

Hochwertige Kreislaufwirtschaft von Porenbeton

Porenbeton, Rohstoffsubstitution, Recycling, CO₂-arme Zemente, Kreislaufmanagement, LCA

„REPOST“ – Recycling Cluster Porenbeton

Projektbeteiligte:

Xella Technologie- und Forschungsgesellschaft mbH

Otto Dörner Entsorgung GmbH

KIT Karlsruhe Institut für Technologie - ITC und IIP

Koordinator: Dr. Oliver Kreft, Xella / **Laufzeit:** 01.06.2019 – 31.12.2022

Förderkennzeichen: 033R249

[Link zum Abschlussbericht](#)

Porenbeton (zum Beispiel Ytong®) ist ein seit fast 100 Jahren bekannter und bewährter Baustoff. Porenbeton ist grundsätzlich vollständig recyclingfähig: Bei der Produktion fallen immer Bruch und Verschnittreste an, die entweder zu Granulat (Ölbinder, Wärmedämmschüttungen, Dachbegrünungs-substrate oder im Haustierbereich als Hygienestreu) weiter veredelt oder in aufgemahlener Form in die laufende Produktion von Porenbeton zurückgeführt werden.

Im Gegensatz zu diesen frischen Produktionsresten enthält Porenbeton-Abbruchmaterial in der Regel Fremdstoffe, wodurch die Möglichkeit einer hochwertigen Wiederverwertung dieses Materials erschwert wird.

Projektziele und Vorgehen

Ziel des Projektes „REPOST“ war es, Grundlagen für eine ressourceneffiziente, qualitativ hochwertige und wirtschaftliche Kreislaufführung für Porenbeton zu erarbeiten. Der bereits vorhandene Stoffkreislauf für sortenreines Porenbetonmaterial sollte deshalb im zentralen Teilprojekt von „REPOST“ für entsprechendes Altmaterial geöffnet werden.

Aus Porenbeton-Altmaterial verschiedener Sortenreinheiten wurden Baustoffprototypen (Porenbeton-, Kalksand- und Leichtbetonsteine) für den Mauerwerksbau entwickelt, die unter Einhaltung normativer Eigenschaftskennwerte jeweils maximal mögliche Mengen an rezykliertem Sekundärporenbeton enthalten.

Wo dieses Altmaterial nicht direkt stofflich wiederverwertet werden kann, wurde eine thermische Umwandlung in Dicalciumsilikat, einen Hauptbestandteil von Zementklinker, untersucht. Ziel war, den zu deponierenden Anteil an Porenbeton zu minimieren und in der Porenbetonproduktion die primären Rohstoffe Zement bzw. gebrannten Kalk teilweise mit einem Recyclingprodukt zu ersetzen, das bei seiner Herstellung einen niedrigeren Energieverbrauch und somit niedrigere CO₂-Emissionen verursacht. Darüber hinaus wurde untersucht, ob und wie die Transformation einer konventionellen, linearen Nutzung von Porenbeton in Richtung einer zirkulären und nachhaltigen Nutzung gelingen kann. Dafür sollten Handlungsoptionen auf Basis einer techno-ökonomischen und ökologischen Analyse sowie einer optimierten Standort-Kapazitäts- und Logistikplanung bewertet werden.

Forschungsergebnisse und Transfermöglichkeiten

Im Projektverlauf wurden mehrere Lieferungen an vorsortiertem Altporenbeton von Otto Dörner Entsorgung GmbH an die Xella Granulatanlage Rotenburg/Wümme geliefert. Dazu wurde nach Schulung des Personals bei Dörner Porenbeton aus Abbruchmaßnahmen in Hamburg händisch sortiert. Die visuellen Vorprüfungen auf kritische Fremdanteile waren ohne Befund und das Material wurde der Zerkleinerung bei Xella zugeführt. Das entstandene Porenbetonmehl war frei von Schadstoffen gemäß LAGA M20, TR-Boden, sodass aus chemischer Sicht keine Anwendungsbeschränkungen für das zerkleinerte Altmaterial bestanden.

Nach der Optimierung von Verfahrensparametern und Rezepturen wurden am Karlsruher Institut für Technologie, Institut für Technische Chemie (KIT-ITC) insgesamt über 100 kg Belitklinker aus vier unterschiedlichen Altporenbetonqualitäten gebrannt und dem Projektpartner Xella zur Verfügung gestellt. Daten zu Stoff- und Energiebilanzen wurden dem Institut für Industriebetriebslehre und industrielle Produktion (KIT-IIP) zur techno-ökonomischen Analyse übermittelt. Im Technikumsmaßstab ließen sich bis zu 50 % des sonst in der Porenbetonherstellung eingesetzten Portlandzements (OPC) durch Recycling (RC)-Zementklinker (Belit) aus Altporenbeton ersetzen (Abbildung 15 zeigt Material aus einer ersten Hochskalierung im Großtechnikum der Xella Technologie und Forschungsgesellschaft mbH mit 25 % RC-Zementklinker). Es wurden Rezepturen für Porenbeton entwickelt, die bis zu 40 M.-% an zerkleinertem Altporenbeton enthalten. Zur Verfügung stehen heute Rezepturen mit 20 M.-% (Porenbeton der Güteklasse PP2, siehe Abbildung 2), 30 M.-% (Güteklasse PP4) sowie 40 M.-% Porenbetonmehl (Porenbeton-Planbauplatte für die Anwendung als nichttragende Innenwand).

