

Auf dem Weg zur klimaneutralen Industrie: Zement



Zement ist das wichtigste Baumaterial unserer Zeit. Als Hauptbestandteil von Beton ist es für die Errichtung von Gebäuden und Infrastrukturbauwerken unerlässlich. Im Jahr 2017 wurden in Deutschland circa 34 Millionen Tonnen Zement produziert und damit rund 20,5 Millionen Tonnen CO₂ in die Atmosphäre freigesetzt¹. Das entspricht etwa zwei Prozent aller Treibhausgasemissionen und rund zehn Prozent der Industrieemissionen² (Abb. 1). Damit gehört die Zementindustrie zu den energie- und materialintensiven Branchen. Von Relevanz sind insbesondere die erheblichen CO₂-Mengen, die bei der Produktion von Zementklinker, ein Vorprodukt des Zements, emittiert werden.

Konventionelle Zementherstellung

Zement wird aus den Rohstoffen Kalkstein und Ton hergestellt. Diese werden im Tagebau gewonnen, mit Quarz homogenisiert und in einer Mühle gemahlen. Anschließend wird dieses Rohmehl vorgewärmt und bei Temperaturen um 800 bis 900 °C im Calcinator entsäuert (Abb. 2). Bei diesem Prozess wird das Treibhausgas CO₂ aus dem Kalkstein abgespalten, was rund 65 Prozent¹ der gesamten Treibhausgasfreisetzung bei der Zementherstellung ausmacht. Diese werden den sogenannten prozessbedingten Emissionen zugeordnet.

Im weiteren Verlauf wird das Mehl im Drehrohrföfen, dem Herzstück moderner Zementwerke, zu Zementklinker gebrannt. Dafür sind Temperaturen von 1.450 °C notwendig, die durch die Nutzung fossiler Brennstoffe erzeugt werden. Dabei werden energiebedingte CO₂-Emissionen freigesetzt, die rund

35 Prozent der branchenspezifischen THG-Emissionen umfassen. Im weiteren Herstellungsprozess wird der Zementklinker abgekühlt, gemahlen und mit verschiedenen Bestandteilen wie z. B. Hüttensandmehl, Flugasche sowie Kalkstein oder weiteren Produkten⁴ zum fertigen Zement vermischt und in Zementsilos gelagert.

