KlimPro-Industrie / ReInvent

1. Statuskonferenz KlimPro-Industrie

26. April 2023 (10:00 – 18:15 Uhr),
Wasserturm / EUREF-Campus, Berlin

Dr. Peter Blaum
HeidelbergCement AG
Global R&D

Gefördert vom
Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Finanziert von der
Europäischen Union
NextGenerationEU

K^4 -

Kohlendioxidreduktion durch Kalkarme Klinker und Karbonatisierungshärtung

Gefördert vom

Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Finanziert von der
Europäischen Union
NextGenerationEU

TUM

FAU FRIEDRICH-ALEXANDER UNIVERSITÄT ERLANGEN-NÜRNBERG

IBU | tec

Heidelberg Materials

LITHON

KRAFT CURING

Zielsetzung von K^4

K^4 – Das Konzept

K^4 – So ist das Projekt strukturiert.

Ziel(e) & Umsetzung

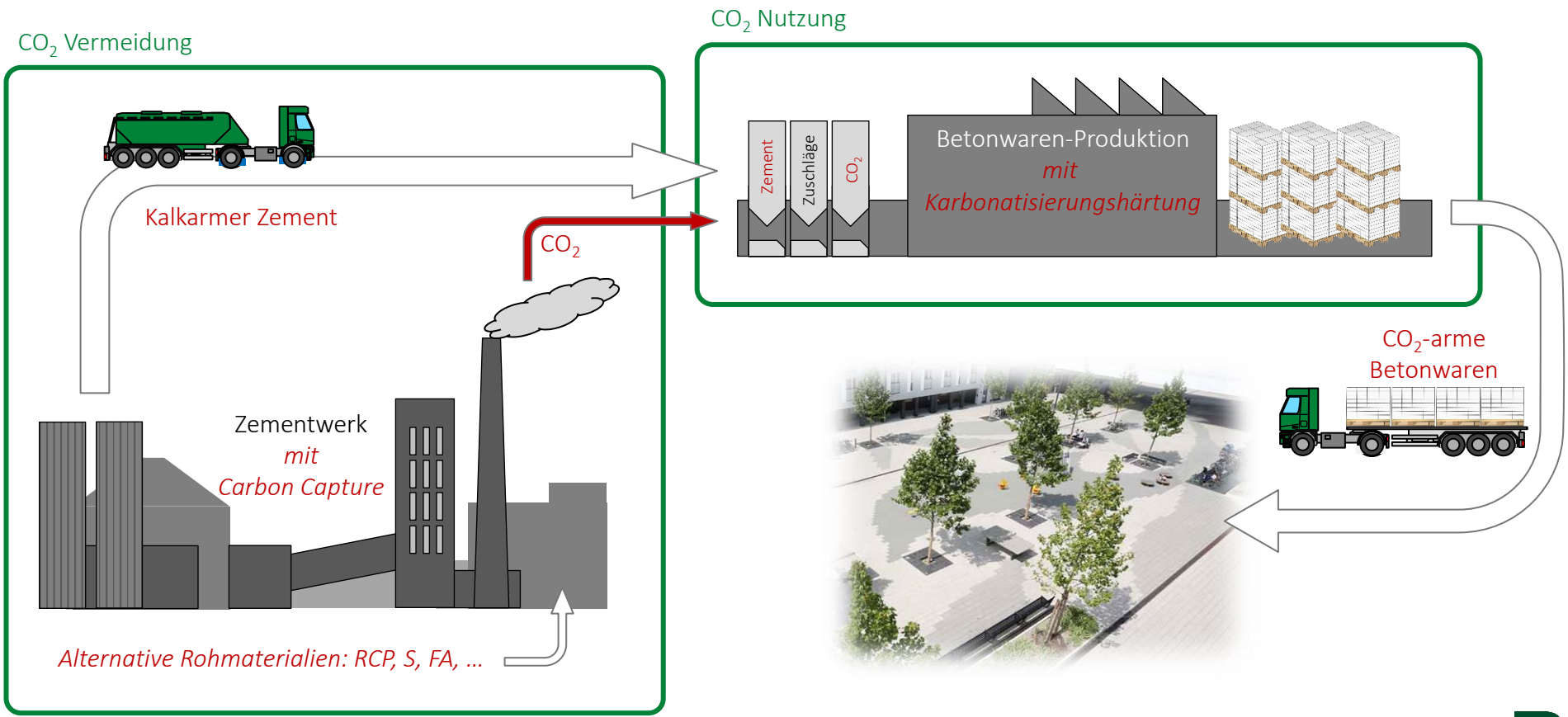
Ziel:

