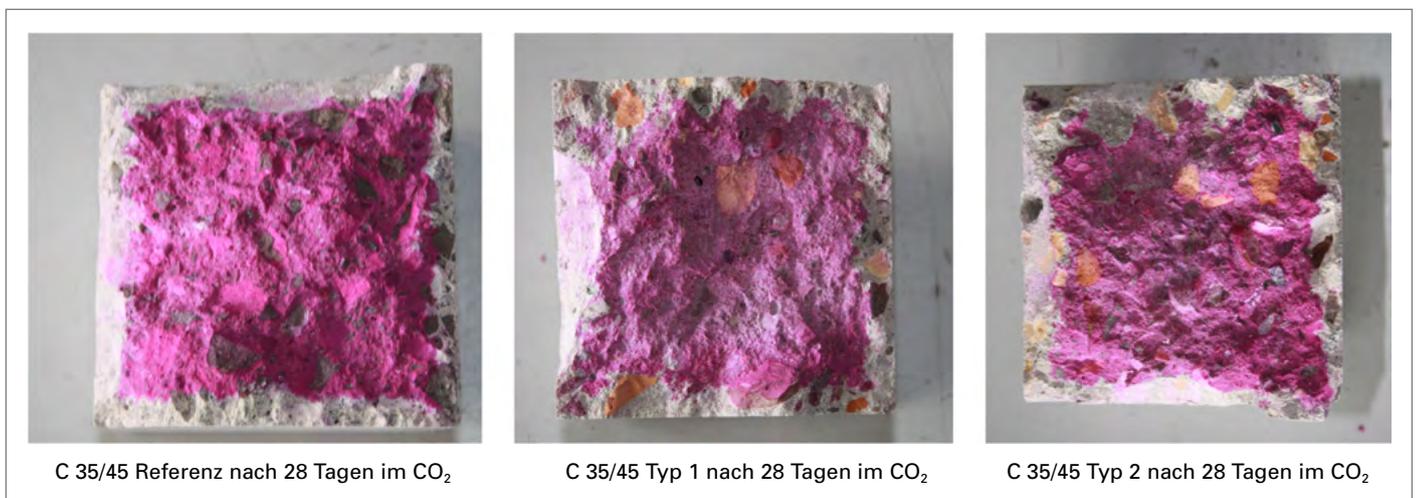
► BMBF HighTechMatBau Vorhaben „R-Beton“ – erste Ergebnisse und erste praktische Umsetzung im Großdemonstrator



↑ Bild 10: Ergebnisse der Prüfung des Frostwiderstands CIF-Verfahren, innere Zerstörung, Betonzusammensetzung 2 - C30/37 LP - 100 % Typ 1

Es wurden Versuche zum Karbonatisierungswiderstand mit einer Schnellkarbonatisierung bei 3 Vol.-% CO₂ durchgeführt und ausgewertet. Die Untersuchungen haben gezeigt, dass kein wesentlicher Unterschied zwischen den geprüften Referenzbetonen mit natürlicher Gesteinskörnung und den R-Betonen mit 100 % RC-Gesteinskörnung > 2 mm bestand (s. Bild 11).

Zusammenfassend kann an dieser Stelle als Ergebnis der umfangreichen Betonversuche festgestellt werden, dass höhere als nach [1] vorgegebene Gehalte an RC-Gesteinskörnung aus beton-technologischer Sicht möglich und gerechtfertigt sind.



↑ Bild 11: Betonbruchflächen zur Prüfung der Karbonisierungstiefe

► BMBF HighTechMatBau Vorhaben „R-Beton“ – erste Ergebnisse und erste praktische Umsetzung im Großdemonstrator

GROSSDEMONSTRATOR – BEWEIS FÜR DAS „MEHR“

Um die Projektergebnisse in die praktische Anwendung zu überführen und wichtige Erfahrungen im Umgang mit dem Werkstoff in der Anwendung zu gewinnen, wurde auf dem Campus der Technischen Universität Kaiserslautern ein Großdemonstrator („Small House III“) aus R-Beton errichtet und umfangreichen wissenschaftlichen Begleitprüfungen unterzogen, die derzeit noch nicht abgeschlossen sind. Ziel ist es, die labortechnisch entwickelten Betonzusammensetzungen auf Praxistauglichkeit und insbesondere Dauerhaftigkeitseigenschaften zu prüfen.

Nach zweimonatiger Bauzeit sind die Rohbauarbeiten abgeschlossen und das deutschlandweit erste Gebäude, bei dem

in ausnahmslos allen Bauteilen Beton mit RC-Gesteinskörnung zum Einsatz kam, steht im Small House Village der Technischen Universität Kaiserslautern. Errichtet wurde das Gebäude in Zusammenarbeit zwischen den Fachgebieten Werkstoffe im Bauwesen (verantwortlich für die Planung der Betonzusammensetzungen und Ausführung der Betonierarbeiten) und Bauphysik (als Bauherr).

Alle Bauteile des Demonstrators, von den Streifenfundamenten über die Bodenplatte, die Wände und den wandartigen Träger bis hin zu den Halbfertigteilen (Filigrandecken) plus Betonergänzung wurden unter Verwendung von RC-Gesteinskörnung hergestellt.

