

Bericht

Klimapolitische Herausforderungen der Stahlindustrie in Deutschland



Bericht

Klimapolitische Herausforderungen der Stahlindustrie in Deutschland

Von

Dr. Michael Böhmer ,
Jan Limbers ,

Im Auftrag der

Wirtschaftsvereinigung Stahl

Abschlussdatum

September 2020

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 150 Experteninnen und Experten ist das Unternehmen an acht 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. 23
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

Tabellenverzeichnis	V
Abbildungsverzeichnis	VI
Zusammenfassung	VII
1 Klimapolitische Herausforderungen der Stahlindustrie	1
2 Klimaschutzziele und Klimaneutralität der Stahlindustrie	2
2.1 Emissionen und Klimaschutzziele in Deutschland	2
2.2 Technische Möglichkeiten einer klimaneutralen Stahlindustrie	5
3 Methodik: Modellgestützter Szenarienvergleich	6
4 Das Referenzszenario für die Stahlindustrie in Deutschland	9
5 Das Belastungsszenario: steigende Kosten für Treibhausgasemissionen	16
5.1 Auswirkungen auf die Stahlindustrie	16
5.2 Gesamtwirtschaftliche Auswirkungen	23
6 Fazit	27
7 Tabellarischer Anhang	29
8 Literatur	33
Impressum	VIII

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Sektorale Klimaschutzziele bis 2030 in Deutschland	4
Tabelle 2:	Kennzahlen der Stahlerzeugung (WZ08 24.1) in Deutschland im Jahr 2018	13
Tabelle 3:	Ökonomische und energiewirtschaftliche Kenngrößen der im LABS-Modell implementierten Hochofen- und Elektrostahlroute (Durchschnittswerte je Anlage), Mrd. Euro	29
Tabelle 4:	Bevölkerung und Gesamtwirtschaft Deutschlands, Referenzszenario, 2018 bis 2035	30
Tabelle 5:	Bruttowertschöpfung nach Wirtschaftsbereichen, Mrd. Euro (Basisjahr 2015), Referenzszenario und Abweichung im Belastungsszenario, 2018 bis 2035	31
Tabelle 6:	Erwerbstätige nach Wirtschaftsbereichen, Tausend Personen, Referenzszenario und Abweichung im Belastungsszenario, 2018 bis 2035	32

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	CO ₂ -Emissionen nach Ländern und Regionen, 2018	2
Abbildung 2:	Anteile der Sektoren an den CO ₂ -Emissionen, 2018	3
Abbildung 3:	Demografische Entwicklung in Deutschland bis zum Jahr 2035	9
Abbildung 4:	Entwicklung von BIP und Verwendung in Deutschland bis zum Jahr 2035	10
Abbildung 5:	Veränderung der Bruttowertschöpfung (real) und der Erwerbstätigen in den wichtigsten inländischen Abnehmerbranchen der deutschen Stahlindustrie, 2018 bis 2035	11
Abbildung 6:	Entwicklung von Produktionswert, Bruttowertschöpfung und der Erwerbstätigen in der deutschen Stahlindustrie bis 2035 (Referenzszenario)	14
Abbildung 7:	Entwicklung von Produktionsmengen und THG-Emissionen bis 2050 (Referenzszenario)	15
Abbildung 8:	Modellierte Investitionsentscheidung über die Zustellung eines Hochofens (beispielhafte Illustration)	19
Abbildung 9:	Spezifische Emissionskosten (nominal / in Preisen von 2020) und Anteil der Emissionskosten am durchschnittlichen Stahlpreis, Belastungsszenario, 2020 bis 2035	20
Abbildung 10:	Stahlpreis der Stahlproduzenten in Deutschland und im Ausland sowie Gewinnaufschlag (markup) der deutschen Produzenten in der Hochofenroute, Belastungsszenario, 2020 bis 2035	21
Abbildung 11:	Index der Produktionskapazität und der Zustellungs-/Rentabilitätsprüfungen in der Hochofenroute, Belastungsszenario, 2020 bis 2035	22
Abbildung 12:	Abweichung des Produktionswertes und der THG-Emissionen in der deutschen Stahlindustrie, Belastungsszenario zu Referenzszenario, 2020 bis 2035	23
Abbildung 13:	Gesamtwirtschaftlicher Multiplikator (in Euro Wertschöpfung insgesamt je Euro branchenspezifischer Wertschöpfung), Industriebranchen Deutschlands, 2015	24
Abbildung 14:	Abweichung der Bruttowertschöpfung (real) im Belastungsszenario und THG-Vermeidungskosten, Deutschland, 2020 bis 2035	25

Zusammenfassung

Die Stahlindustrie ist in zahlreiche industrielle Wertschöpfungsketten eingebunden und ihre Produkte sind in der Fahrzeugherstellung und im Maschinenbau ebenso nachgefragt wie in der Bauwirtschaft oder der Elektroindustrie. Aktuell dominieren zwei Produktionsverfahren die Stahlherstellung in Deutschland: Auf der Hochofen-Konverter-Route (Primärstahlproduktion) wird Eisenerz mit Hilfe von kohlenstoffhaltigen Reduktionsmitteln wie Koks reduziert und in weiteren Arbeitsschritten zu Rohstahl verarbeitet. Auf der Elektrostahl-Route wird Stahlschrott im Elektrolichtbogen eingeschmolzen und neu aufbereitet (Sekundärstahlproduktion). Auf die Hochofen-Konverter-Route entfallen zurzeit ca. 70 Prozent der jährlich in Deutschland erzeugten Stahlmengen.

Die Stahlproduktion in der Hochofen-Konverter-Route ist mit einem hohen Ausstoß an Treibhausgasemissionen (THG-Emissionen) verbunden. Die politischen Ziele der Europäischen Union und der deutschen Bundesregierung sehen vor, die menschengemachten Treibhausgasemissionen in den nächsten Dekaden schrittweise zu reduzieren und bis zum Jahr 2050 eine weitgehende Klimaneutralität zu erreichen. Eine theoretische Möglichkeit zur Verringerung der THG-Emissionen liegt in einer deutlichen Anteilserhöhung des emissionsarmen Elektrostahls. Dem stehen allerdings die begrenzte Menge an Stahlschrott sowie die unterschiedlichen Produktportfolios der beiden Verfahrensweisen entgegen. Eine andere Möglichkeit ist der Einsatz von wasserstoffreichen Gasen sowie reinem Wasserstoff anstelle von Kohlenstoffträgern wie Koks bei der Primärstahlproduktion sowie auch die weitere Nutzung von Kreislaufführung des CO₂ im industriellen Wertschöpfungsverbund. Dadurch könnten die prozessbedingten Emissionen eliminiert werden. Die Technik verursacht erhebliche Mehrkosten gegenüber dem traditionellen Verfahren. Darüber hinaus sind für die weitgehend emissionsfreie Herstellung von Wasserstoff große Mengen an erneuerbarem Strom notwendig.

In der vorliegenden Studie wird mittels modellgestützter Szenarien untersucht, inwieweit eine Transformation der Stahlindustrie in Deutschland in Richtung Klimaneutralität durch die Einführung einer einseitigen Bepreisung ihrer THG-Emissionen gelingen kann. Die Klimapolitik ist im Belastungsszenario nicht international abgestimmt und die deutsche Stahlindustrie erfährt preisliche Wettbewerbsnachteile gegenüber ihren ausländischen Konkurrenten, welche im Ergebnis zu einer weitgehenden Stilllegung der Anlagen in der Hochofen-Konverter-Route bis zum Jahr 2035 führen. Die Option der Umrüstung auf THG-arme Verfahren (z.B. Wasserstoffreduktion) wird aufgrund der Kostennachteile nicht gezogen. Das politische Ziel der Emissionsminderung in Deutschland wird durch eine Verdrängung der deutschen Produzenten vom Markt erfüllt, in der globalen Betrachtung jedoch werden die deutschen THG-Emissionen lediglich ins Ausland verlagert („carbon leakage“). Der „Preis“ für die Verlagerung der THG-Emissionen ins Ausland ist ein gesamtwirtschaftlicher Verlust an Wertschöpfung in Höhe von knapp 20 Mrd. Euro und von 200 Tausend Arbeitsplätzen im Jahr 2035.

Die Umstellung auf THG-arme Verfahren ist aus einzelwirtschaftlicher Sicht heute und auf absehbare Zeit für die Stahlhersteller nicht rentabel. In der speziellen Marktconstellation, in der sich die Stahlindustrie befindet – extreme Kostenunterschiede zwischen den Technologien, kein level-playing field, Gefahr von carbon leakage – erscheint es nicht nur industriepolitisch, sondern auch ordnungspolitisch gerechtfertigt, die Stahlindustrie bei der Transformation zu unterstützen. Hierzu sind verschiedene Instrumente in der Diskussion, wie sie zum Beispiel im Rahmen des „Handlungskonzepts Stahl“ der Bundesregierung beschrieben werden.

1 Klimapolitische Herausforderungen der Stahlindustrie

Die Stahlindustrie spielt als rohstoffnaher Industriezweig eine besondere Rolle in der deutschen Volkswirtschaft. Zum einen bildet Stahl als wichtiges Baumaterial, etwa bei Gebäuden und Verkehrswegen, eine Grundlage für die Funktionsfähigkeit und die Entwicklung von Volkswirtschaften. Zum anderen beziehen die bedeutendsten Exportbranchen Deutschlands, allen voran der Fahrzeug- und Maschinenbau, einen hohen Anteil ihrer Vorleistungen – insbesondere hochwertige Spezialstähle – aus der Stahlindustrie. Damit geht die Bedeutung der Stahlindustrie in Deutschland deutlich über die in der Branche selbst generierte Wertschöpfung und Beschäftigung hinaus.

Die deutsche Stahlindustrie ist in den kommenden Jahren mit erheblichen Anpassungserfordernissen konfrontiert. Die globale Markt- und Wettbewerbssituation mit den sich wandelnden Kundenbranchen stellt eine große Herausforderung dar. Zudem ist die Erreichung der Klimaschutzpolitischen Ziele für die Stahlindustrie im Vergleich zu anderen Branchen aufgrund der bislang hohen Emissionsintensität mit überdurchschnittlichen Kosten verbunden. Dabei bekennt sich die deutsche Stahlindustrie zum Pariser Klimaabkommen und dem damit verbundenen Ziel einer weitgehenden Reduktion der branchenspezifischen Treibhausgase (THG) bis zum Jahre 2050.

In technischer Hinsicht können diese Ziele prinzipiell erreicht werden. In einem konsequenten nationalen oder europäischen Klimaschutzszenario können sich jedoch die weltweiten Konkurrenzbeziehungen vor allem dadurch verschieben, dass global unterschiedliche Kosten für THG-Emissionen bestehen. Verlieren die Unternehmen dadurch an preislicher Wettbewerbsfähigkeit und Marktanteile, kann ein erhebliches Carbon-Leakage-Problem resultieren. Im Kern liegt die Herausforderung darin, dass sowohl eine zusätzliche Belastung der alten THG-intensiven Technologie als auch die Transformation hin zu THG-armen Produktionsverfahren unter den heutigen Rahmenbedingungen zu einer Erhöhung der Produktionskosten der betroffenen Unternehmen führen. Im schlimmsten Fall wäre damit das Überleben der Branche gefährdet, noch bevor der Einstieg in die Transformation gelingen kann. Zusätzlich zum Carbon Leakage wären damit sichtbare Kosten für die deutsche Volkswirtschaft verbunden.

Ziel der vorliegenden Studie ist es, mittels einer modellgestützten Analyse die Auswirkungen einer THG-Kostenbelastung der Stahlindustrie in Deutschland auf die wirtschaftliche Entwicklung der Branche selbst, auf ihre Möglichkeiten zur Transformation hin zu THG-armen Produktionsverfahren sowie die Effekte auf die Gesamtwirtschaft in Deutschland zu untersuchen.

2 Klimaschutzziele und Klimaneutralität der Stahlindustrie

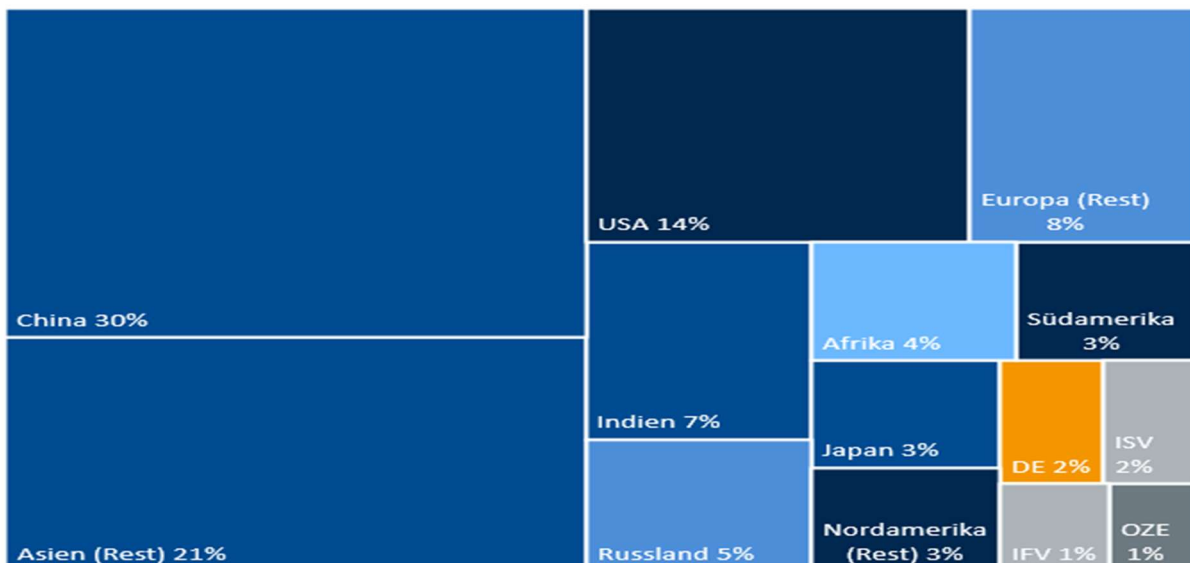
2.1 Emissionen und Klimaschutzziele in Deutschland

Die anthropogenen Treibhausgas-Emissionen sind seit der Industrialisierung weltweit deutlich angestiegen und lagen im Jahr 2019 höher als in allen vorangegangenen Jahren. Da sie allgemein anerkannt der Haupttreiber des Klimawandels und der globalen Erwärmung sind, steht die Verringerung der Treibhausgas-Emissionen im Mittelpunkt der Klimaschutzziele. Als Indikator für Treibhausgas-Emissionen dienen üblicherweise die CO₂-Emissionen, die international vergleichbar bis zum aktuellen Rand vorliegen und das Gros der Treibhausgas-Emissionen ausmachen.

CO₂-Emissionen nach Ländern

Bei Betrachtung der absoluten Emissionen nach Ländern, war China 2018 mit rund 30 Prozent der weltweiten CO₂-Emissionen der bedeutendste Emittent (vgl. Abbildung 1). Es folgen die USA (14 Prozent) Indien (7 Prozent), Russland (5 Prozent) sowie Japan und Deutschland mit 3 respektive 2 Prozent. Werden die Gesamtemissionen ins Verhältnis zur Bevölkerung gesetzt, relativiert sich das Bild von China, das mit etwa acht Tonnen je Einwohner im Jahr 2018 weniger als halb so viel CO₂ ausstieß wie die USA (16 Tonnen pro Kopf). In Deutschland betragen die Emissionen je Einwohner etwa 9 Tonnen. In den sechs bedeutendsten Emittentenländern ist die Emissionsintensität, die Auskunft darüber gibt, wie viel CO₂ pro Einheit Wertschöpfung bzw. Bruttoinlandsprodukt emittiert wird, seit 1990 rückläufig. Das gilt auch für China, das im Gegensatz zu den anderen bedeutenden Emittentenländern allerdings steigende Emissionen pro Kopf aufweist.

Abbildung 1: CO₂-Emissionen nach Ländern und Regionen, 2018



CO₂-Emissionen aus der Nutzung fossiler Brennstoffe, aus industriellen Prozessen sowie aus der Produktverwendung. DE: Deutschland, OZE: Ozeanien, ISV: Internationaler Schiffverkehr, IFV: Internationaler Flugverkehr.