- Entwicklung eines **ganzheitlichen Konzepts** zur signifikanten **Reduzierung der CO_2-Emissionen in der Zement- und Betonindustrie**

Umsetzung:

- Entwicklung und Herstellung **kalkarmer belitischer Klinker** zur direkten Vermeidung anthropogener CO_2-Emissionen (CDA)
- 100%ige Primärressourceneinsparung durch Erschließung von **RCP als Kalksteinsubstitut** im Rohmehl zur Zementklinkerherstellung
- Sequestrierung und stoffliche Nutzung von anthropogenem CO_2 durch Herstellung **karbonatisierungsgehärteter Betonsteinsteinprodukte** (Carbon Capture & Utilization, CCU)
- Bewertung der Eigenschaften und **Leistungsfähigkeit der Produkte** mit rezyklierten Komponenten im Vergleich zu Produkten mit konventionellen Rezepturen
- Identifizierung & Bewertung ökologischer Auswirkungen **(LCA)** und ökonomischer Einflussfaktoren **(LCCA)**

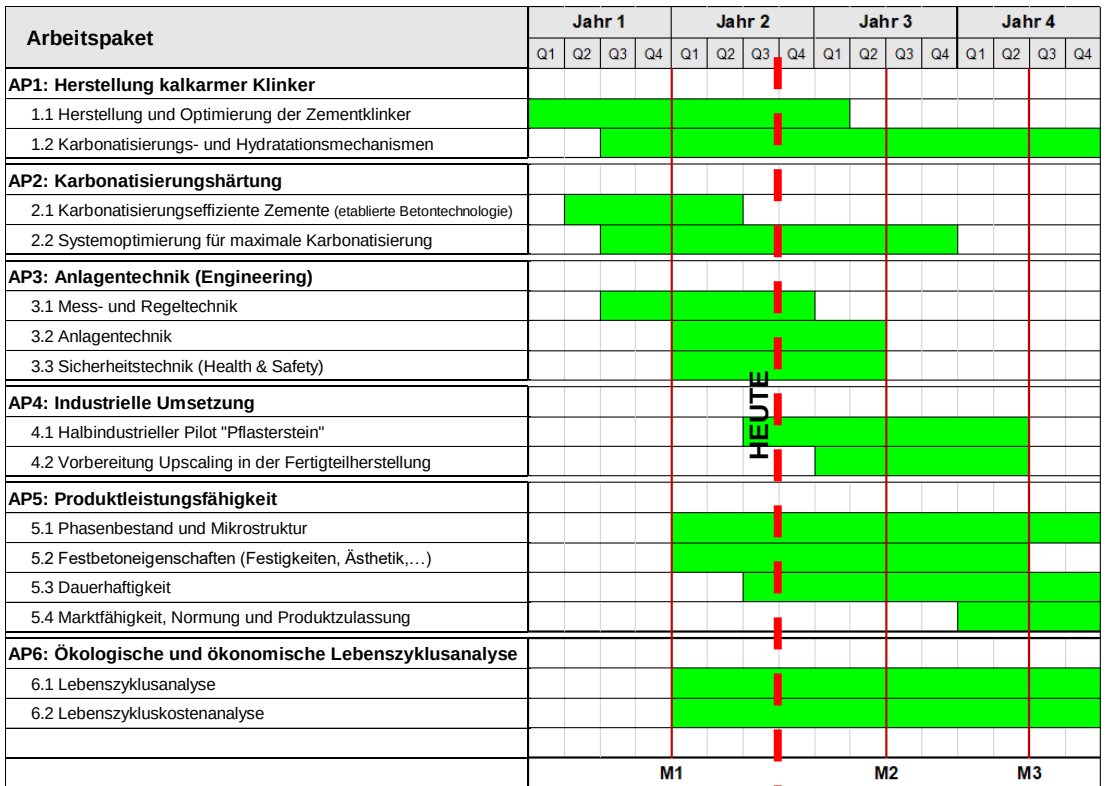
Neuartige kalkarme Zemente für die Karbonatisierungshärtung