In allen vertikalen Bauteilen wurde die grobe Gesteinskörnung > 2 mm vollständig durch RC-Gesteinskörnung der Typen

1 bzw. 2 ersetzt, in den Decken 35 Vol.-% der gesamten Gesteinskörnung durch RC-Gesteinskörnung Typ 1 2/16 mm ersetzt. Variiert wurden neben dem Anteil der Gesteinskörnung die Konsistenz des Betons (Konsistenzklasse F4 bis F6) und die Betonfestigkeitsklasse (C30/37 und C35/45). Der Betoneinbau erfolgte mittels Kübel sowie Betonpumpe. Insgesamt wurden im Demonstrator 85 m³ R-Beton eingesetzt.

Die Filigrandecken wurden im Werk Penig der Heidelberger Betonelemente GmbH & Co. KG hergestellt und von dort ausgeliefert. Der Transportbeton kam von der Trapobet Transportbeton GmbH Kaiserslautern KG.



↑ Bild 12: Small House III (links Simulation, Mitte fertiger Rohbau, rechts Innenansicht)



↑ Bild 13: Einbau mit der Betonpumpe und dem Betonkübel

► BMBF HighTechMatBau Vorhaben „R-Beton“ – erste Ergebnisse und erste praktische Umsetzung im Großdemonstrator

Begleitet wurden die acht Betonagen von einem umfangreichen Prüfprogramm (Frisch- und Festbetonprüfungen) im Labor und auf der Baustelle, das gemeinsam von den Laboren der Abteilung Engineering und Innovation der Heidelberg Cement AG Leimen, der Trapobet Transportbeton Kaiserslautern und der Technischen Universität Kaiserslautern Fachgebiet Werkstoffe im Bauwesen durchgeführt wurde.

Die Gebäudehülle wird künftig vom Fachgebiet Bauphysik im Fachbereich Bauingenieurwesen als Forschungsge-

bäude genutzt und wurde so geplant, dass im Innern ausreichend Platz für eine 2-Zonen-Klimakammer und die damit einhergehende Anlagentechnik vorhanden ist. Die Klimakammer wird für Forschungszwecke zur Durchführung von Behaglichkeitsuntersuchungen eingesetzt.

Ergebnisse der Druckfestigkeitsprüfungen

Im Großdemonstrator Small House III kamen überwiegend Betone der Druckfestigkeitsklasse C30/37 zum Einsatz.

Die hier eingebauten R-Betone zeigten gleiches Verarbeitungsverhalten wie man es von Betonen mit natürlicher Gesteinskörnung gewohnt ist (s. Bild 15). Bild 16 zeigt die Druckfestigkeitsentwicklung dieser Betone, die in den verschiedenen Bauteilen zum Einsatz kamen. Die Anforderungen an einen Beton der Druckfestigkeitsklasse C30/37 bzw. C35/45 wurden in allen Fällen erfüllt.

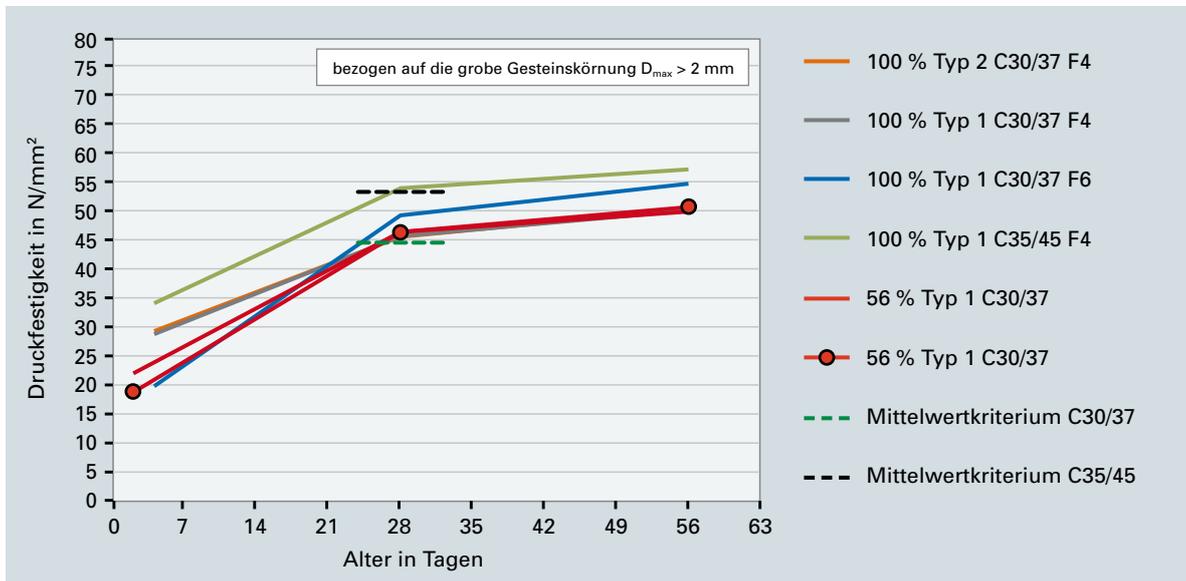


↑ Bild 14: Begleitprüfungen und Probekörperherstellung im Labor (links) und auf der Baustelle (rechts)



