
Transformationspfade für die Stahlindustrie in Deutschland

Nicht-technische Fassung der Studie



Quelle: iStock - Petmal

© Prognos, 2022

Transformationspfade für die Stahlindustrie in Deutschland

Nicht-technische Fassung der Studie

Von
Jan Limbers
Dr. Michael Böhmer
Im Auftrag der
Wirtschaftsvereinigung Stahl
Abschlussdatum
Februar 2022

Das Unternehmen im Überblick

Prognos – wir geben Orientierung.

Wer heute die richtigen Entscheidungen für morgen treffen will, benötigt gesicherte Grundlagen. Prognos liefert sie – unabhängig, wissenschaftlich fundiert und praxisnah. Seit 1959 erarbeiten wir Analysen für Unternehmen, Verbände, Stiftungen und öffentliche Auftraggeber. Nah an ihrer Seite verschaffen wir unseren Kunden den nötigen Gestaltungsspielraum für die Zukunft – durch Forschung, Beratung und Begleitung. Die bewährten Modelle der Prognos AG liefern die Basis für belastbare Prognosen und Szenarien. Mit rund 180 Experteninnen und Experten ist das Unternehmen an neun Standorten vertreten: Basel, Berlin, Bremen, Brüssel, Düsseldorf, Freiburg, Hamburg, München und Stuttgart. Die Projektteams arbeiten interdisziplinär, verbinden Theorie und Praxis, Wissenschaft, Wirtschaft und Politik. Unser Ziel ist stets das eine: Ihnen einen Vorsprung zu verschaffen, im Wissen, im Wettbewerb, in der Zeit.

Geschäftsführer

Christian Böllhoff

Präsident des Verwaltungsrates

Dr. Jan Giller

Handelsregisternummer

Berlin HRB 87447 B

Umsatzsteuer-Identifikationsnummer

DE 122787052

Rechtsform

Aktiengesellschaft nach schweizerischem Recht; Sitz der Gesellschaft: Basel
Handelsregisternummer
CH-270.3.003.262-6

Gründungsjahr

1959

Arbeitssprachen

Deutsch, Englisch, Französisch

Hauptsitz

Prognos AG

St. Alban-Vorstadt 24
4052 Basel | Schweiz
Tel.: +41 61 3273-310
Fax: +41 61 3273-300

Weitere Standorte

Prognos AG

Goethestr. 85
10623 Berlin | Deutschland
Tel.: +49 30 5200 59-210
Fax: +49 30 5200 59-201

Prognos AG

Domshof 21
28195 Bremen | Deutschland
Tel.: +49 421 845 16-410
Fax: +49 421 845 16-428

Prognos AG

Résidence Palace, Block C
Rue de la Loi 155
1040 Brüssel | Belgien
Tel: +32 280 89-947

Prognos AG

Werdener Straße 4
40227 Düsseldorf | Deutschland
Tel.: +49 211 913 16-110
Fax: +49 211 913 16-141

Prognos AG

Heinrich-von-Stephan-Str. 17
79100 Freiburg | Deutschland
Tel.: +49 761 766 1164-810
Fax: +49 761 766 1164-820

Prognos AG

Hermannstraße 13
(c/o WeWork)
20095 Hamburg | Deutschland
Tel.: +49 40 554 37 00-28

Prognos AG

Nymphenburger Str. 14
80335 München | Deutschland
Tel.: +49 89 954 1586-710
Fax: +49 89 954 1586-719

Prognos AG

Eberhardstr. 12
70173 Stuttgart | Deutschland
Tel.: +49 711 3209-610
Fax: +49 711 3209-609

info@prognos.com | www.prognos.com | www.twitter.com/prognos_ag

Inhaltsverzeichnis

1	Klimapolitische Herausforderungen der Stahlindustrie	4
2	Vorgehen und zentrale Annahmen für die Simulationsrechnungen	5
3	Wie kann die Transformation gelingen?	7
4	Was bedeutet das „Fit for 55“-Paket für die Stahlindustrie?	9
4.1	Belastungsszenario 1: Auslaufen der kostenlosen Zertifikate und kein wirksamer CBAM	10
4.2	Belastungsszenario 2: Auslaufen der kostenlosen Zertifikate und voll wirksamer CBAM	11
5	Gesamtwirtschaftliche Folgen und Fazit	12
	Quellenverzeichnis	15
	Impressum	16

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Produktionskapazität der Primärstahlroute in Deutschland im Belastungsszenario mit CBAM, in Prozent der Ausgangskapazität (2020 = 100 %)	8
Abbildung 2: Produktionskapazität der Primärstahlroute in Deutschland im Belastungsszenario ohne CBAM, in Prozent der Ausgangskapazität (2020 = 100 %)	11
Abbildung 3: Produktionskapazität der Primärstahlroute in Deutschland im Belastungsszenario mit CBAM, in Prozent der Ausgangskapazität (2020 = 100 %)	12
Abbildung 4: Wasserstoffbasierte Produktionskapazität der Primärstahlroute in Deutschland 2045, in Prozent der (konventionellen) Ausgangskapazität 2020	13

1 Klimapolitische Herausforderungen der Stahlindustrie

Die Stahlindustrie gehört als Grundstoffindustrie, die am Anfang von Wertschöpfungsketten steht, zu den Kernbranchen der deutschen Wirtschaft. Ihre Produkte gehen als Vorleistungen in viele andere Branchen wie den Fahrzeugbau oder den Maschinenbau, aber auch die Bauwirtschaft ein. Mit der bislang verwendeten Technologie, der Hochofen-Konverter-Route, ist die Erzeugung von Primärstahl mit dem Ausstoß erheblicher Mengen an Kohlendioxid (CO₂) verbunden. Sowohl die deutsche Bundesregierung als auch die Europäische Union haben sich zum Ziel gesetzt, in allen Bereichen der Wirtschaft die Treibhausgasemissionen (THG-Emissionen) schrittweise zu reduzieren und ab dem Jahr 2045 (Deutschland) bzw. 2050 (EU) netto keine weiteren THG-Emissionen zu verursachen. Damit steht auch die Stahlindustrie in Deutschland vor der Aufgabe der Transformation zur THG-Neutralität.

