

Auf dem Weg zur klimaneutralen Industrie: Stahl



Stahl ist in unserem täglichen Leben allgegenwärtig. Aufgrund seiner Eigenschaften in Bezug auf Festigkeit, Verformbarkeit und Widerstandsfähigkeit ist Stahl nahezu in jedem Gebäude, Haushaltsgerät und Fahrzeug verbaut. Die deutsche Stahlindustrie produzierte im Jahr 2017 etwa 43 Millionen Tonnen unbehandelten Rohstahl. Die Herstellung von Stahl ist besonders klimaintensiv. Pro Jahr werden circa 55 Millionen Tonnen CO₂ emittiert. Das entspricht rund 28 Prozent der gesamten Emissionen der Industrie (Abb. 1). Ein Großteil des Kohlendioxidausstoßes entsteht prozessbedingt und wird durch die Verbrennung von Koks verursacht. Um CO₂-Einsparungen in der Stahlindustrie zu erreichen, sind weitgehende Veränderungen des Produktionsprozesses nötig. Die Stahlproduktion der Zukunft wird auf erneuerbaren Energien und Wasserstoff basieren.

Konventionelle Stahlproduktion

Rohstahl wird in Deutschland in zwei Hauptproduktionspfaden hergestellt (Abb. 2): in der Hochofenroute und im Elektrolichtbogenofen (EAF). Im Hochofen wird Eisenerz mithilfe von Koks und ca. 1.300 °C heißer Luft zunächst reduziert und aufgeschmolzen. Die abgetrennte Hochofenschlacke dient der Zementindustrie als Sekundärrohstoff. Im nächsten Schritt erfolgt im Konverter die Umwandlung zu Rohstahl, indem Sauerstoff hinzugefügt wird. Alternativ werden Stahlschrott oder Eisenschwamm im EAF mithilfe elektrischer Energie eingeschmolzen. Durch die Steigerung der Recyclingquote von Schrott konnten die CO₂-Emissionen in der Rohstahlproduktion bereits deutlich verringert werden. Der energieintensive

Reduktionsprozess wird vermieden. Auch in der Hochofenroute finden bereits klimaschonende Verfahrensweisen Anwendung. Durch eine immer effizientere Verstromung von in Hochofen und Konverter entstehenden Gasen (Kuppelgasen), ist der Anteil des zusätzlich nötigen Fremdstroms und damit der Bedarf an Primärbrennstoffen gesunken.

