

20. Wahlperiode



Deutscher Bundestag

Ausschuss für Klimaschutz und
Energie

Ausschussdrucksache **20(25)441**

3. Juli 2023

Stellungnahme

des Sachverständigen Dr. Volker Thome, Fraunhofer-Institut für
Bauphysik IBP

zum Antrag der Fraktion der CSU/CSU „CO₂-Abscheidung und -Speicherung, CO₂-Nutzung
sowie Negativemissionen – Chancen für Klima, Industrie und Wohlstand“,
BT-Drucksache 20/5350

Siehe Anlage

Positionspapier Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP

Zu: »Carbon Capture and Storage / Carbon Capture and Utilization - Verfahren«

Statement des Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP:

Negative Emissionstechniken sind zukünftig entscheidend, um CO₂ aus der Atmosphäre zu entfernen. Sie machen jedoch nur dann Sinn, wenn das aus der Atmosphäre entzogene CO₂ auch sicher gespeichert bzw. als Rohstoff verwertet werden kann und nicht schon nach relativ kurzer Zeit wieder freigesetzt wird.

Nur durch **klimapositive Verfahren** – also negative Emissionstechniken kombiniert mit einer längerfristigen Speicherung – kann der Kohlenstoffdioxidgehalt in der Atmosphäre von derzeit um die 400 ppm effektiv reduziert und die Klimaziele können somit noch erreicht werden.

In der Natur gibt es vorwiegend zwei klimapositive Prozesse, die zu stabilen längerfristigen Kohlenstoffsinken führen, nämlich die Bildung von **Kalkstein** und **Kohle**.

1) Fixierung von CO₂ in Kalkstein als Langzeitspeicher

Eine längerfristige Speicherung von CO₂ ist am ehesten in Gesteinen zu erzielen, die das CO₂ als Karbonat (z. B. in Kalksteinen) binden können. Die Bildung von Kalkstein kann dabei durch eine biologische Fixierung von CO₂ über sog. Blaualgen erfolgen, die schon seit über 3,5 Mrd. Jahren biologische Kalksteine (sog. Stromatolithe) durch Biomineralisationsprozesse produzieren.

Kalkstein bildet geologische Formationen durch chemische Ausfällung z. B. als Massenkalk und ist einer der wichtigsten Rohstoffe für die Zement- bzw. Betonherstellung. Bislang werden dafür fossile Kalke verwendet, die bei ihrer thermischen Zersetzung im Zementwerk CO₂ freisetzen. Die Zementindustrie ist deshalb für ca. acht Prozent der weltweiten CO₂-Emissionen verantwortlich. **Würde man fossilen durch biologischen Kalk ersetzen, könnte man zwei Drittel der prozessbedingten CO₂-Emissionen in der Zementindustrie klimaneutraler gestalten – was für die deutsche Zementindustrie eine CO₂-Reduzierung von ca. 14 Mio. t / a bedeuten würde.**

Kalkstein kann darüber hinaus als Füllstoff für Betone, Asphalt oder als Zementzumahlstoff verwendet werden.

Durch eine Karbonatisierung von Altbeton bildet sich ebenfalls Kalkstein im Altbeton – ein Prozess, der normalerweise mehrere hundert bis tausend Jahre dauert. Für die Bauindustrie wäre es daher am sinnvollsten, wenn man z. B. einen Abfallstoff wie Altbeton als CO₂-Speicher nutzt und anschließend z. B. im Straßenunterbau als Ersatz für primären Kies oder als Zementersatzrohstoff wiederverwendet. Damit könnte man ein nachhaltiges CCS-Verfahren mit einer ressourcenschonenden Weiterverwertung von Altbeton kombinieren. Für die technische Realisierbarkeit einer Schnellkarbonatisierung von Altbeton hat beispielsweise die HeidelbergCement AG im vergangenen Jahr den Deutschen Innovationspreis gewonnen. Somit ist diese Art der CO₂-Verwertung bereits in der Bauindustrie bekannt.

Als das derzeit sinnvollste CCS-Verfahren erachten wir das sog. »Chilled Ammonia«-Verfahren, bei dem man über die Einleitung von CO₂ in eine ammoniakalische Lösung als Produkt Ammoniumcarbonat erhält. Ein ähnliches Verfahren aus der Schweiz erzielt über ein sog. »Direct Air Capture (DAC)-Verfahren« das gleiche Produkt. Ammoniumcarbonat, auch als Hirschhornsalz in der Lebensmittelindustrie bekannt, lässt sich nun idealerweise weiterverwenden, um Bauschutt von Sulfaten zu befreien (Fraunhofer IBP-Patent: ENSUBA). Dabei wird zum einen der Bauschutt karbonatisiert, kann dadurch im Zementwerk verwertet werden und zum anderen erhält man als Nebenprodukt einen Flüssigdünger.

2) Fixierung von Kohlenstoff als Pyrokohle

Anstatt lediglich die Idee zu verfolgen, CO₂-Emissionen zu speichern, ist es sinnvoll, solche Technologien weiter zu erforschen, die die Bildung von CO₂ von vornherein verhindern. Die pyrogene CO₂-Abscheidung (PyCCS) mittels Pyrolyse-Verfahren ist hierfür eine vielversprechende Technologie: Bei der Pyrolyse werden organische Stoffe wie Biomasse und Holz, aber auch Kunststoffe, Autoreifen, teerhaltige Straßenabbrüche oder Klärschlamm unter Ausschluss von Sauerstoff thermisch zersetzt. Aufgrund des Sauerstoffmangels kann sich dabei nicht mehr aus jedem Kohlenstoffatom ein CO₂-Molekül bilden. Mit der Pyrolyse werden somit – je nach Ausgangsmaterial und Verfahren – 20 bis 40 Prozent des Gesamtkohlenstoffs als sog. »Pyrokohle« abgeschieden und eine CO₂-Bildung wird verhindert.