Im Jahr 2021 wurden sowohl auf nationaler als auch auf europäischer Ebene die Klimaschutzpolitischen Ziele verschärft und entsprechende Maßnahmenpakete konkretisiert oder erweitert. So hat auf nationaler Ebene die deutsche Bundesregierung eine zügigere Reduktion der THG-Emissionen beschlossen: Bis zum Jahr 2030 ist eine Verringerung der Emissionen um 65 Prozent gegenüber 1990 geplant (zuvor 55 Prozent), und bis zum Jahr 2045 soll Deutschland klimaneutral sein (zuvor 2050). Auf EU-Ebene hat am 15. Juli 2021 die Europäische Kommission ein Gesetzespaket mit Vorschlägen vorgelegt, mit denen die Transformation der europäischen Volkswirtschaften hin zur Klimaneutralität gelingen soll („Fit for 55“). Zwar befindet sich das Gesetzespaket gegenwärtig noch im Konsultationsstadium, die wesentlichen Eckpfeiler der künftigen EU-Klimaschutzpolitik werden gleichwohl deutlich.

Aus Sicht der Stahlindustrie sind zentrale Bestandteile des „Fit For 55“-Paketes zum einen die Novellierung der Emissionshandelsrichtlinie. Diese sieht eine zunehmende Reduktion der bislang kostenfreien Zuteilung von Emissionszertifikaten für die Stahlindustrie und ihre gänzliche Abschaffung bis zum Jahr 2035 vor. Zum anderen soll mit der Einführung eines emissionsbasierten Grenzausgleichs (Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM)) auf Importe aus Drittländern eine Kostenparität für emissionsintensive Produkte auf dem europäischen Binnenmarkt sichergestellt werden.

Auf Seiten der Stahlunternehmen in Deutschland laufen seit mehreren Jahren Planungen zur Umsetzung der Klimaziele. Dazu soll die Primärstahlroute auf CO₂-arme und perspektivisch CO₂-freie Produktionsverfahren auf Wasserstoffbasis, das sogenannte Wasserstoffdirektreduktionsverfahren (H₂-DRI), umgestellt werden.¹ Das Handlungskonzept Stahl formuliert als Ziel, bis 2030 ein Drittel der Produktionskapazität auf die Wasserstoff-Direktreduktion umzurüsten (vgl. BMWi 2020).

In der vorliegenden Studie wird mit Hilfe von Szenariorechnungen geprüft, unter welchen klimapolitischen Rahmenbedingungen die Transformation der Stahlindustrie in Deutschland gelingen kann. Unter erfolgreicher Transformation wird verstanden, dass die Produktion von Primärstahl

¹ Die Sekundärstahlroute, in welcher Stahlschrott im Lichtbogen eingeschmolzen und recycelt wird, produziert weitgehend emissionsfrei. Die möglichen Produktionsmengen sind jedoch durch die Verfügbarkeit von Stahlschrott begrenzt. In der Vorgängerstudie werden die Konsequenzen der klimapolitischen Rahmenbedingungen für die Sekundärstahlroute ausführlicher diskutiert (siehe Prognos 2020).

am Ende der Übergangsphase vollständig THG-neutral ist, ohne dass es dabei zu transformationsbedingten Verlusten an Produktionsmengen und Beschäftigung kommt.

Die Studie legt dar, dass Investitionen in klimaneutrale Produktionsanlagen sowie deren Betrieb mit Mehrkosten verbunden sind und sich transformative Prozesse wie in der Stahlindustrie stufenförmig und im internationalen Wettbewerb vollziehen. Dadurch ergeben sich besondere Herausforderungen für die Unternehmen wie auch für die Ausgestaltung eines geeigneten regulatorischen Rahmens. Die Studie ergänzt damit die bereits 2020 durchgeführte Studie zu den klimapolitischen Herausforderungen der Stahlindustrie, in denen Transformationspfade zur Klimaneutralität nicht ausdrücklich modelliert, sondern vor allem die Belastungen auf eine rein national ausgerichtete Klimapolitik gegenüber einem Business-as-Usual-Szenario untersucht wurde (vgl. Prognos 2020).

2 Vorgehen und zentrale Annahmen für die Simulationsrechnungen

Das Ergebnis des Transformationsprozesses der Stahlindustrie hin zur Klimaneutralität hängt von Marktentwicklungen, von den politischen Rahmenbedingungen und von den konkreten unternehmerischen Entscheidungen der einzelnen Stahlproduzenten ab. Für die allgemeinen Marktentwicklungen (Angebot und Nachfrage auf den globalen Stahlmärkten) unterstellen wir, dass sich diese gegenüber einer hypothetischen Referenz ohne Transformation nicht grundlegend ändert.² Die verschiedenen politischen Rahmenbedingungen werden in den einzelnen Szenarien detailliert abgebildet. Die konkreten unternehmerischen Entscheidungen können wir im Rahmen dieser Studie selbstverständlich nicht vorwegnehmen. Aus diesem Grund modellieren wir typisierte Unternehmen der Stahlindustrie. Eine modellierte Anlage und die Entscheidung über ihre Transformation entspricht damit nicht exakt einer realen Anlage und Entscheidungsfindung. Der große Wert der Modellierung liegt darin, dass Einflussgrößen auf typische und betriebswirtschaftlich rationale Entscheidungen nachvollziehbar abgebildet werden können.

² Für die Entwicklung der Stahlindustrie in der hypothetischen Referenz siehe ausführlicher Prognos 2020.

Agentenbasierte Modellsimulationen mit LABS (Large Agent Based Simulation)

Die Szenarien werden mittels des agentenbasierten Simulationsmodells LABS der Prognos erstellt. LABS bildet modellhaft die echte Ökonomie ab, in welcher eine Vielzahl heterogener Agenten (i.e. Unternehmen, private Haushalte, Banken, der Staat) autonom und in Abhängigkeit von ihren individuellen Zuständen ihre jeweiligen Ziele verfolgen. Die Stahlindustrie wird hierbei durch stark typisierte Unternehmen repräsentiert, welche ähnliche Kenngrößen aufweisen wie der statistisch vorliegende Durchschnitt der Stahlindustrie in Deutschland. Wir weisen darauf hin, dass die modellierten Unternehmen keine konkrete Entsprechung haben in der „echten“ Welt. Diese Art der Modellierung erlaubt die Umsetzung der Transformation auf der Ebene von einzelnen Anlagen, unter expliziter Berücksichtigung von funktionalen Zusammenhängen auf der betriebs- und volkswirtschaftlichen Ebene.