Arbeitspaket, Zeit- und Meilensteinplanung

Projektstart: 01.08.2021
Projektende: 31.07.2025

Verbundkoordinator: HC
Responsible: PBI, MDi



M1: Erster kalkarmer Klinker (Muster) mit signifikantem Anteil an recyceltem hydratisiertem Zementstein (RCP) hergestellt
M2: Entwicklung Anlagen- und Sicherheitstechnik abgeschlossen: Pilotanlage „Karbonatisierung“ verfügbar
M3: Praxistest in industriell relevantem Maßstab durchgeführt

Heidelberg Materials

*„Karbonatisierungseffizienz und Systemoptimierung für maximale Karbonatisierung **(TP1)**“*

IBU | tec

*„Herstellung und Optimierung kalkarmer Zementklinker **(TP2)**“*

FAU Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg

*„Entschlüsselung von Karbonatisierungs- und Hydratisierungsmechanismen **(TP3)**“*

KRAFT CURING

*„Entwicklung der Anlagentechnik zur gezielten Karbonatisierungshärtung **(TP4)**“*

LITHON

*„Praxistests Pflasterstein und Integration Pilotanlage **(TP5)**“*

TUM

*„Bewertung der Produktleistungsfähigkeit inkl. LCA & LCCA **(TP6)**“*

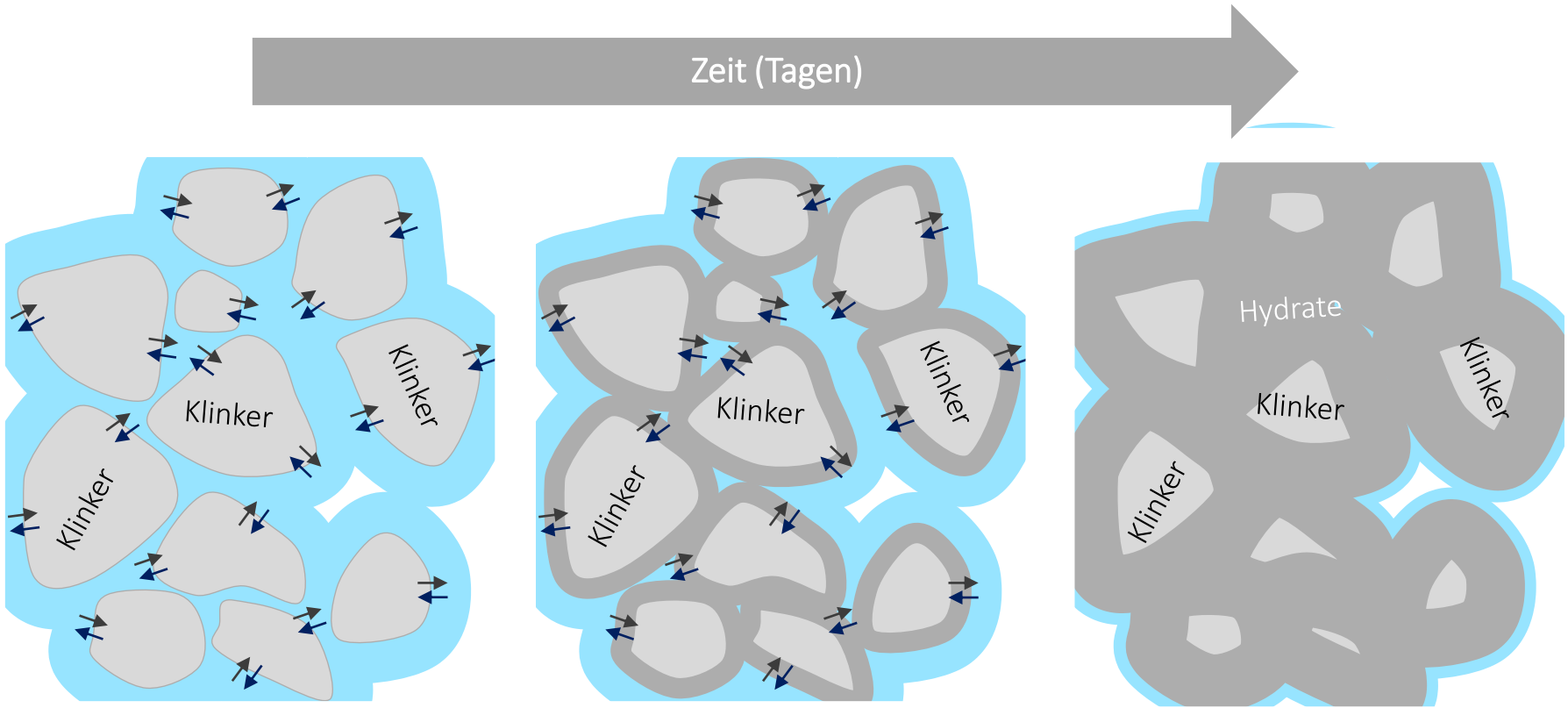
Klinkerherstellung

1. Kalkarme Klinker auf Basis von RCP hergestellt (Semi-industrieller Maßstab)

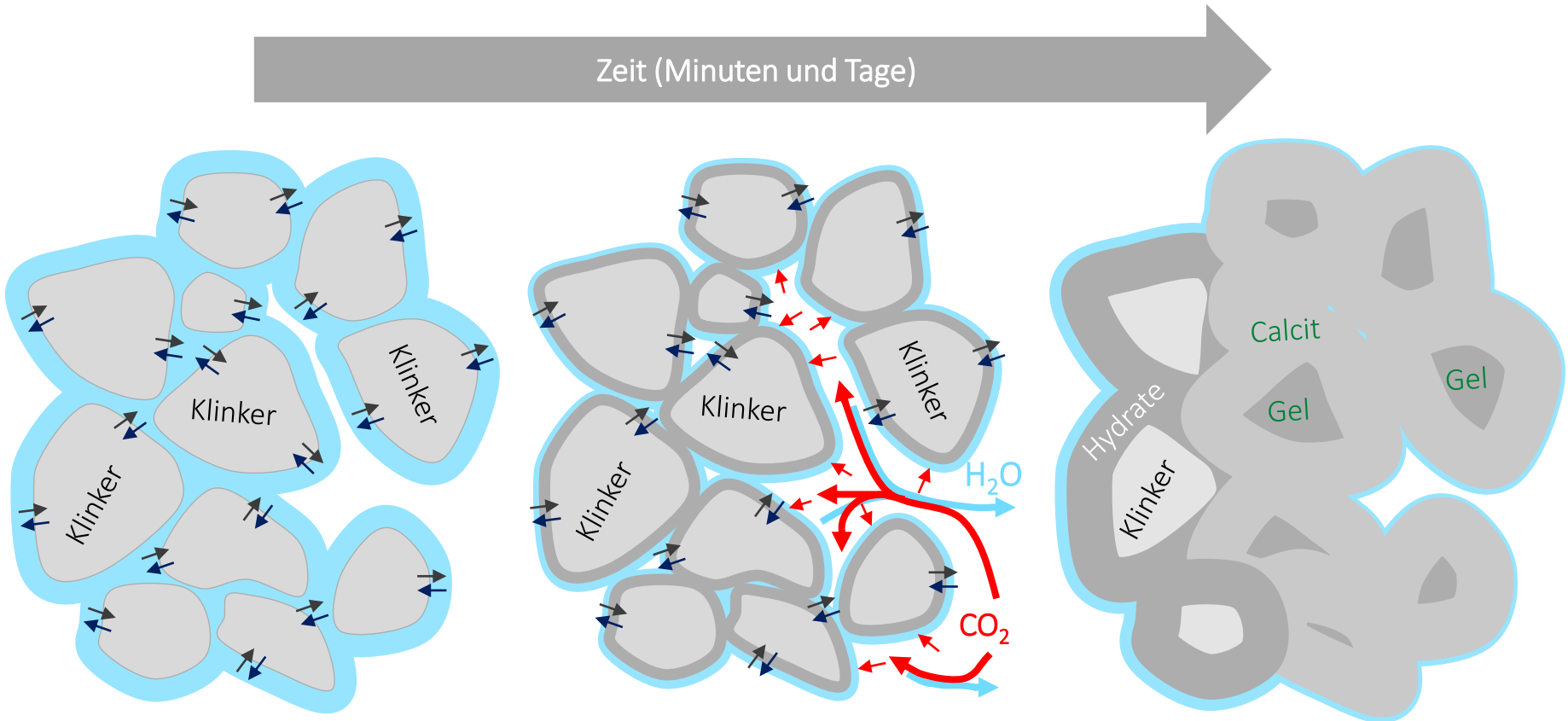