↑ Bild 15: R-Beton auf dem Ausbreittisch mit guter Verarbeitbarkeit

► BMBF HighTechMatBau Vorhaben „R-Beton“ – erste Ergebnisse und erste praktische Umsetzung im Großdemonstrator



↑ Bild 16: Betondruckfestigkeiten der im Demonstrator eingebauten R-Betone

ZUSAMMENFASSUNG

Der Beitrag stellt das im Rahmen von **HighTechMatBau** vom Bundesministerium für Bildung und Forschung mit ca. 2,7 Mio. Euro geförderten Verbundforschungsvorhaben „**R-BETON – RESSOURCEN SCHONENDER BETON – WERKSTOFF DER NÄCHSTEN GENERATION**“ vor und informiert über die Ergebnisse der Laboruntersuchungen und dem Bau des Großdemonstrators aus dem Teilvorhaben 3 der Technischen Universität Kaiserslautern in Kooperation mit der HeidelbergCement AG.

Erste Ergebnisse umfangreicher Untersuchungen im Labor und im Rahmen des an der TU Kaiserslautern unter Verwendung von RC-Gesteinskörnungen des Typ 1 bzw. 2 hergestellter Betone gebauten Großdemonstrators zeigen, dass es gerechtfertigt ist höhere als im jetzigen

Regelwerk festgelegte Gehalte an RC-Gesteinskörnung zum Einsatz zu bringen. Der Vergleich mit Betonen natürlicher Gesteinskörnung führte zu vergleichbaren Ergebnissen. Aus diesem Grund werden nach Beendigung dieses Forschungsvorhabens Änderungsanträge in Richtung DIN und DAfStb gestellt werden.

Am 31. Januar 2018 findet in Berlin die HighTechMatBau Konferenz für „Neue Materialien im Bauwesen“ statt. Dort werden u. a. die aktuellen Ergebnisse aus dem Forschungsvorhaben R-Beton vorgestellt. Näheres zu dieser Veranstaltung ist unter www.htmb2018.de zu finden.

Wir danken dem Bundesministerium für Bildung und Forschung für die Förderung dieses Vorhabens.

Quellen

- [1] DAfStb-Richtlinie „Beton nach DIN EN 206-1 und DIN 1045-2 mit rezyklierten Gesteinskörnungen nach DIN EN 12620“, Beuth Verlag Berlin, 09.2010
- [2] IWB Universität Stuttgart (Hg.): BiM-online [Homepage] Baustoffkreislauf im Massivbau, <http://www.b-i-m.de/> (Stand 15.05.2016)
- [3] DIN 4226 Rezyklierte Gesteinskörnungen für Beton nach DIN EN 12620 Teil 101: Typen und geregelte gefährliche Substanzen, Beuth Verlag Berlin, 08.2017
- [4] BAW-MFB Merkblatt „Frostprüfung von Beton“ (MFB), Bundesanstalt für Wasserbau, Karlsruhe, 2012

Die Betontechnischen Daten sind aktualisiert worden



Dagmar Küchlin

HeidelbergCement AG
Abt. Engineering & Innovation

Teamleiterin Anwendungstechnik Zement

Die Betontechnischen Daten von HeidelbergCement sind neu erschienen. Sie wurden inhaltlich und redaktionell überarbeitet und enthalten nun den Regelungsstand der bis Juli 2017 aktualisierten bzw. bauaufsichtlich eingeführten Normen im Betonbau.

Die wesentlichen inhaltlichen Aktualisierungen betreffen die folgenden Kapitel:

■ Kapitel „Zement“

- Anpassung der Kennzeichnung von Zementen mit niedrig wirksamem Alkaligehalt an die Vorgaben aus dem EuGH-Urteil C100/13; aus „NA“ wird „na“.
- Aktualisierung des Abschnittes „Gesundheitliche Relevanz von Zement“ mit den gültigen Regelungen zur Kennzeichnung von Zementen gemäß EG-Verordnung Nr. 1272/2008.

■ Kapitel „Gesteinskörnungen“

- Aktualisierung der Anforderungen an rezyklierte Gesteinskörnungen nach DIN EN 12620:2008-07 in Verbindung mit DIN 4226-101:2017-08 und DIN 4226-102:2017-08.

■ Kapitel „Prüfen von Beton“

- Aufnahme der Regelungen zur Bestimmung des Elastizitätsmoduls von Beton unter Druckbelastung nach DIN EN 12390-13 als neue Prüfvorschrift.

■ Kapitel „Betonanwendungen“

- Neues Kapitel „Trinkwasserbehälter“ mit den Anforderungen des DVGW-Regelwerks an Beton.
- Neues Kapitel „Beton für die Landwirtschaft“ mit den Anforderungen an Betone für Gärfuttersilos, Güllebehälter, Biogasanlagen etc.
- Inhaltliche Überarbeitung des Abschnitts Dränbeton / Offenporiger Beton.



■ Kapitel „ZTV's“

- Neugliederung von Kapitel 13, weil ein neues Kapitel ZTV-BEB-StB15 / TL BEB-StB 15 in die BTD aufgenommen wurde.
- Das Kapitel ZTV-W enthält jetzt auch die Regelungen aus dem BAW-Brief 01/2015 mit der Anforderung an die Prüfung der Mischungsstabilität von Betonen für den Wasserbau.