Den Simulationsrechnungen liegt für den Betrachtungszeitraum eine Reihe von Annahmen zugrunde. Diese sind plausibel aus vorliegenden Daten sowie Politikeinschätzungen abgeleitet, stellen für sich genommen jedoch keine Prognosen dar. Die zentralen Annahmen sind im Einzelnen:

- Das außereuropäische Ausland verfolgt eine weniger ambitionierte Klimapolitik als die EU. In der Folge sind europäische und außereuropäische Unternehmen mit unterschiedlichen THG-Emissionskosten konfrontiert.
- Die Zertifikatspreise im europäischen Emissionshandel liegen im Startjahr der Simulation 2020 bei 50 Euro je Tonne CO₂ und legen bis 2045 um 5 Euro pro Jahr zu. Im außereuropäischen Ausland werden annahmegemäß erst 2031 Emissionskosten für die Stahlindustrie eingeführt, welche pro Jahr um 2 Euro je Tonne anwachsen.
- Die Energieträgerpreise folgen näherungsweise den in Agora et al. 2021 getroffenen Annahmen: Der Kohlepreis liegt stabil bei 140 Euro je Tonne, der Wasserstoffpreis startet 2020 bei 170 Euro je MWh und sinkt bis 2045 auf 120 Euro je MWh ab. Der Strompreis beträgt im Startjahr 60 Euro je MWh und geht bis 2045 geringfügig auf etwas über 57 Euro je MWh zurück. Für Erdgas sind 2020 12 Euro je MWh zu entrichten, dieser Preis steigt bis 2045 deutlich auf 24 Euro je MWh an.
- Der Technikwechsel hin zu emissionsarmen Verfahren auf Seiten der inländischen Produzenten wird in jedem Fall vorgenommen. Konventionelle Zustellungen (mit einer Ausnahme 2025) werden nicht mehr vorgenommen. Ist die Umstellung nicht wirtschaftlich, stellt der Austritt aus dem Markt die einzige Alternative dar.
- Hinsichtlich der alternativen emissionsarmen Verfahren betrachten wir in dieser Studie lediglich die Wasserstoff-Direktreduktion (H₂-DRI). Wir unterstellen, dass die neu zu erstellenden H₂-DRI-Anlagen vorerst überwiegend mit Erdgas betrieben werden. 2026, wenn in unserem Szenario die erste Anlage umgestellt wird, liegt der Erdgasanteil bei 70 Prozent und sinkt in den Folgejahren um 5 Prozentpunkte p.a. ab.

- Wir unterstellen für die Simulationsrechnungen, dass eine hinreichende Verfügbarkeit von Wasserstoff gegeben ist und keine energiewirtschaftlichen oder sonstigen Restriktionen einer Transformation der Stahlindustrie im Wege stehen.
- Die spezifischen Kapitalkosten für die konventionelle Primärstahlproduktion belaufen sich Agora et al. 2021 folgend auf 16 Euro je Tonne Stahl, die der alternativen Erzeugung im H₂-DRI-Verfahren sind mit 79 Euro je Tonne Stahl fast fünfmal so hoch. Die Kapitalkosten beider Produktionsverfahren sind im Simulationsverlauf konstant und im Inland und Ausland identisch.

3 Wie kann die Transformation gelingen?

Das Ziel, in der Stahlindustrie bis 2045/2050 THG-neutral zu produzieren, stellt die Unternehmen unter den gegenwärtigen und geplanten Klimaschutzpolitischen Rahmenbedingungen vor eine doppelte Herausforderung:

1. Das von der Europäischen Kommission geplante Auslaufen der bislang kostenlosen Zuteilung von Emissionszertifikaten, gepaart mit künftig steigenden Zertifikatepreisen, wird die Emissionskosten der Stahlunternehmen in Europa deutlich erhöhen. Bei einem Beibehalten der konventionellen und emissionsintensiven Produktionsverfahren erfahren die europäischen Stahlproduzenten somit Kostennachteile gegenüber der internationalen Konkurrenz. Der im „Fit-for-55“-Maßnahmenpaket vorgesehene CBAM soll zwar eine (Emissions-)Kostenparität im europäischen Binnenmarkt sicherstellen, eine Unterstützung der Stahllexporte in Drittländer ist hierbei jedoch nicht vorgesehen. Zudem ist auch seine Wirksamkeit zur Vermeidung verschiedener Umgehungsstrategien unsicher.
2. Emissionsarme Produktionsverfahren bieten aus betriebswirtschaftlicher Sicht keinen Ausweg, da diese Verfahren aktuell und auf absehbare Zeit höhere Produktionskosten aufweisen als die konventionellen (inkl. Emissionskosten).

