

**MINISTERIUM FÜR UMWELT,
KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT
BADEN-WÜRTTEMBERG**

Postfach 10 34 39, 70029 Stuttgart

E-Mail: poststelle@um.bwl.de

An die
Präsidentin des Landtags
von Baden-Württemberg
Frau Muhterem Aras MdL
Haus des Landtags
Konrad-Adenauer-Str. 3
70173 Stuttgart

Stuttgart 18.12.2023

nachrichtlich

Staatsministerium
Ministerium für Finanzen
Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus
Ministerium für Ernährung, Ländlichen Raum und Verbraucherschutz
Ministerium für Landesentwicklung und Wohnen

Antrag der Abg. Friedrich Haag und Daniel Karrais u. a. FDP/DVP

- **Technologieoffene Förderung zur Beschleunigung des Wohnungsbaus**
- **Drucksache 17/5844**

Ihr Schreiben vom 27. November 2023

Sehr geehrte Frau Landtagspräsidentin,

das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft nimmt im Einvernehmen mit dem Ministerium für Finanzen, dem Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus, dem Ministerium für Ernährung, Ländlichen Raum und Verbraucherschutz und dem Ministerium für Landesentwicklung und Wohnen zu dem o. g. Antrag wie folgt Stellung:

*Der Landtag wolle beschließen,
die Landesregierung zu ersuchen
zu berichten,*

1. *wie sie die CO₂-Speicherfähigkeit der mineralischen Baumaterialien wie Beton, Kalksandstein, Poren- und Leichtbeton (im Folgenden der Einfachheit halber als Beton zusammengefasst) beurteilt;*

„CO₂-Speicherfähigkeit“ bezeichnet die Fähigkeit, Kohlenstoffdioxid (CO₂) zu speichern und so dem natürlichen CO₂-Kreislauf langfristig zu entziehen. Das CO₂ kann der Atmosphäre dabei grundsätzlich durch chemische Prozesse, wie z. B. durch Karbonatisierung von mineralischen Baustoffen, durch technische Entnahme von CO₂ aus der Atmosphäre oder durch den Wachstumsprozess von Holz entzogen werden.

Der Begriff „Karbonatisierung“ beschreibt die chemische Umwandlung von Calciumhydroxid und CO₂ zu Calciumcarbonat. Dieser Prozess findet in zement- und kalkgebundenen mineralischen Baustoffen wie Beton, Kalksandstein, Poren- und Leichtbeton statt. Die Baustoffe entnehmen dabei der Atmosphäre über einen längeren Zeitraum CO₂ und binden dieses dauerhaft.

Die Reaktionsgeschwindigkeit der Karbonatisierung, und somit das Maß der CO₂-Entnahme bzw. -Speicherung, wird durch vielerlei Aspekte bedingt, wie z. B. durch den Feuchtegehalt des Materials, die Feuchte der Umgebungsluft, die Materialporosität und das Materialalter. Im Fall von Beton nimmt die Geschwindigkeit der Karbonatisierung mit der Zeit nach dem Wurzel-Zeit-Gesetz ab und stagniert ab einem bestimmten Betonalter nahezu vollständig. Weiter beschränkt sich die Karbonatisierung bei Betonbauteilen aufgrund der üblichen hohen Dichten auf die oberflächennahen Randbereiche, der Großteil der Bauteilvolumina wird somit in der Regel nicht karbonatisiert. Kalksand-, Poren- und Leichtbetonsteine können dagegen bis zum Ende ihrer Nutzungsphase vollständig karbonatisiert sein. Im Gebäudebereich wird dabei in der Regel von 50 Jahren ausgegangen, sofern die Bauteile bzw. Baustoffe für diese Nutzungsdauer ausgelegt sind.

In bewehrtem Beton kann Karbonatisierung zu Korrosion der Bewehrung führen und ist daher in der Regel unerwünscht, sodass in der Planung und Ausführung von Gebäuden Maßnahmen getroffen werden, um die Karbonatisierung zu begrenzen. Durch die Karbonatisierung sinkt der pH-Wert im Beton, wodurch die schützende Oxidschicht um den Betonstahl aufgelöst wird. Die Korrosionsprodukte des Stahls nehmen mehr Volumen ein und können so zu Abplatzungen und Rissen der Betondeckung und somit zu einer weiteren Beschleunigung der

Bewehrungskorrosion führen. Die CO₂-Speicherfähigkeit durch natürliche Karbonatisierung von Beton ist demnach begrenzt und ein erhöhter Karbonatisierungsgrad aus oben genannten Gründen in der Regel nicht gewünscht.

