

Rainer Hausenberger (ÖBB-Infrastruktur AG),

Simone Elmer, Stefan Marchtrenker (Smart Minerals GmbH)

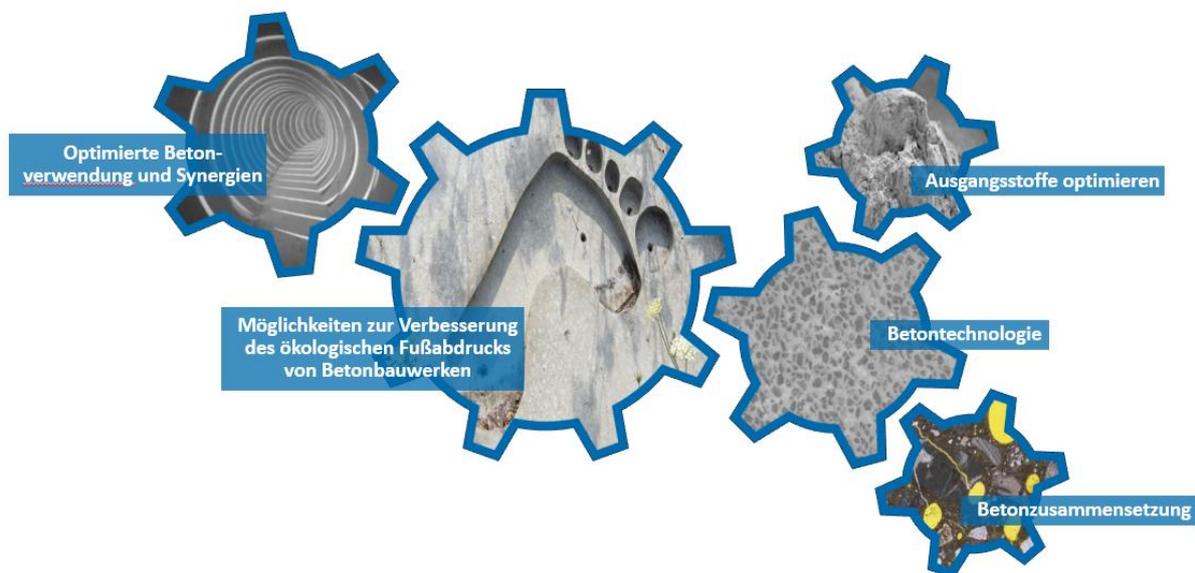
Brückentagung 04.-05.06.2025

BS2 – Temperatur- und CO₂-reduzierte Betone für den Verkehrswegebau

Die Betonbauweise leistet einen wesentlichen Beitrag zu den globalen Treibhausgasemissionen. Dies ist einerseits der enormen Produktionsmenge von Beton als weltweit führender Baustoff geschuldet, andererseits den prozessbedingten CO₂-Emissionen bei der Zementherstellung. Diese sind auf die für die Klinkerherstellung erforderlichen hohen Temperaturen, aber zu einem Großteil auch auf die chemischen Umwandlungsprozesse (Entsäuerung des Kalksteins) zurückzuführen.

Wenngleich Österreich hinsichtlich der CO₂-Emissionen bei der Zementherstellung weltweit führend ist, werden in sämtlichen Prozessschritten von der Ausgangsstoffgewinnung bis zur Baustelle weitere Anstrengungen erforderlich sein müssen, um die Klimaerwärmung zu reduzieren und die diesbezüglich geschaffenen Regulative (zB EU Green Deal, Taxonomieverordnung) erfüllen zu können.

Zur Reduktion der CO₂-Emissionen bei der Herstellung von Betonbauwerken stehen zahlreiche wirksame Hebel zur Verfügung. Neben optimierter Betonverwendung (optimierte Tragstrukturen, Logistik, etc.), sonstigen Synergieeffekten (zB thermische Bauteilaktivierung) und der Möglichkeit von Beton als CO₂-Senke (beispielsweise durch Karbonatisierung) stellt eine Betonzusammensetzung mit möglichst geringem ökologischem Fußabdruck einen wesentlichen Ansatz dar.