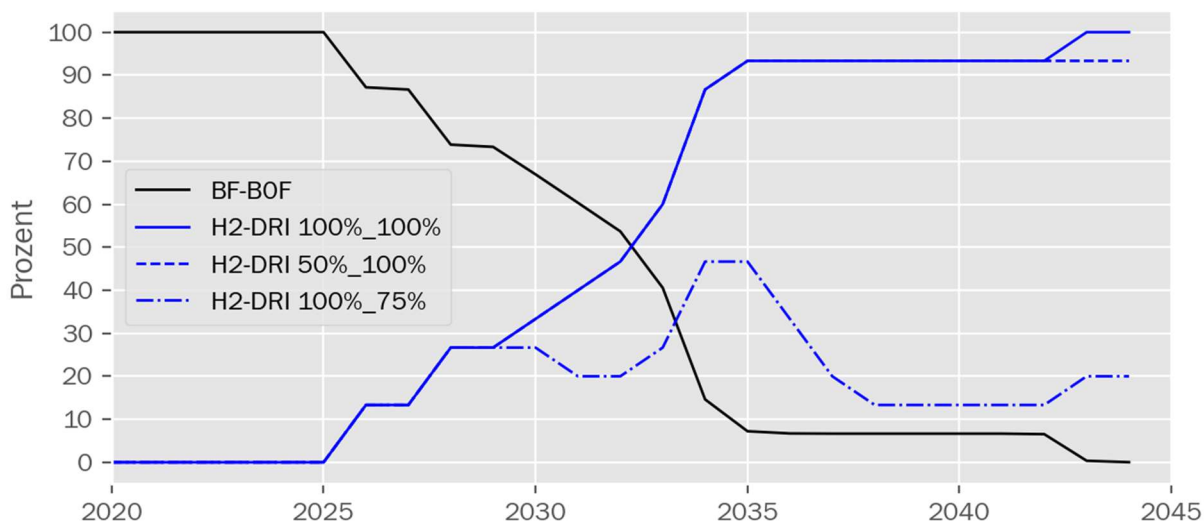
Diese Herausforderungen greift das **Transformationsszenario** auf. Dabei ist zunächst wichtig zu verstehen, dass sich die Umstellung auf THG-neutrale Produktion nicht von heute auf morgen vollziehen kann. Bestehende Investitionen in die Hochofen-Konverter-Route weisen im Durchschnitt eine Lebensdauer von etwa 18 Jahren auf. Erst dann wird eine Anlage erneuert („neu zugestellt“) oder durch eine Anlage mit anderer Technologie ersetzt. Entsprechend dieser Investitionszyklen kann die Umstellung auf THG-neutrale Anlagen nur nach und nach erfolgen.

In dieser Übergangsphase erhalten die Unternehmen im Transformationsszenario für ihre konventionellen Anlagen weiterhin kostenfreie Emissionszertifikate in einem Umfang, der hinsichtlich der Emissionskosten eine Parität gegenüber dem außereuropäischen Ausland sicherstellt („level playing field“). Die Umstellung der Anlagen auf Wasserstoffdirektreduktion erfolgt nach und nach entsprechend der üblichen Investitionszyklen. Hierfür erhalten die Stahlhersteller im Transformationsszenario Zuschüsse, die die Differenzkosten zwischen der (günstigeren) konventionellen und der (teureren) THG-neutralen Technologie ausgleichen. Die Zuschüsse sind so modelliert, dass sie sowohl die höheren Investitionskosten (Capex) als auch die höheren Betriebskosten (Opex)

kompensieren. Die Berechnung der Investitionsmehrkosten folgt den Annahmen von Agora (2021). Demzufolge belaufen sich die Capex-Zuschüsse für eine H₂-DRI-Anlage (Jahresproduktionskapazität zwei Mio. Tonnen) – wenn voll gewährt – auf 1,2 Mrd. Euro. Der maximal mögliche Zuschuss für die laufenden Betriebskosten entspricht der Differenz der Produktionskosten zum jeweiligen Zeitpunkt und hängt insbesondere von der Entwicklung der Kosten für „grünen“ Wasserstoff und seinem Anteil beim Betrieb der Anlage ab. Da die Anlagen anfänglich vor allem mit Erdgas betrieben werden, belaufen sich die Werte anfänglich auf 150 Euro je Tonne Stahl (2026) und steigen bis zu maximal 242 Euro je Tonne Stahl an, wenn Ende der 2030er Jahre die Anlagen annähernd vollständig mit „grünem“ Wasserstoff betrieben werden.

Unter dieser Maßgabe wird die konventionelle Produktionskapazität im Ausgangsjahr 2020 bis zum Jahr 2045 vollständig auf Wasserstoff-Direktreduktion umgestellt. Die bisherige Produktionskapazität bleibt ohne Einbußen erhalten.

Abbildung 1: Produktionskapazität der Primärstahlroute in Deutschland im Transformationsszenario, in Prozent der Ausgangskapazität (2020 = 100 %)³



Quelle: eigene Berechnungen, Durchschnitt über 200 Simulationsläufe
 BF-BOF: Hochofen-Konverter-Technik, H2-DRI: Wasserstoffdirektreduktion
 erste Prozentangabe Höhe Capex-Zuschuss, zweite Angabe Höhe Opex-Zuschuss

© Prognos AG

Es stellt sich die Frage, ob ein vollständiger Ausgleich der Zusatzkosten notwendig ist, damit die Transformation gelingt, oder ob ein anteiliger Ausgleich hinreichend wäre. Die Simulationsrechnungen gelangen hier zu folgenden Ergebnissen:

- Wird der Capex-Zuschuss nur zu 50 Prozent gewährt, bleiben bis 2045 immer noch rund 93 Prozent der Ausgangskapazität im Markt. Die Unternehmen müssen bei einer reduzierten Unterstützung mehr Eigen- und Fremdkapital für die Finanzierung der Investition aufbringen, was ein geringfügig höheres Insolvenzrisiko zur Folge hat.

³ Bei einem optimalen Verlauf der Transformation entspricht die H₂-DRI-Produktionskapazität genau der gespiegelten konventionellen (Rest)Kapazität: die BF-BOF-Anlagen werden entsprechend des letzten Zustellungsjahrs des Hochofens im Simulationszeitraum umgestellt, d.h. dem Bestand der konventionellen Anlagen entnommen und dem Bestand der H₂-DRI-Anlagen zugeordnet. Bei einer unvollständigen Förderung verringert sich der Bestand der umgestellten H₂-DRI-Anlagen entsprechend.

- Eine Reduktion des Opex-Zuschusses auf 75 Prozent hingegen führt zu geringen Gewinnmargen und wegbrechendem Absatz. In einem solchen Szenario ist ein kostendeckender Betrieb der H₂-DRI-Anlagen zu wettbewerbsfähigen Preisen kaum möglich, die finanziellen Rücklagen der einzelnen Unternehmen/Anlagen aus der Zeit vor der Umstellung verringern sich und das Risiko von Marktaustritten erhöht sich massiv. In der Konsequenz scheiden bis zum Ende des Simulationszeitraums 2045 etwa 80 Prozent der Ausgangskapazität aus dem Markt aus. Wird der Simulationszeitraum über 2045 hinausgehend verlängert, würden auch die dann noch verbliebenen Anlagen aus dem Markt ausscheiden.