Um die CO₂-Speicherfähigkeit von Beton dennoch zu erhöhen und das Problem der Bewehrungskorrosion zu vermeiden, gibt es aktuelle Forschungsansätze. Eine Möglichkeit ist es beispielsweise, rezyklierte Gesteinskörnung mit abgedehntem CO₂ etwa aus Zementwerken zu bedampfen und damit das abgedehnte CO₂ langfristig zu speichern. Die karbonatisierte rezyklierte Gesteinskörnung kann als teilweiser Ersatz von natürlicher Gesteinskörnung bei der Herstellung von Beton eingesetzt werden. Der Einsatz dieser rezyklierten und technisch karbonatisierten Gesteinskörnung im Frischbeton vermeidet wissenschaftlichen Untersuchungen zufolge die Problematik der Korrosionsgefahr der Bewehrung, da die Gesteinskörnung vom Zementleim umhüllt und so „isoliert“ wird. Durch die Anwendung technischer Prozesse lässt sich somit das CO₂-Speicherpotenzial von Beton bei gleichzeitiger Begrenzung der Korrosionsgefahr der Bewehrung erhöhen.

Mittelfristig wird angestrebt, durch technische Prozesse die vorwiegend durch die Herstellung erzeugten CO₂-Emissionen von Beton durch Karbonatisierung im Laufe der Nutzungsdauer der Betonbauteile wieder einbinden zu können. Für eine endgültige Bewertung des Potenzials der CO₂-Speicherung durch technisch induzierte Karbonatisierung liegen der Landesregierung derzeit noch keine ausreichenden Forschungsergebnisse und Praxiserfahrungen vor. Zudem muss bei der CO₂-Gesamtbilanzierung auch berücksichtigt werden, dass diese technischen Prozesse sehr energieintensiv sind und erneuerbare Energien dafür derzeit nicht in ausreichendem Maß verfügbar sind.

Erste Untersuchungen an Pilotprojekten haben gezeigt, dass es durch das beschriebene Verfahren derzeit möglich ist, ca. 10 kg CO₂ pro Tonne rezyklierte Gesteinskörnung zu speichern. Das formulierte Forschungsziel lautet, bis 2025 mindestens dieselbe Menge CO₂ in rezyklierter Gesteinskörnung binden zu können, die bei der Herstellung des Betons emittiert wird.

Mineralische Baustoffe – eingesetzt als Bestandteil von Bauteilen und Gebäuden – unterscheiden sich sehr im Hinblick auf ihre Fähigkeit, CO₂ speichern zu können. Porenbeton, Leichtbeton und Kalksandstein können aufgrund ihrer Porosität deutlich mehr CO₂ durch Karbonatisierung einspeichern, als Betone mit

höherer Dichtigkeit. Um dieses CO₂-Speicherpotenzial bewerten zu können, ist die CO₂-Speicherfähigkeit stets im Verhältnis zu den durch die Herstellung und spätere Entsorgung der Baustoffe verursachten CO₂-Emissionen zu betrachten. Aktuell wird nur ein Teil der mit der Herstellung verursachten CO₂-Emissionen durch Karbonatisierung wieder in die mineralischen Baustoffe eingebunden.

2. *inwiefern Karbonatisierung und Rekarbonatisierung von Beton bei Umweltbilanzen von Bauprojekten Berücksichtigung finden;*

Während der Begriff „Karbonatisierung“ im Bauwesen vor allem im Zusammenhang mit Beton verwendet wird, findet sich die Bezeichnung „Rekarbonatisierung“ vermehrt im Zuge von ökologischen Bewertungen, in denen der gesamte Lebenszyklus von Bauprodukten, Bauteilen oder Gebäuden betrachtet wird. Es wird im Folgenden davon ausgegangen, dass „Rekarbonatisierung“ die Rückbindung von einem Teil der CO₂-Emissionen bedeutet, welche bei der Herstellung des Bauteils oder Gebäudes freigesetzt wurden.

