

# Technology roadmap – Low-carbon transition in the cement industry

## Daten zur Studie

Auftraggeber International Energy Agency (IEA)

Bearbeiter IEA, Cement Sustainability Initiative (CSI)

Erscheinungsjahr 2018

URL <https://www.oecd.org/publications/low-carbon-transition-in-the-cement-industry-9789264300248-en.htm>

## Einordnung der Studie

Studienart		Branchenabdeckung		Geografische Abgrenzung		Inhaltliche Schwerpunkte	
<input checked="" type="checkbox"/>	Szenarien	<input type="checkbox"/>	Gesamte Industrie	<input type="checkbox"/>	NRW	<input checked="" type="checkbox"/>	Technologien
<input type="checkbox"/>	Metaanalyse	<input type="checkbox"/>	Stahl	<input type="checkbox"/>	Deutschland	<input type="checkbox"/>	Infrastrukturen
<input type="checkbox"/>	Technologie-Screening	<input type="checkbox"/>	Chemie	<input type="checkbox"/>	Europa	<input type="checkbox"/>	Volksw. Effekte
<input type="checkbox"/>	Positionspapier	<input checked="" type="checkbox"/>	Zement	<input checked="" type="checkbox"/>	Global	<input type="checkbox"/>	Politikmaßnahmen
<input type="checkbox"/>	Sonstige	<input type="checkbox"/>	Sonstige Abdeckung	<input type="checkbox"/>	Sonstige	<input type="checkbox"/>	Sonstige

## Wesentliche Untersuchungsfragen

Die „Technology Roadmap“ untersucht, wie der Zementsektor zukünftig eine Entkopplung des erwarteten Wachstums der globalen Zementproduktion von den damit verbundenen direkten CO<sub>2</sub>-Emissionen erreichen kann. Dabei werden insbesondere vier Emissionsreduktionsstrategien diskutiert: Verbesserung der Energieeffizienz, Umstellung auf weniger kohlenstoffintensive Brennstoffe, Verringerung des Klinkeranteils im Zement sowie die Einführung neuer und innovativer Technologien wie der CO<sub>2</sub>-Abscheidung und Speicherung (CCS). Die Roadmap skizziert eine Vision für die globale Zementindustrie bis 2050 und benennt konkrete Handlungsansätze für verschiedene Stakeholdergruppen. Darüber hinaus untersucht sie den Investitionsbedarf, diskutiert investitionsfördernde Mechanismen und beschreibt den Bedarf an Forschung, Entwicklung und Demonstrationsvorhaben.

## Methodik

Die in der Roadmap formulierte Vision basiert auf einem CO<sub>2</sub>-Emissionspfad, der im IEA-Projekt „Energy Technology Perspectives“ (ETP) für das globale Energiesystem ermittelt wurde, und der den durchschnittlichen globalen Temperaturanstieg bis 2100 mit einer Chance von mindestens 50 % auf 2 °C begrenzen soll.<sup>1</sup> Dies beinhaltet eine Reduzierung der direkten CO<sub>2</sub>-Emissionen der globalen Zementindustrie bis 2050 um 24 % unter das Niveau von 2014 bei einem gleichzeitigen Wachstum der Zementproduktion um 12 %. Das entspricht einer Verringerung der spezifischen, globalen, direkten CO<sub>2</sub>-Emissionen der Zementproduktion um 32 %.<sup>2</sup>

Die Szenarien für die Zementindustrie wurden mit dem ETP-Zementmodell, einem auf dem TIMES-Modell basierenden (bottom-up-) Modell entwickelt, das die Prozesse der Zementherstellung (gewählte Systemgrenze) von der Rohstoffgewinnung über die Brennstoffaufbereitung bis hin zum Klinkerbrennprozess und zur Zementmahlung berücksichtigt. Das Modell zielt auf ein kostenoptimales Technologieportfolio ab, um innerhalb der definierten Grenzen (z. B. Beschränkungen der Verfügbarkeit von Rohstoffen, angenommene Fortschritte bei der Technologieentwicklung, CO<sub>2</sub>-Budget) ein vorgegebenes Ziel hinsichtlich der Zementproduktion zu erreichen. Die techno-ökonomische Optimierung geht dabei davon aus, dass nicht-technische Barrieren für den Einsatz neuer Technologien – wie soziale Akzeptanz, ineffektive Regulierung und Informationsdefizite – überwunden werden. Mit dem Modell werden die oben erwähnten vier zentralen Minderungsansätze untersucht. Dabei wird unterstellt, dass CCS-Technologien ab 2030 kommerziell verfügbar sind. Des Weiteren wird angenommen, dass die CO<sub>2</sub>-Intensität der globalen Stromproduktion bis 2050 um 93 % (gegenüber 2014) reduziert wird. Neue Bindemittel wurden in den Szenarien mangels verlässlicher Daten nicht als Emissionsreduktionsstrategie berücksichtigt, werden jedoch in einem Exkurs qualitativ diskutiert.

Die globale Abdeckung ergibt sich durch den Einbezug von 39 individuell definierten Ländern bzw. Regionen. Die Modellergebnisse werden in der Roadmap jeweils global sowie differenziert nach acht Regionen dargestellt: die Zementproduktion, der Endenergiebedarf nach Energieträgern (inklusive Biomasse und Abfälle) sowie die Veränderung des Klinkeranteils im Zement. Jeweils nur auf globaler Ebene werden die CO<sub>2</sub>-Direktemissionen, CO<sub>2</sub>-Speichermengen verschiedener CCS-Verfahren sowie die erforderlichen globalen Investitionen ausgewiesen.

