



## KALKSANDSTEIN

NATÜRLICH. NACHHALTIG. KLIMAFREUNDLICH.

DIE **RECARBONATISIERUNG** VON KALKSANDSTEIN –  
EIN STEIN ALS DAUERHAFTER CO<sub>2</sub>-SPEICHER

Weniger Energie, weniger CO<sub>2</sub>, weniger Abfall – mit dem European Green Deal und dem Circular Economy Action Plan der Europäischen Union sind die Weichen in Richtung einer klimaneutralen und kreislaufbasierten Bauwirtschaft bis ins Jahr 2050 – für Deutschland bis ins Jahr 2045 – gestellt. Auch unsere Industrie setzt sich für die Transformation in eine treibhausgasneutrale Zukunft ein und wird ihren Beitrag dazu leisten. Basierend auf seinen natürlichen Rohstoffen, eröffnet Kalksandstein (KS) mit seinen positiven Eigenschaften vielfältige Einsatzmöglichkeiten und bietet gute Voraussetzungen für das nachhaltige und klimafreundliche Bauen.



Im Rahmen unserer Artikelreihe **KALKSANDSTEIN NATÜRLICH. NACHHALTIG. KLIMAFREUNDLICH.** informieren wir Sie über Fakten zur Umwelt- und Klimafreundlichkeit von Kalksandstein in vier Themenfeldern.

**RECARBONISIERUNG**

**RECYCLING**

**KLIMARESILIENZ**

**NACHHALTIGKEIT**

## DIE RECARBONATISIERUNG VON KALKSANDSTEIN – EIN STEIN ALS DAUERHAFTER CO<sub>2</sub>-SPEICHER

Die Natur ist unser aktivster Klimaschützer. Laut Berechnungen des Global Carbon Projects<sup>1</sup> nehmen Wälder, Grünflächen und Gewässer rund die Hälfte der globalen Treibhausgasemissionen auf. Allerdings sinkt die Aufnahmefähigkeit mit dem Fortschreiten der globalen Erwärmung kontinuierlich. Was weitestgehend unbekannt ist: Auch die gebaute Umwelt kann CO<sub>2</sub> speichern und damit einen konstanten Beitrag im Kampf gegen den Klimawandel leisten.

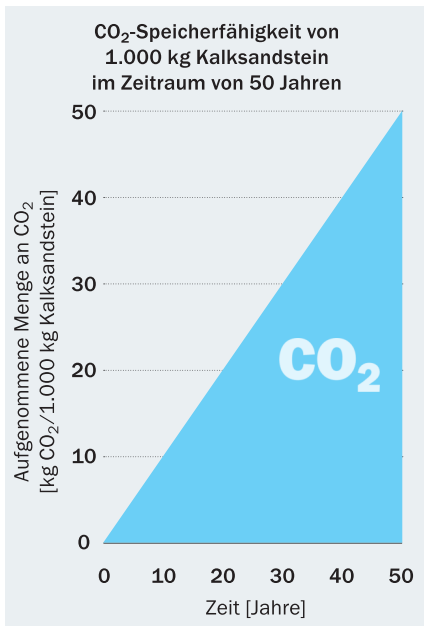
Der Gebäudesektor (inkl. Errichtung und Betrieb) steht in einem besonderen Spannungsverhältnis: einerseits ist er für circa 38 Prozent des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes verantwortlich<sup>2</sup>, andererseits sind die ambitionierten Wohnungsbau- und Klimaziele ohne ihn nicht erreichbar. Wie dieser Spagat gelingen kann, zeigt die Kalksandsteinindustrie. Mit einem Marktanteil von rund 38 Prozent war Kalksandstein im Jahr 2021 bereits zum neunten Mal in Folge der favorisierte Baustoff im mehrgeschossigen Wohnungsbau.