Diese werden im Laufe des Lebenszyklus des Bauteils oder Gebäudes aus der Umgebungsluft wiederaufgenommen und im Bauteil schließlich dauerhaft im mineralischen Baustoff durch Karbonatisierung gespeichert. Die CO₂-Emissionen in der Herstellungsphase von Betonbauteilen sind vor allem den Produktionsprozessen von Zement und Branntkalk zuzuordnen. Dabei stammen die CO₂-Emissionen zu ca. zwei Dritteln aus den chemischen Prozessen bei der Verarbeitung des Rohmaterials zur Herstellung von Zement und Branntkalk. Ein weiteres Drittel wird im Zuge der Bereitstellung von Energie zum Beispiel durch Verbrennung fossiler Energieträger verursacht.

Die Bindung von CO₂ durch Rekarbonatisierung von Bauwerken kann in Ökobilanzen über die Lebensdauer dieser Bauten berücksichtigt werden. Die Aufnahme von CO₂ durch Rekarbonatisierung wird beim Wirkungsindikator Treibhauspotenzial (engl. „Global Warming Potential“, kurz „GWP“, angegeben in kg CO₂ äq.) berücksichtigt. Die Zuordnung erfolgt im Modul B1 „Nutzung/Anwendung“ des Nutzungsstadiums von Gebäuden. Da CO₂ nicht ausgestoßen und an die Umwelt abgegeben, sondern aus der Umwelt entnommen und gebunden wird, ist der berechnete GWP-Wert für die Rekarbonatisierung negativ. Die Kalkulation erfolgt nach DIN EN 16757. Die CO₂-Aufnahme ergibt sich anhand des

Verhältnisses von Oberfläche zu Volumen des Betonbauteils, der Betonzusammensetzung, der Nutzungsdauer und anhand weiterer Einflussgrößen wie u. a. des Bauwerkstyps, der Umgebungsbedingungen, der Betondruckfestigkeitsklasse sowie des Grads der Karbonatisierung. Diese werden durch entsprechende Faktoren berücksichtigt.

In einer Kurzstudie wurde die CO₂-Speicherkapazität der mineralischen Baumaterialien Kalksandstein, Leichtbeton und Porenbeton für Mauerwerk im Verhältnis zu den CO₂-Emissionen, die über den Lebenszyklus des Gebäudes ausgestoßen werden, untersucht. Dabei wurde als Repräsentant für den deutschen Wohnungsbau als Gebäudetyp ein Mehrfamilienhaus (MFH) mit ca. 1000 m² Netto-Raumfläche gewählt. Über 50 Jahre können bei einem MFH mit Kalksandstein-Mauerwerk ca. 6 Prozent der CO₂-Emissionen durch Karbonatisierung wieder eingespeichert werden, bei einem MFH mit Leichtbeton-Mauerwerk beträgt der Anteil 4 Prozent, bei einem MFH mit Porenbeton-Mauerwerk beträgt der Anteil ca. 7 Prozent.

Insgesamt ist festzuhalten, dass die CO₂-Speicherkapazität von mineralischen Baumaterialien in Bauwerken bilanziell berücksichtigt werden kann, die Speicherkapazität im Vergleich zu den CO₂-Emissionen der Gebäude über deren Lebenszyklus jedoch verhältnismäßig gering ist.

3. *welche wissenschaftlichen Studien sie für ihre Beurteilung der CO₂-Speicherung von Beton heranzieht;*

In der Kurzstudie „Rekarbonatisierung von Mauerwerk“ (vgl. [1]) aus dem Jahr 2022 wurden vergleichende Analysen zur Speicherfähigkeit durch Karbonatisierung für Mauerwerk aus Kalksandstein, Poren- und Leichtbeton durchgeführt. Um auch Beton als CO₂-Speicher nutzen zu können, wird die Karbonatisierung von rezyklierter Gesteinskörnung aus Altbeton in der Forschung aktuell adressiert. Hierzu wurde im Rahmen eines Forschungsprojekts der ETH Zürich ein Verfahren entwickelt. Das Verfahren hat mittlerweile den industriellen Maßstab erreicht; eine Anlage wird bei einem Betonhersteller betrieben (vgl. [2] und [3]). 2022 wurde vom Fraunhofer Institut für Bauphysik gemeinsam mit der TU München eine Studie erstellt, in der die Speicherfähigkeit von mineralischen Baustoffen untersucht und belegt wurden. Die Studie gliedert sich in drei Teile: eine

Literaturstudie (Teil 1), eine Studie zum Status Quo (Teil 2A) sowie eine Studie zu möglichen Zukunftsszenarien (Teil 2B) (vgl. [4-6]).