Quelle: EDGAR Datensatz, eigene Darstellung

© Prognos, 2020

CO₂-Emissionen nach Sektoren

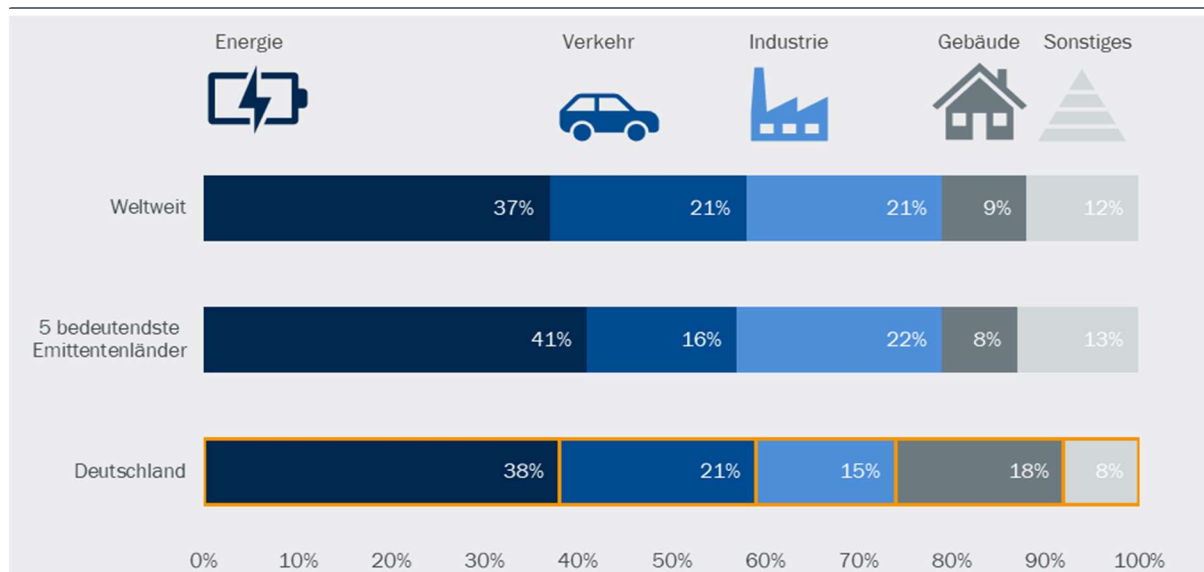
Die CO₂-Emissionen werden nach Sektoren, in denen sie auftreten, differenziert: Der Energieerzeugungssektor bzw. Umwandlungssektor umfasst hauptsächlich Emissionen, die in der Energiewirtschaft bei der Erzeugung von Strom und Wärme sowie bei der Verarbeitung von Rohölprodukten zu Energieträgern in Raffinerien freigesetzt werden. Die Nachfragesektoren werden wie folgt aufgeteilt:

- Industrie (inkl. Verbrennung für industrielle Prozesse und Treibstoffproduktion),
- Transport (ohne internationalen Flugverkehr und internationale Schifffahrt),
- Gebäude und
- Sonstige (u. a. industrielle Prozessemissionen, indirekte Emissionen, Land-/Abfallwirtschaft).

Ein Großteil der CO₂-Emissionen entsteht im Energieerzeugungssektor, auf den im Jahr 2018 ein Anteil von 37 Prozent an den gesamten globalen Emissionen entfiel (Abbildung 2). Die übrigen 63 Prozent verteilen sich auf die vier Endenergieverbrauchssektoren: Transport und Industrie mit jeweils 21 Prozent, Gebäude mit 9 Prozent und die Sonstigen Sektoren mit zusammen 12 Prozent. In Deutschland ist der Anteil des Gebäudesektor mit 18 Prozent etwas höher und die Anteile von Industrie und Sonstigen Sektoren mit 15 Prozent respektive 8 Prozent etwas geringer und als im globalen Durchschnitt.

Aufgrund des großen Emissionsanteils von kohlegefeuerten Kraftwerken, die auch der überregionalen Stromversorgung dienen, hat Nordrhein-Westfalen im Bundesländervergleich die höchsten energiebedingten CO₂-Emissionen (ca. ein Drittel der deutschen Emissionen). Neben den Kraftwerken sind insbesondere die Einwohnerzahl und die hohe relative Bedeutung der energieintensiven Industrien für den hohen Treibhausgas-Ausstoß des Bundeslandes relevant.

Abbildung 2: Anteile der Sektoren an den CO₂-Emissionen, 2018



Quelle: EDGAR Datensatz, eigene Darstellung

© Prognos, 2020

Klimaschutzziele

Klimaschutzziele legen fest, in welchem Maße THG-Emissionen reduziert werden sollen, um den Klimawandel auf ein beherrschbares Maß zu begrenzen. Ein zentrales Problem der Klimaschutzpolitik liegt in der Schwierigkeit, alle bedeutenden Emittentenländer einzubinden. Zum einen werden Länder ohne Klimaschutzverpflichtungen ihre Emissionen wohl nicht wie im globalen Maßstab erforderlich reduzieren. Zum anderen kann es zur regionalen Verlagerung von wirtschaftlichen Tätigkeiten und damit Emissionen kommen, sodass die Einsparungen in Ländern mit Klimaschutzziele durch Ausweitung der Emissionen in Ländern ohne Klimaschutzziele kompensiert oder gar überkompensiert werden (*Carbon Leakage*).

Die deutschen Klimaschutzziele sind in ein Gerüst internationaler und europäischer Vereinbarungen eingebettet. Gegenwärtig bildet das **Abkommen von Paris**, als Nachfolger des Kyoto Protokolls, die wichtigste internationale Klimavereinbarung. In dem Abkommen haben sich im Dezember 2015 erstmals (fast) alle Staaten der Erde auf ein rechtsverbindliches Klimaschutzübereinkommen geeinigt.¹ Das Abkommen verpflichtet die Staaten, nationale Klimaschutzbeträge (Nationally Determined Contribution, NDC) zu beschließen und umzusetzen, um die die Erderwärmung gegenüber vorindustriellen Werten langfristig auf "deutlich unter" 2 °C zu begrenzen und Anstrengungen zu unternehmen, den Anstieg auf 1,5 °C zu begrenzen.

Die **Europäische Union** hat sich im Rahmen ihres NDC dazu verpflichtet, ihre Treibhausgas-Emissionen bis 2030 um 40 Prozent im Vergleich zu 1990 zu reduzieren. Das Ziel soll im Rahmen des European Green Deal auf 55 Prozent angehoben werden. Das bisherige Gesamtziel ist auf europäischer Ebene auf ein Ziel für die Sektoren, die vom Europäischen Emissionshandelssystem (EHS) erfasst sind, und ein Ziel für den Nicht-EHS-Sektor aufgeteilt. Im Nicht-EHS-Sektor wurde ein Reduktionsziel auf nationale Ziele aufgeteilt. Beispielsweise muss Deutschland seine Treibhausgas-Emissionen um 38 Prozent gegenüber 2005 reduzieren.

Deutschland hat sich mit dem Klimaschutzplan 2050 und dem Klimaschutzgesetz das Ziel gesetzt, die Treibhausgas-Emissionen bis 2020 um 40 Prozent, bis 2030 um mindestens 55 Prozent und bis 2040 um 70 Prozent gegenüber 1990 zu reduzieren. Bis zum Jahr 2050 wird Treibhausgasneutralität als langfristiges Ziel angestrebt. Zur Erreichung der Ziele wurden für das Jahr 2030 sektorspezifische Ziele für Energiewirtschaft, Gebäude, Verkehr, Industrie, Landwirtschaft sowie Abfallwirtschaft und Sonstiges festgelegt.

Tabelle 1: Sektorale Klimaschutzziele bis 2030 in Deutschland

	Energie	Gebäude	Verkehr	Industrie	Landwirtschaft	Sonstige	Gesamt
Emissionsziel (in Mio. t CO ₂ -Äq.)	175	70	95	140	58	5	543
Reduktionsziel (in % gegenüber 1990)	62	67	42	51	34	87	56

Quelle: Klimaschutzgesetz 2050, eigene Darstellung

© Prognos, 2020

¹ Bis Juni 2020 hatten 189 der 197 Unterzeichnerstaaten das Abkommen ratifiziert, darunter auch Deutschland.

2.2 Technische Möglichkeiten einer klimaneutralen Stahlindustrie

Stahl bildet einen wichtigen Werkstoff sowohl im Verarbeitenden Gewerbe als auch in der Bauwirtschaft. Die herkömmlichen Verfahren zur Stahlerzeugung sind allerdings sehr energie- und emissionsintensiv. Zum Erreichen der politischen Klimaschutzziele ist eine Transformation hin zu einer klimaneutralen Stahlindustrie nötig. Die weitgehende Reduktion der CO₂-Emissionen in der Stahlindustrie ist eine große Herausforderung, aber technisch möglich. Die entsprechenden Technologien und Verfahren werden in den kommenden Jahren zunehmend für den großtechnischen Einsatz nutzbar sein. Sie erfordern aber oftmals hohe Investitionen und sind hinsichtlich der resultierenden Produktionskosten bislang teurer als konventionelle Herstellungsprozesse. Zudem ist ihr Beitrag zum Klimaschutz oftmals an die Schaffung bestimmter Rahmenbedingungen geknüpft (v. a. Verfügbarkeit von CO₂-neutralem Strom und CO₂-Lagerstätten).

Als CO₂-arme Technologie zur **Primärstahlproduktion** kommt beispielsweise die Nutzung von **Wasserstoff anstatt Kohle** (Koks) zur Direktreduktion von Eisenerz in Betracht. Damit können die prozessbedingten CO₂-Emissionen eliminiert werden. Die Technik ist weitgehend ausgereift und in Deutschland bereits in Pilot- und Demonstrationsanlagen im Einsatz. Die erforderliche Umrüstung bestehender bzw. die Errichtung neuer Anlagen ist mit hohen Kapitalkosten verbunden. Gegenüber konventionellen Herstellungstechnologien werden die spezifischen Mehrkosten der Produktion für das Jahr 2050 auf 36 bis 61 Prozent geschätzt (140 bis 240 Euro je Tonne) (vgl. Agora Energiewende 2019). Die aktuellen Mehrkosten werden noch einmal deutlich höher eingeschätzt, da längerfristig u.a. aufgrund von Lernkurveneffekten von einem (real) sinkenden Wasserstoffpreis ausgegangen wird. Eine weitere Herausforderung dieser Technologie liegt in den großen Mengen erneuerbaren Stroms, die zur Herstellung von „grünem“ Wasserstoff und damit der (weitgehenden) CO₂-Neutralität der Stahlerzeugung erforderlich sind.

Neben CO₂-armen Technologien zur Primärstahlproduktion bietet die **Sekundärstahlerzeugung** (Einschmelzen von Stahlschrott im Elektrolichtbogenofen) eine weitere Möglichkeit, die CO₂-Emissionen und Energieverbräuche in der Stahlindustrie zu reduzieren. Circa ein Drittel der Stahlproduktion in Deutschland erfolgt durch dieses Verfahren. Seine substanzielle Ausweitung ist vor allem durch die Verfügbarkeit von hochwertigem Stahlschrott sowie die unterschiedlichen Produktportfolios der Verfahrensrouten begrenzt.

3 Methodik: Modellgestützter Szenarienvergleich

Der nachfolgende Vergleich zweier Szenarien zeigt die ökonomischen Effekte auf, welche resultieren, wenn ausschließlich für die Stahlproduzenten in Deutschland bzw. der Europäischen Union ab dem Jahr 2020 die betreffenden THG-Emissionen mit Kosten belegt werden – anders als im derzeitigen europäischen Emissionshandelsregime, in dem sie weitgehende Entlastung erfahren. Die konkrete Instrumentierung der Emissionskosten bleibt hierbei außen vor. Für die Stahlproduzenten in der übrigen Welt fallen annahmegemäß keine emissionspezifischen Kosten an. Die Szenarien werden mit dem ökonomischen Modellapparat der Prognos gerechnet.

Das **Referenzszenario** spiegelt hinsichtlich der Entwicklung der ökonomischen Kenngrößen eine günstige Entwicklung der Stahlindustrie in Deutschland wider. Dem Szenario zufolge verringern sich die Produktionsmengen nur geringfügig bis zum Jahr 2035. Voraussetzung hierfür ist eine dynamische Entwicklung der Abnehmerbranchen der Stahlindustrie sowie das Fehlen einseitiger klimapolitischer Belastungen der Branche. Wir unterstellen daher, dass für die Stahlunternehmen weltweit keine Kosten aus ihren THG-Emissionen resultieren („level playing field“). Die Stahlproduzenten haben in diesem Szenario keinen ökonomischen Anreiz für einen Wechsel hin zu emissionsärmeren, aber auch teureren Produktionstechniken und die absoluten sowie spezifischen THG-Emissionen sinken nur geringfügig. Die Wirtschaftsvereinigung Stahl bzw. die ihr angehörenden Unternehmen haben sich zu den Zielen des Pariser Klimaabkommens bekannt, und in dieser Hinsicht entspricht das Referenzszenario nicht den klimapolitischen Zielvorstellungen (vgl. Wirtschaftsvereinigung Stahl 2019). Es stellt vielmehr ein technisches Szenario dar, das als Vergleichsmaßstab für das anschließende Belastungsszenario genutzt wird.

Für die Erstellung des Referenzszenarios greifen wir auf das **Weltwirtschaftsmodell VIEW** der Prognos zurück. Das Modell umfasst 37 Einzelländer (mehr als 90 Prozent der aktuellen globalen Wirtschaftsleistung) sowie den Rest der Welt als Aggregat. Ein einzelnes Ländermodell bildet den volkswirtschaftlichen Kreislauf der Entstehung, Verteilung und Verwendung des Bruttoinlandprodukts ab. Die Entstehungsseite ist nach 32 Wirtschaftsbereichen differenziert und mit länder- und zeitspezifischen Input-Output-Tabellen mit der Verwendungsseite verknüpft. Die einzelnen Ländermodelle sind vor allem durch Handelsströme miteinander verbunden, so dass Impulse in einem Land über die Exporte und Importe auch auf andere Länder ausstrahlen. Das Modell bietet eine umfassende statistische Differenzierung und der datenseitige Stützzeitraum erstreckt sich bis in das Jahr 2018.

Das **Belastungsszenario** soll sowohl die branchenspezifischen als auch die gesamtwirtschaftlichen Effekte aufzeigen, welche aus einer einseitigen klimapolitischen Belastung der Stahlindustrie in Deutschland bzw. der Europäischen Union in Form von im Simulationsverlauf steigenden spezifischen Emissionskosten resultieren. Letztere werden modellendogen jährlich mittels eines arbiträren Aufschlags angehoben, wenn die tatsächlichen THG-Emissionen der Stahlindustrie im Vorjahr über dem jeweiligen Zielwert liegen. Die exogen vorgegebenen Zielwerte sehen ein lineares Absinken der THG-Emissionen der deutschen Stahlindustrie bis zum Jahr 2035 auf ein Niveau von 26,1 Mio. Tonnen vor (-55 Prozent gegenüber 1990 bzw. -54 Prozent gegenüber 2018)². Die Emissionsminderung kann entweder durch einen Wechsel hin zu emissionsärmeren

² Die Bundesregierung beabsichtigt eine Emissionsminderung für die Industrie insgesamt bis zum Jahr 2030 um 51 Prozent (gegenüber 1990, siehe Tabelle 1). Diese Zielvorgabe wird für die Stahlindustrie übernommen und bis zum Endjahr der Simulation 2035 fortgeschrieben.

Produktionstechniken erfolgen oder durch eine Verdrängung der betroffenen Produzenten vom Markt („carbon leakage“). Vor allem Kosten- und Preisunterschiede entscheiden innerhalb des Modells darüber, welche der beiden Möglichkeiten im Szenario die maßgebliche ist. Die resultierenden spezifischen Emissionskosten zeichnen explizit nicht aktuell vorliegende Projektionen für CO₂-Zertifikatspreise im Rahmen des Europäischen Emissionshandelssystems nach, sondern sind ein hypothetischer Kostenschock und nur im spezifischen Kontext dieser Studie zu sehen.

