



Wege der Transportbetonindustrie zu klimaoptimiertem Beton

Forschung | **Klimaverträgliches Bauen**

Das Bauwesen steht vor gewaltigen Herausforderungen, um insbesondere die CO₂-Emissionen beispielsweise aus der Betonherstellung zu reduzieren. Um ‚Klimaverträglichkeit‘ im Betonbau zu erzielen, müssen dabei alle zur Verfügung stehenden Stellschrauben genutzt werden – von den Betonausgangsstoffen über die Prozesstechnik bis zum Transport.

Text | Prof. Michael Haist,
Prof. Katharina Klemt-
Albert, Macielle Vivienne
Deiters, Tobias Schack

Das Erreichen der Klima- und Ressourcenschutzziele bis zum Jahr 2045 gehört zu den größten Herausforderungen unserer Zeit. Gemäß diesen Zielen – und bestätigt durch den Entscheid des Bundesverfassungsgerichts – müssen die CO₂-Emissionen in allen gesellschaftlichen Bereichen bis zum Jahr 2045 auf null reduziert werden [1]. Für die Industrie bedeutet dies nichts anderes als eine gänzliche Umstellung klassischer Produktionsprozesse auf neue, klimafreundliche Technologien.

Bei der Realisierung dieser Klima- und Ressourcenschutzziele spielt die Bauindustrie und insbesondere die Zement- und (Transport-)Betonindustrie, sowohl aufgrund ihrer Treibhausgasemissionen als auch aufgrund ihres Verbrauchs an natürlichen Ressourcen eine entscheidende Rolle. Beispielsweise werden nach aktuellen Berechnungen durch die Betonherstellung bzw. dessen Bestandteil Zement ca. 8 % der weltweiten Treibhausgasemissionen verursacht [2]. Auch sind ca. 90 % des

ÜBER DIE AUTORINNEN UND AUTOREN (V. L.)



Prof. Dr.-Ing. Michael Haist ist Leiter des Instituts für Baustoffe an der Leibniz-Universität Hannover. Macielle Deiters und Tobias Schack arbeiten dort als wissenschaftliche Mitarbeiter. Prof. Dr.-Ing. Katharina Klemt-Albert leitet das Institut für Baumanagement, Digitales Bauen und Robotik im Bauwesen an der RWTH Aachen.

Verbrauchs an mineralischen Ressourcen in Deutschland auf das Bauwesen zurückzuführen [3].

Aufgrund dieses Einflusses kommt der Bauindustrie und insbesondere der Zement- und (Transport-)Betonindustrie eine besondere Bedeutung bei diesem Transformationsprozess zu. Zwar sind die Emissionen über den Herstellungsprozess des Betons sehr ungleichmäßig verteilt – und resultieren überwiegend aus der Herstellung des Betonausgangsstoffs Zement – jedoch lassen sich in allen Herstellungsschritten Einsparungen erzielen, die mit Blick auf das politisch bzw. gesellschaftlich vorgegebene Ziel auch systematisch ausgeschöpft werden müssen. Der vorliegende Beitrag gibt einen Überblick über die möglichen Ansätze und Potenziale.

Klimaverträglichkeit – aktueller Stand

Die Deutsche Transportbetonindustrie produziert heute (2020) 55,3 Mio. m³ Beton [4]. Hier-

durch werden Gesamt-CO₂-Emissionen (Global Warming Potential, GWP) in Höhe von etwa 10,5 Mio. t CO₂-Äquivalente verursacht (Systemgrenze Cradle-to-Gate). Hinzu kommen Emissionen aus dem Transport des Betons zur Baustelle, dem Einbau und natürlich Emissionen aus der Herstellung des Bewehrungsstahls. Etwa 82 % dieser Emissionen resultieren aus der Herstellung von Betonen mit Druckfestigkeiten \leq C30/37 (Bild 1, Daten berechnet auf Grundlage von [4]). Im Einsatzfeld dieser Betone sind die Expositionsclassen XC3 bis XC4, XF1 bis XF2 und XA1 relevant. Überwiegend werden bei der Herstellung dieser Betone bereits Zemente wie Hüttensand- und Kalksteinmehle (CEM III/A, CEM II/A-M und CEM II/A-LL) mit geringem bis sehr geringem ökologischen Fußabdruck verwendet. Die hierdurch bereits erzielten Fortschritte in Bezug auf CO₂-Einsparungen werden jedoch durch eine zunehmend begrenzte Verfügbarkeit einzelner Zementbestandteile gefährdet. >