[1] Pohl, S.: Recarbonatisierung von Mauerwerk, Kurzstudie, Darmstadt 2022

[2] Pflieger, M.-P.; Radl, E.; Vill, M. (2023) Untersuchungen zum CO₂-Speicherpotenzial von rezyklierten Gesteinskörnungen und Zementproben unter Zwangskarbonatisierung. Beton- und Stahlbetonbau 118, H. 8; S. 565-574.
<https://doi.org/10.1002/best.202300006>

[3] Speicherung von CO₂ durch Carbonatisierung von Altbeton: <https://beton.news/forschung/speicherung-von-co2-durch-carbonatisierung-von-altbeton/>, zuletzt aufgerufen am 05.12.2023

[4] Lenz, K., Steier, S., Göttig, R.: Potentiale im Mauerwerksbau – Teil 1: Literaturstudie zur qualitativen Analyse bei der Bewertung verschiedener Bauweisen – Ökologie / Energie / Wohngesundheit. Fraunhofer Institut für Bauphysik IBP, Stuttgart / Holzkirchen / München, 2021

[5] Lenz, K., Steier, S., Göttig, R.: Potentiale im Mauerwerksbau – Teil 2: Detailanalyse ausgewählter Aspekte der Nachhaltigkeit – Ökologie / Energie – Teil A: Status Quo. Fraunhofer Institut für Bauphysik IBP, Stuttgart / München, 2022

[6] Lenz, K., Steier, S., Göttig, R.: Potentiale im Mauerwerksbau – Teil 2: Detailanalyse ausgewählter Aspekte der Nachhaltigkeit – Ökologie / Energie – Teil B: Zukunftsszenarien. Fraunhofer Institut für Bauphysik IBP, Stuttgart / München, 2022

Zur Beurteilung der Einsatzfähigkeit der Karbonatisierung rezyklierter Gesteinskörnung durch Bedampfung mit CO₂ fördert das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft im Rahmen der Ermächtigung gemäß Staatshaushaltsplan derzeit den Bau einer ersten Pilotanlage im Großraum Stuttgart. Das Projekt soll unter wissenschaftlicher Begleitung erfolgen und genauere Erkenntnisse zu den Möglichkeiten einer großtechnischen Umsetzung sowie zum Umfang der erreichbaren Karbonatisierung liefern.

4. *welche Rolle die CO₂-Speicherung in Beton bei dem Ziel der Landesregierung, bis 2040 in Baden-Württemberg Klimaneutralität zu erreichen, spielt;*

Im Rahmen der angestrebten Klimaneutralität 2040 hat die Landesregierung für das Jahr 2030 im KlimaG BW verbindliche Sektorziele gesetzlich verankert. Im Gebäudesektor (Gebäudebetrieb) müssen die THG-Emissionen von 17,4 Mio. t CO₂-Äq in 2021 auf 10,7 Mio. t CO₂-Äq in 2030 gesenkt werden. Da rund zwei Drittel der THG-Emissionen aus dem Bereich Gebäudebetrieb und Gebäudestruktur durch Nutzenergie verursacht werden (Wärme und Strom), zählt insbesondere die energetische Sanierung des Gebäudebestands zu den zentralen Maßnahmen zur Reduzierung der THG-Emissionen. Auch der Erhalt und die Erhaltung des Gebäudebestands mit den darin gebundenen grauen Emissionen ist eine wichtige Maßnahme zur Emissionsminderung.