Eine wichtige Erkenntnis aus diesen Simulationsläufen ist, dass eine vollständige Schließung der Wirtschaftlichkeitslücke bei den betrieblichen Mehrkosten für eine erfolgreiche Transformation entscheidend ist. Dies erklärt sich vor allem mit der hohen Intensität des Wettbewerbs auf den internationalen Stahlmärkten und den damit verbundenen geringen Gewinnmargen. Legt man den in diesem Transformationsszenario realisierten Hochlauf der H₂-DRI-Anlagen zugrunde, so resultiert bei einer vollständigen Deckung der Wirtschaftlichkeitslücke ein durchschnittlicher jährlicher Förderbedarf von 4,6 Mrd. Euro im Zeitraum 2026 bis 2045. In der ersten Dekade des Hochlaufs (bis 2035) sind dies kumuliert 27,5 Mrd. Euro. Hinzu kommen Investitionszuschüsse, welche sich, wenn voll gewährt, auf insgesamt 18 Mrd. Euro im gesamten Simulationszeitraum (2026 bis 2045) belaufen. Der weit überwiegende Teil hiervon fällt in der ersten Dekade des Hochlaufs an.

Etwa ein Drittel der in der Primärstahlproduktion emittierten Treibhausgase (ca. 55 Mio. Tonnen pro Jahr (Durchschnitt 2016 bis 2018) können im Transformationsszenario bis 2030 eingespart werden, bis 2035 sind es über 90 Prozent.

Perspektivisch können die betrieblichen Mehrkosten am Markt erwirtschaftet werden. Durch die Etablierung „grüner“ Leitmärkte werden erst einmal Absatznischen für die transformierten Anlagen geschaffen werden, während längerfristig die Wirtschaftlichkeitslücke auch für die nachfolgend transformierten Anlagen dauerhaft geschlossen werden kann. Auch kann sich der Förderbedarf reduzieren, sollte der Hochlauf der Wasserstoffwirtschaft und die damit verbundenen zu erwartenden Kostendegressionen schneller vollziehen als hier unterstellt.

Da die Dekarbonisierung der Stahlindustrie anlagenspezifisch und damit in einzelnen Schritten erfolgt, ist es für den Erfolg dieses Prozesses zusammenfassend entscheidend, dass nicht nur die neuen H₂-DRI-Anlagen kostendeckend betrieben werden können. Auch müssen die bestehenden Hochöfen weiterhin wirtschaftlich produzieren können, denn wenn Bestandsanlagen aus dem Markt ausgeschieden sind, können sie anschließend nicht mehr transformiert werden.

4 Was bedeutet das „Fit for 55“-Paket für die Stahlindustrie?

Die Pläne des „Fit for 55“-Pakets der Europäischen Kommission bedeuten im Vergleich zum Transformationsszenario zusätzliche Belastungen für die Stahlindustrie in Deutschland und Europa. Um die Auswirkungen zu modellieren, werden die zwei zentralen Aspekte des Pakets im Simulationsmodell umgesetzt:

- Kalkulationen der Wirtschaftsvereinigung Stahl zufolge erhält die deutsche Stahlindustrie gegenwärtig kostenfreie Emissionszertifikate im Umfang von 83 Prozent der tatsächlichen Emissionen. Mit der Verschärfung der Regularien im europäischen Emissionshandelssystem ab 2026 gehen wir in den Rechnungen von einem schrittweisen Rückgang des Anteils der kostenfreien Zuteilung aus. Ab 2035 werden dann gar keine kostenfreien Zertifikate mehr zugeteilt.
- Um zu vermeiden, dass die europäische Stahlindustrie durch die Rückführung der kostenlosen Zuteilung von Emissionszertifikaten international an Wettbewerbsfähigkeit verliert, sieht das „Fit for 55“-Paket einen emissionsbasierten Grenzausgleichsmechanismus (CBAM) vor. Dieser soll auf dem Inlandsmarkt eine emissionsbedingte Kostenparität zwischen der inländischen und ausländischen konventionellen Stahlproduktion effektiv sicherstellen. Die Höhe der CBAM-Steuer, welche inländische Nachfrager auf ausländische Stahlprodukte zu entrichten haben, entspricht der Differenz der zu entrichtenden Zertifikatspreise zwischen Inland und Ausland.

Um den gegenwärtigen Unsicherheiten über die tatsächliche Einführung sowie über die Wirksamkeit des CBAM – beides ist aus methodischer Sicht äquivalent – Rechnung zu tragen, werden zwei unterschiedliche Belastungsszenarien modelliert:

- **Belastungsszenario 1:** Auslaufen der kostenlosen Zertifikate und kein wirksamer CBAM
- **Belastungsszenario 2:** Auslaufen der kostenlosen Zertifikate und voll wirksamer CBAM

Damit ist das Spektrum unterschiedlicher Grade der Wirksamkeit des CBAM – gerade vor dem Hintergrund noch offener handelsrechtlicher und handelspolitischer Fragen – vollständig abgedeckt.

4.1 **Belastungsszenario 1: Auslaufen der kostenlosen Zertifikate und kein wirksamer CBAM**

Durch das Auslaufen der kostenlosen Zertifikate steigt die Differenz der Produktionskosten zwischen Inland und Ausland stetig an und beträgt 2045 rund 248 Euro je Tonne Stahl. Annahmemaß steht hier kein wirksamer CBAM zur Verfügung, so dass die emissionsbedingten Kostenunterschiede zum Ausland nicht ausgeglichen werden.