Transportbetone und Gesamt-Emissionen

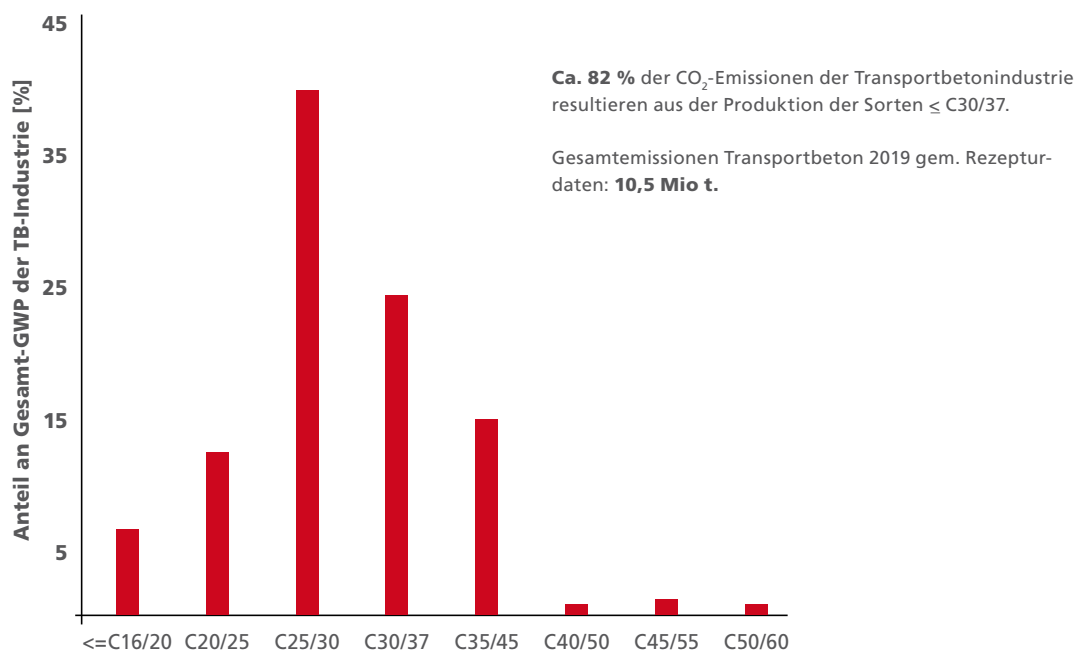


Bild 1: Anteil von Transportbetonen an den Gesamt-CO₂-Emissionen der deutschen Transportbetonindustrie, aufgeteilt nach den Druckfestigkeitsklassen der produzierten Betone

Mit Blick auf die Transformation des Betonbaus zu mehr Klimaschutz werden jedoch deutlich emissionsärmere Betone in dem oben genannten Druckfestigkeits- und Expositionsklassenbereich benötigt. Zusätzlich kann auch der Einsatz von Betonen mit höheren Druckfestigkeiten (und damit zumeist höhere spezifische CO₂-Emissionen) sinnvoll sein, wenn diese zur Produktion besonders materialsparender Bauteile eingesetzt werden.

Möglichkeiten & Potenziale

Dem Transportbetonhersteller stehen sehr vielfältige Wege zur Minderung der CO₂-Emissionen zur Verfügung. Die Bewertung einzelner Maßnahmen sollte dabei weniger auf der Ebene einzelner spezifischer Betone, sondern vielmehr durch Betrachtung des gesamten Beton-Lieferverzeichnisses eines Herstellers erfolgen. Durch ihren enormen Marktanteil sind Modifikationen an Betonen im Druckfestigkeitsbereich bis C30/37 dabei besonders wirksam. Bild 2 zeigt, wie sich in einem Transport-

betonwerk mit einer Jahresproduktion von 25.500 m³ der Austausch eines CEM II/A-M Zements durch einen CEM II/C Zement auf die Gesamt-CO₂-Bilanz des Werks auswirken würde, wenn dieser Austausch für alle Betone ≤ C30/37 durchgeführt würde. Durch diese Umstellung könnten im vorliegenden Fall CO₂-Einsparungen von 1.410 t/a realisiert werden. Hierbei wurde die Annahme zugrunde gelegt, dass die Betonzusammensetzung ansonsten unverändert bleiben würde.