In der Bauwirtschaft müssen klima- und ressourcenschützende Bauweisen berücksichtigt werden, da beim Neubau nach heutigem Stand bereits im Durchschnitt bis zu 50 Prozent der gesamten Lebenszyklusemissionen durch die Errichtung des Bauwerks verursacht werden. Hierzu müssen bei allen Baustoffen die spezifischen Minderungspotenziale ausgeschöpft werden – auch deshalb, weil der Gesamtbedarf an Baustoffen mengenmäßig nur durch eine Kombination aller gängigen Baumaterialien gedeckt werden kann.

5. *ob ihr Anlagen zur CO₂-Rückgewinnung in der Zementindustrie bekannt sind;*

Auf dem Gelände des Zementwerks in Mergelstetten plant das Forschungskonsortium Cement Innovation for Climate CI4C (Schwenk Zement GmbH und Co.KG, Buzzi Unicem - Dyckerhoff, HeidelbergCement AG sowie Vicat SA) das Pilotprojekt ‚catch4climate‘ in dessen Rahmen nach dem sogenannten Pure-Oxyfuel-Verfahren CO₂ abgeschieden werden soll. Das Pure-Oxyfuel-Verfahren ist ein Klinkerbrennverfahren, bei dem anstelle von Luft reiner Sauerstoff in den Ofen eingebracht wird. Im Ofen wird so im Abgas eine hohe CO₂-Konzentration von etwa 90 Prozent erreicht und damit ein hohes Abscheidungspotenzial gewährleistet. Die Pilotanlage soll nach Angaben von Schwenk Zement Mitte 2024 in Betrieb gehen.

Medienberichten zufolge ist außerdem im Holcim-Zementwerk in Lägerdorf (Schleswig-Holstein) der Bau einer Oxyfuel-Pilotanlage geplant. Auch an Standorten außerhalb von Baden-Württemberg und Deutschland werden vergleichbare Verfahren wie beispielsweise des Unternehmens Norcem, einer Tochtergesellschaft von Heidelberg Materials in Brevik (Norwegen), mit einem Projekt zur Abscheidung und Speicherung von CO₂ in der Zementindustrie vorangetrieben. Das abgeschiedene CO₂ soll nach derzeitigen Planungen ab 2024 unterirdisch unter der Nordsee eingelagert werden.

6. *welche Möglichkeit zur Reduzierung des Ausstoßes von Treibhausgasen in der Zementindustrie bestehen;*

Die bei der Zementherstellung energiebedingten Emissionen lassen sich durch die verstärkte Nutzung erneuerbarer Energien verringern.

Die prozessbedingten Emissionen wurden und werden durch die Entwicklung neuer Verfahren und Techniken zwar fortlaufend verringert, können aber nicht gänzlich vermieden werden. Deshalb kommt in der Zementherstellung der Abscheidung von CO₂ eine hohe Bedeutung zu.

Um eine regelhafte Abscheidung von CO₂ und dessen Speicherung (CCS – Carbon Capture and Storage) oder Nutzung (CCU – Carbon Capture and Usage) zu ermöglichen, müssen allerdings in einem ersten Schritt die bundesrechtlichen Voraussetzungen für die Abscheidung nach dem Bundesimmissionsschutzgesetz sowie den Transport und die Speicherung nach dem Kohlendioxid-Speicherungsgesetz geschaffen und international eingegangene Verpflichtungen angepasst werden. Das Bundeswirtschaftsministerium hatte ursprünglich angekündigt bis zum Sommer 2023 eine Carbon Management Strategie (CMS) vorzulegen; diese soll nunmehr in den kommenden Monaten erscheinen.

7. *wie sie die einseitige Förderung von Holzbau im Rahmen der Förderrichtlinie ELR mit dem Grundsatz „bei der Planung von Gebäuden und der Wahl von Baustoffen sollte ein technologieoffener und baustoffneutraler Ansatz verfolgt werden (...)" (Drucksache 17/5337) vereinbart;*

Das Ministerium für Ernährung, Ländlichen Raum und Verbraucherschutz (MLR) ist für die Umsetzung des Entwicklungsprogramms Ländlicher Raum (ELR) zuständig. Seit der Programmausschreibung 2023 bzw. 2024 sind Neubauprojekte im Rahmen des ELR, die nicht der Grundversorgung dienen, nur dann förderfähig, wenn sie durch überwiegenden Einsatz ressourcenschonender, CO₂-bindender Baustoffe wie z. B. Holz in der neuen Tragwerkskonstruktion errichtet werden. Hintergrund der Entscheidung des MLR ist insbesondere, dass diese Bauweisen im besonderem Maße förderwürdig sind, da nachwachsender Rohstoff wie z.B. Holz und andere CO₂-bindende Baustoffe hohe und sofort wirksame CO₂-Einsparpotenziale aufweisen.