Die modelltechnische Herausforderung im Belastungsszenario liegt darin, Impulse auf der Unternehmens- bzw. Anlagenebene in Form steigender Emissionskosten und die resultierenden Reaktionen der betroffenen Unternehmen in einen gesamtwirtschaftlichen Analyserahmen einzubetten. Das agentenbasierte **Simulationsmodell LABS** (Large Agent Based Simulation) der Prognos wird beiden Anforderungen gerecht: In LABS werden Investitionsentscheidungen sowie Produktions- und Marktprozesse auf der Ebene einzelner (modellierter) Unternehmen abgebildet, welche innerhalb des Modells mittels einem Set an Handlungsregeln autonom ihre jeweiligen Ziele verfolgen. Ähnliches gilt für den Sektor der privaten Haushalte, welcher im Modell ebenfalls durch eine Vielzahl heterogener und autonom handelnder Agenten repräsentiert wird. Gesamtwirtschaftliche Zustände im Modell resultieren ausschließlich aus den Handlungen der Agenten auf der Mikroebene, in LABS wird eine strikte bottom-up-Perspektive eingenommen. Die Lösung des Modells ist nicht eindeutig determiniert, sondern unterliegt stochastischen Einflüssen – kein Simulationslauf gleicht trotz identischer Modellparameter exakt einem anderen. Um ausschließen zu können, dass die Unterschiede zwischen den Szenarien zufälliger Natur sind, müssen je Szenario eine hinreichende Zahl an Simulationsläufen durchgeführt und die jeweiligen Ergebnisse zu Durchschnittswerten aggregiert werden (im konkreten Fall 250 Simulationsläufe je Szenario). Auf diese Weise können nicht-lineare Zusammenhänge und Schwellenwerteffekte berücksichtigt und ein größerer Geltungsanspruch der Ergebnisse erzielt werden.³

Im Belastungsszenario verschärfen steigende Emissionskosten den Konkurrenzdruck für die betroffenen Stahlproduzenten. Die Reaktionen der Unternehmen selbst (z. B. Investitionszurückhaltung, Entlassungen) und die Rückwirkungen für andere Unternehmen in anderen Sektoren und die privaten Haushalte sind im Modell abgebildet. LABS ermöglicht damit eine mikrofundierte Bestimmung der ökonomischen Effekte der Emissionskosten sowohl für die Stahlproduzenten selbst als auch für die Gesamtwirtschaft.

LABS erlaubt sowohl eine sektorale als auch außenwirtschaftliche Differenzierung in einzelne Branchen und Länder. Die computativ aufwändige Modellierung einer Vielzahl von heterogenen und autonom handelnden Agenten erzwingt allerdings Vereinfachungen im Modell. Um die resultierenden Rechenzeiten des Modells praktikabel zu halten, wird die Entstehungsseite der deutschen Volkswirtschaft für die vorliegende Studie in vier Sektoren unterteilt: einen Stahlsektor für die Hochofenroute, einen Stahlsektor für die Elektrostahlroute, einen restlichen Industriesektor sowie einen Dienstleistungssektor. Die Relationen der vier Sektoren hinsichtlich ihrer ökonomischen Kenngrößen (z. B. Umsatz, Beschäftigung) stimmen näherungsweise mit denen der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung des Statistischen Bundesamtes überein. Auch die modellierten Unternehmen in dem jeweiligen Sektor weisen mit einer geringen zufälligen Streuung im Startjahr der Simulation Kenngrößen auf, wie sie dem in der Statistik abgebildeten Durchschnitt des jeweiligen Sektors entsprechen. Die simulierte Ökonomie gleicht im Ergebnis einer vereinfachten Miniaturausgabe der „echten“ Volkswirtschaft am aktuellen statistischen Rand. Die übrige Welt wird im Szenario durch ein „Ausland“ repräsentiert, welches sektoral gleich gegliedert ist wie die deutsche Volkswirtschaft, dessen Unternehmen ähnliche Kenngrößen in den vier Sektoren aufweisen

³ Letztere sind nicht wie in deterministischen Modellen nur vor dem Hintergrund der einen vorliegenden Ausprägung des Modelldurchlaufs relevant.

und über eine entsprechend jeweils höhere Anzahl an Agenten verfügt. Auf die explizite Berücksichtigung der Stahlproduzenten in der übrigen Europäischen Union verzichten wir aus Vereinfachungsgründen. Sie wären analog zu den deutschen Produzenten von der einseitigen Erhöhung des Emissionskosten betroffen und ihre modellseitige Berücksichtigung würde die Szenarienergebnisse für die deutschen Stahlproduzenten nicht entscheidend verändern.

Wie oben dargelegt, wird das Referenzszenario mit dem statistisch differenzierteren, aber auch höher aggregierten Weltwirtschaftsmodell VIEW erstellt. Um einen konsistenten Szenarienvergleich zu ermöglichen, wird LABS so kalibriert, dass es im Ergebnis näherungsweise Niveau und Dynamik der entscheidenden Größen des VIEW-Referenzszenarios reproduzieren kann (LABS-Referenzszenario). Auf dieser Basis werden anschließend in LABS die steigenden Emissionskosten für die deutschen Stahlproduzenten implementiert (LABS-Belastungsszenario). Die relativen Unterschiede zwischen den beiden LABS-Szenarien werden für die abschließende Ergebnisdarstellung auf die entsprechenden Absolutgrößen des VIEW-Referenzszenarios bezogen.

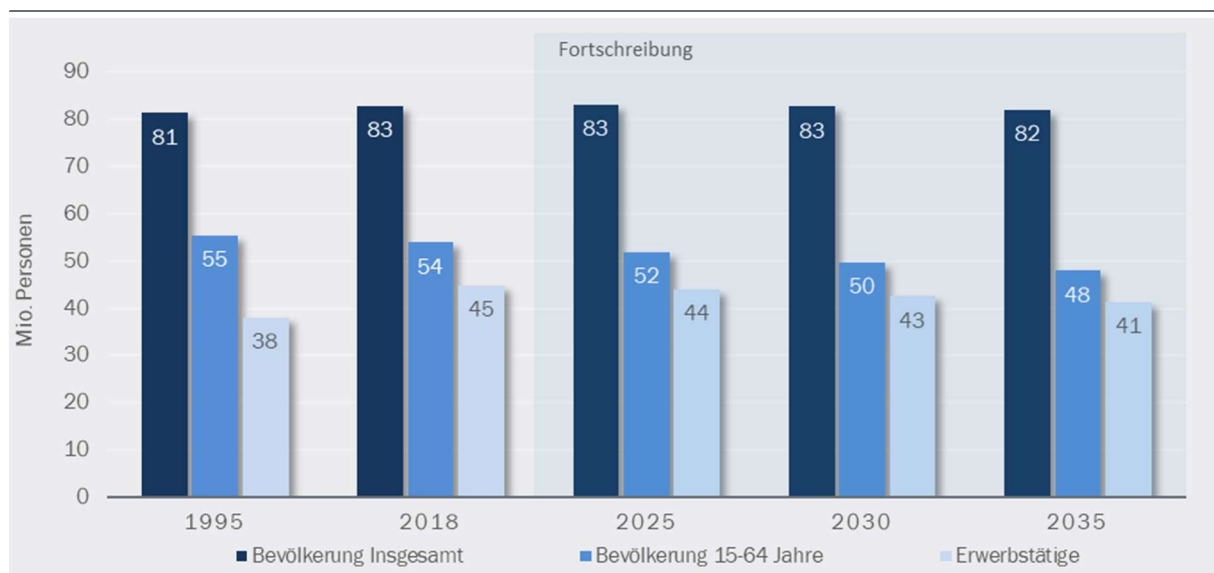
4 Das Referenzszenario für die Stahlindustrie in Deutschland

Das Referenzszenario stellt den aktuellen Stand der deutschen Stahlindustrie und ihre Entwicklung bis zum Jahr 2035 unter Ausbleiben klimapolitisch induzierter Kostenbelastungen modellmäßig dar. Die hier vorgestellten Berechnungen basieren auf Statistiken, die von der Corona-Krise noch nicht beeinflusst sind. Der Einbruch der globalen und nationalen Konjunktur im Jahr 2020 beeinflusst auch die kurzfristige Entwicklung der Stahlindustrie negativ – so wie der darauf folgende Aufschwung sie positiv beeinflussen wird. Für die langfristige Entwicklung der Branche sind strukturelle Faktoren wie die Wettbewerbsintensität auf dem globalen Stahlmarkt und die trendmäßige Dynamik ihrer Abnehmerbranchen von größerer Bedeutung.

Die demografische und gesamtwirtschaftliche Entwicklung in Deutschland bis zum Jahr 2035

Den aktuellen Bevölkerungsvorausberechnungen des Statistischen Bundesamtes zufolge liegt die Bevölkerungszahl in Deutschland im Jahr 2035 mit 82 Mio. Personen geringfügig unter dem aktuellen Niveau. Der Rückgang der Bevölkerung im erwerbsfähigen Alter ist wesentlich ausgeprägter (-6 Mio. Personen). Der Anstieg der Erwerbsquoten insbesondere bei Frauen und älteren Personen sorgt zusammen mit einer geringen Arbeitslosigkeit dafür, dass die Zahl der Erwerbstätigen weniger stark schrumpft (-4 Mio. Personen).

Abbildung 3: Demografische Entwicklung in Deutschland bis zum Jahr 2035



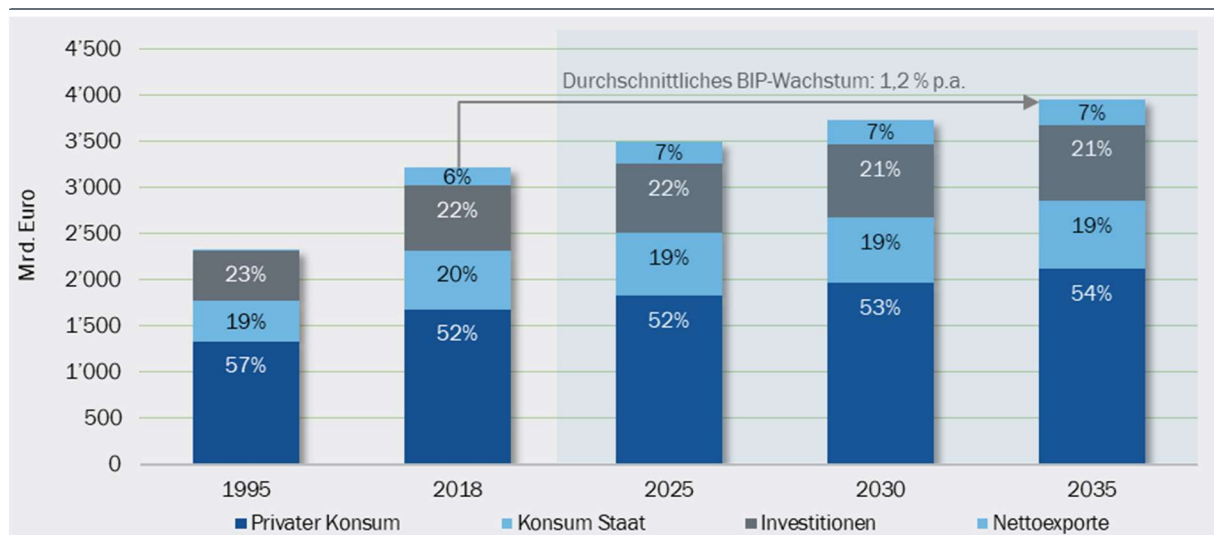
Quelle: Statistisches Bundesamt, eigene Berechnungen

© Prognos, 2020

Die deutsche Volkswirtschaft wächst bis zum Jahr 2035 mit 1,2 Prozent pro Jahr etwas schwächer als zwischen 1995 und 2018 (1,4 Prozent p.a.). Das zukünftige Wachstum wird im Wesentlichen durch den privaten Konsum gestützt, dessen Anteil am Bruttoinlandsprodukt von 52 Prozent im Jahr 2018 auf 54 Prozent im Jahr 2035 steigt. Die günstige Entwicklung des privaten

Konsums ist auf die mittelfristig wieder gute Arbeitsmarktlage sowie die spürbare Zunahme der Reallöhne zurückzuführen. Der Rückgang der erwerbsfähigen Bevölkerung und die sinkende Erwerbslosenquote verbessern dabei die Verhandlungsposition der Beschäftigten. Der Staatskonsum wird durch die schrumpfende Bevölkerung sowie die Schuldenregel gebremst. Die Schuldenstandsquote des Staates sinkt dementsprechend und liegt zum Ende des Szenariozeitraums bei deutlich unter 60 Prozent. Von Seite der Investitionen gehen nur geringe Impulse aus. Schwach verlaufen insbesondere die Wohnbauinvestitionen sowie die Investitionen des Staates. Der Rückgang der Bevölkerung sorgt hier für eine Dämpfung, wenngleich der Pro-Kopf-Kapitalstock im Wohnungsbau bis 2035 weiter ansteigt. Bei den Exporten macht sich vor allem die nachlassende Wachstumsdynamik in den Schwellenländern und das im Vergleich zu anderen Ländern demografisch bedingt geringe Potenzialwachstum der deutschen Volkswirtschaft bemerkbar. Letzteres sorgt auch dafür, dass die Importquoten im Szenariozeitraum stärker ansteigen als in vielen anderen entwickelten Industrieländern. Im Ergebnis werden die Nettoexporte anteilig zum Bruttoinlandsprodukt entgegen dem Trend der Vergangenheit bis zum Jahr 2035 kaum noch zunehmen (vgl. Abbildung 4).

Abbildung 4: Entwicklung von BIP und Verwendung in Deutschland bis zum Jahr 2035



Quelle: Statistisches Bundesamt, nach 2018 eigene Berechnungen (Basisjahr 2015)

© Prognos, 2020

Die Kundenbranchen der Stahlindustrie in Deutschland

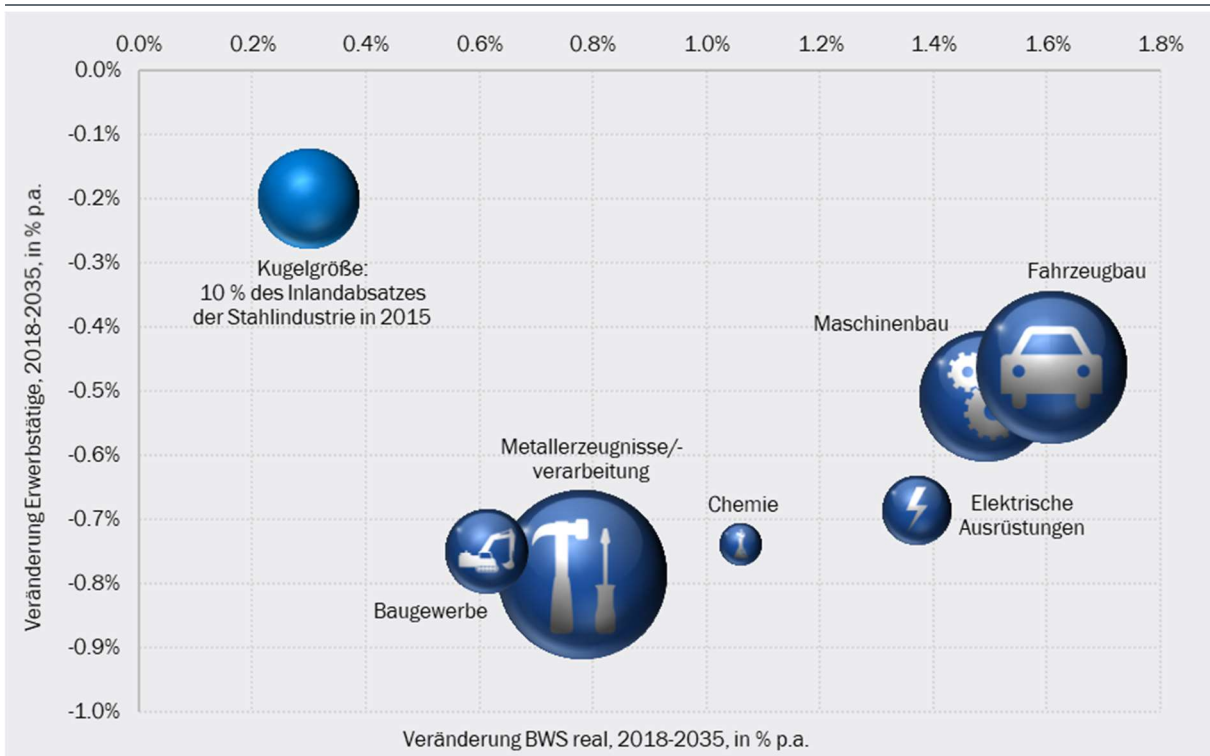
Ein hoher Wertschöpfungsanteil des Industriesektors kann einer Volkswirtschaft eine Reihe von Vorteilen bieten. Industrieunternehmen sind in der Regel stärker exportorientiert als Unternehmen aus anderen Sektoren. Sie profitieren in besonderem Maß von der Dynamik in den aufstrebenden Schwellenländern sowie vom gemeinsamen europäischen Binnenmarkt und vom deutlichen Anstieg der weltweiten Waren- und Dienstleistungsnachfrage in der jüngeren Vergangenheit – sie sind aber auch stärker den konjunkturellen Schwankungen der Weltnachfrage ausgesetzt. Hinzu kommt, dass eine hohe Exportorientierung den Modernisierungs- und Anpassungsdruck auf die Produzenten erhöht. Der Wettbewerb forciert die entsprechenden Investitions- und Innovationsanstrengungen. Dabei stimulieren sich Exporte und Innovationen wechselseitig. Dieser Effekt begünstigt nicht allein die Produktivitätssteigerungen im sekundären Sektor, sondern strahlt auf die Gesamtwirtschaft aus. Nicht zuletzt geht ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Industrie und

Dienstleistungen mit einer gesamtwirtschaftlichen Risikostreuung einher und ist damit ein wichtiger Portfoliovorteil.