### RUND 50 PROZENT DES BEI DER HERSTELLUNG ENTSTANDENEN CO<sub>2</sub> WERDEN WÄHREND DER NUTZUNGSPHASE WIEDER GEBUNDEN

Im Jahr 2021 produzierten die 77 deutschen Kalksandsteinwerke 7,66 Millionen Tonnen Kalksandstein, dabei wurden rund 885.000 Tonnen CO<sub>2</sub> einschließlich des bei der Herstellung von Branntkalk freigesetzten CO<sub>2</sub> ausgestoßen. Branntkalk ist die Zutat in der Gesamt Rezeptur, die Kalksandstein zu einem langlebigen, robusten und vielseitig einsetzbaren Baustoff macht. Als Ausgangsstoff dient Kalkstein (Calciumcarbonat CaCO<sub>3</sub>), der bei rund 1.000 Grad gebrannt wird. In diesem als Calciniierung bezeichneten chemischen Umwandlungsprozess entstehen Branntkalk (Calciumoxid | CaO) und Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>).

Untersuchungen des Fachbereichs Bau- und Umweltingenieurwesen der Universität Kassel haben gezeigt, dass rund 50 Prozent des bei der Herstellung entstehenden CO<sub>2</sub> während der Nutzungsphase wieder gebunden wird.<sup>3</sup> Die Fähigkeit zur CO<sub>2</sub>-Aufnahme basiert auf der sogenannten Recarbonatisierung – einer bislang wenig beachteten natürlichen chemischen Reaktion zement- und kalkgebundener Baustoffe.





### CSH-PHASEN ALS MINERALISCHE CO<sub>2</sub>-SPEICHER (1.000 - 50 - 50)

Zur Herstellung von Kalksandsteinen werden Branntkalk und Sand im Verhältnis 1:12 gemischt und mit Wasser vermengt. Dabei löscht der Branntkalk zu Kalkhydrat ab. Während der Hydrothermalhärtung in Autoklaven reagiert das Kalkhydrat mit der gelösten Kieselsäure des Sandes zu Calciumsilikathydraten, sogenannten CSH-Phasen. Dringt das in der Umgebungsluft vorhandene CO<sub>2</sub> während der Nutzungsdauer des Kalksandsteins nach und nach in seinen Porenraum ein, reagiert es mit den CSH-Phasen zu Calciumcarbonat, dem Ausgangsstoff von Branntkalk. Der Kalkkreislauf ist damit wieder geschlossen.

Dieser als Recarbonatisierung bezeichnete chemische Prozess ist quasi die Umkehr der bei der Branntkalkherstellung ablaufenden Calciniierung. In Zeitraffer-Versuchen an der Universität Kassel<sup>3</sup> und im Chemischen Labor Dr. Graser<sup>4</sup> wurde 2021 das Recarbonisierungspotenzial von Kalksandsteinen quantifiziert. Demnach speichern 1.000 Kilogramm Kalksandstein innerhalb von 50 Jahren rund 50 Kilogramm CO<sub>2</sub>. Bei einem ökologischen Fußabdruck, der laut aktueller Roadmap für



eine treibhausgasneutrale Kalksandsteinindustrie<sup>5</sup> bei rund 116 Kilogramm CO<sub>2</sub> pro Tonne liegt, nehmen Kalksandsteine rund 50 Prozent des bei ihrer Herstellung entstehenden CO<sub>2</sub> im Laufe des Lebenszyklus wieder auf. Hochgerechnet auf die Produktionsmenge, die 2021 bei 7,66 Millionen Tonnen lag, entspricht dies 444.000 Tonnen CO<sub>2</sub> pro Jahr. Somit wird die Hälfte des gesamten, während der Produktion von Kalksandsteinen und seinen Vorprodukten ausgestoßene CO<sub>2</sub> wieder aufgenommen.

### GEZIELTE CO<sub>2</sub>-ZUGABE ALS RECARBONATISIERUNGSBESCHLEUNIGER

Die natürliche Recarbonatisierung ist ein sehr langsam ablaufender Prozess, der sich über den gesamten Lebenszyklus erstreckt und nach etwa 50 Jahren den maximalen CO<sub>2</sub>-Sättigungsgrad erreicht hat. Anstriche und Putze verzögern den Recarbonatisierungsprozess, stoppen ihn aber nicht.