8. *welche Vorteile von R-Beton sie im Hinblick auf die CO₂-Bilanz und den Ressourcenschutz sieht;*

Durch die Verwendung von ressourcenschonendem Beton (R-Beton) werden insbesondere der Ressourcenverbrauch reduziert und natürliche Primärrohstoffvorkommen geschont. In Baden-Württemberg werden jährlich rund 19 Millionen Tonnen Transportbeton hergestellt. Eine Tonne Beton enthält rund 850 kg Gesteinskörnung, die im Mittel zu etwa 30 Prozent (250 kg) aus rezyklierter Gesteinskörnung bestehen kann. Damit könnten bei der Betonherstellung in Baden-Württemberg maximal rund fünf Millionen Tonnen rezyklierte Gesteinskörnung eingesetzt und entsprechendes Primärmaterial aus Kiesgruben und Steinbrüchen geschont werden.

Eine Studie im Auftrag des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft aus 2021 hat für die Nutzung von R-Beton mit recycelter Gesteinskörnung gegenüber Beton mit Primärgesteinskörnung aufgrund der aktuell noch großen Transportentfernungen ein CO₂-Emissionseinsparpotenzial von derzeit rund zwei Prozent nachgewiesen. Höhere CO₂-Einsparungen sind durch eine ortsnahe Herstellung möglich. Weiterhin kann durch eine zusätzliche CO₂-Be-

aufschlagung (Karbonatisierung) der recycelten Gesteinskörnung das Einsparpotential auf bis zu 12 Prozent im Vergleich zu herkömmlichem Beton ausgebaut werden.

Neben der Möglichkeit der Karbonatisierung können die CO₂-Emissionen von Beton insbesondere durch den Einsatz klinkerarmer Zemente und hochfester Betone zur Realisierung kompakterer Bauteile reduziert werden, da die Herstellung von Zement 80 bis 90 Prozent der CO₂-Emissionen von Beton verursacht. Zusätzlich kann der Materialeinsatz durch die Optimierung von Tragwerken und Bauteilquerschnitten (Strukturoptimierung) effizienter ausgestaltet werden. Ebenso bietet die Wiederverwendung gebrauchter ganzer Stahlbetonbauteile vielversprechendes Potenzial. Mit dem Einsatz klinkerarmer CEM III-Zemente können die CO₂-Emissionen pro Kubikmeter Beton gegenüber herkömmlichen CEM I-Zementen um etwa 40 Prozent reduziert werden.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass der Einsatz von R-Beton insbesondere dann klimafreundlicher und ressourcenschonend ist, wenn er in Kombination mit weiteren innovativen Produkten und Verfahren wie den oben aufgeführten verwendet wird.

9. *wie sich der Einsatz von Recycling-Baustoffen, insbesondere Beton, in den vergangenen zehn Jahren entwickelt hat;*

Im Jahr 2010 konnten die Bauschuttrecyclinganlagen in Baden-Württemberg rund 8,1 Millionen Tonnen Recycling-Baustoffe erzeugen, davon wurden 39.000 Tonnen als Betonzuschlag eingesetzt. Die Gesamtmenge an erzeugten Recycling-Baustoffen konnte bis 2020 auf etwa 11,1 Millionen Tonnen erhöht werden, wovon bislang lediglich 420.000 Tonnen rezyklierte Gesteinskörnung als Betonzuschlag eingesetzt wurden. Diese Zahl muss in Relation zu den etwa 19 Millionen Tonnen Transportbeton pro Jahr gesehen werden, die im Land hergestellt werden. Es ist daher erforderlich, den Einsatz von rezyklierter Gesteinskörnung als Betonzuschlag in Zukunft bedeutend auszubauen.