Je nach Eigenschaften und Reinheitsgrad lässt sich Pyrokohle vielfältig verwerten, z. B. in der Landwirtschaft als Düngemittelzugabe, in der Polymerindustrie als Schwarzpigment oder für die Batterieherstellung. Die Zugabe von allein einem Gewichtsprozent Pyrokohle zu einem Bauprodukt würde dessen CO₂-Fußabdruck um insgesamt drei Gewichtsprozent verbessern. Damit wäre die Möglichkeit gegeben, in Zukunft nahezu klimaneutrale Bauprodukte zu entwickeln. Die Verwertung von Pyrokohlen ist ein Ansatz, den wir am Fraunhofer IBP derzeit intensiv mit unterschiedlichen Industriepartnern erforschen.

Die alternative Speicherung von CO₂ in unterirdischen Gesteinsschichten wie ehemaligen Erdgas- bzw. Kohlelagerstätten oder in salzwasserführenden Grundwasserleitern bedarf nach wie vor intensiver Forschungsarbeiten, um die möglichen Risiken besser einschätzen zu können und die Fragestellung nach der hundertprozentigen Dichtigkeit des unterirdischen Speichers über einen längeren Zeitraum zu lösen. Diese Risiken werden durch die hohen Drücke in einer Tiefe von über 800 Metern bedingt, in der das CO₂ überwiegend als überkritisches Gas vorliegt – es steht also unter Druck. Übersteigen diese Drücke die Zugspannungen des umgebenden Gesteins, kann dies zu lokalen Erdbeben oder Rissbildungen führen. Auch kann das Salzwasser unter Druckeinwirkung aus den Poren verdrängt werden und ins Grundwasser gelangen. Ebenso müssen effiziente Prozesse für die Komprimierung und Verflüssigung von CO₂ und dessen Transport über weite Strecken entwickelt werden.

Klimaneutrale Prozesse wie Aufforstung oder Carbon Farming reduzieren zwar das CO₂ aus der Atmosphäre, ändern allerdings nichts an der Gesamtkonzentration des Kohlenstoffs im Kohlenstoff(-dioxid)kreislauf: Nach dem Ableben der Bäume und Pflanzen setzen diese einen Großteil des während der Lebensphase in der organischen Masse gebundenen CO₂ über Zersetzungsprozesse mittelfristig wieder frei. Um CO₂ effizient aus der Atmosphäre zu entfernen, bedarf es CCS-Verfahren, die den Kohlenstoff länger als mindestens hundert Jahre aus dem Kreislauf nehmen und sicher speichern können. Diese Mindest-Speicherdauer ist daher auch eine Vorgabe der DIN EN 15804 (Norm für Umweltproduktdeklarationen), nur dann wird die CO₂-Speicherung in der Ökobilanzierung als positiv angerechnet. Daher sind CCS-/CCU-Verfahren, die atmosphärisches CO₂ in organische Substanzen wie Kerosin oder Ameisensäure umwandeln, nur zielführend, wenn die Substanzen länger als hundert Jahre beständig sind und nicht zuvor z. B. als Treibstoff verwertet werden. CCS/CCU in organischen Substanzen führt zu zeitlich verzögerten CO₂-Emissionen («delayed emissions») und stellen keine langfristigen CO₂-Speicher dar. Vor diesem Hintergrund plädieren wir für die Entwicklung sicherer,

langfristiger Möglichkeiten für die Speicherung von CO₂ – insbesondere durch die Fixierung als Kalkstein oder die Bindung als Pyrokohle.

Zusammenfassung: Baustoffe als Massenprodukte eignen sich als langfristige CO₂-Speicher – also für Carbon Capture and Utilization (CCU). Daher plädieren wir dafür, Technologien weiter zu erforschen und zu implementieren, um sowohl CO₂ in verwertbaren Produkten zu speichern als auch durch Pyrolyse-Verfahren und Kohleabscheidung die Bildung von CO₂ im Vorfeld zu verhindern. Als Speichermedium bietet sich Altbeton an, der karbonatisiert und anschließend z. B. im Straßenunterbau als Kiesersatz oder für die Betonherstellung wieder verwendet werden kann. Darüber hinaus erzeugt das »Chilled Ammonia«-Verfahren Produkte, die in der Aufbereitungstechnik für Bauschutt als auch in der Düngemittelindustrie Verwendung finden können. Neben einer chemischen Karbonatisierung können biologische CO₂-Fixierungen zur Anwendung gelangen – mit dem Ziel, daraus Kalkstein bzw. direkt einen Baustoff zu produzieren. Hierbei handelt es sich um technische Ansätze, die derzeit beispielsweise von der NASA intensiv erforscht werden und für die akute Forschungsbemühungen verstärkt werden sollten. Die pyrogene Kohlenstoffabscheidung (PYCCS) ist ein klimapositives Verfahren, das für vielfältige organikhaltige Abfallprodukte Anwendung findet. Je nach Ausgangsmaterial kann die kohlenstoffhaltige Mineralik dabei sowohl in der Landwirtschaft als auch in der Baubranche zum Einsatz kommen und dabei den CO₂-Fußabdruck des jeweiligen Produkts senken. Auf diese Weise ergibt sich in Zukunft die Chance, klimaneutrale Bauprodukte auf dem Markt anzubieten.