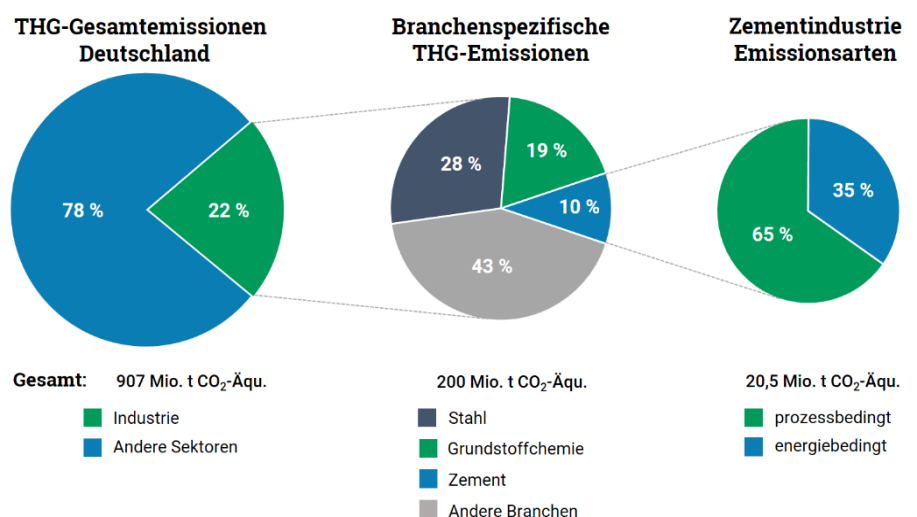


Abb. 1: Treibhausgasemissionen (THG) der deutschen Industrie 2017³

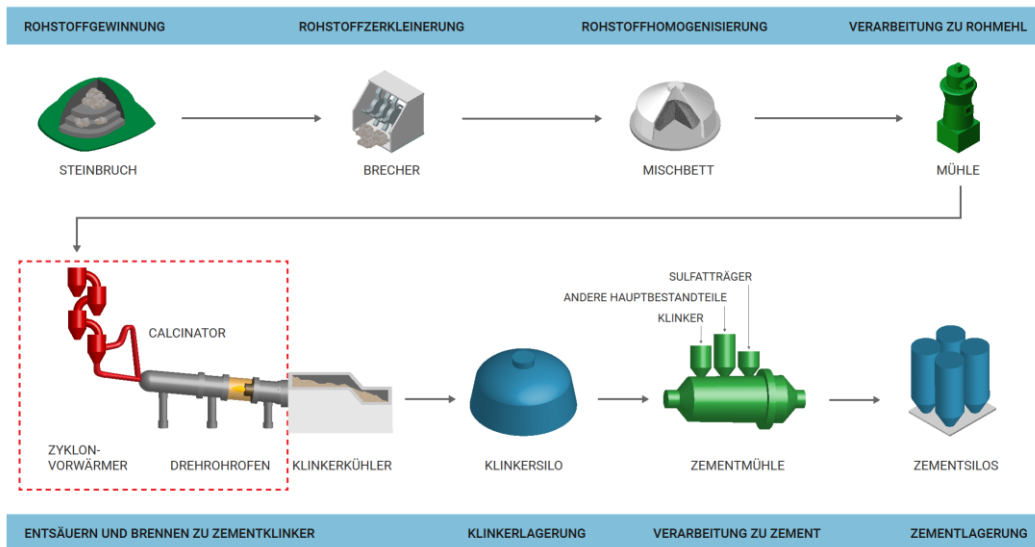


Abb. 2: Prozessschritte der Zementherstellung

Strategien und Herausforderungen einer klimaneutralen Zementindustrie

Seit Jahrzehnten arbeitet die Zementindustrie an Strategien zur Verbesserung ihrer Klimabilanz. Hier sind Steigerungen der Energieeffizienz, die Substitution von Zementklinker durch Sekundärrohstoffe, die Entwicklung neuer Zemente oder alternativer Bindemittel sowie der Ersatz von fossilen durch alternative Brennstoffe zu nennen.

Substitution von Zementklinker

Eine Herausforderung für die Zementindustrie ist, dass bereits erfolgreich etablierte Lösungsansätze, wie die Nutzung von Flugasche oder Hüttensandmehl als Klinker- bzw. Zementsubstitut, mittelfristig nicht mehr umsetzbar sind. Ursache dafür sind die im Rahmen des Klimaschutzplans 2050 in anderen Sektoren angestrebten Maßnahmen. Der Ausstieg aus der Kohleverstromung, der Umstieg auf Direktreduktion zur Herstellung von Rohstahl und eine erhöhte Recyclingquote führen dazu, dass die bisher entstehenden Nebenprodukte nicht mehr anfallen. Nach potenziellen alternativen Materialien wird bereits gesucht. Diese müssen jedoch eventuell aufwändig aufbereitet werden und sind derzeit nicht durch aktuell geltende nationale oder europäische Normen abgebildet. Gleichzeitig wird an alternativen mineralischen Bindemitteln geforscht. Diese werden die klassischen, portlandzementbasierten Zemente in absehbarer Zeit jedoch nicht in größerem Umfang ersetzen können.

Um die energiebedingten Emissionen zu reduzieren, werden schon jetzt überwiegend Ersatzbrennstoffe eingesetzt. Von Interesse ist deren biogener Kohlenstoffanteil, da dieser bilanziell keine CO₂-Emissionen

verursacht. Eine Umstellung auf Primärbiomasse stellt für die Zukunft allerdings keine Option dar, da für die Herstellung der notwendigen Mengen riesige Produktionsflächen in Anspruch genommen werden würden. Daher müssen Forschungsansätze für die strombasierte Prozesswärmeerzeugung vorangetrieben werden.

Weitere Effizienzmaßnahmen

Darüber hinaus gelangt zunehmend die gesamte Wertschöpfungskette vom Beton bis zum Bauwerk in Bezug auf mögliche CO₂-Reduktionsmaßnahmen in den Blick. Hier stehen ebenfalls Effizienzmaßnahmen im Mittelpunkt, die den Einsatz von Zement im Beton oder von Beton im Bauteil optimieren. Ebenso wird das Recycling von Altbeton und Bauabfällen immer wichtiger, um Primärressourcen zu sparen. Abhängig von der Transportentfernung zwischen Recyclinganlage und Betonwerk lässt sich zudem die Ökobilanz der Betonherstellung verbessern⁵.

Aufgrund der derzeit nicht zu vermeidenden prozessbedingten Emissionen wird zukünftig die Entwicklung von CO₂-Abscheidetechnologien, vorzugsweise mit einer anschließenden Nutzung des abgeschiedenen CO₂, intensiv vorangetrieben. Notwendig sind daher politische Rahmenbedingungen und überregionale Infrastrukturen zur Abscheidung, dem Transport und der (temporären) Lagerung von CO₂ sowie der Ausbau erneuerbarer Energien und die Schaffung grüner Leitmärkte.

Weitere Informationen unter:
www.klimaschutz-industrie.de

Impressum

Herausgeber: Kompetenzzentrum Klimaschutz in energieintensiven Industrien (KEI), Karl-Liebnecht-Str. 33, 03046 Cottbus

Ein Geschäftsbereich der Zukunft-Umwelt-Gesellschaft (ZUG) gGmbH - im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU); Bildnachweis: Adobe Stock/dmitrykobets/Завод, цемент;

Quellen: ¹VDZ 2019: Zahlen und Daten, ²UBA 2018: Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990–2017, ³Eigene Darstellung gemäß Emissionsdaten des UBA, des Wuppertal Instituts sowie der Verbände VDZ und WV Stahl 2017, ⁴DIN EN 197-1 2011: Zement - Teil 1: Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien von Normalzement, ⁵VDZ 2020: <https://www.vdz-online.de/forschung/abgeschlossene-projekte/rc-gesteinskoernung/>

Stand: Oktober 2020