Zwischen 2018 und 2035 wächst die Bruttowertschöpfung des Verarbeitenden Gewerbes in Deutschland im Durchschnitt mit 1,3 Prozent p.a. und damit geringfügig stärker als die Bruttowertschöpfung aller Wirtschaftsbereiche. Der Anteil der Industrie an der gesamten Wertschöpfung bleibt dabei bis 2035 näherungsweise konstant (knapp 23 %). Auf Seiten der Erwerbstätigen zeigt sich hingegen ein Bedeutungsverlust der deutschen Industrie, ihr Anteil an den Gesamterwerbstätigen in Deutschland sinkt um einen Prozentpunkt auf gut 16 Prozent im Jahre 2035. Die in Zukunft stärker steigenden Reallöhne forcieren die (arbeitsparende) Kapitalintensität der Produktion und sorgen für rechnerisch hohe Produktivitätsfortschritte.

Treiber der Industrieproduktion in Deutschland sind Leitbranchen mit einer hohen Wettbewerbsfähigkeit auf den Weltmärkten. Zu diesen zählen bislang der Fahrzeug- und Maschinenbau, die Elektrotechnik, die Chemische Industrie und die Kunststoffverarbeitung. Die zukünftige Entwicklung der preislichen Wettbewerbsfähigkeit – ausgedrückt in nominalen Lohnstückkosten – wird sich für deutsche Unternehmen nicht mehr so günstig darstellen wie in der Vergangenheit. Das knappere Arbeitsangebot und die niedrige Erwerbslosigkeit sorgen für höhere Lohnzuwächse bis 2035. Umso entscheidender werden die nicht-preislichen Aspekte der internationalen Wettbewerbsfähigkeit deutscher Unternehmen. Wie alle anderen Industrieländer auch wird die deutsche Wirtschaft einen Anteilsverlust an den Weltexporten erfahren.

Abbildung 5: Veränderung der Bruttowertschöpfung (real) und der Erwerbstätigen in den wichtigsten inländischen Abnehmerbranchen der deutschen Stahlindustrie, 2018 bis 2035



Quelle: Statistisches Bundesamt, eigene Berechnungen

© Prognos, 2020

Gemessen an der aktuellen Input-Output-Tabelle des Statistischen Bundesamtes für die deutsche Volkswirtschaft (Stichjahr: 2015) zählen die in Abbildung 5 erfassten Branchen zu den wichtigsten Kunden der deutschen Stahlindustrie im Inland. Während die Wertschöpfung im Baugewerbe wie beschrieben vor allem demografisch bedingt nur geringfügig zulegt, unterliegt die Industriebranche Metallverarbeitung/Herstellung von Metallerzeugnissen (C25)⁴ einem hohen Importdruck bei oft nur geringen Möglichkeiten einer technischen Diversifikation ihrer Produkte. Getragen wird die Dynamik des Inlandabsatzes der Stahlindustrie in Deutschland vor allem durch den Maschinen- und Fahrzeugbau, welche in diesem Referenzszenario hinsichtlich ihrer Wertschöpfung eine Wachstumsdynamik aufweisen, die höher ausfällt als im Durchschnitt aller Wirtschaftsbereiche (1,5 bzw. 1,6 % p.a.).

Status quo der Stahlindustrie in Deutschland

Stahl spielt eine zentrale Rolle in den horizontalen industriellen Produktionsstufen und ist in wichtigen Branchen wie dem Hochbau oder dem Maschinen- und Fahrzeugbau ein wesentlicher Werkstoff, der durch andere Materialien bisher nur teilweise ersetzt werden kann.

Im Jahr 2018 waren 121 Tsd. Personen in der Stahlindustrie⁵ in Deutschland erwerbstätig. Sie erwirtschafteten eine Bruttowertschöpfung in Höhe von 11,5 Mrd. Euro. Die Arbeitsproduktivität, definiert als Bruttowertschöpfung je geleisteter Arbeitsstunde der Erwerbstätigen, lag mit 71 Euro deutlich über dem durchschnittlichen Wert über alle Wirtschaftsbereiche hinweg (54 Euro). Der Produktionswert, der zusätzlich zur Bruttowertschöpfung die von der Stahlindustrie bezogenen Vorleistungen umfasst, belief sich auf 54 Mrd. Euro. Die mengenmäßige Stahlproduktion lag am aktuellen Rand bei gut 42 Mio. Tonnen jährlich. Damit ist die deutsche Stahlindustrie der größte Produzent in der EU und der siebtgrößte weltweit.



Die Stahlproduktion im eigentlichen Sinne ist statistisch im Bereich 24.1 „Erzeugung von Roheisen, Stahl und Ferrolegierungen“ der Klassifikation der Wirtschaftszweige erfasst. Der Erwerbstätigen- bzw. Umsatzanteil der beiden nachgelagerten Bereiche 24.2 „Herstellung von Stahlrohren und Rohrstücken aus Stahl“ sowie 24.3 „Sonstige erste Bearbeitung von Eisen und Stahl“ an der gesamten Stahlindustrie lag 2018 bei 40 bzw. 30 Prozent. Die Betriebe der beiden nachgelagerten Bereiche sind in der Regel sowohl in betriebswirtschaftlicher als auch in örtlicher Hinsicht eng mit den Betrieben der produzierenden Stufe 24.1 verbunden. Letztere lässt sich hinsichtlich der verwendeten Produktionstechnik in zwei „Routen“ aufteilen: in der **Hochofen-Konverter-Route** (Primärstahlproduktion) wird Eisenerz mittels eines Kohlenstoffträgers (z.B. Koks) reduziert und in weiteren Arbeitsschritten zu Rohstahl verarbeitet. Insbesondere der Reduktionsschritt ist vergleichsweise energie- und emissionsintensiv. Bereits vorhandener Stahlschrott kann in der **Elektrostahl-Route** im Elektrolichtbogen eingeschmolzen und neu aufbereitet werden (Sekundärstahlproduktion). Die Eigenemissionen der Elektrostahlroute fallen um den Faktor 17 geringer aus als die der Hochofenroute (vgl. Tabelle 2).

⁴ Abgrenzung nach Klassifikation der Wirtschaftszweige 2008.

⁵ Die Stahlindustrie wird in dieser Studie durch die Bereiche 24.1 bis 24.3 der Klassifikation der Wirtschaftszweige Ausgabe 2008 (WZ 2008) repräsentiert. Quelle der oben genannten ökonomischen Kenngrößen sind die Statistiken zum Verarbeitenden Gewerbe des Statistischen Bundesamtes (Monatsbericht und Kostenstrukturerhebung).

Tabelle 2: Kennzahlen der Stahlerzeugung (WZ08 24.1) in Deutschland im Jahr 2018

	Hochofen	Elektrostahl	Insgesamt
Statistische Kennzahlen			
Produktionsmenge Mio. t	29,7	12,7	42,4
THG-Emissionen Mio. t	55,6	1,3	56,9
Endenergieverbrauch Strom Mio. kWh	5384,7	6272,8	11657,6
spezifische Emissionen THG t/t	1,87	0,10	1,34
spezifischer Stromverbrauch kWh/t	181,1	493,8	274,7
Unterstellte Preise¹⁾			
Stahlpreis €/t	600	600	
Spezifische THG-Emissionskosten €/t	25	25	
Strompreis €/kWh	0,03	0,07	
Kosten je Tonne Stahl			
THG-Emissionskosten €/t	46,7	2,6	33,5
Endenergieverbrauch Strom €/t	5,4	34,6	14,2
Relation zu Stahlpreis (600 €/t)			
THG-Emissionskosten	7,8%	0,4%	5,6%
Stromkosten	0,9%	5,8%	2,4%

1) Die unterstellten Preise dienen der Illustration der Kosteneffekte und orientieren sich grob an Größenordnungen, wie sie aktuell statistisch vorliegen oder in der politischen Diskussion anzutreffen sind. Aufgrund des hohen Eigenerzeugungsanteils des Stroms sind in der Hochofenroute die effektiven Stromkosten deutlich niedriger als auf Seiten des Elektrostahls. Bei letzterem sind die börsennotierten Großhandelspreise für den Strom unterstellt.

Quellen: Statistisches Bundesamt, AG Energiebilanzen, Fraunhofer ISI/Ecofys 2015, eigene Berechnungen

© Prognos 2020

Entwicklung zentraler Kenngrößen der Stahlindustrie in Deutschland im Referenzszenario

Unter der dargestellten Entwicklung der Gesamtwirtschaft und der wichtigen Abnehmerbranchen geht die Bruttowertschöpfung der Stahlindustrie im Referenzszenario leicht auf 11,2 Mrd. Euro zurück. Der Produktionswert verläuft in etwa parallel hierzu und liegt im Jahr 2035 bei 53,7 Mrd. Euro. Insgesamt sinkt der Anteil der Stahlindustrie an der bundesweiten Bruttowertschöpfung auf 0,3 Prozent und am bundesweiten Produktionswert auf 0,7 Prozent.

Abbildung 6: Entwicklung von Produktionswert, Bruttowertschöpfung und der Erwerbstätigen in der deutschen Stahlindustrie bis 2035 (Referenzszenario)

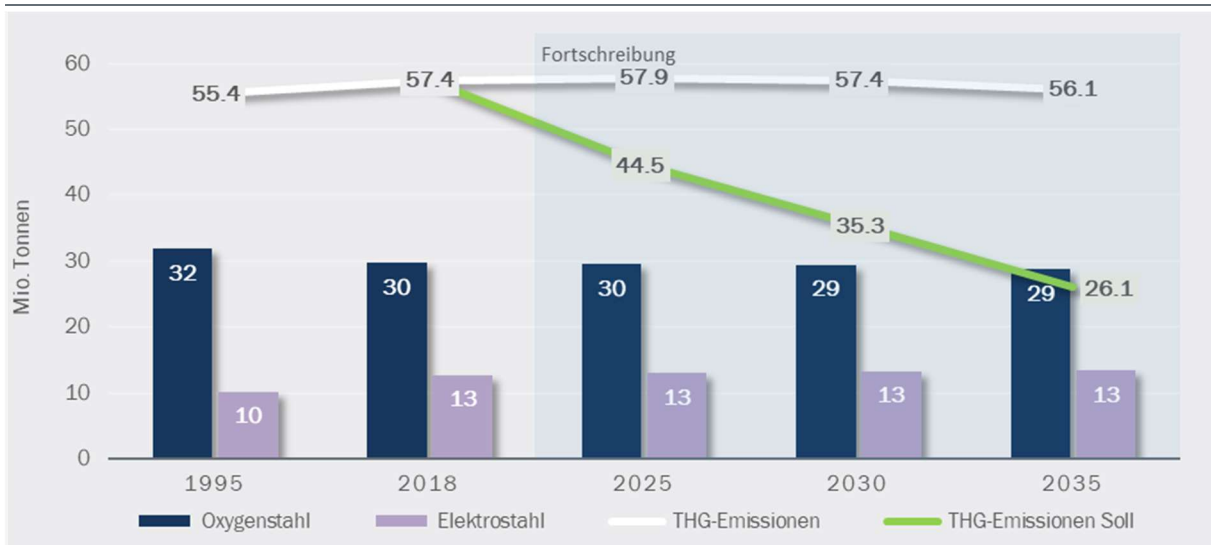


Quelle: Statistisches Bundesamt, eigene Berechnungen

© Prognos, 2020

Im Referenzszenario sind alle aktuell betriebenen Anlagen der Hochofen-Konverter-Route auch am Ende des Szenariozeitraums noch in Betrieb. Die Produktionsmengen der Primärstahlroute verharren entsprechend in etwa auf dem aktuellen Niveau von knapp 30 Mio. Tonnen. Die Elektrostahl-Route, welche am aktuellen Rand ein knappes Drittel zur gesamten Stahlproduktion beisteuert, kann ihre Produktionsmengen leicht von 12,7 auf 13,4 Mio. Tonnen ausweiten. Für die THG-Emissionen der Stahlindustrie ist die Produktionsmenge in der Primärstahlroute entscheidend. Da im Referenzszenario kein Wechsel hin zu emissionsärmeren Produktionstechniken erfolgt, sinken die spezifischen Emissionen nur geringfügig und damit auch die absoluten THG-Emissionen. Zum Ende des Szenariozeitraums im Jahr 2035 betragen die THG-Emissionen der Stahlindustrie 56 Mio. Tonnen. Bei der unterstellten Reduktionsvorgabe von 55 Prozent gegenüber den Emissionen des Jahres 1990 liegt der entsprechende Zielwert der THG-Emissionen der deutschen Stahlindustrie bei gut 26 Mio. Tonnen (vgl. Abbildung 7).

Abbildung 7: Entwicklung von Produktionsmengen und THG-Emissionen bis 2050 (Referenzszenario)



Quelle: Statistisches Bundesamt, eigene Berechnungen (Emissionen abgegrenzt nach Nationalem Inventarbericht/UBA) © Prognos, 2020

Zusammengenommen hat die Stahlindustrie in Deutschland im Referenzszenario unter den Bedingungen eines globalen „level playing field“ weiterhin einen festen Platz im industriellen Wertschöpfungsverbund. Leicht rückläufige Wertschöpfung und in etwa konstante Produktionsmengen führen gleichwohl zu einem leichten Bedeutungsverlust gegenüber dynamischer wachsenden Wirtschaftszweigen. Entgegen den klimapolitischen Zielen erfolgt in diesem Szenario keine Verringerung der THG-Emissionen der Stahlindustrie.

5 Das Belastungsszenario: steigende Kosten für Treibhausgasemissionen

Das folgende Belastungsszenario zeigt die ökonomischen Effekte einer einseitigen Einführung und Dynamisierung von Emissionskosten für deutsche bzw. europäische Stahlproduzenten auf. Hierfür werden zunächst die Auswirkungen auf die Stahlproduzenten selbst dargestellt und anschließend die gesamtwirtschaftlichen Konsequenzen dargelegt. Auf die modellseitige Berücksichtigung der europäischen Stahlproduzenten können wir aus technischen Gründen verzichten. Sie wären analog zu den deutschen Produzenten von der einseitigen Erhöhung der Emissionskosten betroffen und ihre Integration in das Modell würde die Szenarienergebnisse für die deutschen Stahlproduzenten nicht entscheidend verändern.

i

Infobox: Zentrale Annahmen im Belastungsszenario

- Die deutsche Stahlindustrie wird einseitig mit Kosten für ihre THG-Emissionen belegt.
- Die spezifischen Emissionskosten starten im Jahr 2020 bei 25 €/t und werden in den Folgejahren erhöht, wenn im Vorjahr ein exogen vorgegebenes Emissionsziel für die deutsche Stahlindustrie nicht erreicht wurde. Das Emissionsziel sieht ein lineares Absinken des aktuellen Niveaus bis auf 26 Mio. Tonnen im Jahre 2035 vor (-55 Prozent gegenüber 1990 bzw. -54 Prozent gegenüber 2018).
- Die resultierenden spezifischen Emissionskosten stehen in keiner Beziehung zum europäischen Emissionssystem. Erstere werden modellendogen bestimmt und geben wieder, auf welches Niveau die spezifischen Kosten steigen müssen, um das vorgegebene Emissionsziel der Stahlindustrie bis zum Jahr 2035 zu erreichen.
- Stahl ist als homogenes Gut modelliert. Die Wettbewerbsintensität ist hoch und die Möglichkeit der Weitergabe von Kostenschöcks an die Preise ist stark limitiert.
- Eine Zustellung (Erneuerung) der Anlagen in der Hochofenroute erfolgt spätestens alle 16 Jahre. Das Jahr der letzten Zustellung der in Deutschland aktuell betriebenen Anlagen ist im Modell implementiert.
- Je Zustellung müssen zwischen 15 bis 25 Prozent des gesamten Bruttoanlagevermögens des betreffenden Betriebes aufgewendet werden (aktuell ca. 230 Mio. Euro bei 20 Prozent).