- **Nachweis der Machbarkeit der Verwendung von RCP als Rohmehlbestandteil bei der Herstellung von belitischen Klinkern in einem Drehrohrofen**
- **Ermittlung der optimalen Prozessbedingungen, d. h. Temperatur der Brennzone und Verweilzeit**
- **Bereitstellung von Klinkerproben für die Entwicklung von Zementen, die für die Karbonatisierungshärtung geeignet sind (M1 – 07/22)**

Karbonatisierungs-
härtung

Hydraulische Bindemittel härten aus, indem sie Wasser in festen Hydraten binden



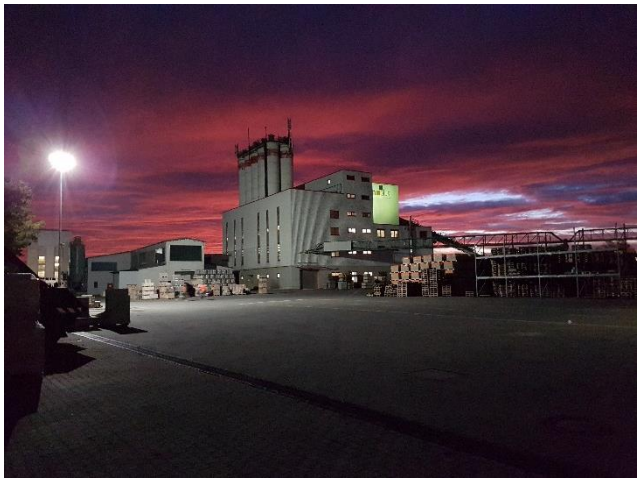
Karbonatisierungshärtung umfasst zus. die Bindung von CO_2 in festen Phasen