Derzeit liegt hierbei ein Hauptfokus auf der Herstellung und Verwendung von CO₂-reduzierten Bindemitteln. So können Zemente der Klasse CEM II/C, die in Österreich bereits flächendeckend verfügbar sind, gegenüber einem CEM I-Zement bereits um einen bis zu annähernd 50 Prozent geringeren Klinkergehalt beinhalten. Eine hohe Bedeutung wird in einigen Anwendungsfällen zukünftig auch neuartigen Zusatzstoffen (zB getemperte Tone) oder vollkommen neuen Bindemittelarten (zB Geopolymeren) zukommen können.

Weiters rückt die Optimierung der gesamten Betonzusammensetzung, das heißt die Wahl der Ausgangsstoffe und ihre Abstimmung untereinander für einen bestimmten Verwendungszweck,

verstärkt in den Fokus. Der Nachweis der Eignung für die Verwendung erfolgt dabei nicht oder nur noch teilweise über das bisherige deskriptive System (Einhaltung von Rezepturgrenzwerten), sondern über den Leistungsnachweis am Festbeton für die konkrete Betonzusammensetzung. Die europäische Norm für die Betonherstellung (EN 206) gibt für derartige Beton- oder Bindemittelleistungsfähigkeitskonzepte grobe Anhaltspunkte. Die nationalen Anwendungsregeln und deren rechtliche Einordnung sind derzeit in Österreich in Diskussion.

All diesen Überlegungen liegt zugrunde, dass eine Verwendbarkeit der Betone gewährleistet bleibt und eine zumindest gleichwertige Lebensdauer zu bestehenden Systemen eingehalten wird. Denn eine Reduktion der CO₂-Emissionen in der Herstellungsphase zu Lasten der Dauerhaftigkeit resultiert insbesondere bei Infrastrukturbauten zumeist in einer massiven Erhöhung der Emissionen in der Betrachtung über übliche Nutzungsdauern.

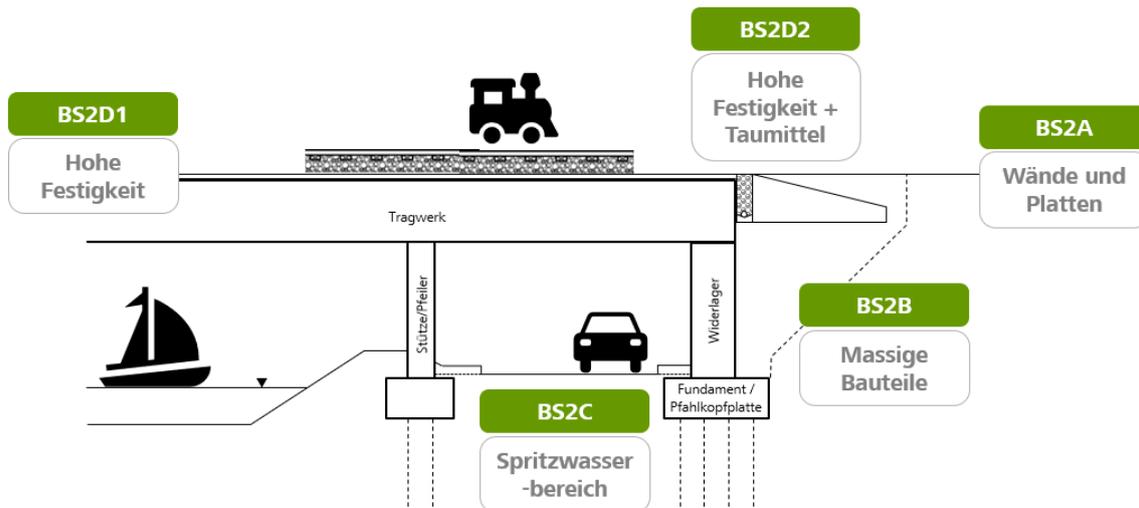
Nicht nur aus diesem Grund erscheint es sinnvoll, zumindest kurzfristig auf bewährte Konzepte, welche die Möglichkeit von Festbetonprüfungen auch bisher schon beinhalteten, zurückzugreifen. Hierbei handelt es sich um Richtlinienbetone (zB Betone für Weiße Wannen), für welche unter Berücksichtigung der Besonderheiten dieser Betonsorten vollständige Regeln von der Planung über die Betonherstellung bis zur Ausführung bereits über Jahrzehnte vorliegen.