5.1 Auswirkungen auf die Stahlindustrie

Im Szenariozeitraum steigende Emissionskosten wirken sich primär auf die Hochofenroute in der deutschen Stahlindustrie aus: Die spezifischen Eigenemissionen liegen hier um den Faktor 17 höher als in der Elektrostahlerzeugung. Zudem müssen bei letzterer nicht in periodischen Abständen große Teile der bestehenden Anlagen auf einmal erneuert werden. Die ökonomischen Effekte

für die Elektrostahlroute werden ebenfalls ausgewiesen, die folgende Darstellung konzentriert sich jedoch auf die Hochofenroute.

Die Produktionsstätten zur Stahlerzeugung in Deutschland werden im LABS-Modell als einzelne Anlagen implementiert und hinsichtlich ihrer ökonomischen und energiewirtschaftlichen Kenngrößen entsprechend den statistischen Durchschnittswerten der Branche (inklusive kleiner zufälliger Abweichungen) kalibriert. **Tabelle 3** im Anhang gibt die im Modell implementierten durchschnittlichen Kenngrößen der Anlagen in der Hochofen- und Elektrostahlroute wieder. Zu beachten ist hierbei, dass ökonomische Kenngrößen statistisch nur für die Branche 24.1 insgesamt vorliegen und die Aufteilung zwischen den beiden Produktionsverfahren mittels eigener Schätzungen erfolgt. Die beiden weiterverarbeitenden Bereiche der Stahlindustrie 24.2 und 24.3 wurden im Verhältnis 70:30 den beiden Produktionsverfahren zugeordnet. Die modellierten Anlagen in den beiden Produktionsverfahren haben entsprechend teilweise leicht abweichende Kenngrößen gegenüber den in Tabelle 2 aufgeführten. Die Kenngrößen der im Modell implementierten Anlagen entsprechen einem gemäß der Statistik durchschnittlichen Betrieb der Branche und können nicht konkreten Betrieben oder Unternehmen zugeordnet werden. Mit einer Ausnahme (siehe nächster Absatz) wurden an keiner Stelle der Studie unternehmensspezifische Daten verwendet.



Infobox: Konsequenzen der „Energiewende“ für die Elektrostahlroute

Das Design des Belastungsszenarios sieht vor, dass ausschließlich die Stahlindustrie in Deutschland im Zeitverlauf steigende Emissionskosten zu tragen hat. Aufgrund der geringen Eigenemissionen ist die Elektrostahlroute hiervon kaum betroffen (siehe unten).

Offen bleibt damit, ob und inwieweit die „Energiewende“ – also der Umbau der deutschen Volkswirtschaft in Richtung Klimaneutralität – bislang indirekte Kosteneffekte für die Elektrostahlroute in Form steigender Strompreise mit sich brachte. Gemessen am Erzeugungspreis liegt der Anteil der Stromkosten in der Elektrostahlroute aktuell bei unter zehn Prozent (siehe Tabelle 2). Für die Unternehmen der Elektrostahlroute in Deutschland fallen viele Kostenbestandteile des Strompreises deutlich geringer aus oder entfallen sogar ganz (u.a. niedrigster Satz der EEG-Umlage, Ermäßigung Netzentgelte, Erlass der Stromsteuer, Kompensation der emissionshandelsbedingten Strompreissteigerungen). Für die Elektrostahlroute sind daher weitgehend nur die Großhandelspreise maßgeblich. Letztere sind in der letzten Dekade in Deutschland geringer gestiegen als die allgemeine Preisentwicklung und im internationalen Vergleich liegt das aktuelle Niveau der Großhandelspreise am unteren Rand (vgl. Agora Energiewende 2020 und Fraunhofer ISI/Ecofys 2015).

Die Dynamik der Großhandelspreise wird vor allem von den niedrigeren Grenzkosten der Erneuerbare-Energien-Anlagen dominiert. Ihr forcierter Ausbau in den nächsten Dekaden dämpft die Dynamik der Großhandelspreise. Den aktuellen Projektionen des Nationalen Energie- und Klimaplanes (NECP) der Bundesregierung zufolge (BMWi 2020) wird der Strompreis für privilegierte industrielle Verbraucher – denen die Elektrostahlproduzenten angehören – im Zielszenario real betrachtet (i. e. nach Abzug der gesamtwirtschaftlichen Teuerungsrate) stagniert (bei 7 Cent/kWh). Die Strompreise für alle anderen Verbrauchergruppen liegen teilweise um mehr als das Vierfache darüber. Ein preislicher Wettbewerbsnachteil der deutschen Elektrostahlproduzenten gegenüber der

ausländischen Konkurrenz aufgrund der „Energiewende“ lag in der Vergangenheit nicht vor und ist – wenn die Preisprojektionen der Bundesregierung eintreffen – unter Beibehaltung der aktuellen Regelungen auch für die Zukunft nicht zu erwarten.

Falls die aktuell gewährten Vergünstigungen des Strompreises gleichwohl wegfallen und die Elektrostahlproduzenten wie nicht-privilegierte Industrieverbraucher eingestuft werden sollten, würde sich ihr effektiv zu zahlender Strompreis in etwa verdoppeln (von 7 auf 14 Cent je kWh). Je nach Stahlsorte, Marktmacht und Wettbewerbsintensität kann dieser Kosteneffekt an den Preis weitergegeben werden oder im ungünstigen Fall muss eine Reduktion des Gewinnaufschlags akzeptiert werden. Im ersten Fall würde unter Verwendung der in Tabelle 2 aufgeführten Kenngrößen und bei einem aus der Statistik abgeleiteten Gewinnaufschlag von 9,5 Prozent der Stahlpreis von 600 auf 640 Euro je Tonne ansteigen (+6,6 %). Falls die Preise nicht angehoben werden können, würde sich der Gewinnaufschlag auf 2,7 Prozent verringern. Mit einer derart geringen Quote wäre das längerfristige Weiterbestehen der Elektrostahlroute gefährdet.

Auf der Hochofenroute sind aktuell in Deutschland 15 Hochöfen in Betrieb. Die einzige Kenngrößen der modellierten Anlagen, welche derjenigen der tatsächlichen Hochöfen entspricht, ist das Jahr der letzten **Zustellung**. Diese erfolgt in der Praxis etwa alle 14 bis 18 Jahre: Die Auskleidung aus feuerfesten Steinen wird komplett erneuert, beschädigte Stahlbauteile werden ersetzt sowie Maschinen und sonstige Anlagen auf den neuesten technischen Stand gebracht. Bleibt die Produktionstechnik bei einer Zustellung die gleiche, sind Effizienzverbesserungen mit Blick auf Energieverbrauch und Emissionsausstoß nur in geringem Umfang möglich. Hinsichtlich der für die Zustellung aufzuwendenden Mittel unterstellen wir, dass bei einer Beibehaltung des bisherigen Produktionsverfahrens (d. h. Koksreduktion) 15 bis 25 Prozent des Anlagenwertes zu aktuellen Wiederbeschaffungspreisen aufgewendet werden müssen.⁶ Bezogen auf die im Modell implementierten Kenngrößen in der Hochofenroute und bei einer Ersatzquote von zwanzig Prozent entspricht dies aktuell einem Investitionsvolumen von knapp 230 Millionen Euro je Zustellung. Bei einer unterstellten durchschnittlichen Lebensdauer einer „Ofenreise“ von 16 Jahren resultiert auf Basis der vorliegenden **Altersstruktur der Anlagen**⁷, dass die erste Anlage bereits im Jahr 2024 ihre Altersgrenze erreicht und bis etwa 2030 die Hälfte der Anlagen neu zugestellt werden muss. Bis zum Jahr 2034 müssen alle Anlagen neu zugestellt werden. In der Praxis und im Modell warten die Unternehmen mit dieser Entscheidung nicht bis zum letztmöglichen Termin, sondern entsprechende Entscheidungsprozesse finden bereits drei bis vier Jahre vor der technischen Altersgrenze statt.

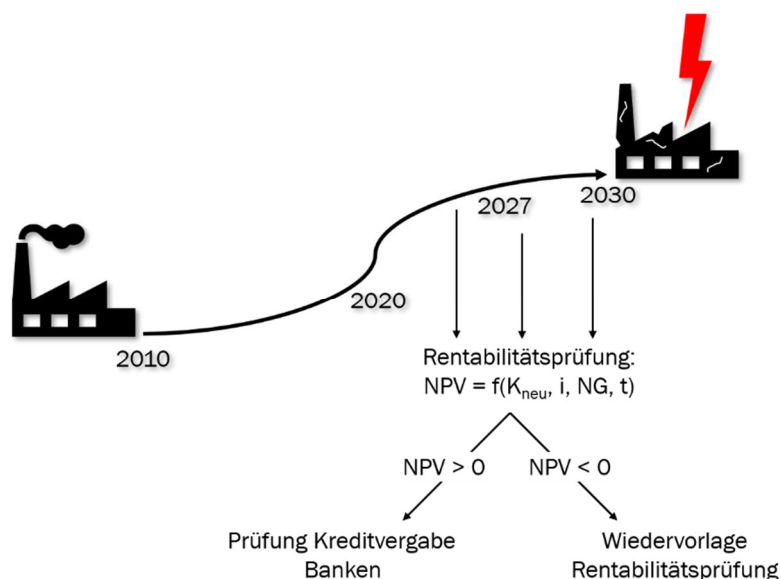
Nähert sich die Ofenreise ihrem Ende, nimmt das betreffende Unternehmen eine **Rentabilitätsprüfung** der notwendigen Investition vor. Rechnerisch erfolgt diese durch einen Vergleich der Summe der diskontierten und erwarteten Nettogewinne (bei unterstellter Normalauslastung der Anlage) über die Lebensdauer der Anlage hinweg mit den für die Zustellung notwendigen Investitionsausgaben (Net-Present-Value-Methode). Der verwendete Diskontierungsfaktor ist unternehmensspezifisch und wird aus einer uniformen Verteilung zwischen marktüblichen vier bis acht

⁶ Offizielle Angaben zum Aufwand einer Neuzustellung in Relation zum Bruttoanlagevermögen des betreffenden Betriebes liegen nicht vor. Die genannte Spannweite resultiert aus der Recherche entsprechender Pressemitteilungen und statistischen Angaben zum Bruttoanlagevermögen der Branche.

⁷ Auf Basis eigener Recherchen wurde das jeweils letzte Zustellungsjahr der 15 Anlagen ermittelt.

Prozent gezogen. Fällt die Rentabilitätsprüfung positiv aus, versucht das Unternehmen in den Folgeperioden den Bestand an Eigenkapital zu erhöhen (u. a. durch eine Verringerung seiner Gewinnausschüttungen). Bei unzureichendem Eigenkapital fragt das Unternehmen bei den Geschäftsbanken um einen Investitionskredit nach. Fällt die modellierte **Bonitätsprüfung** des Unternehmens ebenfalls positiv aus und das Unternehmen erhält den notwendigen Kredit, werden vor Erreichen der technischen Altersgrenze über einige Perioden verteilt entsprechende Investitionsgüter im Industriesektor erworben. Fällt die interne Rentabilitätsprüfung negativ aus, so wird diese bis zum Erreichen der technischen Altersgrenze in regelmäßigen Abständen wiederholt. In der ungünstigen Kombination der möglichen Fälle scheidet die Anlage am Ende aus dem Markt aus (vgl. Abbildung 8). Die modellierten Unternehmen können unabhängig von der Zustellung auch dann insolvent werden, wenn der realisierte Umsatz die laufenden Kosten (insbesondere Lohnkosten sowie Tilgungen und Zinsen aus bestehenden Krediten) längerfristig nicht deckt und neue Kredite aufgrund unzureichender Bonität nicht vergeben werden.

Abbildung 8: Modellierter Investitionsentscheidung über die Zustellung eines Hochofens (beispielhafte Illustration)



NPV = Net-Present-Value-Funktion, K_{neu} = Investitionsvolumen, i = Zinssatz („hurdle rate“), NG = Nettogewinne, t = Perioden

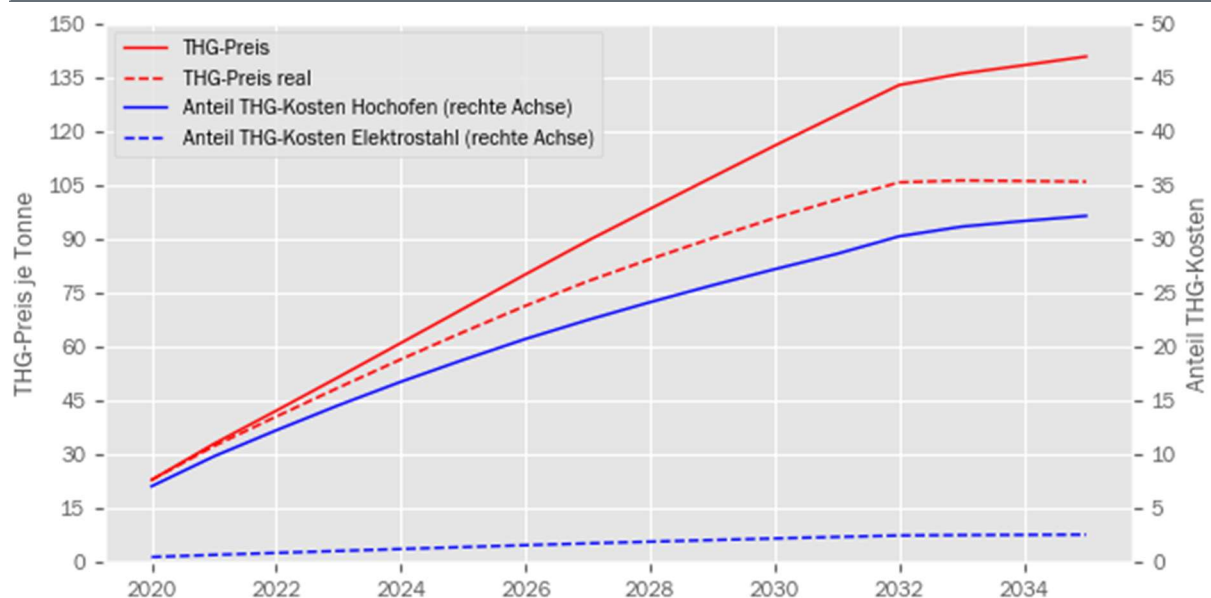
Quelle: eigene Darstellung

© Prognos, 2020

Die Vorteilhaftigkeit einer Investition in alternative Produktionsverfahren (z. B. wasserstoffbasiert) wird ebenfalls modellintern von den jeweiligen Unternehmen geprüft – als explizite Option ist die alternative Technik im Modell hinterlegt. Die Investition in das alternative Verfahren erfolgt nur dann, wenn seine THG-Vermeidungskosten niedriger sind als die spezifischen Emissionskosten. Sowohl die Vermeidungskosten als auch die Emissionskosten gehen als Erwartungsgrößen über die Lebensdauer der Anlage in die Kalkulation ein. Die Option der Wasserstoffreduktion wird im Belastungsszenario nicht gezogen, da deren spezifische Mehrkosten deutlich über den resultierenden Emissionskosten liegen (siehe unten).