Alternativ hierzu sind in Bild 2 die Auswirkungen bei einer Umstellung von CEM III/A auf CEM II/C dargestellt. Hieraus wird deutlich, dass eine solche Umstellung aus CO₂-Sicht nicht zielführend ist. Dieser Schritt kann aber unter Umständen dennoch sinnvoll sein, wenn die aus der Umstellung resultierenden Einsparungen an Hüttensand (d. h. zur besseren Bewirtschaftung der Ressource) betrachtet werden.

Darüber hinaus zeigt Bild 2 die resultierende CO₂-Bilanz der Betone, wenn als Zusatzstoff anstatt Flugasche calcinierter Ton eingesetzt



Das hier beschriebene Projekt wird aus Eigenmitteln der Forschungsgemeinschaft Transportbeton e. V. (FTB) gefördert und durch die BTB Arbeitsgruppe „Bauprodukte und Umwelt“ betreut.

Bindemittel und CO₂-Bilanz

würde. Der Einsatz des calcinierten Tons führt dabei nochmal zu einer Minderung der CO₂-Emissionen. Bei einem derartigen Austausch muss grundsätzlich beachtet werden, dass hierdurch nicht die Tragfähigkeits- und Dauerhaftigkeitseigenschaften negativ beeinträchtigt werden. Hierzu sind dann entsprechende Performance-Prüfungen zur Bewertung der Dauerhaftigkeit durchzuführen.

Weitere Potenziale bestehen darüber hinaus in neuen verfahrenstechnischen Ansätzen, wie der Anwendung neuer, energiesparender Mischtechniken. Zudem ist eine Anpassung des Betontransportes durch den Einsatz von Transportfahrzeugen mit geringen oder sogar gar keinen CO₂-Emissionen denkbar. Die ersten Elektro-Fahrmischer sind seit Herbst 2020 in der Schweiz im Einsatz. >

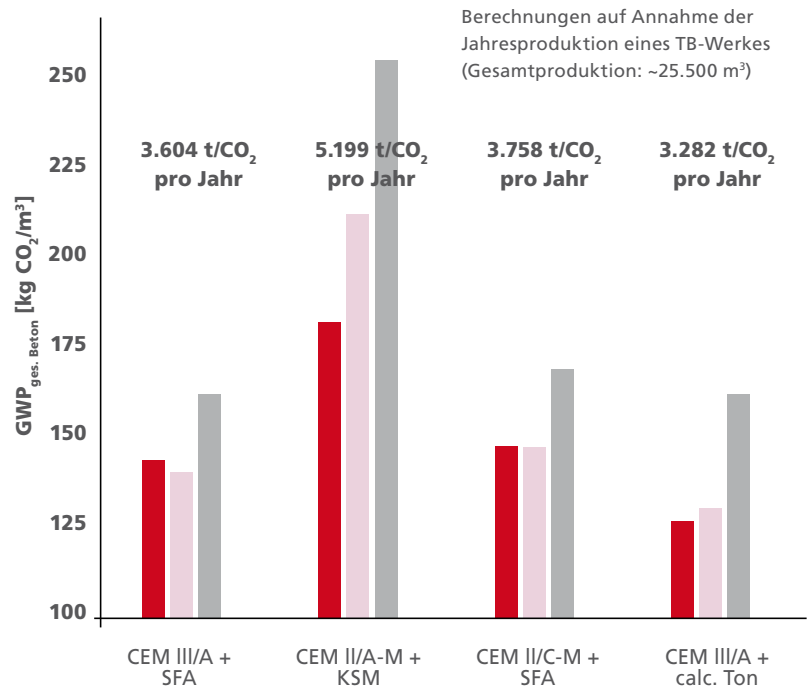


Bild 2: Mögliches CO₂-Einsparpotenzial eines Werkes: Auswirkungen unterschiedlicher Bindemittel auf die CO₂-Bilanz der Betone unterschiedlicher Festigkeitsklassen sowie mögliches CO₂-Einsparpotenzial bei einer angenommenen Gesamtproduktion von etwa 25.000 m³ pro Jahr

