

Dekarbonisierung der Kalkindustrie

1 Allgemeine Informationen

In der Kalkindustrie werden ungebrannte und gebrannte Kalkprodukte hergestellt. Im vorliegenden Fact-Sheet liegt aufgrund ihrer CO₂-Relevanz der Fokus auf den gebrannten Kalkprodukten. Zum Brennen des Kalksteins werden unterschiedliche Ofentypen eingesetzt, wie Drehrohröfen, Schachtöfen oder Gleichstrom-Gegenstrom-Regenerativ-Öfen. Die gebrannten Produkte werden z. B. in der Bau-, Stahl- und Chemieindustrie eingesetzt. Jede Branche hat andere Anforderungen an die Produkte. Die unterschiedlichen Eigenschaften des Branntkalks hängen von der Brenntemperatur und Verweilzeit des Kalkes im Ofen ab.

In Deutschland sind derzeit 40 emissionshandlungspflichtige Anlagen zum Brennen von Kalkstein in Betrieb (DEHSt 2019).

2 CO₂-Emissionen (aktueller Stand)

Der im Hinblick auf die Entstehung direkter CO₂-Emissionen relevante Prozessschritt ist das Brennen von Kalkstein.

Die Kalkindustrie ist für etwa 7,4 Mio. t CO₂ (direkte Emissionen) und damit für 1,8 % der CO₂-Emissionen in Deutschland im Energie- und Industriesektor verantwortlich (DEHSt 2019). Durchschnittlich 70 % davon werden durch die Freisetzung von CO₂ aus den eingesetzten Rohmaterialien und 30 % durch die Verbrennung der Brennstoffe verursacht. Die rohmaterialbedingten Emissionen entstehen durch die Kalzinierung von Kalkstein bei einer Temperatur von rund 850 °C nach der Reaktion $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$.

Darüber hinaus entstehen indirekte CO₂-Emissionen in Höhe von 0,35 Mio. t CO₂ bei der Erzeugung des für die Kalkproduktion benötigten Stroms, z.B. für Mahl- und Förderprozesse, Emissionsminderungstechniken sowie den Antrieb der Öfen.

3 Möglichkeiten der CO₂-Minderung, aktueller Stand der Technik, Perspektiven und ggf. Cross-Media-Effekte

3.1 CO₂-Minderung innerhalb bestehender Produktionsrouten/-prozesse

3.1.1 Steigerung der Energieeffizienz durch Abwärmenutzung

Verfügbare Abwärme könnte zukünftig ggf. stärker für die Kalksteintrocknung oder zur Verstromung genutzt werden (insbesondere zur Vermeidung indirekter CO₂-Emissionen).

Noch verfügbare Abwärmeströme: Variieren von Werk zu Werk und können derzeit nicht beziffert werden.

3.1.2 Brennstoffwechsel

Durch Umstellung auf regenerative Energieträger (z.B. grüner Wasserstoff, regenerativ erzeugtes Methan) lassen sich fossile CO₂-Emissionen vermeiden.

3.1.3 Umstellung auf strombasierte Produktionsverfahren

Die Umstellung auf strombasierte Öfen steht derzeit nicht im Fokus. Sie erfordert auch wesentlich mehr Veränderungen im Prozess bzw. mehr Aufwand als die Umstellung auf gasförmige regenerative Energieträger, wie regeneratives Methan, und wird daher aktuell auch jenseits aller offenen technologischen Fragen von der Kalkindustrie nicht als vorrangige Option gesehen. Nichtsdestotrotz ist die direkte Nutzung von Strom für den Kalzinierungsprozess eine ernsthafte Zukunftsoption, deren Entwicklung weiterer Forschungsanstrengungen bedarf.

3.1.4 Einsatz energieeffizienterer Anlagenkomponenten

Durch den Einsatz energieeffizienterer Anlagenkomponenten, wie Pumpen, Ventilatoren, Mühlen, könnten durch Reduzierung des Stromverbrauchs die indirekten CO₂-Emissionen gesenkt werden. Das Potenzial ist allerdings begrenzt.

3.2 CO₂-Minderung durch modifizierte Produktionsrouten/-prozesse

Alternative Produktionsverfahren sind derzeit nicht bekannt und stehen derzeit auch noch nicht im Fokus.

3.3 Möglichkeiten zur Anwendung von CCU¹

Der Einsatz von CCU als Maßnahme, den direkten CO₂-Ausstoß in der Kalkindustrie zu mindern, wird derzeit intensiv diskutiert und erforscht. Projekte und Forschungsvorhaben in der Zementindustrie dürften dabei auch für die Kalkindustrie von Interesse sein.

3.4 Cross-Media-Effekte

Durch Verfahrensumstellungen bzw. Anlagenstilllegungen in anderen Sektoren, wie der Stahlindustrie und den Kraftwerken, kann die Nachfrage nach Branntkalk perspektivisch sinken.