■ Kapitel „Ökobilanzielle Kennwerte für Zement und Beton“

- Inhaltliche Überarbeitung und Aktualisierung der ökobilanziellen Kennwerte für den deutschen Durchschnittszement sowie der Betone verschiedener Festigkeitsklassen auf die derzeit gültigen Werte.

■ Kapitel „Brandschutz“

- Ergänzung um Regelungen nach DIN EN 13501-1 und -2, die parallel zu DIN 4102-1 und -2 gelten.

Die Print-Ausgabe der BTD ist kostenlos in den regionalen Verkaufsbüros erhältlich und kann auch online mit diesem Formular bestellt werden:

<http://www.heidelbergcement.de/de/btd-bestellung>

Des Weiteren stehen die Betontechnischen Daten als PDF zum Download oder als Online-Version¹⁾ unter www.betontechnische-daten.de zur Verfügung.

¹⁾ die Online-Version befindet sich momentan noch in der Aktualisierung und wird voraussichtlich ab 1. 3. 2018 verfügbar sein.



↑ Abb. 1: Einbau Bankettbeton B460 Mossautal

Der Heidelberger Bankettbeton – im Markt etabliert



Dr. Robert Bachmann,
HeidelbergCement AG Leimen,
Abt. Engineering und Innovation
Projektmanager Infrastruktur

Die von HeidelbergCement Deutschland entwickelte Bankettbetonbauweise hat sich drei Jahre nach dem ersten Pilotprojekt in Münster (Nov. 2014) mittlerweile am Markt etabliert (s. Tabelle 1). Insgesamt etwa 45 km Bankett wurden bisher instandgesetzt mit Einbaubreiten zwischen 50 cm bis 1,10 m und Schichtdicken von 20 cm bis 30 cm. Immer mehr Kommunen und Bauverwaltungen sind daher von dieser ökologischen und ökonomischen Lösung für marode Straßenbankette überzeugt.

Bankettbeton	2014	2015	2016	2017
Gesamtlänge [m]	550	4.850	12.600	27.000

↑ Tabelle 1: Entwicklung Bankettbeton

Um die hohen Qualitätsanforderungen und den weiteren Erfolg des Bankettbetons zu gewährleisten, wird das spezielle Additiv Hydro HB SE 993 der HeidelbergCement AG auch unseren Zementkunden im Rahmen eines Franchise-Systems angeboten. Damit wird die Reichweite und Liefersicherheit deutschlandweit verbessert und gleichzeitig sichergestellt, dass die geforderten Performancekriterien, insbesondere ein hoher Frost-Tausalz-Widerstand (analog XF4), zielsicher erreicht werden können.

► Der Heidelberger Bankettbeton – im Markt etabliert

DIE BANKETTBETONBAUWEISE

Straßenbankette bilden den seitlichen Abschluss der Fahrbahn (s. Abb. 2, links). Wenn sich zwei Fahrzeuge auf einer schmalen Landstraße begegnen, ist ein Ausweichen in den üblicherweise unbefestigten Randbereich notwendig (s. Abb. 2, rechts). Dies kann, wenn das Bankett keine ausreichende Standfestigkeit hat oder durch Auswaschungen und Befahrungen schon beschädigt ist, zu gefährlichen Situationen führen. Kommunen als Baulastträger sind hier für die Verkehrssicherheit in der Pflicht. Der Unterhalt solcher Straßen und Bankette bindet jedoch viele Ressourcen und ist in Zeiten knapper Kassen und dünner Personaldecken nicht einfach und effizient zu lösen. Genau hier setzt die Bankettbetonbauweise an. Die Verkehrssicherheit wird durch ein standfestes Bankett erhöht und gleichzeitig der Unterhaltungsaufwand durch die Dauerhaftigkeit der Bauweise reduziert. Ein großer Vorteil gegenüber anderen Bankettbefestigungen ist, die durch den

Hohlraumgehalt gewährleistete hohe Wasserdurchlässigkeit der tragfähigen Schicht, die eine Versiegelung von zusätzlichen Verkehrsflächen verhindert. Als Alternative für den Randbereich der Straße ist sie daher ebenso eine ökologische wie auch ökonomische Systemlösung. Damit liegt die Bauverwaltung sozusagen auf der sicheren Seite.

Die Bankettbetonbauweise bietet gerade bei schmalen Straßen, wie sie überwiegend im ländlichen Raum vorgefunden werden, folgende Vorteile gegenüber einer konventionellen Bankettausführung:

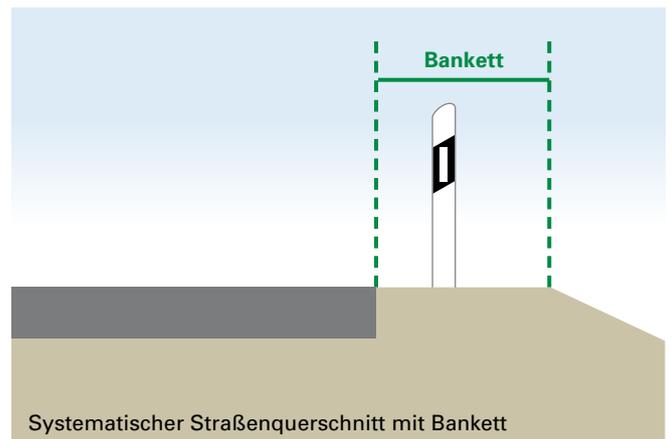
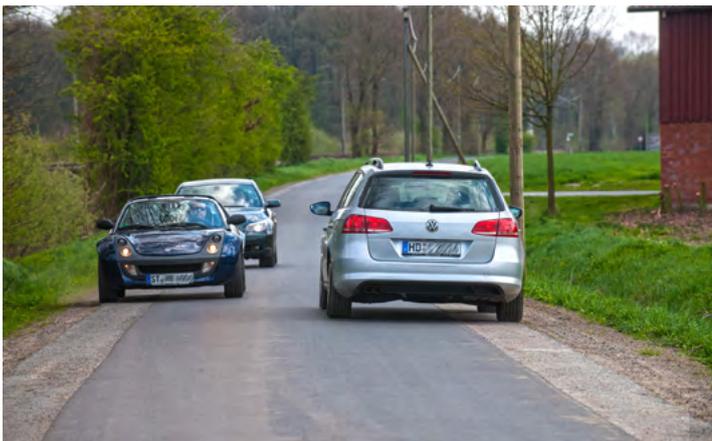
- Ökologische (wasserdurchlässig) und ökonomische Bauweise (Einbauleistungen von > 1.000 m / Tag möglich)
- Erhöhte Verkehrssicherheit bei gleichzeitig geringerem Unterhaltungsbedarf
- Sicherung der Fahrbahnkanten
- Fugenlose, wartungsarme Bauweise
- Nachhaltig und ressourcenschonend (recyclingfähig)

- Variable Einbaubreiten (üblicherweise 50 bis 90 cm)

Anforderungen an den Bankettbeton und Einbau:

- Hoher Frost-Tausalz-Widerstand (analog XF4, Nachweis mit mod. CDF-Prüfverfahren nach M VV)
- Hohlraumgehalt 18 ± 3 Vol.-%, um eine hohe Versickerungsleistung $k_f \geq 5 \cdot 10^{-5}$ m/s zu gewährleisten
- Herstellung im Transportbetonwerk für gleichmäßige Betonqualität
- Maschinelle Herstellung mit Offset-Gleitschalungsfertiger für ausreichende und gleichmäßige Verdichtung und Qualität
- Einbaudicken: > 20 bis 30 cm

Ein hoher Frost-Tausalzwiderstand ist trotz des hohen Hohlraumgehalts wichtig, da sich nicht ausschließen lässt, dass Staunässe aus dem Sickerwasser angereichert mit den Streusalzen aus der benachbarten Fahrbahnoberfläche im Baukörper verbleibt.



↑ Abb. 2: Begegnungsverkehr (links); Schematischer Straßenquerschnitt Bankett (rechts)

► Der Heidelberger Bankettbeton – im Markt etabliert

**DER HEIDELBERGER BANKETT-
BETON – DAS ORIGINAL MIT
HOHER DAUERHAFTIGKEIT**

Der haufwerksporige Bankettbeton wird mit Splitt oder Kies und einem Größtkorn von 16 mm im Transportbetonwerk hergestellt, in Fahrmischern zur Baustelle transportiert und mit einem Offset-Gleitschalungsfertiger eingebaut. Die Anforderungen an die Rezeptur sowie die grundlegenden Festbetoneigenschaften von Bankettbeton sind in Tabelle 2 aufgeführt.

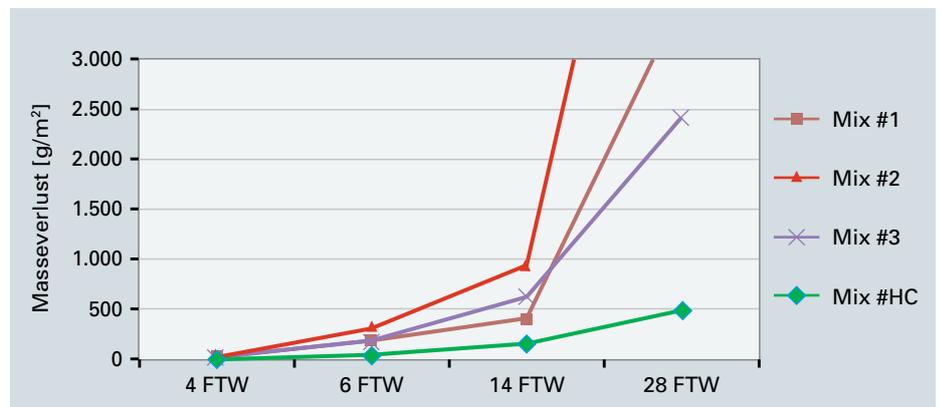
Ein hoher Frost-Tausalz-Widerstand und gute Verarbeitbarkeitseigenschaften sind die wichtigsten Merkmale des Heidelberger Bankettbetons. Diese werden maßgeblich durch die Zugabe des Hydro HB SE 993, einem speziellen kolloidalen Additiv von HeidelbergCement, erreicht.