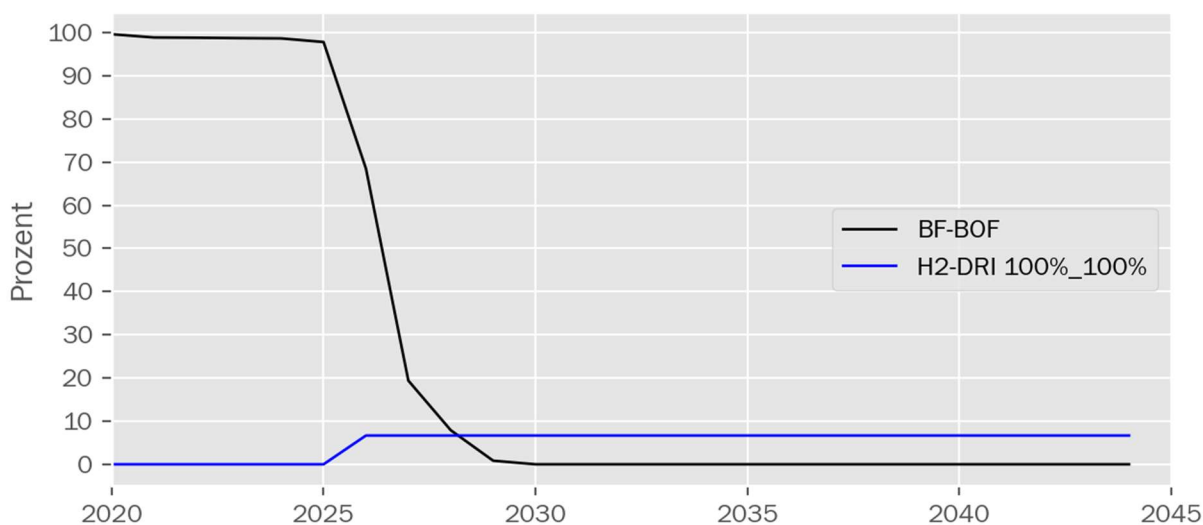
Unsere Simulationsrechnungen zeigen, dass unter diesen Rahmenbedingungen die inländische Hochofen-Konverter-Route bereits kollabiert, bevor eine Umstellung auf die emissionsarme H₂-DRI-Technik erfolgen kann. Die unzureichende Deckung durch freie Zertifikate setzt die Unternehmen der konventionellen Route von Beginn der Simulationsrechnung an unter Druck. In der Folge sind sie nur unzureichend in der Lage, die nötigen Finanzierungsmittel für eine Zustellung oder Umstellung aufzubringen. 2026, wenn der Anteil der freien Zuteilung deutlich absinkt, sind die betreffenden Stahlunternehmen nicht mehr in der Lage, preislich wettbewerbsfähig zu produzieren. Die Folge sind Marktaustritte, bevor die Hochöfen das Ende ihrer Betriebszeit erreichen. Die Transformation wäre damit gescheitert, bevor sie begonnen hätte. Etwaige Capex- oder Opex-Zuschüsse für die Umstellung kämen nicht mehr zum Tragen.

Auch ein vorzeitiger Technikwechsel bietet keinen Ausweg: Ein Opex-Zuschuss für neu installierte H₂-DRI-Anlagen bemisst sich an den Differenzkosten gegenüber der inländischen konventionellen Stahlerzeugung. Damit aber wäre ohne einen wirksamen CBAM der Zuschuss nicht hinreichend,

um den Kostennachteil gegenüber der konventionellen Erzeugung im Ausland auszugleichen. Auch in dieser Variante unterbliebe die Transformation.

Auch bei einer Bezuschussung der Wasserstoff-Direktreduktion in voller Höhe wäre die Dekarbonisierung der Stahlindustrie in Deutschland damit gescheitert. Der vormals in Deutschland hergestellte Stahl würde nun im Ausland produziert und die dabei emittierten Treibhausgase fielen in mindestens gleicher Höhe ebenfalls im Ausland an („Carbon Leakage“).

Abbildung 2: Produktionskapazität der Primärstahlroute in Deutschland im Belastungsszenario ohne CBAM, in Prozent der Ausgangskapazität (2020 = 100 %)



Quelle: eigene Berechnungen, Durchschnitt über 200 Simulationsläufe
BF-BOF: Hochofen-Konverter-Technik, H₂-DRI: Wasserstoffdirektreduktion
erste Prozentangabe Höhe Capex-Zuschuss, zweite Angabe Höhe Opex-Zuschuss

© Prognos AG

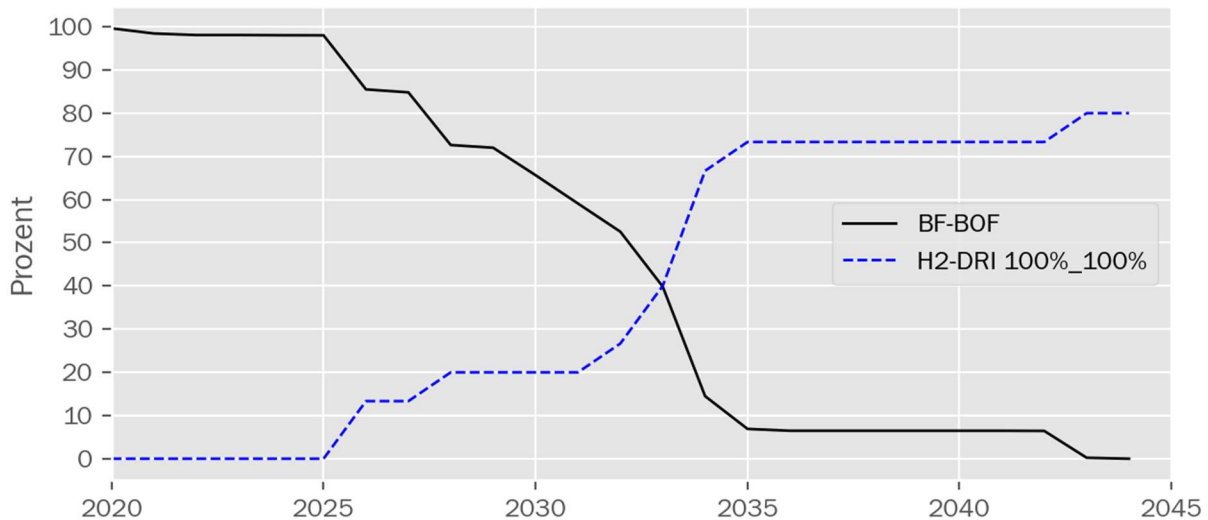
4.2 Belastungsszenario 2: Auslaufen der kostenlosen Zertifikate und voll wirksamer CBAM

Das zweite Belastungsszenario unterscheidet sich vom vorhergehenden dadurch, dass mit dem CBAM eine emissionsbasierte Steuer auf Stahlimporte in das Inland eingeführt wird und voll wirksam ist. Entsprechend dem Vorschlag der Europäischen Kommission ist dieser nicht mit einer Entlastung der Exporte verbunden. Für die Simulation unterstellen wir, dass die spezifischen THG-Emissionen der inländischen und ausländischen Hochofen-Konverter-Route identisch sind. Unter diesen Rahmenbedingungen stehen die Unternehmen der konventionellen Route analog zum ersten Belastungsszenario bereits zu Beginn des Simulationszeitraums unter einem erhöhten Wettbewerbsdruck, vermehrte Marktaustritte werden jedoch durch den CBAM wirksam verhindert.