3.5 Fazit

Eine deutliche Reduzierung der durch die Kalkproduktion verursachten brennstoffbedingten CO₂-Emissionen ist durch Umstellung auf regenerative Energieträger grundsätzlich möglich. Dies ist von der Verfügbarkeit regenerativer Energieträger abhängig und bedarf gleichzeitig geeigneter wirtschaftlicher Rahmenbedingungen.

Da aber eine vollständige Vermeidung rohstoffbedingter Emissionen aus der Kalkproduktion nicht möglich ist, ist auch in Zukunft mit CO₂-Emissionen aus der Kalkindustrie zu rechnen. deren direkte Freisetzung kann aktuell nur durch Abscheidung vermieden werden. Das abgeschiedene CO₂ könnte dann physikalisch, stofflich oder energetisch genutzt werden. Die Abscheidung allerdings verhindert (sofern es nicht längerfristig eingebunden wird) nicht, dass das CO₂ ggf. an anderer Stelle wieder freigesetzt wird und im Sinne eines geschlossenen Kohlenstoffkreislaufs dann wieder abgeschieden werden müsste. Für die Bewertung von CCU-Maßnahmen sind der erforderliche Energiebedarf, die damit verbundenen CO₂-Emissionen (insbesondere in einem

¹ Carbon Capture and Utilization; CO₂-Abscheidung und -Verwendung.

noch nicht vollständig auf erneuerbare Energien umgestellten Energiesystem) und der Verwertungspfad von besonderer Bedeutung.

Die CO₂-Speicherung im Sinne von CCS ist im europäischen und internationalen Kontext weiterhin ein relevantes Thema. Eine Speicherung des gasförmigen CO₂ untertage, z.B. in alten Erdgas-speichern, wird vom UBA allerdings aktuell kritisch bewertet.

Die Umstellung auf regenerative Energieträger und die Abscheidung und Nutzung von CO₂ wird erhebliche Investitionen in die Techniken selbst aber auch Investitionen in die Infrastruktur erfordern

4 Transformationshindernisse

Als Transformationshindernisse sind aktuell vor allem zu benennen: Fehlende technische Lösungen, mangelnde Verfügbarkeit erneuerbarer Energieträger oder alternativer Rohmaterialien, hoher Investitionsbedarf, lange Investitionszyklen, Gefahr eines Carbon leakage, Erhöhung der Betriebskosten, Umsetzung von Maßnahmen nicht wirtschaftlich

5 Aktuelle Forschungsprojekte und weiterer Handlungsbedarf

In einem 2016 vom Umweltbundesamt vergebenen (und noch laufenden) Forschungsvorhaben werden Abwärmepotenziale für die Kalkindustrie geschätzt. In einem weiteren 2019 gestarteten Vorhaben geht es um Möglichkeiten zur strombasierten Prozesswärmeerzeugung. Darin werden auch Optionen für die Kalkindustrie untersucht.

Zusätzlicher Forschungsbedarf:

Auch wenn CCU für die Kalkindustrie aktuell (zumindest öffentlich) im Fokus steht, sollten insbesondere die Möglichkeiten und Fragen zur Umstellung der Produktion auf strombasierte und andere alternative Produktionsverfahren (z.B. Kalzinierung mit Hilfe von Autoklaven) untersucht werden.

Weiterer Handlungsbedarf:

Die Erreichung der Ziele einer weitestgehenden CO₂-Minderung bedarf großer Veränderungen in einem traditionellen Sektor. Für die Akzeptanz der Ziele und der Notwendigkeit intrinsischer Veränderungen bedarf es eines intensiven Dialogprozesses mit der Industrie selbst und relevanten Stakeholdern (z.B. Anlagenbauern und Forschungseinrichtungen). Im Ergebnis dieses Dialogs sollte eine Roadmap mit klar definierten Zwischenzielen erarbeitet sein.

6 Quellenverzeichnis

Benndorf, R., et al. (2014). Treibhausgasneutrales Deutschland im Jahr 2050. Dessau-Roßlau, Umweltbundesamt: 1-354.

DEHSt (2019). Treibhausgasemissionen 2018 - Emissionshandelspflichtige stationäre Anlagen und Luftverkehr in Deutschland (VET-Bericht 2018). VET-Bericht. Berlin, Deutsche Emissionshandelsstelle im Umweltbundesamt: 1-124.

Impressum**Herausgeber**

Umweltbundesamt
Wörlitzer Platz 1
06844 Dessau-Roßlau
Tel: +49 340-2103-0
Fax: +49 340-2103-2285
buergerservice@uba.de
Internet: www.umweltbundesamt.de
[f/umweltbundesamt.de](https://www.facebook.com/umweltbundesamt.de)
[t/umweltbundesamt](https://twitter.com/umweltbundesamt)

Autorenschaft, Institution

Fachgebiet III 2.2

Stand: 02/2020