Die Bauweise der sogenannten „Weißen Wanne“ gemäß öbv-Richtlinie hat sich über mehrere Jahrzehnte hinweg als zuverlässige Lösung im konstruktiven Betonbau bewährt. Durch die gezielte Optimierung der Betonzusammensetzung, in erster Linie durch die Reduktion der Hydratationswärme sowie durch die Begrenzung der Frischbetontemperatur kann die maximale Temperaturentwicklung im Bauteil während der Erhärtungsphase deutlich gesenkt werden. Dies führt zu geringeren thermisch induzierten Dehnungen und infolgedessen zu einer reduzierten Rissbildung.

Um diese positiven Effekte auch bei Bauwerken ohne Anforderungen an die Wasserundurchlässigkeit nutzbar zu machen, wurde eine eigenständige öbv-Richtlinie für Betone mit reduzierter Frührisseigung entwickelt und im Jänner 2023 publiziert. Ein zusätzlicher positiver Effekt zur Reduzierung der Frührisseigung ergibt sich mit dem Einsatz klinkerreduzierter Bindemittel sowie alternativer Zuschlagstoffe (zB AHWZ), der zu einer signifikanten Reduktion der CO₂-Emissionen führt.

Die Einführung von Regelbetonsorten für definierte Bauteilanforderungen dient der Standardisierung und erleichtert allen am Planungs-, Herstellungs- und Ausführungsprozess Beteiligten eine eindeutige Zuordnung. In der öbv-Richtlinie „Betone mit reduzierter Frührisseigung“ werden im Betonstandard BS2 spezifische Regelbetonsorten definiert, die auf die unterschiedlichen Anforderungen der einzelnen Bauteile abgestimmt sind:

- BS2A – für Wände und Platten
- BS2B – für massige Bauteile
- BS2C – für Bauteile im Spritzwasserbereich
- BS2D1- für Bauteile mit hohen Festigkeitsanforderungen
- BS2D2 - für Bauteile mit hohen Festigkeitsanforderungen und taumittelhaltigem Sprühnebel



Ein Vergleich des Global Warming Potential (GWP) gemäß ÖNORM EN 15804 für die Lebenszyklusphasen A₁ bis A₃ zeigt, dass mit den Regelbetonsorten des Betonstandards BS2 signifikante CO₂-Einsparungen gegenüber konventionellen Betonsorten nach ÖNORM B 4710-1 bei vergleichbaren Expositionsanforderungen erzielt werden können. Dabei ist jedoch zu betonen, dass für eine Gesamtbetrachtung einer ökologischen Bilanzierung immer der gesamte Lebenszyklus des Bauwerkes zu betrachten ist.

Die Reduzierung der CO₂-Emissionen in der Herstellungsphase bei gleicher Beständigkeit und unveränderter Dauerhaftigkeit stellt auch eine der Herausforderungen klinkerreduzierter Betonrezepturen dar. Hier ist insbesondere auf eine hohe Ausführungsqualität und eine ausreichende Nachbehandlung der Oberfläche des jungen Betons zu achten. Die konsequente Umsetzung geeigneter Nachbehandlungsmaßnahmen ist ein wesentlicher Faktor für die dauerhafte Performance CO₂-reduzierter Betone im Infrastrukturbau.

Die Verankerung des Betonstandards BS2 in Richtlinien, Regelwerken und standardisierten Leistungsbeschreibungen (LB-VI) ist ein zentraler Baustein für die praktische Anwendbarkeit des Konzeptes im realen Baugeschehen. Sie schafft die Grundlage für eine systematische und qualitätsgesicherte Verwendung von temperatur- und CO₂-reduzierten Betonen im Verkehrswegebau.