Die regulatorischen Rahmenbedingungen für den Einsatz mineralischer Recycling-Baustoffe konnten in den vergangenen Jahren in einigen Bereichen erheblich verbessert werden. Normative Hemmnisse, die den Einsatz rezyklierter Ge-

steinskörnung zur Herstellung von R-Beton zwischen 2008 und 2017 eingeschränkt hatten, wurden mit Einführung der harmonisierten DIN EN 12620: 2008-07 überwunden. Mit Veröffentlichung der fortgeschriebenen DIN 1045-2 im Jahr 2023 konnten die technischen Einsatzmöglichkeiten weiter ausgebaut werden, nach der nun u. a. auch die Verwendung in weiteren Expositionsklassen sowie der Einsatz feiner rezyklierter Gesteinskörnungen möglich ist. Darüber hinaus wurden mit der am 1. August 2023 in Kraft getretenen Ersatzbaustoffverordnung (ErsatzbaustoffV) erstmals bundeseinheitliche und rechtsverbindliche Anforderungen an die Herstellung und den Einbau mineralischer Ersatzbaustoffe im Tiefbau (technische Bauwerke) festgelegt.

10. *inwiefern und mit welchen Maßnahmen sie „urban mining“ in Baden-Württemberg unterstützt;*

Im Rahmen des von der Landesregierung initiierten Strategiedialogs „Bezahlbares Wohnen und innovatives Bauen“ (SDB) erarbeiten Akteurinnen, Akteure und Verbände aus den Bereichen Architektur, Planung, Bauwirtschaft, Handwerk sowie Vertreterinnen und Vertreter der Beschäftigten und Gewerkschaften, Sozialverbände, Verwaltung, Politik und Wissenschaft in gemeinsamen agilen Arbeitsgruppen auch Lösungsansätze für einen weiteren Ausbau der Nutzung von Bauabfällen aus dem anthropogenen Lager. In Themensäule II des SDB „Innovatives und ökologisches Bauen und Sanieren“ wird ein Forschungsvorhaben zum Aufbau regionaler Sekundärrohstoffzentren gefördert. Darüber hinaus wird ein Forschungsvorhaben zur Beantwortung technischer Fragestellungen rund um die Wiederverwendung von gebrauchten Stahlbetonbauteilen gefördert, die aus dem Gebäudebestand gewonnen und für den Neubau verwendet werden. Außerhalb des SDB fördert das Ministerium für Landesentwicklung und Wohnen ein weiteres Forschungsvorhaben, welches analog die Wiederverwendung von gebrauchten Stahl- und Holzbauteilen wissenschaftlich untersucht. Die Erkenntnisse der beiden letztgenannten Forschungsprojekte sollen in Leitfäden veröffentlicht werden, mit dem Ziel, dass eine geregelte Umsetzung der Wiederverwendung von Bauteilen in die Baupraxis möglich wird.

Um ein möglichst flächendeckendes Angebot von R-Beton zu erreichen, hat das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft im Mai 2023 ein „Programm zur Förderung von ressourcen- und klimaschonendem Beton im Hoch-

bau (R-Beton)“ veröffentlicht. Mit dem Förderprogramm werden die als wichtiges Hemmnis für den Ausbau des Marktes an R-Beton identifizierten Transportbetonwerke beim Aufbau einer flächendeckenden Verfügbarkeit von R-Beton unterstützt sowie dessen wirtschaftlicher Einsatz weiter verbessert. Das Programm fördert ausschließlich den mineralischen Baustoff R-Beton mit jährlich 1,0 Mio. Euro und hat aktuell eine Laufzeit bis Ende 2024.

11. *inwiefern innerhalb der Förderrichtlinie ELR die Herkunft und Zertifizierung der Holzprodukte, die bei geförderten Bauvorhaben verwendet werden, sichergestellt wird;*

Im Rahmen der ELR-Förderung ist es Ziel, das Verfahren möglichst einfach, kostengünstig und effektiv zu gestalten. Daher wird auf Prüfungen der Herkunft und Zertifizierung der beim Bau verwendeten verschiedenen Holzprodukte verzichtet.

12. *ob ihr Fälle bekannt sind, dass aufgrund der Änderung des ELR-Förderprogramms, nur noch den Holzbau zu fördern, Bauvorhaben nicht umgesetzt werden;*

Die Vorgabe im Förderschwerpunkt Wohnen wird erstmals im Programmjahr 2024 angewendet. Der Landesregierung liegen keine Erkenntnisse vor, ob Bauvorhaben aufgrund der neuen Vorgabe möglicherweise nicht umgesetzt werden.