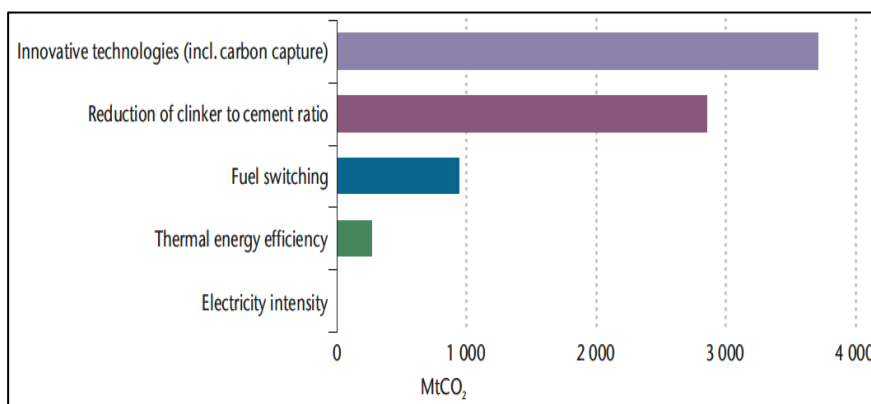
---

<sup>1</sup> Ein Szenario zur Erreichung von 1,75 °C wird in der Studie ebenfalls sondiert. Der Fokus der Studie liegt jedoch auf dem 2 °C-Pfad und die Ergebnisse für den 1,75 °C-Pfad werden nicht in gleicher Detailtiefe dargestellt.

<sup>2</sup> Berechnung der spezifischen Emissionen unter Einbezug von CCS.

## Wesentliche Erkenntnisse bzw. Aussagen der Studie

Die kumulierten direkten CO<sub>2</sub>-Emissionen der Zementindustrie bis zum Jahr 2050 fallen in der Roadmap-Vision um 7,7 Gt CO<sub>2</sub> niedriger aus als im Referenzszenario<sup>3</sup> und umfassen rund 75 Gt CO<sub>2</sub>. Zentrale Hebel für die gegenüber dem Referenzszenario zusätzliche CO<sub>2</sub>-Minderung sind CCS sowie eine Reduktion des Klinkeranteils im Zement (s. Abb. 1). Die Vision sieht vor, dass 2050 ca. 25 % der direkten globalen CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der Zementproduktion abgeschieden und gespeichert werden. Durch einen verstärkten Einsatz von gemahlenem Kalkstein sowie kalzinierter Tone kann voraussichtlich eine weitere Verringerung des Klinkeranteils trotz eines erwarteten Rückgangs der Verfügbarkeit der heute in großen Mengen verwendeten Zementhauptbestandteile Flugasche und Hüttensand erreicht werden. Auf globaler Ebene kann zudem eine Erhöhung des Anteils alternativer Brennstoffe am Brennstoffmix der Zementindustrie einen großen Beitrag leisten.



**Abbildung 1:** Beiträge der in der Studie untersuchten CO<sub>2</sub>-Minderungshebel zur Reduktion der globalen kumulativen CO<sub>2</sub>-Emissionen in der Roadmap-Vision (gegenüber Referenz). Quelle: Abbildung 7 der Studie, S. 22

Für das Erreichen der Roadmap-Vision werden im Vergleich zum Referenzszenario<sup>2</sup> auf globaler Ebene über den gesamten Zeitraum kumulierte zusätzliche Investitionen in Höhe von 176 bis 244 Milliarden US-Dollar als erforderlich erachtet. Die mit Abstand größte Summe würde für den Aufbau von CCS-Anlagen benötigt werden (204 bis 254 Milliarden US-Dollar). Investitionen in deutlich geringerer Höhe werden für einen Wechsel zu alternativen Brennstoffen sowie für die Verringerung des Klinkeranteils im Zement benötigt (41 bis 62 Milliarden US-Dollar). Durch eine Umsetzung von Effizienzmaßnahmen (Drehrohröfen, Zementmühlen) könnten auf globaler Ebene sogar Kosten in Höhe von 68 bis 72 Milliarden US-Dollar eingespart werden.

In Bezug auf Deutschland sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass die hiesige Zementindustrie in Hinblick auf die Verwendung alternativer Brennstoffe und die Effizienz ihrer Anlagen gegenüber dem globalen Durchschnitt gegenwärtig bereits sehr weit ist. Daraus lässt sich schlussfolgern, dass in Deutschland im Rahmen der in der „Technology Roadmap“ betrachteten CO<sub>2</sub>-Minderungsstrategien CCS und die Verringerung des Klinkeranteils im Zement die größten Minderungshebel sowie Investitionen in CCS-Anlagen den größten Kostenblock für das Erreichen von weitgehenden CO<sub>2</sub>-Minderungen im Zementsektor darstellen würden.<sup>4</sup>

<sup>3</sup> Das Referenzszenario berücksichtigt aktuelle Trends beim Energieverbrauch sowie geltende Verpflichtungen der Staaten zur Begrenzung ihrer CO<sub>2</sub>-Emissionen und zur Verbesserung der Energieeffizienz, einschließlich der im Rahmen des Pariser Abkommens zugesagten nationalen Beiträge (NDCs).

<sup>4</sup> Eigene Schlussfolgerung.