Diese drei Produktgruppen machten im Jahr 2021 circa 95 % der Xella-Gesamtproduktion an Porenbeton in Deutschland aus. Aktuell werden in Xella-Werken Probeproduktionen auf Basis dieser neuen Rezepturen durchgeführt.

Ziel sind sowohl Rezepturfreigaben als auch Produktionsaufnahmen.

Die Entwicklung eines Kalksandsteins mit zerkleinertem Altporenbeton sowie eines Leichtbetonsteins unter Verwendung von granuliertem Altporenbeton als Leichtzuschlag wurde im Technikumsmaßstab abgeschlossen.

Mittels Modellierung wurden am KIT-IIP die bis 2050 anfallende Mengen an Porenbeton- Abbruchmaterial in Deutschland (auf Landkreisebene) ermittelt. Dabei zeigte sich, dass in den nächsten Jahren und Jahrzehnten mit einem signifikant steigenden Aufkommen zu rechnen ist, das von 1,2 Millionen m³ im Jahr 2020 auf über 4 Millionen m³ im Jahr 2050 steigen kann (siehe Abbildung 1).

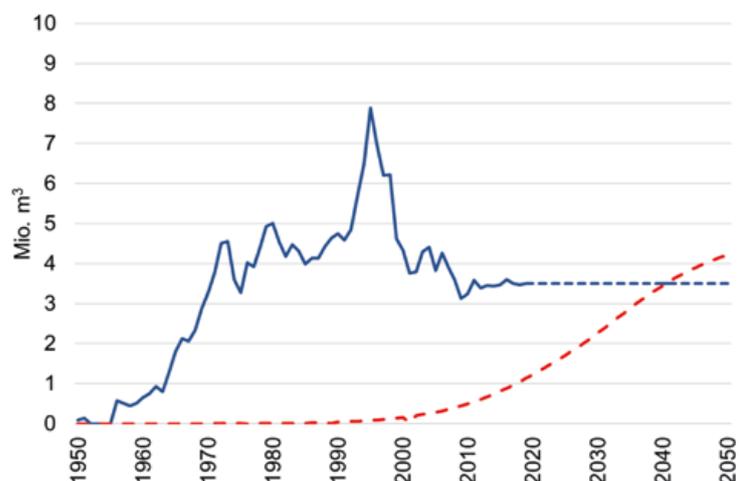


Abbildung 1: Porenbeton (PB) Neuproduktion und Aufkommen von Porenbetonabfall in Deutschland 1950 - 2050

Quelle: Steins et al.(2021): Assessment of post-demolition autoclaved aerated concrete (ACC) volumes in Germany, Resources, Conservation & Recycling. DOI: 10.1016/j.resconrec.2021.105504

Transfermöglichkeiten bestehen einerseits bei der Ausweitung des Porenbeton-Recyclings auf ganz Europa. Hier sind insbesondere in Großbritannien und in Polen signifikante Aufkommen an Altporenbeton erwartbar. Andererseits könnten die eingesetzten Methoden auch zur Etablierung/Optimierung von Recyclingnetzwerken für andere Baustoffe aus dem Gebäuderückbau genutzt werden.

Beitrag zu Ressourceneffizienz und Nachhaltigkeit

Eine ökobilanzielle Bewertung verschiedener Verwertungsoptionen für Altporenbeton zeigte, dass das Recycling mit großen CO₂-Einsparungen sowie einer signifikanten Reduktion weiterer Umweltauswirkungen einhergeht. Die beste Recyclingalternative hinsichtlich der Treibhausgasemissionen ist das Beimischen von Altporenbeton in gemahlener Form in der Herstellung von Porenbeton (closed-loop Recycling).

Durch diese Verwertung lässt sich eine Einsparung von fast 0,5 kg CO₂ pro kg Altporenbeton erreichen. Für eine vollständige Rezepturumstellung innerhalb der Xella Deutschland GmbH würden pro Jahr circa 60 kt Altporenbeton benötigt. Daraus ergibt sich ein Einsparpotenzial für Treibhausgasemissionen von bis zu 30 kt CO₂eq pro Jahr.



Abbildung 2: Herstellung von Porenbetonprototypen im Großtechnikum der Xella Technologie und Forschungsgesellschaft mbH

unten links: Porenbeton Planblock Ytong® PP2-0,35 mit 20 % Anteil an Altporenbeton; unten rechts: Porenbeton Planblock mit RCZementklinker (Belit) aus Altporenbeton

Quelle: Xella Technologie- und Forschungsgesellschaft mbH