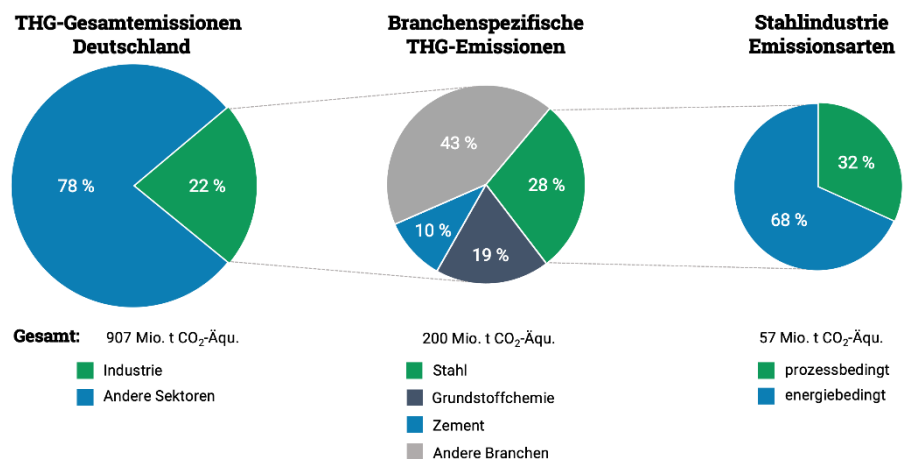


Abb. 1: Treibhausgasemissionen (THG) der deutschen Industrie 2017¹

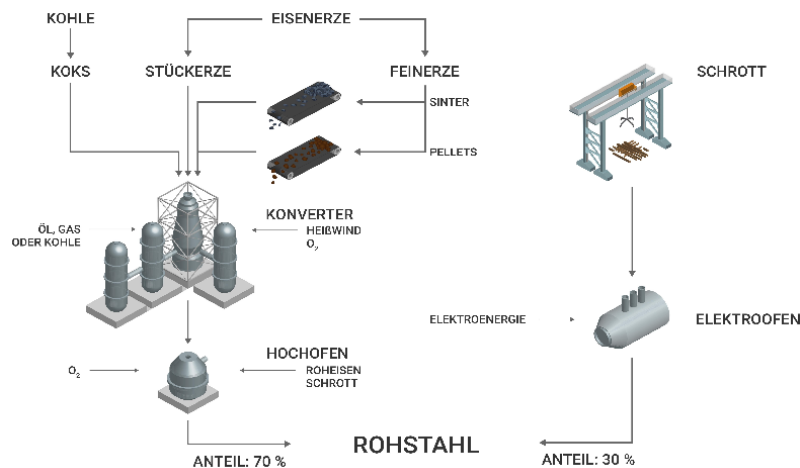


Abb. 2: Prozessschritte der konventionellen Stahlproduktion

Neue Technologien für eine treibhausgasneutrale Stahlproduktion

Mit den bisher erprobten Reduktionspfaden können weitere CO₂-Einsparungen erreicht werden. Jedoch sind die Möglichkeiten begrenzt und reichen nicht aus, um eine vollständige Dekarbonisierung der Rohstahlerzeugung umzusetzen. Dafür ist ein vollständiger Technologiewechsel notwendig, der eine Alternative zur klimaintensiven Hochofenroute bietet.

Die aussichtsreichste Option zur Verminderung der CO₂-Emissionen ist der Verzicht auf Koks, mit dem Eisenerz im Hochofen reduziert wird. Bei der sogenannten Direktreduktion wird stattdessen Wasserstoff als Reduktionsmittel eingesetzt. Übergangsweise ist auch die Nutzung von Erdgas oder Gasgemischen möglich. So können bereits erhebliche Minderungen erreicht werden. Der hierbei erzeugte Eisenschwamm kann anschließend in einem Elektrolichtbogenofen zu Stahl eingeschmolzen werden. Voraussetzung dafür ist sowohl die Verfügbarkeit von grünem Wasserstoff als auch von Strom aus erneuerbaren Energien.

Weitere Optionen zielen darauf ab, prozessbedingt entstandene CO₂-Emissionen abzuscheiden und zu speichern (Carbon Capture and Storage – CCS) oder einer anderen industriellen Nutzung zuzuführen (Carbon Capture and Usage – CCU). Dazu diskutiert die Branche derzeit verschiedene Kombinationen der Technologien. Die Verfahren haben aber alle einen sehr hohen zusätzlichen Energiebedarf und können nur in begrenztem Umfang CO₂ abscheiden.

Herausforderungen für eine klimaneutrale Stahlindustrie

Herausforderungen bestehen für die Stahlindustrie unter anderem in den jahrzehntelangen Investitionszyklen aufgrund der Lebensdauer der Produktionsanlagen. Das führt dazu, dass klimaneutrale Technologien bereits frühzeitig in besonderem Maße gefördert werden müssen. Gleichzeitig steht für etwa die Hälfte der deutschen Hochöfen eine Reinvestition bis zum Jahr 2030 an. Daher müssen die Grundlagen für die Transformation zur Treibhausgasneutralität in den kommenden Jahren geschaffen werden. Für die Umsetzung ist es zwingend erforderlich, dass technische und regulatorische Anforderungen bedacht werden:

- Erneuerbare Energien und grüner Wasserstoff müssen in ausreichender Menge am Produktionsort kostengünstig zur Verfügung stehen.
- Treibhausgasneutral erzeugter Stahl muss im Vergleich zu konventionell produzierten Stahl eine marktregulatorische Aufwertung erhalten, da es keine Qualitätsunterschiede in den Produktmerkmalen der Erzeugnisse gibt.
- Metallurgische Schwierigkeiten bei der wasserstoffbasierten Direktreduktion müssen durch gezielte Forschung behoben werden.
- Für die Ansätze von CCS und CCU ist es notwendig, die Speicherung und die realen Einsatzmöglichkeiten von CO₂ in anderen Industrien zu klären.

Weitere Informationen unter:
www.klimaschutz-industrie.de/themen

Impressum

Herausgeber: Kompetenzzentrum Klimaschutz in energieintensiven Industrien (KEI), ein Geschäftsbereich der Zukunft – Umwelt – Gesellschaft (ZUG) gGmbH
 Im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK)

Bildnachweis: iStock/Zhaojiankang

Quellen: ¹ Eigene Darstellung gemäß Emissionsdaten des UBA, des Wuppertal Instituts sowie der Verbände VDZ und WV Stahl 2017

Stand: April 2022