- C 20/25
- C 25/30
- C 30/37

Transport und GWP

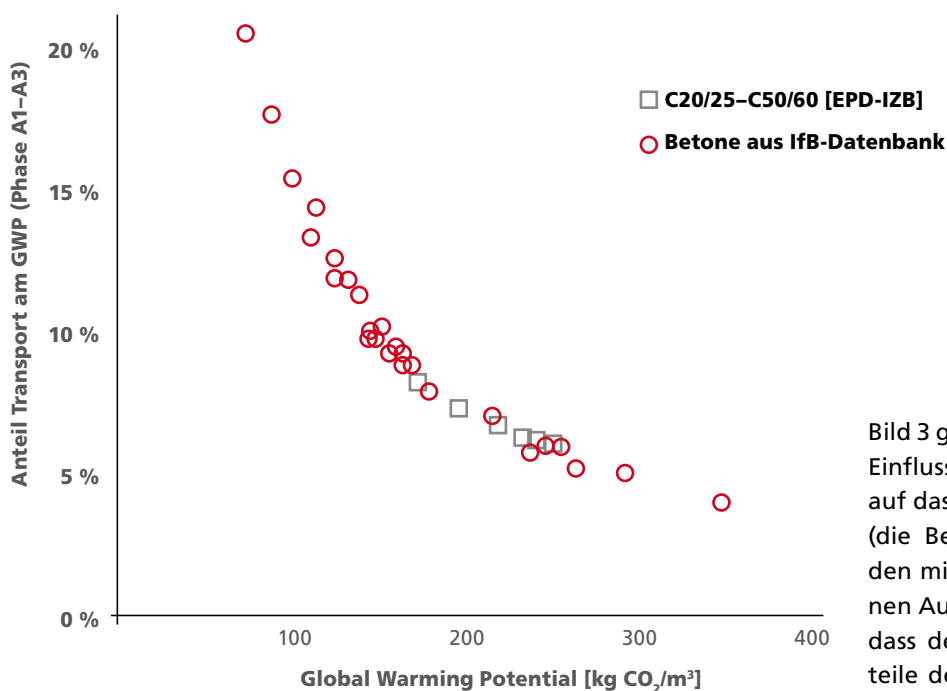


Bild 3: Prozentualer Anteil des Transports am Gesamt-GWP unterschiedlicher Betonzusammensetzungen

Bild 3 gibt dazu einen Überblick zum anteiligen Einfluss der Emissionsanteile des Transports auf das Gesamt-GWP unterschiedlicher Betone (die Berechnung erfolgte mit Annahmen zu den mittleren Transportwegen für die einzelnen Ausgangsstoffe). Es ist deutlich ersichtlich, dass der prozentuale Anteil der Emissionsanteile des Transports mit einem abnehmenden Gesamt-GWP der Betone zunimmt. Dieser Zusammenhang verdeutlicht, dass insbesondere bei Betonen mit einem geringen GWP der Transport von Ausgangsstoffen bzw. des Betons signifikant zu den Emissionen beiträgt. Angesichts der Vielzahl möglicher Maßnahmen zur Verbesserung der Umwelt- und Ressourcenbilanz von Beton liegt eine zentrale Herausforderung in der Bereitstellung von Planungswerkzeugen und Bewertungsverfahren, die es der Transportbetonindustrie gestatten, die Wirkung einer oder mehrerer kombinierter Maßnahmen ganzheitlich zu bewerten. Eine rein auf CO₂-Emissionen basierte Bewertung greift dabei deutlich zu kurz, da in Bezug auf das Material auch stets die Leistungsfähigkeit – dies sind in Bezug auf Betone insbesondere die Druckfestigkeit und Dauerhaftigkeit – betrachtet werden muss. •

f LITERATUR

- [1] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie: Energieeffizienz für eine klimaneutrale Zukunft 2045 – Roadmap Energieeffizienz 2045. Zwischenbericht 2020
- [2] Dekarbonisierung von Zement und Beton – Minderungspfade und Handlungsstrategien. VDZ-Studie 2020
- [3] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit: Deutsches Ressourceneffizienzprogramm ProgRess II (2016) – Programm zur nachhaltigen Nutzung und zum Schutz der natürlichen Ressourcen, 2016.
- [4] Bundesverband der Deutschen Transportbetonindustrie e.V. (BTB). Jahresbericht 2021