Der Aufbau der H₂-DRI-Route gelingt auch bei voller Förderung nicht vollständig: Die Exporte der inländischen Stahlproduzenten sind durch den CBAM nicht geschützt und auf dem Auslandsmarkt preislich nicht wettbewerbsfähig. Der Anteil des Umsatzes mit dem außereuropäischen Ausland am Gesamtumsatz der Stahlbranche beträgt statistisch knapp 20 Prozent. In dieser Größenordnung „fehlen“ auch in den Simulationsrechnungen die entsprechenden Produktionskapazitäten gegen Ende des betrachteten Zeitraums – trotz einer angenommenen vollständigen Förderung

der neuen H₂-DRI-Anlagen. Die Produktion in Europa findet nur noch für den Binnenmarkt statt, und auch „grüner“ Stahl hätte keine Exportperspektiven.

Abbildung 3: Produktionskapazität der Primärstahlroute in Deutschland im Belastungsszenario mit CBAM, in Prozent der Ausgangskapazität (2020 = 100 %)



Quelle: eigene Berechnungen, Durchschnitt über 200 Simulationsläufe
BF-BOF: Hochofen-Konverter-Technik, H₂-DRI: Wasserstoffdirektreduktion
erste Prozentangabe Höhe Capex-Zuschuss, zweite Angabe Höhe Opex-Zuschuss

© Prognos AG

Ein effektiver CBAM ist grundsätzlich geeignet, um die Transformation der europäischen Stahlindustrie wirksam zu unterstützen. Die fehlende Wettbewerbsgleichheit auf den ausländischen Märkten bleibt jedoch ein wesentliches Manko dieses Instruments. In der Folge würde sich die Stahlindustrie am Ende des Übergangs auf einem Kapazitätsniveau von rund 80 Prozent – gemessen an dem des Transformationsszenarios – befinden.

5 Gesamtwirtschaftliche Folgen und Fazit

Die Simulationsrechnungen zeigen, dass eine Dekarbonisierung der Stahlindustrie in Europa und Deutschland für die betreffenden Unternehmen aus eigener Kraft nicht realisierbar ist, da die Produktionskosten der emissionsarmen Erzeugungsverfahren in der Primärstahlroute aktuell und mittelfristig deutlich über denen der konventionellen Verfahren liegen.

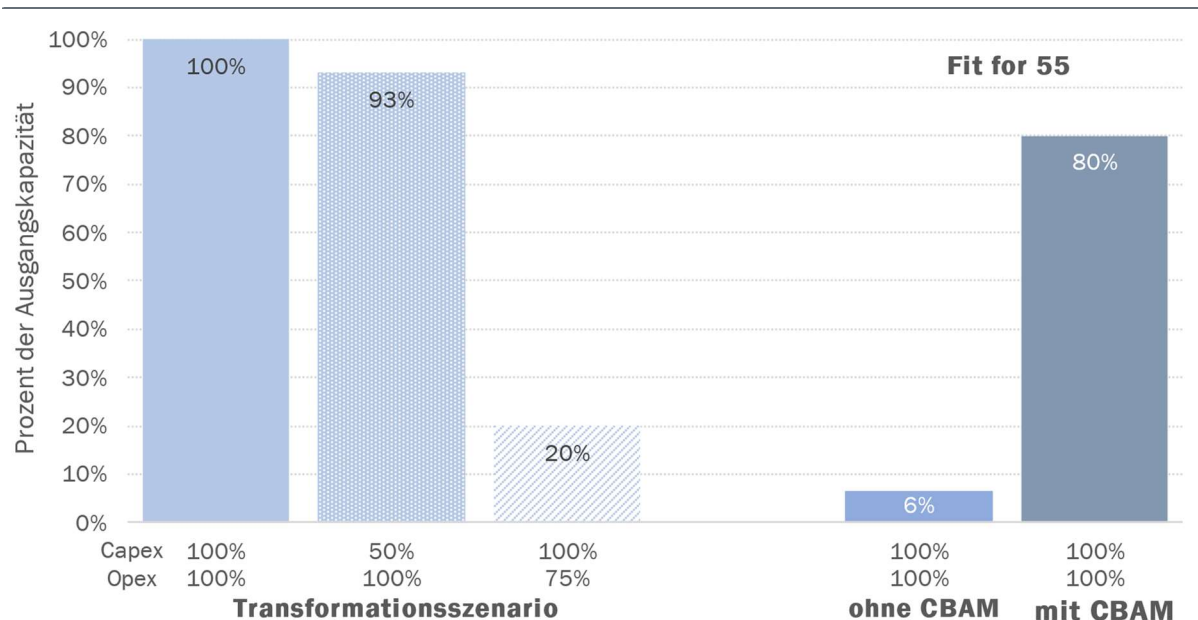
Sollte die Transformation scheitern, würden die ökonomischen Kosten über die Stahlindustrie selbst hinauswirken (aktualisiert auf Basis von Prognos 2020): Die Branche weist in Deutschland einen relativ hohen sogenannten Wertschöpfungsmultiplikator auf. Sinkt die Wertschöpfung in der Stahlindustrie um einen Euro, so „fehlen“ gesamtwirtschaftlich 2,7 Euro Wertschöpfung. Hinzu kommen negative Kreislaufeffekte, welche sich aus der Verringerung der Investitionsausgaben der

betroffenen Unternehmen sowie der Konsumausgaben ihrer ehemals Beschäftigten und des zusätzlichen Bedarfs an Stahlimporten ergeben. Der Gesamteffekt auf die Wertschöpfung in Deutschland fällt um den Faktor 4 größer aus als die Wertschöpfungsverluste der Stahlindustrie selbst.

