

Decarbonization of industrial sectors: The next frontier

Daten zur Studie

Bearbeiter McKinsey & Company

Erscheinungsjahr 2018

URL <https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Business%20Functions/Sustainability/Our%20Insights/How%20industry%20can%20move%20toward%20a%20low%20carbon%20future/Decarbonization-of-industrial-sectors-The-next-frontier.ashx>

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 checked="" type="checkbox"/>	Stahl	<input type="checkbox"/>	Deutschland	<input type="checkbox"/>	Infrastrukturen
<input checked="" type="checkbox"/>	Technologie-Screening	<input checked="" type="checkbox"/>	Chemie	<input type="checkbox"/>	Europa	<input checked="" 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

Rund 45 % des weltweiten industriellen CO₂-Ausstoßes lässt sich auf die Produktion von Stahl und Zement sowie der beiden Basischemikalien Ethylen und Ammoniak zurückführen. Aufgrund ihres Bedarfs an konventionellen Energieträgern als Brennstoff für Hochtemperaturprozesse können die Produktionsprozesse in diesen Branchen schwieriger elektrifiziert werden und stellen somit eine Herausforderung für die Dekarbonisierung durch die Anwendung erneuerbarer Energien dar. Darüber hinaus werden konventionelle Energieträger derzeit als Reduktionsmittel in der Stahlindustrie und als Rohstoff für die Produktion von Basischemikalien benötigt. Hinzu kommt, dass rund 60 % der CO₂-Emissionen im Zementsektor unabhängig von der Nutzung konventioneller Energieträger bei der Kalksteinverarbeitung entstehen. Die vorliegende Studie untersucht die technologischen Möglichkeiten einer Dekarbonisierung dieser vier Grundstoffe und beziffert die dabei zu erwartenden Kosten.

Methodik

Die untersuchten Dekarbonisierungsoptionen beinhalten vor allem die CO₂-Abscheidung und Speicherung (Carbon Capture and Storage, CCS) oder Nutzung von CO₂ (Carbon Capture and Usage, CCU), die Elektrifizierung der Wärmeerzeugung (Power-to-Heat, PtH) und die Nutzung von Biomasse oder Wasserstoff aus erneuerbaren Energien. In der Studie werden die entstehenden Dekarbonisierungskosten in den vier Grundstoffbranchen als Differenz zwischen den Kosten einer weiterhin konventionellen Produktion im Rahmen eines „Business as usual“ (BAU)-Szenarios und der Anwendung klimafreundlicher Technologien bis 2050 in Abhängigkeit vom Strompreis berechnet. Potenzialabschätzungen für die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien und die Existenz geeigneter CO₂-Speicher werden zur Bemessung der regionalen Verfügbarkeit einzelner Technologien genutzt.

Der Einfluss der Kosten von nachhaltig erzeugtem Strom auf die Wahl der Technologien und auf die resultierenden Dekarbonisierungskosten wird anhand dreier Sensitivitäten zur Strompreisentwicklung dargestellt. In einer Sensitivität werden aktuelle Strompreise (über 50 USD/MWh in allen Weltregionen) angesetzt. In einer als Referenzszenario bezeichneten Sensitivität werden hingegen geringe Strompreise von 20 USD/MWh in Regionen mit hoher Solarstrahlung und 40 USD/MWh in den restlichen Regionen angenommen. In einer weiteren Sensitivität werden weltweit Strompreise von 20 USD/MWh unterstellt. Weitere potenzielle Maßnahmen wie beispielsweise eine Variation der genutzten Rohstoffe, Recycling, Durchbrüche technischer Innovationen in den Produktionsprozessen oder Veränderungen auf der Nachfrageseite werden bei der Kostenberechnung nicht berücksichtigt.

Wesentliche Erkenntnisse bzw. Aussagen der Studie

Bei der Verwendung aktueller Strompreise (s. o.) liegen der Studie zufolge die kostengünstigsten CO₂-armen Alternativen zu den bisherigen Produktionsprozessen in der Anwendung von Biomasse und dem Einsatz von CCS. Beide Strategien bzw. Technologien führten zu einem relativ geringeren Bedarf an Investitionen in neue Produktionsstrukturen. Biomasse könne grundsätzlich in verschiedenen Formen als Ersatz für konventionelle Energieträger sowohl als Rohstoff für die Grundstoffindustrie als auch als Brennstoff und Reduktionsmittel eingesetzt werden. Aufgrund der begrenzten Verfügbarkeit könnten allerdings nur 20 % des gesamten Produktionsvolumens der vier untersuchten Grundstoffbranchen mit ausreichenden Mengen an Biomasse versorgt werden. Die elektrische Wärmeerzeugung und die Anwendung von grünem Wasserstoff, hergestellt aus erneuerbaren Energien mittels Wasserelektrolyse, führten hingegen zu einem höheren Umbauebedarf bestehender Produktionspro-

zesse und -anlagen. Daher würden diese strombasierten Alternativen erst bei deutlich niedrigeren Strompreisen wettbewerbsfähig. Unter der Annahme geringer Strompreise nehmen die Betriebskosten deutlich ab und kapitalintensive Technologien zur Nutzung von grünem Strom werden rentabler.