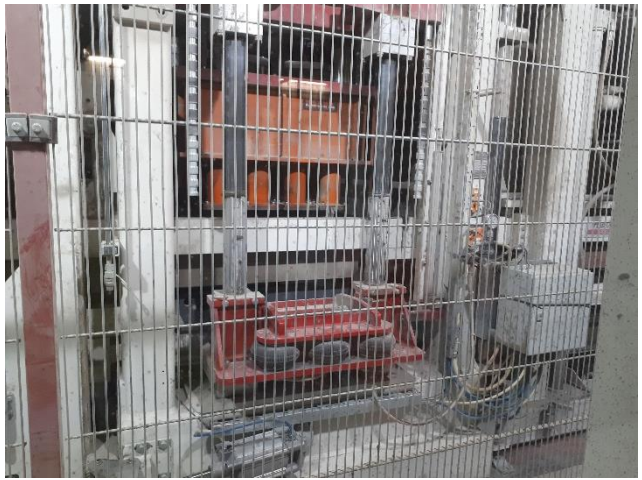
Anwendungsbereich: Pflastersteine

Machbarkeit an industriell hergestellten Pflastersteinen nachgewiesen

Die Herstellung von Pflastersteinen



Lithonplus-Werk Thalfingen



Maschinelle Vibrationsverdichtung

Qualitätskontrolle der hergestellten Steine

Machbarkeit an industriell hergestellten Pflastersteinen nachgewiesen

Karbonatisierungshärtung im semi-industriellen Maßstab

Standard-Nachbehandlung im Hochregallager

Mobile Nachbehandlungskammer für Karbonatisierungshärtung

Produzierte Steine in der mobilen Kammer

Welche Parameter unterstützen die Karbonatisierungshärtung

Vortrocknung → CO_2-Beaufschlagung → Nachbehandlung

Status & Next Steps

Status & Next Steps

AP 1 – „Herstellung kalkarmer Klinker“ (IBU-tec, FAU, HC):

- Entwicklung kalkarmer, belitischer Klinker mit signifikantem Anteil an recyceltem hydratisiertem Zementstein (M1; 07/22)
- *Charakterisierung der Klinker- und Phasenzusammensetzung sowie Mikrostruktur*
- Konstruktion und Inbetriebnahme der in-situ Karbonatisierungskammer
- *Untersuchung von Karbonatisierungs- und Hydratisierungsmechanismen an Klinkern und Reinphasen*

AP 2 – „Karbonatisierungshärtung“ (HC, TUM, FAU, LP+):

- *Entwicklung neuartiger Zemente mit Fokus auf ihre Eignung für die Karbonatisierungshärtung*
- *Optimierung des Karbonatisierungsprozesses durch optimierte Prozessparameter und Betontechnologie*

AP 3 – „Anlagentechnik“ (KCS, LP+, HC):

- Erarbeitung eines Konzepts zur Mess- und Regeltechnik
- *Erarbeitung eines Sicherheitskonzepts zur Inbetriebnahme der Anlage*

AP 4 – „Industrielle Umsetzung“ (KCS, LP+, HC, TUM):

- *Halbindustrieller Pilot „Pflasterstein; Karbonatisierungsversuche mit mobiler Kammer*

AP 5 – „Produktleistungsfähigkeit“ (TUM, HC, LP+):

- *Untersuchung der Wechselwirkungsmechanismen zwischen Karbonatisierung, Phasenbestand und Mikrostruktur*

AP 6 – „Ökologische und ökonomische Lebenszyklusanalyse“ (TUM, HC, KCS, LP+, IBU-tec)

- *Iterative, projektbegleitende Ökobilanzierung*

Wie kann man Beton CO_2-neutral machen?

Wie kann man Beton CO_2-neutral machen

Vision

- CO_2-neutraler Beton bis 2050

Ansatz

- Schließung des Stoffkreislaufs von Beton und CO_2
- Ein Beitrag: Karbonatisierungshärtung in Betonfertigteil-Werken

3.

K4

4 CLIMATE – 4 FUTURE

CO_2-NEUTRALER BETON

Gefördert vom

Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

DLR

Finanziert von der
Europäischen Union

NextGenerationEU