Im **Belastungsszenario** wird gegenüber der Referenz unterstellt, dass ausschließlich die Stahlproduzenten in Deutschland im Simulationszeitraum steigende Emissionskosten entrichten müssen. Letztere werden modellendogen jährlich mittels eines arbiträren Aufschlags angehoben, wenn die tatsächlichen THG-Emissionen der Stahlindustrie im Vorjahr über dem jeweiligen Zielwert liegen. Die exogen vorgegebenen Zielwerte sehen ein lineares Absinken der THG-Emissionen der deutschen Stahlindustrie bis zum Jahr 2035 auf ein Niveau von 26,1 Mio. Tonnen vor (-55 Prozent gegenüber 1990 bzw. -54 Prozent gegenüber 2018). Diese Klimaschutzpolitische Maßnahme wird durch den Staat explizit kommuniziert und die Unternehmen der Stahlindustrie berücksichtigen sie approximativ bei ihren Rentabilitätsprüfungen. Da die für die Erreichung des Emissionsminderungsziels notwendigen spezifischen Emissionskosten in diesem Szenario a priori unbekannt ist, übernehmen die Unternehmen entsprechende Preisprojektionen (die erwartete reale Wachstumsrate der spezifischen Emissionskosten liegt zwischen zwei und vier Prozent pro Jahr). Entsprechend der Emissionsintensität ihrer Produktion gehen die Emissionskosten in die Kosten- und Preiskalkulation der Unternehmen ein. In der Hochofenroute steigen im Simulationszeitraum die spezifischen Emissionskosten auf gut 30 Prozent des durchschnittlichen Stahlpreises an. Auf Seiten der Elektrostahlroute sind es maximal drei Prozent (vgl. Abbildung 9). Bei der Interpretation der Entwicklung des Anteils der Emissionskosten ist zu berücksichtigen, dass auch alle anderen Kostenkomponenten (u. a. Löhne, Abschreibungen) im Simulationsverlauf Steigerungen unterworfen sind. Da im überwiegenden Teil der für das Belastungsszenario durchgeführten Simulationsläufe das exogen vorgegebene THG-Minderungsziel der deutschen Stahlindustrie bereits Anfang der 2030er Jahre erreicht wird, weist der in der Abbildung gezeigte Durchschnittswert für die spezifischen Emissionskosten im Anschluss keine realen Zuwächse mehr auf.

Abbildung 9: Spezifische Emissionskosten (nominal / in Preisen von 2020) und Anteil der Emissionskosten am durchschnittlichen Stahlpreis, Belastungsszenario, 2020 bis 2035



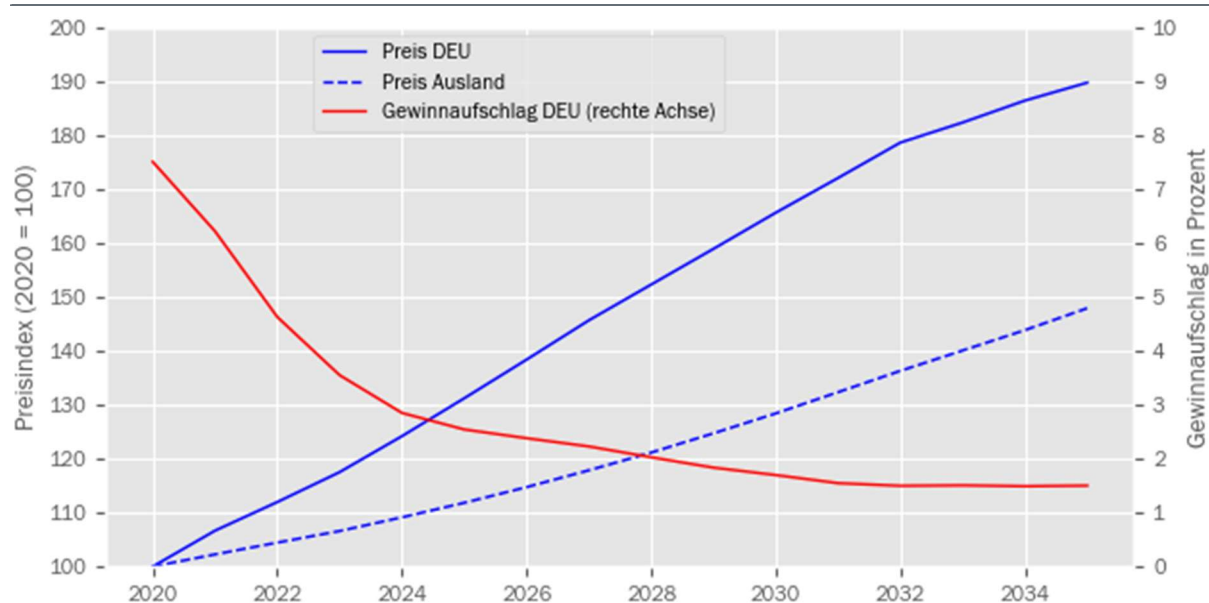
Quelle: eigene Berechnungen (Durchschnittswerte über 250 Simulationsläufe)

© Prognos, 2020

In Übereinstimmung mit der empirischen Literatur erfolgt im LABS-Modell die **Preissetzung der Unternehmen** des Industriesektors mittels eines Gewinnaufschlags (markup) auf ihre durchschnittlichen Produktionskosten (vgl. Fabiani et al. (2005)). Die Unternehmen entscheiden je

nach Wettbewerbssituation und ihrer relativen Preis- und Umsatzentwicklung, ob sie einen Kostenschock an ihre Preise weitergeben oder eine Verringerung ihres Gewinnaufschlags hinnehmen. Angesichts der hohen Überkapazitäten auf dem weltweiten Stahlmarkt und des hohen Wettbewerbsdrucks „wählen“ die deutschen Stahlproduzenten im Belastungsszenario primär die zweite Möglichkeit. In der Konsequenz **sinken ihre Gewinnmargen** kurz- und mittelfristig etwa in dem Maße, in welchem die spezifischen Emissionskosten ansteigen. Aus den Nettogewinnen der Unternehmen (Bruttobetriebsüberschüsse nach Abzug der kalkulatorischen Abschreibungen) und ihren Rücklagen müssen je Periode Zinsen und Tilgungen auf Kredite, Ausschüttungen an die Firmeneigner sowie Steuerzahlungen beglichen werden. Während Steuerzahlungen und Ausschüttungen sich proportional zu den realisierten Gewinnen verhalten, müssen Zinsen und Tilgungen unabhängig von der Gewinnsituation geleistet werden. Die Gewinnmargen können daher nicht beliebig weit reduziert werden und mittel-/langfristig ist es für die deutschen Stahlproduzenten unvermeidlich, dass ihre Preise in zunehmenden Maße über denen der Konkurrenz liegen (vgl. Abbildung 10).

Abbildung 10: Stahlpreis der Stahlproduzenten in Deutschland und im Ausland sowie Gewinnaufschlag (markup) der deutschen Produzenten in der Hochofenroute, Belastungsszenario, 2020 bis 2035



Quelle: eigene Berechnungen (Durchschnitt über 250 Simulationsläufe)

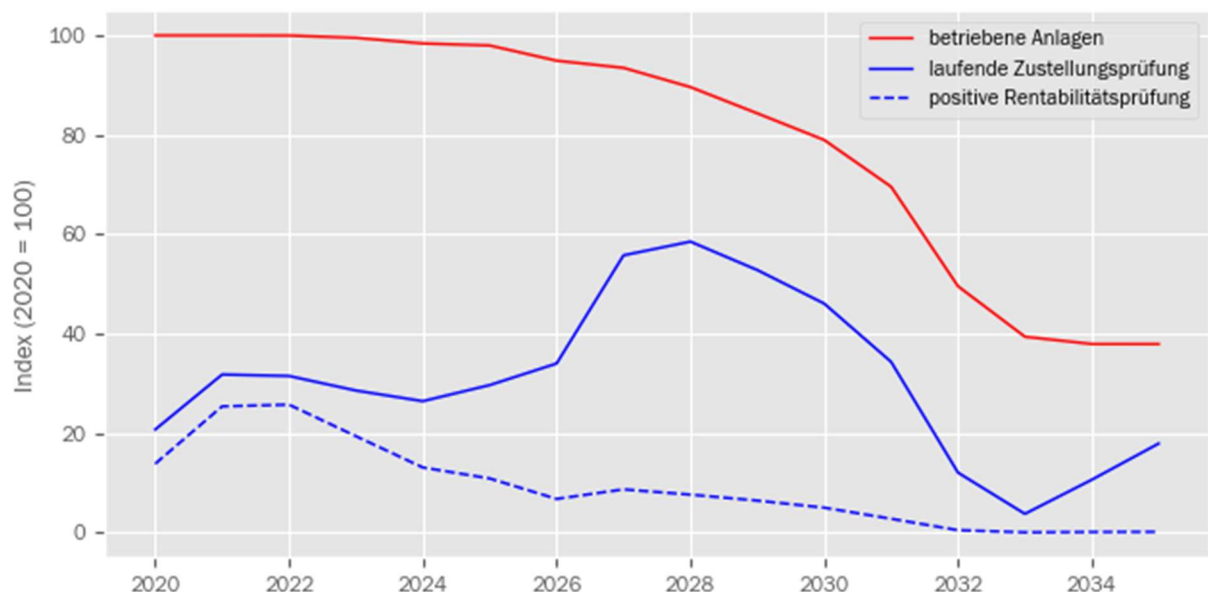
© Prognos, 2020

Basierend auf entsprechenden Auswertungen der World-Input-Output-Database sind in LABS für den Stahlsektor Transportkosten zwischen Deutschland und dem Ausland in Höhe von 7 Prozent des Warenwertes unterstellt. Nachfrager nach Stahlprodukten holen im Modell in jeder Periode Angebote aus dem In- und Ausland ein und wählen dasjenige Angebot, welches die nachgefragte Menge bedienen kann und am günstigsten ist (unter Berücksichtigung der Transportkosten). Die deutschen Stahlproduzenten werden auf dem globalen Markt zunehmend weniger nachgefragt, sobald die relative Preisdifferenz höher ausfällt als die relativen Transportkosten. In der Folge verlieren sie im In- und Ausland Marktanteile. Sie können weniger Umsatz erzielen, und da die Produktionsmenge eines Hochofens nur begrenzt variabel ist, erhöhen sich ihre „unfreiwilligen“ Lagerbestände im Simulationsverlauf. Die Stahlproduzenten in Deutschland geraten damit sowohl hinsichtlich ihrer absoluten als auch ihrer relativen Gewinne (Umsatz- und Kapitalrendite) unter

Druck. In dieser Situation wird die Finanzierung der Zustellung deutlich erschwert bzw. von den Unternehmen selbst aufgrund mangelnder Rentabilität erst gar nicht in Betracht gezogen. Selbst wenn die interne Rentabilitätsprüfung der Unternehmen zu einem positiven Resultat kommt, verweigern die Banken die Vergabe eines Kredites aufgrund einer unzureichenden Bonitätseinschätzung des betreffenden Unternehmens. Auch unabhängig von dem Problem der rechtzeitigen Neuzustellung können die modellierten Unternehmen auch dann insolvent werden, wenn ihr operativer Deckungsbeitrag hinreichend lange negativ ausfällt.

Die folgende Abbildung 11 veranschaulicht die zentralen Ergebnisse für die Hochofenroute in Deutschland im Belastungsszenario: Im Durchschnitt der 250 Simulationsläufe des Modells fällt nur in den ersten Jahren für einen Teil der laufenden Zustellungsprüfungen (blaue durchgezogene Linie) die Rentabilitätsprüfung positiv aus (blaue gestrichelte Linie) und die Zustellung erfolgt entsprechend verzögert. Mit zunehmender Höhe der spezifischen Emissionskosten und der geringer werdenden Gewinnmarge enden die nach Mitte der 2020er Jahre erfolgenden Rentabilitätsprüfungen in der Regel mit einem negativen Ergebnis. Es werden entsprechend keine Entscheidungen mehr zugunsten einer Neuzustellung getroffen. Gegen Ende der 2020er Jahre geht die Zahl der betriebenen Anlagen in der Hochofenroute deutlich zurück und bis zum Jahr 2035 verbleibt noch ein Rest der gesamten Produktionskapazität von weniger als vierzig Prozent der aktuellen Ausgangskapazität. Die dann noch betriebenen Anlagen weisen einen zunehmend negativen Deckungsbeitrag auf und würden bei einer Verlängerung des Simulationszeitraums nach wenigen Jahren den Betrieb einstellen. De facto hat im Belastungsszenario aufgrund der einseitigen Erhöhung der Emissionskosten die Hochofenroute der Stahlindustrie in Deutschland ab Ende der 2020er Jahre keine Perspektive mehr.

Abbildung 11: Index der Produktionskapazität und der Zustellungs-/Rentabilitätsprüfungen in der Hochofenroute, Belastungsszenario, 2020 bis 2035



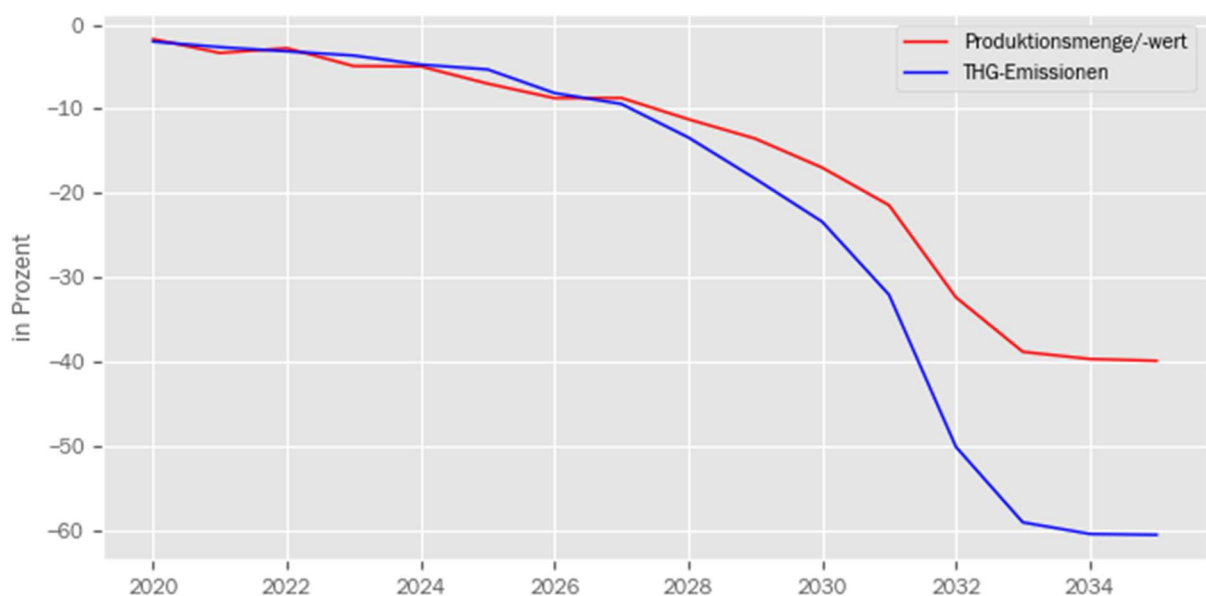
Quelle: eigene Berechnungen (Durchschnittswerte über 250 Simulationsläufe)

© Prognos, 2020

Vergleicht man die resultierenden Produktionswerte der Stahlindustrie mit denen des Referenzszenarios, so liegen diese gegen Ende des Simulationszeitraums für beide Erzeugungsverfahren

zusammengenommen gut vierzig Prozent unter dem Referenzniveau. Die Verluste konzentrieren sich hierbei aufgrund der wesentlich höheren Emissionsintensität auf die Hochofenroute, während bei der Elektrostahlroute die Abweichung maximal etwa drei Prozent beträgt (vgl. Abbildung 12). Das vorgegebene Emissionsminderungsziel für die Stahlindustrie bis zum Jahr 2035 wird im Belastungsszenario mehr als erreicht – allerdings nicht durch den Wechsel hin zu emissionsärmeren Produktionstechniken, sondern durch die Verdrängung der deutschen Produzenten vom Markt und die Verlagerung der THG-Emissionen ins Ausland („carbon leakage“). In einer globalen Betrachtung kann daher keine Reduktion der Emissionen statt.