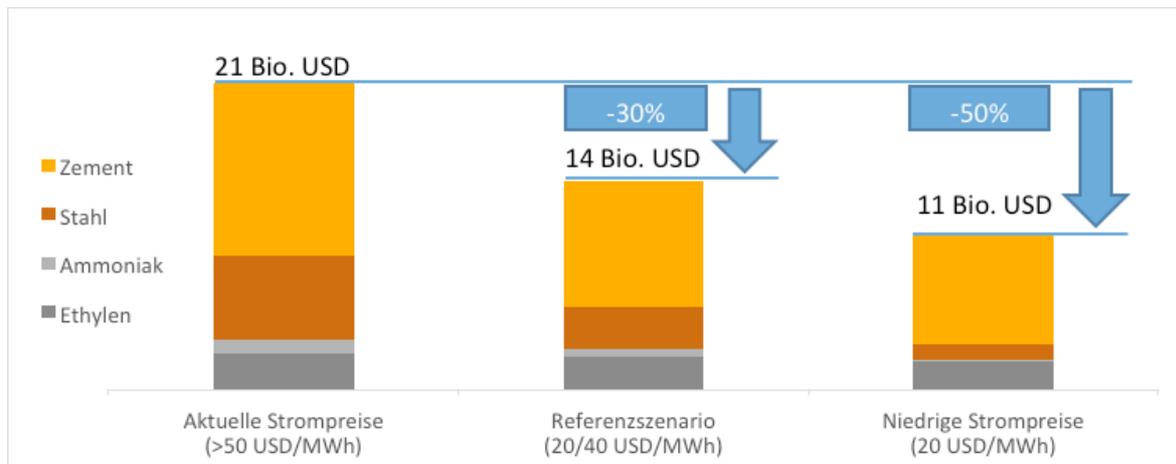


Abbildung 1: Dekarbonisierungskosten der vier Grundstoffbranchen bis 2050 in Abhängigkeit vom Strompreis
 [Eine Billionen USD entsprechen 1.000 Milliarden USD bzw. 10^{12} USD.]

Die Berechnung der Dekarbonisierungskosten ergibt, dass das verfügbare Biomassepotenzial in allen drei Szenarien ausgeschöpft wird, sodass die Ergebnisse ausschließlich entlang der Verschiebung von CCS zu Wasserstoff und PtH im Falle sinkender Strompreise variieren. Gerade im Stahlsektor und bei der Ammoniakproduktion ist in den Szenarien bei günstigen Strompreisen ein Wechsel von CCS hin zur Nutzung von grünem Wasserstoff zu beobachten. Die Gesamtkosten der Dekarbonisierung der vier Grundstoffbranchen belaufen sich bis 2050 in den Szenarien auf bis zu 21 Billionen USD. Dies entspricht der Studie zufolge jährlichen Kosten von ca. 0,4 bis 0,8 % des globalen BIPs. CCS ist dabei in allen drei Fällen der größte Kostenfaktor, vorrangig getrieben durch die in allen Szenarien angenommene Anwendung bei prozessbedingten Emissionen im Zementsektor. Unter der Annahme sinkender Strompreise können die gesamten Kosten aber um bis zu 50 % gesenkt werden.

Im Zuge der Dekarbonisierung wird in allen Szenarien gegenüber dem BAU-Szenario von einem deutlich höheren Strombedarf der betrachteten Branchen ausgegangen. Dieser könnte im Falle des Szenarios mit geringen Strompreisen sogar um den Faktor neun ansteigen. Für die einzelnen Sektoren lassen sich Anstiege der Produktionskosten in sehr unterschiedlichem Ausmaß feststellen. Für Stahl und Ammoniak werden in den Klimaschutzszenarien – gegenüber dem BAU-Szenario und je nach Strompreisannahme – Kostensteigerungen von 5 bis 35 % erwartet. Bei Ethylen liegt der Kostenanstieg mit 40 bis 50 % etwas höher, während im Zementsektor mit 70 bis 110 % die größten Kostensteigerungen erwartet werden.

Insgesamt legt die Studie nahe, dass für eine erfolgreiche Transformation sowohl bereits etablierte als auch in der Entwicklung befindliche Technologien benötigt werden. Um eine effektive Dekarbonisierung der betrachteten Sektoren zu gewährleisten wird empfohlen, dass die Unternehmen auf Standortebene eine Bewertung ihrer Möglichkeiten anhand regional vorhandener Potenziale für einzelne Technologien sowie auch unter Berücksichtigung mögliche Synergieeffekte durch industrielle Clusterbildung durchführen. Als Handlungsempfehlungen an die Politik werden eine gemeinsame Planung der Transformation von Energie- und Industriesektor, die Implementierung regionaler Roadmaps sowie die Berücksichtigung regionaler Verfügbarkeiten und die Anpassung bestehender Rahmenbedingungen benannt.