In Laborversuchen der Forschungsvereinigung Kalk-Sand e. V. konnte bereits gezeigt werden, dass sich die Recarbonatisierung an den Anfang des Lebenszyklus vorziehen und aktiv beschleunigen lässt. Dabei wurden Kalksandsteine nach der Dampfhärtung in einem zusätzlichen Behandlungsschritt gezielt mit CO<sub>2</sub> angereichert. Auf diese Weise kann in der Zukunft bereits ein Teil der bei der Herstellung entstehenden CO<sub>2</sub>-Emissionen dauerhaft gebunden werden. Als positiver Nebeneffekt verbessert sich zudem die Produktqualität, da sich die Festigkeit der Kalksandsteine durch die CO<sub>2</sub>-Aufnahme etwas erhöht.

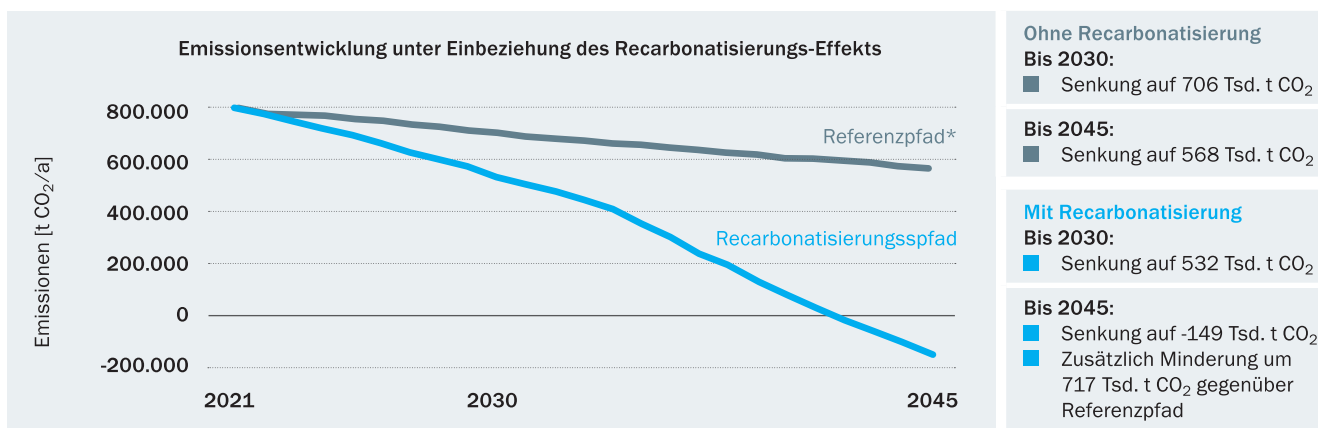
Zusätzliches Recarbonisierungspotenzial bietet die Abbruchphase am Ende des Lebenszyklus: Je kleiner der Kalksandstein-Bruch ist, desto schneller läuft die Recarbonatisierung ab. Grund dafür ist die Vergrößerung der reaktiven Oberfläche, die mehr CO<sub>2</sub>-Reaktionspotenzial pro Zeit bietet.<sup>6</sup>



## RECARBONATISIERUNG ALS SCHRITTMACHER DER DEKARBONISIERUNG

Die „Versteinerung“ des klimaschädlichen Kohlendioxids in Kalksandsteinprodukten hat großes Potenzial – und kann sogar dafür sorgen, dass die Kalksandsteinindustrie das angestrebte Ziel der Klimaneutralität bereits vor 2045 erreicht.

Laut der Roadmap des Bundesverbandes Kalksandsteinindustrie e.V. könnte die Branche unter optimalen Rahmenbedingungen ab 2042 klimaneutral – und danach sogar klimapositiv werden.<sup>5</sup> In den Produkten wäre dann mehr CO<sub>2</sub> gespeichert als im gesamten Herstellungsprozess der Steine freigesetzt wird.