Der Frost-Tausalz-Widerstand wird in Anlehnung an DIN CEN/TS 12390-9 durch den modifizierten CDF-Test nach Merkblatt für Versickerungsfähige Verkehrsflächen (M VV) nachgewiesen. Bei dieser Prüfmethode werden abweichend von der Prüfvorschrift die Seitenflächen der Probekörper nicht abgedichtet. Die im Rahmen der Erstprüfung hergestellten Probekörper werden in einem Fußbad von 10 ± 1 mm mit einer 3 %igen Natriumchloridlösung (NaCl) zyklisch eingefroren und aufgetaut. Mit dem modifizierten CDF-Test wird eine zyklische Beanspruchung des Bankettbetons durch mit Tausalzen angereicherte Staunässe im Baukörper simuliert, die sich, wie vor beschrieben, nicht sicher ausschließen lässt.

Als Beurteilungskriterium gelten die im M VV festgelegten maximalen Abwitterungsgrade nach 28 Frost-Tauzyklen von $m_{28} \leq 1.500$ g/m².

Zementgehalt [kg/m ³]	300 – 340
w/z-Wert	$\leq 0,32$
Gesteinskörnungen	Kies und/oder Splitt, D_{max} 16 mm
Kolloidales Additiv (Hydro HB SE 993)	1 kg/m ³
Hohlraumgehalt	18 ± 3 Vol.-%
Einbaukonsistenz	C1 / C2
Frost-Tausalz-Widerstand (analog XF4)	Nachweis mit mod. CDF-Test nach M VV, $m_{28} \leq 1.500$ g/m ²
Druckfestigkeit	$f_{ci} \geq 10$ MPa $f_{cm} \geq 12$ MPa

↑ Tabelle 2: Anforderungen an die Zusammensetzung und den Beton



↑ Abb. 3: CDF-Prüfergebnisse von konventionellem Dränbeton im Vergleich zu Heidelberger Bankettbeton

Vergleichsuntersuchungen mit konventionellem Dränbeton

In Abbildung 3 sind Ergebnisse von CDF-Prüfungen an Labormischungen mit Heidelberger Bankettbeton (Mix #HC) im Vergleich zu konventionellem Dränbeton (ohne Polymerzusatz) als Bankettbeton (w/z Wert $\leq 0,35$, Zementgehalt = 320 kg/m³) gegenübergestellt (Mischung #1,

#2, und #3). Der Degradationsfortschritt der Proben aus konventionellem Dränbeton, dargestellt als Abwitterungsmenge [g/m²], ist deutlich zu erkennen. Die Gesteinskörner „schälen sich“ aus der Zementsteinmatrix und die Prüfkörper zerfallen regelrecht vor dem Prüfer (Abb. 4, links). Eine Verwendung von konventionellem Dränbeton als Bankettbeton ist daher nicht zu empfehlen.

► Der Heidelberger Bankettbeton – im Markt etabliert

Hingegen besteht die optimierte Bankettbetonrezeptur mit dem speziellen Additiv ($w/z \leq 0,32$; Zementgehalt 320 kg/m^3 ; HydroHB SE 993 = $1,0 \text{ kg/m}^3$) die Prüfung (s. Abb. 3, grüne Linie). Aus Abbildung 4 rechts ist erkennbar, dass die Prüfkörper vollständig und funktionsfähig erhalten bleiben. Der Heidelberger Bankettbeton kann durch diesen Nachweis somit als Beton mit hohem Frost-Tausalz-Widerstand ausgewiesen werden.

Gemäß Merkblatt MVV kann durch die Zugabe eines geeigneten Polymers (z.B. Kunststoffdispersion) ein hoher Frost-Tausalz-Widerstand auch bei einer Dränbetonrezeptur erreicht werden. Die Zugabemenge richtet sich dabei nach dem Zementgehalt und entspricht für Dränbetontragschichten etwa 15 bis 33 kg/m^3 (10 bis 15 M.-% v. Z.) und für Dränbetondeckschichten etwa 45 bis 70 kg/m^3 (15 bis 20 M.-% v. Z.). Dies ist aber eher unwirtschaftlich. Im Gegensatz zum polymermodifizierten Dränbeton stellt die Variante von HeidelbergCement daher die kostengünstigere Variante dar.

Vorteile des Heidelberger Bankettbetons für die Bauausführung

Das kolloidale Additiv von HeidelbergCement bewirkt ein thixotropes Verhalten des Zementleims, das ein Abfließen von den Gesteinskörnern beim Verdichten verhindert. Dies erlaubt den Einbau des Bankettbetons mit einem Offset-Gleitschalungsfertiger und damit den Einbau mit einer hohen Verdichtungsenergie, d.h. schnell, sauber sowie in gleichmäßiger Qualität. Der Hohlraumgehalt kann somit optimal auf die Anforderungen je nach Belastung und Nutzung der Straße auf Werte zwischen 15 und 25 Vol.-% eingestellt werden. Dadurch wird auch ein relativ gleichmäßiger Hohlraumgehalt über die in der Regel großen Einbaudicken ($d > 20 \text{ cm}$) sowie eine hohe Grünstandsfestigkeit des verdichteten Betons hinter der Gleitschalung gewährleistet (s. Abb. 5). Ein Handeinbau ist für Bankettbetone aufgrund der fehlenden Verdichtungsqualität nicht zu empfehlen.