Legt man diese Relation zugrunde, so geht jeder verlorene Prozentpunkt an Produktionskapazität in der Primärstahlroute näherungsweise mit einem Verlust an gesamtwirtschaftlichen Wertschöpfung in Höhe von 200 Mio. Euro einher. Im ersten Belastungsszenario, dem „worst case“, beträgt der gesamtwirtschaftliche Wertschöpfungsverlust unter Berücksichtigung der direkten Stahlverarbeitung knapp 19 Mrd. Euro. Rund 200 Tsd. Arbeitsplätze würden hierdurch direkt und indirekt wegfallen.

Daraus lassen sich die gesamtwirtschaftlichen Emissionsvermeidungskosten – definiert als der Verlust an Bruttowertschöpfung je vermiedener Tonne Treibhausgase – ableiten, die bei rund 600 Euro je Tonne liegen. Diese Kosten überschreiten deutlich die Differenzkosten zwischen den emissionsarmen und den herkömmlichen Produktionsverfahren (maximal 242 Euro je Tonne Stahl 2039). Zudem werden im Falle von Carbon Leakage – also einer Verdrängung der inländischen Produktion durch Mehrimporte aus dem Ausland – die Emissionen nicht vermieden, sondern fallen mindestens in gleicher Höhe im Ausland an. Nicht nur aus ökonomischer, sondern auch aus klimapolitischer Perspektive, ist es damit vorteilhaft, die Stahlindustrie bei ihrer Dekarbonisierung zu unterstützen.

Abbildung 4: Wasserstoffbasierte Produktionskapazität der Primärstahlroute in Deutschland 2045, in Prozent der (konventionellen) Ausgangskapazität 2020



Quelle: eigene Berechnungen, Durchschnitt über 200 Simulationsläufe
Capex/Opex: Zuschusshöhe in Prozent der Differenzkosten

© Prognos AG

Ist eine (Emissions)Kostenparität auf Seiten der konventionellen Erzeugung zwischen Inland und Ausland gegeben (z.B. durch kostenfreie Zertifikate im Transformationsszenario), so ist gemäß den Ergebnissen der Simulationsrechnungen für die Umstellung auf das H₂-DRI-Verfahren ein (staatlicher) Zuschuss für die Investitionsausgaben (Capex) in Höhe von fünfzig Prozent

näherungsweise hinreichend. Bei den laufenden Betriebskosten hingegen ist ein Zuschuss in voller Höhe notwendig, wenn die betreffenden Unternehmen dauerhaft im Markt verbleiben sollen. Längerfristig werden auch im außereuropäischen Ausland Emissionskosten eingeführt und eine Dekarbonisierung der Stahlindustrie erfolgen, so dass die Unterstützung der Stahlindustrie in Europa einen zeitlich vorübergehenden Charakter haben kann.

Ein deutlicher Anstieg der Zertifikatspreise im Rahmen des europäischen Emissionshandelssystems sowie ein Abschmelzen der frei zugeteilten Zertifikate – wie von der Europäischen Kommission in ihrem „Fit-for-55“-Plan vorgesehen – reduziert zwar die relativen Kosten der alternativen Verfahren. Diese Maßnahmen haben jedoch zur Konsequenz, dass die stahlproduzierenden Unternehmen in Europa aus dem Markt ausscheiden, bevor eine Umstellung auf emissionsarme Verfahren gelingen kann. Die Einführung eines effektiv wirksamen emissionsbasierten Grenzausgleichs (CBAM) stellt auf dem (europäischen) Binnenmarkt eine (Emissions)Kostenparität gegenüber Anbietern aus Drittländern her, führt jedoch zum Verlust des außereuropäischen Exportgeschäfts und einem entsprechenden Abbau von Produktionskapazitäten. Die beiden Belastungsszenarien nehmen hinsichtlich der Effektivität des Grenzausgleichsmechanismus die zwei möglichen Extrempositionen ein. Bei einer mangelhaften Effektivität des CBAM werden die Auswirkungen der klimapolitischen Rahmenbedingungen zwischen den beiden hier gezeigten liegen.

Quellenverzeichnis

Agora Energiewende, FutureCamp, Wuppertal Institut und Ecologic Institut (2021): Klimaschutzverträge für die Industrietransformation. Analyse zur Stahlbranche

Eurofer (2020): European Steel in Figures, The European Steel Association, 2020

BMWi (2020): Für eine starke Stahlindustrie in Deutschland und Europa (Handlungskonzept Stahl), Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, 2020

Prognos (2020): Klimapolitische Herausforderungen der Stahlindustrie in Deutschland, 2020

Impressum

Transformationspfade für die Stahlindustrie in Deutschland – nicht-technische Fassung der Studie

Herausgeber

Prognos AG
Goethestraße 85
10623 Berlin
Telefon: +49 30 52 00 59-210
Fax: +49 30 52 00 59-201
E-Mail: info@prognos.com
www.prognos.com
twitter.com/prognos_aG

Autoren

Jan Limbers
Dr. Michael Böhmer

Kontakt

Jan Limbers (Projektleitung)
E-Mail: jan.limbers@prognos.com

Satz und Layout: Prognos AG
Bildnachweis(e):

Stand: Februar 2022
Copyright: 2022, Prognos AG

Alle Inhalte dieses Werkes, insbesondere Texte, Abbildungen und Grafiken, sind urheberrechtlich geschützt. Das Urheberrecht liegt, soweit nicht ausdrücklich anders gekennzeichnet, bei der Prognos AG. Jede Art der Vervielfältigung, Verbreitung, öffentlichen Zugänglichmachung oder andere Nutzung bedarf der ausdrücklichen, schriftlichen Zustimmung der Prognos AG.

Zitate im Sinne von § 51 UrhG sollen mit folgender Quellenangabe versehen sein: Prognos AG (2021): Transformationspfade für die Stahlindustrie in Deutschland.