\* Erforderliche Maßnahmen: Kontinuierliche Effizienzsteigerung beim Einsatz der Energieträger (interner Einflussfaktor), Austausch Dampferzeuger, Reduktion Emissionsfaktoren Strom und Erdgas (externer Einflussfaktor)



## DIE WEICHEN IN DIE „GRÜNE“ KALKSANDSTEININDUSTRIE SIND GESTELLT

Mit der schrittweisen Umstellung auf regenerative Produktionstechnologien, der energieeffizienten Prozessoptimierung sowie dem verstärkten Einsatz von Recyclingmaterialien sind die Weichen in die „grüne“ Kalksandsteinindustrie gestellt.<sup>6,7</sup>

Da Kalksandsteine in der Lage sind, CO<sub>2</sub> langfristig zu binden, wirken sie im Gegensatz zu Holz nicht nur temporär, sondern dauerhaft als natürliche mineralische CO<sub>2</sub>-Senke und leisten streng genommen bereits seit Beginn der industriellen Kalksandsteinproduktion einen wichtigen Beitrag zur Erreichung der Klimaziele.

Deshalb wurde die Recarbonisierungsleistung von Kalksandsteinen bereits bei der aktuellen Ökobilanzierung in der neuen Umweltproduktdeklaration<sup>8</sup> und in der Kalksandstein-Roadmap<sup>5</sup> berücksichtigt. Diese richtige Einordnung muss in Zukunft auf allen Ebenen, sowohl in der Normung als auch in der Gesetzgebung, positiv in Ansatz gebracht werden.

## Quellen:

- 1 Global Carbon Budget 2021, Earth System Science Data Discussion, in Review 2021
- 2 United Nations Environment Programme, 2021 Global Status Report for Buildings and Construction: Towards a Zero-emission, Efficient and Resilient Buildings and Construction Sector, Nairobi 2021
- 3 Middendorf, B.: Quantitative Bestimmung und Berechnung der CO<sub>2</sub>-Aufnahme von werkfrischen Kalksandsteinen, Bericht Nr. 25/2021, Universität Kassel, 2021
- 4 CLG Chemisches Labor Dr. Graser KG: Bericht Nr. 21/08/2129259 vom 20.08.2021
- 5 Bundesverband Kalksandsteinindustrie e. V. (Hrsg.), Roadmap für eine treibhausgasneutrale Kalksandsteinindustrie in Deutschland, Hannover 2021



Download Roadmap (Kurzfassung)

- 6 Eden, W.: Wiederverwertung von Kalksandsteinen aus Abbruch von Bauwerken bzw. aus fehlerhaften Steinen aus dem Produktionsprozess, KS-Recycling Teil I, Forschungsvereinigung Kalk-Sand e. V., Forschungsbericht Nr. 80, Hannover 1994
- 7 Eden, W.; Kolbe, R.; Kurkowski, H.; Middendorf, B.; Mollenhauer, K.; Schade, T.; Wetekam, J.: Einsatz von Füllern aus Kalksandstein-Recycling-Material als Upcycling für Kalksandstein-, Beton- und Asphaltprodukte, Forschungsvereinigung Kalk-Sand e. V., Forschungsbericht Nr. 131, Hannover 2021
- 8 Institut Bauen und Umwelt e. V. (Hrsg.), Umwelt-Produktdeklaration Kalksandstein 2021–2026, Bundesverband Kalksandsteinindustrie e. V., Berlin 2021



Download EPD

**Bundesverband**  
**KALKSANDSTEIN**  
**Industrie e.V.**

Bundesverband Kalksandsteinindustrie e. V.  
Entenfangweg 15 · 30419 Hannover  
info@kalksandstein.de  
www.kalksandstein.de

kalksandsteinindustrie kalksandstein in company/kalksandsteinindustrie



Stand: Januar 2023