↑ Abb. 4: Probekörper nach 28 FTW aus den CDF-Prüfungen: Dränbeton Bankett (links); HeidelbergCement Bankettbeton (rechts)



↑ Abb. 5: Einbau mit Offset-Gleitschalungsfertiger (links); Bankettbeton mit hoher Grünstandsfestigkeit (rechts)



↑ Abb. 6: Bankettbeton Münster (Zustand aktuell, 3 Jahre nach Einbau)

► Der Heidelberger Bankettbeton – im Markt etabliert

Der maschinelle Einbau sichert eine hohe Wirtschaftlichkeit: Tagesleistungen von 1.000 bis 1.500 m wurden bereits realisiert. Dicke und Breite des Banketts sind dabei frei definierbar, wobei sich die Breiten üblicherweise im Rahmen von 50 bis 90 cm bei einer Schichtdicke von 20 bis 30 cm bewegen. Um einen optimalen Anpressdruck für die Verdichtung zu erreichen, hat sich außerdem eine abgeschrägte Kante an der Außenseite im Winkel von ca. 45 bis 75° bewährt (s. Abb. 5, rechts). Das Höhenniveau kann ebenfalls an die Fahrbahnoberfläche angepasst werden. Als praktikabel hat sich ein Versatz von ca. 1 cm unter dem Niveau der Fahrbahnoberfläche erwiesen. Zusammen mit der farblichen Unterscheidung zum dunkleren Asphalt wirkt die Straße somit optisch nicht breiter (s. Abb. 6).

WEITERENTWICKLUNG DES BANKETTBETONS FÜR DEN EINBAU BEI HOHEN TEMPERATUREN UND VERLÄNGERTER FAHRZEIT

Um auf die zukünftigen Herausforderungen, insbesondere für größere Reichweiten im ländlichen Raum vorbereitet zu sein, aber auch um bei hohen sommerlichen Temperaturen noch Bankettbeton liefern zu können, wurden erfolgreich Labor- und Feldversuche mit einer weiterentwickelten Rezeptur durchgeführt. Ziel war es, eine Verarbeitbarkeit von mindestens 3 h bei einer Frischbetontemperatur von 30 °C sicherstellen zu können.

Zeit [min]	Verdichtungsmaß V bei $T_{\text{Beton}} = 30 \text{ °C}$	Verdichtungsmaß V bei $T_{\text{Beton}} = 20 \text{ °C}$
0	1,23	1,18
30	1,22	1,16
60	1,20	1,14
90	1,19	1,15
120	1,19	1,15
180	1,21	1,2

↑ Tabelle 3: Laborergebnisse – Konsistenzverlauf bei Betontemperaturen von 20 °C und 30 °C

Hintergrund waren die bisherigen Erfahrungen mit Dränbetonen, bei denen aufgrund der wasserarmen Rezepturen mit den niedrigen w/z Werten und gleichzeitig sommerlichen Temperaturen über 25 °C ein schneller Konsistenzverlust zu Problemen beim Einbau führten.

Dazu wurde eine speziell auf diese Anforderungen modifizierte Bankettbetonrezeptur erstellt und zunächst im Labor der Abt. Engineering und Innovation in Leimen bei Betontemperaturen von 20 °C und 30 °C geprüft. Die Konsistenz des Bankettbetons wurde dabei anfangs weicher als die übliche Zielkonsistenz ($v = 1,30$) gewählt, um den Verlauf eines möglichen Ansteifens besser über die Zeit erfassen zu können. Die Ergebnisse zeigten, dass es möglich ist, auch bei hohen Betontemperaturen die Konsistenz über 3 Stunden zu halten (s. Tabelle 3).

Im anschließenden Feldversuch zur Bestätigung der Laborergebnisse wurde auf einer Mischanlage Bankettbeton mit der gleichen Rezeptur unter Praxisbedingungen hergestellt. Die Lufttemperaturen vor Ort lagen deutlich über 30 °C, die Frischbetontemperatur bei der ersten Messung bei 27 °C. Die Konsistenz wurde aufgrund der positiven Voruntersuchungen im Labor gleich auf die Zielgröße des Verdichtungsmaßes für den Fertigereinbau (C1) mit $v = 1,36$ eingestellt. Anschließend erfolgte der Transport im Mischerfahrzeug über 2 h (> 90 km) zum Einbauort. Auch mehr als 3 h nach der ersten Wasserzugabe ließ sich der Bankettbeton trotz mittlerweile > 30 °C Betontemperatur noch problemlos aus dem Mischerfahrzeug entladen und auf der Probefläche verarbeiten. Die Performance der modifizierten Bankettbetonrezeptur aus den Laborversuchen wurde somit bestätigt.

► Der Heidelberger Bankettbeton – im Markt etabliert

**BANKETTBETON –
AUF DER SICHEREN SEITE**

Wie bei jeder innovativen Produktentwicklung sind ausgiebige Tests und Pilotprojekte wichtig für die Markteinführung. Mit dem im Jahr 2014 in Münster durchgeführten Pilotprojekt konnte die Bankettbetonbauweise erstmalig erfolgreich in Deutschland eingesetzt werden. Nach mittlerweile 3 Jahren zeigen sich die Straße und der Bankettbeton in einem guten Zustand ohne erkennbare Schädigungen (s. Abb. 6).