Abbildung 12: Abweichung des Produktionswertes und der THG-Emissionen in der deutschen Stahlindustrie, Belastungsszenario zu Referenzszenario, 2020 bis 2035



Quelle: eigene Berechnungen (Durchschnittswerte über 250 Simulationsläufe)

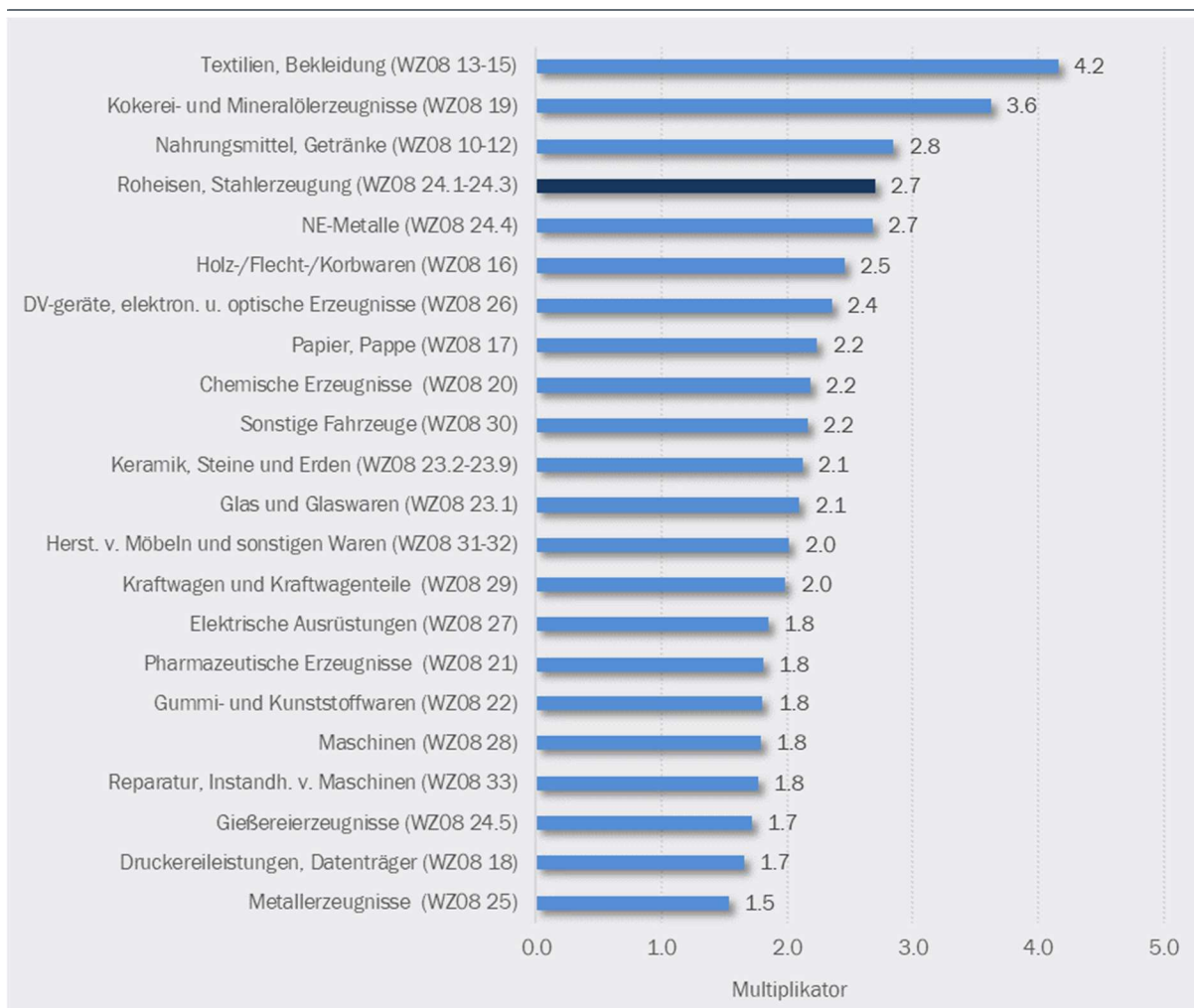
© Prognos, 2020

5.2 Gesamtwirtschaftliche Auswirkungen

Die Stahlindustrie in Deutschland ist Teil eines industriellen Produktionsverbundes. Sie bezieht Vorleistungen aus vorgelagerten Branchen und liefert in ihre Abnehmerbranchen. Eine Schwächung der Stahlindustrie wirkt somit auch auf die vor- und nachgelagerten Bereiche.

Die Vorleistungsbezüge der Stahlindustrie können mit Hilfe der Input-Output-Tabellen des Statistischen Bundesamtes analysiert werden. Diese Betrachtung zeigt, welche Wertschöpfungseffekte auf Seiten der dem Stahlsektor vorgelagerten Sektoren auftreten, wenn sich die Wertschöpfung in der Stahlindustrie verändert. Die aktuelle Input-Output-Tabelle des Statistischen Bundesamtes gibt die Produktionsverflechtungen der deutschen Volkswirtschaft für das Jahr 2015 wieder. Die Auswertung der Input-Output-Tabelle ergibt, dass die deutsche Stahlindustrie einen relativ hohen Wertschöpfungsmultiplikator aufweist: Sinkt die Wertschöpfung im Stahlsektor um einen Euro, so „fehlen“ gesamtwirtschaftlich (inkl. des Stahlsektors) 2,7 Euro Wertschöpfung. Gesamtwirtschaftliche Anpassungs- und Rückkopplungsprozesse sind hierbei nicht berücksichtigt.

Abbildung 13: Gesamtwirtschaftlicher Multiplikator (in Euro Wertschöpfung insgesamt je Euro branchenspezifischer Wertschöpfung), Industriebranchen Deutschlands, 2015



Quelle: Statistisches Bundesamt (Input-Output-Tabelle 2015), eigene Berechnungen

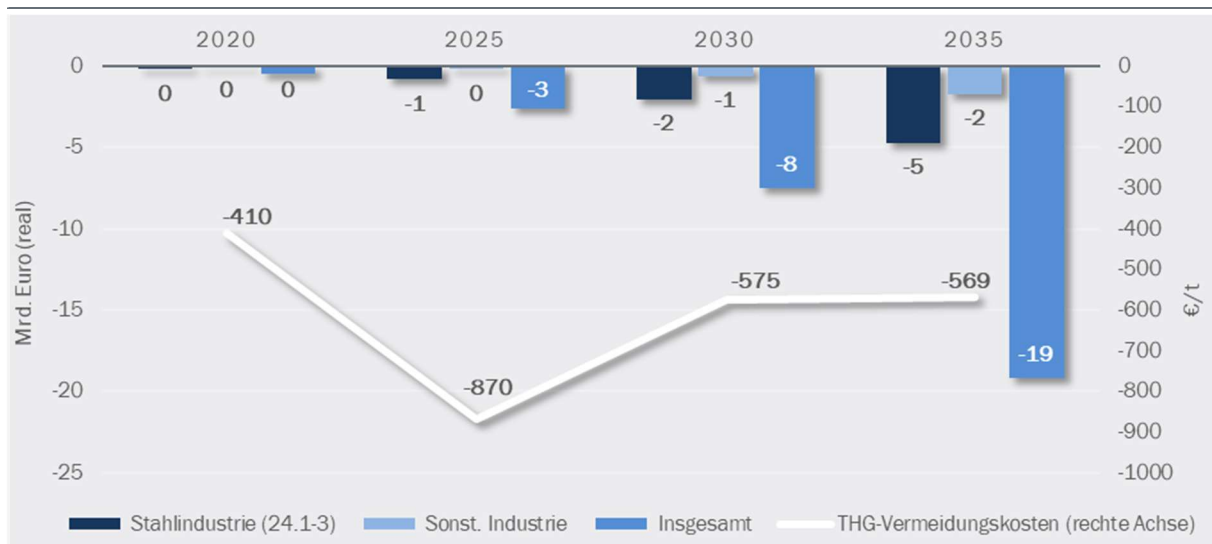
© Prognos, 2020

Im Belastungsszenario kommen zu den Verlusten an Produktion und Wertschöpfung der deutschen Stahlindustrie diejenigen auf Seiten der vorgelagerten Wertschöpfungsstufen hinzu. Im gesamtwirtschaftlichen Kontext sind ebenfalls die negativen Kreislaufeffekte zu berücksichtigen, welche sich aus der Verringerung der Investitions- und Konsumausgaben der betroffenen Unternehmen bzw. ihrer ehemals Beschäftigten und des zusätzlichen Bedarfs an Stahlimporten ergeben. Der unter Berücksichtigung der vorgelagerten Wertschöpfungsketten und der volkswirtschaftlichen Rückkopplungseffekte resultierende Gesamteffekt auf die Wertschöpfung in Deutschland fällt entsprechend gegen Ende des Simulationszeitraums um den Faktor 4 größer aus die Wertschöpfungsverluste der Stahlindustrie selbst. Insgesamt ist das Niveau der Bruttowertschöpfung in Deutschland im Jahr 2035 um 20 Mrd. Euro niedriger als in der Referenz. Kumuliert über den gesamten Zeitraum von 2020 bis 2035 belaufen sich die gesamtwirtschaftlichen Wertschöpfungsverluste auf eine Höhe von 114 Mrd. Euro (-0,2 % des Referenzwertes).

Die Konsequenzen steigender THG-Kosten für den Betrieb der Anlagen in der Hochofenroute resultieren im Modell mit einer gewissen Verzögerung, und im Fall einer eventuellen Neuzustellung

der Anlage gilt eine „Alles oder Nichts“-Logik. Zusammen mit der Unteilbarkeit der betriebenen Anlagen führt die Verschlechterung der preislichen Wettbewerbsposition im Ergebnis zu einem „Überschießen“ der Emissionsminderung: statt der von staatlicher Seite angestrebten 26,1 Millionen Tonnen für das Jahr 2035 emittiert die deutsche Stahlindustrie nur noch 22,1 Millionen Tonnen (-33,8 Millionen Tonnen gegenüber dem entsprechenden Wert des Referenzszenarios). Die gesamtwirtschaftlichen THG-Vermeidungskosten – definiert als Verlust an gesamtwirtschaftlicher Wertschöpfung je in Deutschland eingesparter Tonne THG – liegen im Durchschnitt bei ca. 600 Euro je Tonne (vgl. Abbildung 14)⁸. Diese Vermeidungskosten sind deutlich höher als die selbst für das Jahr 2050 erwarteten Mehrkosten eines wasserstoffbasierten Produktionsverfahrens (ca. 140 bis 240 Euro je Tonne, siehe Kapitel 2.2). Zudem werden die Emissionen tatsächlich nicht vermieden, sondern nur von Deutschland ins Ausland verlagert. Das Beschäftigungsniveau fällt im Jahr 2035 um insgesamt 200 Tsd. Personen geringer aus, hiervon entfallen 43 Tsd. Personen auf die Stahlindustrie.

Abbildung 14: Abweichung der Bruttowertschöpfung (real) im Belastungsszenario und THG-Vermeidungskosten, Deutschland, 2020 bis 2035



Quelle: eigene Berechnungen

© Prognos, 2020

In den modellierten Szenarien wird Stahl als homogenes Gut betrachtet. Eine Folge dieser Annahme ist, dass die Stahlproduzenten über keine oder nur sehr geringe Preissetzungsspielräume verfügen. Dies impliziert auch, dass die stahlnachfragenden Unternehmen ohne Qualitätseinbußen die Stahlanbieter wechseln können – was auch im Belastungsszenario zuungunsten der deutschen Stahlproduzenten passiert. Eventuelle Produktions- oder Qualitätseinbußen auf Seiten der der Stahlproduktion nachgelagerten Teile der Wertschöpfungskette treten im modellierten Belastungsszenario entsprechend nicht auf. Hinsichtlich der gesamtwirtschaftlichen Konsequenzen im Belastungsszenario bedeutet dies, dass nur die Wertschöpfungs- und Beschäftigungsverluste

⁸ Die von Seiten der Stahlindustrie kommenden Schocks für die Gesamtwirtschaft sind nicht stetig. Im Zusammenspiel mit volkswirtschaftlichen Rückkopplungseffekten und der Anfangs geringen Größenordnung der Impulse und Effekte weisen die Vermeidungskosten für ausgewählte Stichjahre wie etwa 2025 eine größere Abweichung vom Mittelwert auf. Im weiteren Simulationsverlauf werden die Abweichungen vom Mittelwert deutlich geringer.

in der Stahlindustrie selbst (und indirekt die der Stahlindustrie vorgelagerten Bereiche der Wertschöpfungskette) maßgeblich sind.

Tatsächlich ist Stahl kein homogenes Gut und zwischen der Stahlindustrie und ihren Kundenbranchen besteht ein oft enger Verbund, eine Substitution des Stahlanbieters ist nicht immer ohne weiteres möglich. Die Annahme der vollständigen und friktionslosen Substituierbarkeit ist damit vor allem in der kurzen Frist zu restriktiv. Die Substituierbarkeit steigt mit längeren Anpassungszeiträumen, wie sie im Belastungsszenario durch das über Jahre sich hinziehende „Wegsterben“ der Hochofenroute vorliegen.

In technischer Hinsicht kommt hinzu, dass insbesondere in der Hochofenroute während desselben Produktionsprozesses sowohl hochwertige Qualitätsstähle als auch einfachere Stahlsorten hergestellt werden. Eine Fokussierung auf nur eine Stahlsorte ist nicht möglich. Wenn aufgrund der einseitig steigenden Emissionskosten der Absatz der einfach substituierbaren Stahlsorten wegbreicht, können höherwertige Stähle vom selben Anbieter noch weiter nachgefragt werden. Trotz größerer Preissetzungsspielräume in diesem Segment sind der hier erzielte Umsatz und Gewinn mittelfristig möglicherweise nicht hinreichend, um die Werke weiterhin kostendeckend betreiben zu können. Somit kann auch die Produktion höherwertiger Stahlsorten, die für sich genommen noch Absatz finden würden, in der technischen Kombination mit einfachen Stahlsorten unrentabel werden, so dass auch diese Stahlsorten schließlich nicht mehr angeboten werden.

Friktionen bedeuten Kosten für die nachgelagerten Branchen, gegebenenfalls müssen kurzfristig minderwertige Stahlsorten verbaut werden. Soweit die Stahlindustrie in Deutschland ihre Produktion – wie im Belastungsszenario dargestellt – reduziert, stehen damit auch langfristig die etablierten Produktionsnetzwerke auf dem Prüfstand. So können Stahlhersteller für Unternehmen der unmittelbar stahlverarbeitenden Industrie oftmals der entscheidende Standortfaktor sein.

Hinzu kommt gleichwohl eine europäische Perspektive. Der weit überwiegende Teil des in Deutschland verarbeiteten Stahls stammt aus der Europäischen Union (einschließlich Deutschland). Auch die übrige Europäische Union würde von steigenden THG-Kosten belastet. Insofern würden sich Probleme der Materialverfügbarkeit nicht nur auf die in Deutschland wegbrechende Stahlproduktion beschränken.

Die gesamtwirtschaftlichen Kosten eines Wegfalls der deutschen Stahlindustrie hängen entscheidend von der Fristigkeit der Betrachtung ab. Da sich vor- und nachgelagerte Branchen im Zeitverlauf anpassen können, fallen die kurzfristigen Kosten deutlich höher aus als die langfristigen. Die Verteuerung der alten THG-intensiven Produktion, mit der in der Folge die deutsche Stahlindustrie vom Markt verschwindet, ist aber in jedem Fall mit gesellschaftlichen und gesamtwirtschaftlichen Kosten verbunden. Denn bei diesem Ansatz würden sich aufgrund des Carbon-Leakage-Problems die weltweiten THG-Emissionen nicht reduzieren, Deutschland aber Beschäftigung und Wertschöpfung verlieren. Solange der Einsatz der Wasserstofftechnologie mit so hohen Kosten verbunden ist, dass er im gegenwärtigen Wettbewerbsumfeld keine unternehmerische Option darstellt, kann die Verteuerung der alten Technologie nicht das Mittel der Wahl sein, um die Transformation der Stahlindustrie zu initiieren und zu bewältigen.