13. *welche Start-Ups oder Firmen ihr bekannt sind, die CO₂ reduzierende Prozesse bei der Herstellung von Zement und Beton umsetzen;*

14. *wie sie diese zuvor genannten Firmen oder Start-Ups fördert bzw. unterstützt;*

Die Fragen 13 und 14 werden aufgrund ihres Sachzusammenhangs gemeinsam beantwortet.

Der Landesregierung sind mehrere Start-ups bekannt, die im Bereich der Dekarbonisierung von Zement und Beton tätig und derzeit am Markt vertreten

sind:

- Alcemy (in Karlsruhe gegründet) ermöglicht eine neue Art der Zement- und Betonherstellung mittels Künstlicher Intelligenz.
- ecoLocked (Sitz in Berlin) schafft klimafreundlichere Gebäude und Infrastrukturen durch Umwandlung von „Captured Carbon“ in hochfunktionale Betonzusatzstoffe.
- Sonocrete (Sitz Cottbus) bringt die Ultraschalltechnologie in die Betonherstellung ein und ermöglicht so stark erhöhte Frühdruckfestigkeiten und damit die Möglichkeit, die Kohlenstoffemissionen erheblich zu reduzieren.
- Neustark (Sitz in Bern, Schweiz) hat ein Verfahren entwickelt, das rezyklierte Gesteinskörnung aus Altbeton mit CO₂ beaufschlägt, das aus Industrieprozessen abgeschieden wird, und baut entsprechende Anlagen. Das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft fördert derzeit den Bau einer ersten Anlage im Großraum Stuttgart mit 0,4 Mio. Euro.
- Start-up BW Accelerator „Groundbreakers“, Hochschule für Technik Stuttgart (HFT): Das Team arbeitet aktuell an einer Betonalternative aus wiederverwertbarem Bauschutt. Die Aktivitäten finden im Verbund mit der Wissens- und Technologie-Transfer GmbH, der HFT sowie mit einem breiten Fachnetzwerk aus der Baubranche statt, um gezielt Start-ups im Bau- und Gebäudebereich zu fördern. Das Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus fördert diesen Accelerator seit Juni 2023 im Rahmen des Förderaufrufs „Start-up BW Acceleratoren – Entwicklung von Gründungsvorhaben mit hohem Potential im Rahmen der Landeskampagne „Start-up BW“.

15. *in welcher Form sie die Forschungen zum klimaneutralen Beton und dessen Skalierung unterstützt;*

Das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft unterstützt die Zementindustrie, die Emissionen bei der Zementherstellung noch weiter zu senken. So wird seit 2021 das auf eine Laufzeit von drei Jahren angelegte Projekt „R-Zement: CO₂-arme Herstellung des Klinkerminerals Dicalciumsilikat aus Recycling-Baustoffen“ des Karlsruher Instituts für Technologie mit rund 0,9 Mio. Euro gefördert. Mitte 2023 konnte ein weiteres Forschungsvorhaben zur Weiterentwicklung eines Carbon Capture and Storage Verfahren (CCS) für R-Beton in Zusammenarbeit mit dem ifeu Heidelberg gGmbH, der Neustark AG und der

Heinrich Feeß GmbH & Co. KG erfolgreich abgeschlossen werden. Die Ergebnisse wurden in zwei Leitfäden für Aufbereiter mineralischer Bauabfälle und Transportbetonunternehmen veröffentlicht.

Im Rahmen des Förderprogramms R-Beton (VwV R-Beton) wird unter Berücksichtigung der verfügbaren Haushaltsermächtigungen der Einkauf CO₂-beaufschlagter rezyklierter Gesteinskörnung zur Herstellung von R-Beton mit bis zu 20 Euro pro Tonne rezyklierter Gesteinskörnung gefördert.

Mit freundlichen Grüßen

A handwritten signature in black ink, reading 'Thekla Walker' in a cursive script.

Thekla Walker MdL

Ministerin für Umwelt,
Klima und Energiewirtschaft