Bei den 17 bisher ausgeführten Projekten mit Beteiligung von HeidelbergCement konnte die neue Bankettbetonbauweise mit einer hervorragenden Ausführungsqualität voll überzeugen. Die insgesamt in Deutschland eingebauten 45 km Bankettbeton beweisen, dass die Bauweise nun im Markt etabliert ist. Für den Baulastträger steht damit für die Instandsetzung bzw. Ertüchtigung von schadhafte Banketten eine schnelle, dauerhafte und wirtschaftliche Lösung zur Verfügung.

**Der Heidelberger Bankettbeton –
die wichtigsten Fakten in Kürze****Einsatzorte und Anwendungsgebiete**

- Kleine Landstraßen, ländliche Wege, Straßen mit ausweichendem Begegnungsverkehr
- Bei Sanierung oder Neubau
- Ersatz für ungebundenes Bankett, ökologisch und ökonomisch
- Aufbau des Banketts
- Gefräste Unterlage, ausreichend standfest je nach Verkehrsbelastung
- Übliche Breite 50 cm – 90 cm
- Schichtdicke: 20 – 30 cm
- Eigenschaften des Heidelberger Bankettbetons
- Hoher Frost-Tausalz-Widerstand (analog XF4), Nachweis durch modifiziertes CDF-Prüfverfahren, Abwitterungsrate $m_{28} \leq 1.500 \text{ g/m}^2$
- Druckfestigkeit Erstprüfung: $f_{ci} \geq 10 \text{ MPa}$, $f_{cm} \geq 12 \text{ MPa}$
- Hohlraumgehalt $18 \pm 3 \text{ Vol.-%}$
- Einbau bei hohen Temperaturen (Sommer $> 25 \text{ °C}$)
- Herstellung / Transport
- Bankettbeton wird im Transportbeton-Verfahren hergestellt und in Fahrmischern transportiert
- Zugabe eines kolloidalen Additivs zur Verbesserung der Frisch- und Festbetoneigenschaften (thixotropes Verhalten, gutes Haftverhalten an der Gesteinskörnung, hoher FTW)
- Einbau
- Maschineller Einbau mittels Offset-Gleitschalungsfertiger (gleichmäßige Qualität mit Tagesleistungen $> 1.000 \text{ m}$ möglich)
- Handeinbau nur im Reparaturfall (Kleinstflächen)
- Einbau Leitpfosten
- Sicherer Einbau von Leitpfosten und Einbauten (z.B. Abläufe, Schächte) in der Bankettbefestigung (Vorteil im Frischbeton)

► Der Heidelberger Bankettbeton – im Markt etabliert

FAQ'S – HÄUFIG GESTELLTE FRAGEN

Sind zusätzlich Fugen vorzusehen?

Nein, das ist nicht notwendig, kleine Risse ermöglichen eine bessere Verzahnung.

Wie ist die Ausführung der Fuge zwischen Beton und Asphalt?

Als Pressfuge ohne Fugenfüllung

Können im Nachhinein Leitplanken und Pfosten eingebaut werden?

Ja, am besten im frischen Zustand direkt hinter dem Fertiger

Welche Einbaubreiten / Einbaudicken / Mindstdicken sind möglich?

B = 50 cm – 1,10 m; D ≥ 20 – 30 cm

Gibt es bereits vorgefertigte Ausschreibungstexthilfen?

Ja, Ausschreibungstexte/-hilfen sind vorhanden, ein Regelwerk ist in Planung.

Warum ist ein hoher Frost-Tausalz-Widerstand nachzuweisen?

Die Möglichkeit der Staunässe kann zum Zerfall von konventionellem Dränbeton führen.

Welche Langzeiterfahrungen gibt es?

Das Pilotprojekt in Münster ist aktuell 3 Jahre alt.

Anwendungen gibt es mittlerweile auch auf Autobahnauffahrten und Bundesstraßen.

Welche Reparaturmöglichkeiten gibt es?

Kleinflächen können im Handeinbau repariert werden (Kleinstmengen).

Warum ist der Offset-Gleitschalungsfertiger gegenüber dem Handeinbau besser?

Sicherstellung von Qualität, Gleichmäßigkeit und vor allem Wirtschaftlichkeit

Der Handeinbau ist unwirtschaftlich und qualitativ nachteilig.

Ist die Eignung als Straßenersatz z.B. für dauerhafte Überführung gegeben?

Das ist nicht die Intention des Bankettbetons sondern er ist zweckmäßig als Ersatz für ungebundenen Randbereich/Bankettstreifen.

Welche Einbauleistungen (Tagesleistungen) sind möglich?

In Abhängigkeit von Geometrie und Menge wurden schon Tagesleistungen von > 1.000 m realisiert.

Wie wird die Versickerungsfähigkeit sichergestellt und welche Möglichkeiten der Reinigung gibt es?

Gemäß M VV bei Hohlraumgehalt > 15 Vol.-% zielsichere Versickerungsfähigkeit

Reinigung mittels Hochdruck Wasserstrahlen (HDW-Drehjet-Verfahren)