6 Fazit

Die Ergebnisse des modellgestützten Szenarienvergleichs zeigen, dass eine einseitige Erhöhung des CO₂-Preises für die Stahlproduzenten in Deutschland zu einem Absterben der Hochofenroute in der deutschen Stahlerzeugung in den nächsten 15 Jahren führen würde.⁹ Das wäre mit erheblichen negativen Konsequenzen für Wertschöpfung und Beschäftigung in der Stahlindustrie und in der Gesamtwirtschaft verbunden. Gesamtwirtschaftlich läge die Bruttowertschöpfung im Jahr 2035 um etwa 20 Mrd. Euro niedriger als im Referenzszenario. Setzt man diese Verluste in Relation zu den dadurch in Deutschland eingesparten THG-Emissionen, ergeben sich spezifische THG-Vermeidungskosten von durchschnittlich rund 600 Euro je Tonne. Zudem müsste mit gesamtwirtschaftlichen Beschäftigungseinbußen in Höhe von etwa 200 Tsd. Personen gerechnet werden.

Auf der Ebene der stahlnachfragenden Branchen hängen die Wirkungen stark von den verwendeten Stahlqualitäten und der Fristigkeit der Betrachtung ab. Wenn – wie in den Berechnungen vereinfachend unterstellt – die relativ teurer werdenden Erzeugnisse der deutschen Stahlproduzenten durch diejenigen ausländischer Produzenten substituiert werden können, fallen die ökonomischen Folgeeffekte in den nachgelagerten Branchen gering aus. Für einen Teil des Produktportfolios des Stahlsektors kann in der Realität die Beschaffung qualitativ gleich- oder höherwertiger Stähle im Ausland allerdings mit zeitlich begrenzten Friktionen verbunden sein. In diesen Fällen sind zumindest temporär Qualitäts- und Umsatzeinbußen auf Seiten der stahlnachfragenden Unternehmen die Folge.

Auf die weltweiten THG-Emissionen hätten die ökonomischen Konsequenzen des Belastungsszenarios hingegen keine positiven Auswirkungen. Wegen der Verteuerung der Stahlproduktion in Deutschland ist die Verlagerung von Produktionsmengen in bestehende oder neue Hochofen-Routen im Ausland zu erwarten, weshalb mit der nationalen Produktionskürzung im globalen Maßstab keine THG-Reduktion einhergehen würde (carbon leakage). Wahrscheinlich ist, dass diese sogar zulegen würden, da die Stahlherstellung in Deutschland und Europa mit geringeren Emissionen verbunden ist als bei Wettbewerbern aus China, Indien oder etwa Russland.

Soll die Stahlindustrie in Deutschland die definierten THG-Reduktionsziele erreichen, gibt es dazu im Rahmen eines nationalen Alleingangs nur zwei Möglichkeiten: Sie erfahren eine hinreichende Unterstützung für eine Transformation hin THG-armen Produktionsverfahren oder sie scheiden aus dem Markt aus. Da die THG-Ziele mit der bestehenden Technologie nicht zu erreichen sind, ist es dabei unerheblich, ob die Politik den hier unterstellten CO₂-Preis oder ein anderes Instrument wählt.

Die Umstellung auf alternative Produktionsverfahren ist aus einzelwirtschaftlicher Sicht heute und auf absehbare Zeit für die Stahlhersteller nicht rentabel. In der speziellen Marktkonstellation, in der sich die Stahlindustrie befindet – extreme Kostenunterschiede zwischen beiden Technologien, kein level-playing field, Gefahr von carbon leakage – erscheint es nicht nur industriepolitisch, sondern auch ordnungspolitisch gerechtfertigt, die Stahlindustrie bei der Transformation zu unterstützen. Hierzu sind verschiedene Instrumente in der Diskussion, wie sie zum Beispiel im Rahmen des „Handlungskonzepts Stahl“ der Bundesregierung beschrieben werden.

⁹ Die Herstellung von Elektro Stahl wäre aufgrund der deutlich geringeren Eigenemissionen von der THG-Bepreisung kaum betroffen.

Bedenkt man das Spektrum der möglichen Szenarien, so wird deutlich, dass allein mit staatlicher Unterstützung für die Transformation – hierzu zählt auch die Schaffung eines einheitlichen level-playing fields – sowohl das klimapolitische Ziel der THG-Reduktion als auch das wirtschaftspolitische Ziel des Erhalts von Wertschöpfung und Beschäftigung in der und durch die Stahlindustrie in Deutschland erreichbar ist. Unter diesen Bedingungen kann die Stahlindustrie ihre wichtige Rolle in den industriellen Wertschöpfungsverbänden in den kommenden Dekaden behalten.

7 Tabellarischer Anhang

Tabelle 3: Ökonomische und energiewirtschaftliche Kenngrößen der im LABS-Modell implementierten Hochofen- und Elektrostahlroute (Durchschnittswerte je Anlage), Mrd. Euro

	Hochofen	Elektrostahl
Anzahl Anlagen	15	16
1. Produktionsvolumen Mio. Produktionsvolumen in Mio. t	1,72	0,72
2. Produktionswert	1,96	0,79
3. Wertschöpfung	0,42	0,17
4. Vorleistungen	1,54	0,62
5. Arbeitsvolumen Mio. h	7,16	2,88
6. Lohnkosten	0,33	0,13
7. Kapitalstock	1,14	0,42
8. Abschreibungen	0,05	0,02
9. Bruttobetriebsüberschuss (3.-6.)	0,08	0,03
10. Nettobetriebsüberschuss (9.-8.)	0,03	0,01
11. THG-Emissionen Mio. t	3,25	0,08
spezifische Kenngrößen		
Lohnquote (6./3.)	80%	80%
Gewinnaufschlag (10./(6.+8.))	8%	10%
Stundenproduktivität (3./5.) €/h	58,45	58,45
spezifische Emissionen (11./1.) t THG/t	1,88	0,12
Kapitalintensität (7./3.)	2,72	2,47

Quellen: eigene Berechnungen

© Prognos 2020

Tabelle 4: Bevölkerung und Gesamtwirtschaft Deutschlands, Referenzszenario, 2018 bis 2035

	2018	2025	2030	2035
Bevölkerung und Arbeitsmarkt				
Bevölkerung Insgesamt (Mio. Personen)	82.9	83.1	82.7	82.1
Bevölkerung 15-64 Jahre (Mio. Personen)	53.9	52.0	49.6	48.0
Erwerbstätige (Mio. Personen)	44.9	44.0	42.5	41.3
Arbeitsvolumen (Mrd. Stunden)	62.3	61.4	60.2	58.9
Arbeitszeit (Stunden /Erwerbstätigen p.a.)	1390	1394	1414	1426
BIP und Verwendung, Mrd. Euro (Basisjahr 2015)				
Privater Konsum	1682	1828	1967	2118
Staatlicher Konsum	641	679	708	737
Investitionen	696	752	792	829
Exporte	1557	1794	1973	2137
Importe	1354	1558	1711	1869
Nettoexporte	204	236	262	268
Bruttoinlandsprodukt	3222	3495	3730	3951
Veränderung in Prozent p.a.				
	18-25	25-30	30-35	18-35
Privater Konsum	1.2%	1.5%	1.5%	1.4%
Staatlicher Konsum	0.8%	0.8%	0.8%	0.8%
Investitionen	1.1%	1.0%	0.9%	1.0%
Exporte	2.0%	1.9%	1.6%	1.9%
Importe	2.0%	1.9%	1.8%	1.9%
Bruttoinlandsprodukt	1.2%	1.3%	1.2%	1.2%
nachrichtlich:				
Lohnkosten je Stunde, nominal	3.2%	4.0%	4.1%	3.7%
Inflationsrate Privater Konsum	1.8%	2.1%	2.2%	2.0%

Quellen: Statistisches Bundesamt, eigene Berechnungen

© Prognos 2020

Tabelle 5: Bruttowertschöpfung nach Wirtschaftsbereichen, Mrd. Euro (Basisjahr 2015), Referenzszenario und Abweichung im Belastungsszenario, 2018 bis 2035

	2018	2025	2030	2035	Abweichung 2035
A Land-/Forstwirtschaft, Fischerei	19,8	20,2	20,6	20,9	0,0
B-E Industrie (ohne Baugewerbe)	757,2	828,2	881,1	927,8	-7,8
B Bergbau	4,3	4,0	3,8	3,6	0,0
C Verarbeitendes Gewerbe	672,6	740,8	791,4	836,0	-6,5
C10-C12 Nahrungsmittel, Getränke, Tabak	45,9	48,3	50,1	51,7	-0,1
C13-C15 Textilien, Bekleidung, Leder	7,7	7,8	7,9	8,0	0,0
C16-C18 Holz, Papier, Druck	26,0	26,9	27,5	27,9	-0,1
C19 Kokerei, Mineralölverarbeitung	6,0	5,4	5,0	4,6	0,0
C20 Chemie	47,5	51,5	54,5	56,9	-0,1
C21 Pharmazie	23,8	27,9	30,6	33,4	-0,1
C22 Gummi, Kunststoffe	31,3	34,3	36,5	38,4	-0,1
C23 Glas, Keramik, Steine u. Erden	17,7	18,0	18,2	18,2	-0,1
C24 Metallerzeugung	20,1	20,2	20,2	20,0	-4,7
C24.1-24.3 Stahlindustrie	12,1	12,1	12,0	11,8	-4,7
C25 Metallerzeugnisse	56,8	60,5	63,0	64,9	-0,2
C26 EDV-, elektr./optische Geräte	43,0	52,7	60,1	67,8	-0,2
C27 elektrische Ausrüstungen	45,3	50,4	54,0	57,0	-0,1
C28 Maschinenbau	103,1	115,5	124,7	132,7	-0,2
C29 Kraftwagen/-teile	140,6	158,8	172,4	184,3	-0,2
C30 sonstiger Fahrzeugbau	17,1	19,2	20,9	22,4	0,0
C31-C33 sonst. verarb. Gewerbe	40,7	43,4	45,7	47,7	-0,3
D-E Energie, Wasser, Abfall	80,2	83,5	86,0	88,2	-1,3
D Energieversorgung	50,7	51,4	52,0	52,4	-0,9
E Wasserversorgung/Abfall	29,5	32,1	34,0	35,8	-0,4
F Baugewerbe	128,6	135,3	139,1	142,7	-0,9
G-U Dienstleistungen	1989,1	2184,5	2331,7	2479,6	-10,5
G-I Handel, Verkehr, Gastgewerbe	457,1	503,6	540,0	575,1	-3,5
G Handel, Reparatur v. Kraftfahrzeugen	286,0	313,2	334,6	354,9	-1,9
H Verkehr und Lagerei	126,0	141,0	152,8	164,3	-1,3
I Gastgewerbe, Beherbergung	45,1	49,5	52,6	55,9	-0,2
J Information, Kommunikation	137,6	157,8	173,2	188,8	-0,8
K Finanz-/Versicherungsdienstleistungen	119,7	130,0	137,5	144,7	-0,7
L Grundstücks-/Wohnungswesen	300,1	327,8	347,9	368,9	-1,7
M-N unternehmensnahe Dienstleistungen	330,0	369,0	398,5	427,2	-2,0
O-Q Staat, Gesundheits-/Sozialwesen	536,4	578,0	608,9	641,2	-1,3
O Öffentl. Verwaltung, Sozialversicherung	173,9	181,7	187,4	192,8	-0,4
P Erziehung, Unterricht	129,8	137,2	142,6	148,2	-0,2
Q Gesundheits-/Sozialwesen	232,7	259,2	278,9	300,2	-0,6
R-U Private Haushalte, sonst. Dienstl.	108,1	118,3	125,8	133,8	-0,5
Insgesamt	2894,7	3168,2	3372,5	3571,0	-19,2

Quellen: Statistisches Bundesamt, eigene Berechnungen

© Prognos 2020

Tabelle 6: Erwerbstätige nach Wirtschaftsbereichen, Tausend Personen, Referenzszenario und Abweichung im Belastungsszenario, 2018 bis 2035

	2018	2025	2030	2035	Abweichung 2035
A Land-/Forstwirtschaft, Fischerei	611	554	509	469	-0,6
B-E Industrie (ohne Baugewerbe)	8'279	8'013	7'664	7'366	-70,2
B Bergbau	52	48	43	37	-0,6
C Verarbeitendes Gewerbe	7'691	7'447	7'130	6'860	-61,7
C10-C12 Nahrungsmittel, Getränke, Tabak	947	930	895	865	-1,8
C13-C15 Textilien, Bekleidung, Leder	141	133	124	116	-0,3
C16-C18 Holz, Papier, Druck	444	425	401	380	-1,4
C19 Kokerei, Mineralölverarbeitung	18	17	15	14	-0,1
C20 Chemie	364	350	334	321	-0,6
C21 Pharmazie	128	121	116	112	-0,2
C22 Gummi, Kunststoffe	448	432	411	394	-0,8
C23 Glas, Keramik, Steine u. Erden	245	229	212	197	-1,2
C24 Metallerzeugung	269	256	241	227	-45,1
C24.1-24.3 Stahlindustrie	129	123	116	109	-43,1
C25 Metallerzeugnisse	931	898	854	814	-2,7
C26 EDV-, elektr./optische Geräte	368	354	340	331	-0,9
C27 elektrische Ausrüstungen	498	479	460	443	-0,9
C28 Maschinenbau	1'170	1'142	1'104	1'073	-1,4
C29 Kraftwagen/-teile	912	895	865	843	-0,9
C30 sonstiger Fahrzeugbau	141	142	139	137	-0,3
C31-C33 sonst. verarb. Gewerbe	667	645	618	595	-3,2
D-E Energie, Wasser, Abfall	535	517	492	469	-7,9
D Energieversorgung	258	252	241	229	-4,8
E Wasserversorgung/Abfall	277	265	251	239	-3,1
F Baugewerbe	2'504	2'428	2'311	2'204	-11,8
G-U Dienstleistungen	33'460	33'024	32'043	31'264	-116,7
G-I Handel, Verkehr, Gastgewerbe	10'175	9'960	9'616	9'334	-49,0
G Handel, Reparatur v. Kraftfahrzeugen	6'010	5'888	5'677	5'502	-25,2
H Verkehr und Lagerei	2'283	2'195	2'102	2'027	-17,2
I Gastgewerbe, Beherbergung	1'882	1'878	1'837	1'805	-6,5
J Information, Kommunikation	1'306	1'267	1'218	1'182	-4,8
K Finanz-/Versicherungsdienstleistungen	1'132	1'082	1'034	993	-4,2
L Grundstücks-/Wohnungswesen	478	468	453	440	-2,0
M-N unternehmensnahe Dienstleistungen	6'245	6'167	5'993	5'864	-25,3
O-Q Staat, Gesundheits-/Sozialwesen	11'111	11'110	10'838	10'624	-22,1
O Öffentl. Verwaltung, Sozialversicherung	2'649	2'595	2'487	2'388	-5,7
P Erziehung, Unterricht	2'524	2'494	2'412	2'340	-3,6
Q Gesundheits-/Sozialwesen	5'938	6'020	5'938	5'896	-12,8
R-U Private Haushalte, sonst. Dienstl.	3'014	2'969	2'891	2'827	-9,3
Insgesamt	44'854	44'018	42'528	41'303	-199,3

Quellen: Statistisches Bundesamt, eigene Berechnungen

© Prognos 2020

8 Literatur

Agora Energiewende (2019): Klimaneutrale Industrie: Schlüsseltechnologien und Politikoptionen für Stahl, Chemie und Zement, Berlin.

Agora Energiewende (2020): Die Energiewende im Stromsektor: Stand der Dinge 2019, Berlin.

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (2020): Integrierter Nationaler Energie- und Klimaplan, Berlin.

Fabiani, S. et al. (2005): The Pricing Behaviour of Firms in the Euro Area: New Survey Evidence, Working Papers No. 535, European Central Bank.

Fraunhofer ISI/Ecofys (2015): Stromkosten der energieintensiven Industrie. Ein internationaler Vergleich, Berlin.

Wirtschaftsvereinigung Stahl (2019): Der Beitrag der Stahlindustrie zu einer klimaneutralen Wirtschaft in 2050, Düsseldorf.

Impressum

Klimapolitische Herausforderungen der Stahlindustrie in Deutschland

Erstellt im Auftrag von

Wirtschaftsvereinigung Stahl
Ansprechpartner: Dr. Martin Theuringer
Sohnstraße 65
40237 Düsseldorf
Telefon: +49 211 6707-0
Fax: +49 211 6707-104
E-Mail: martin.theuringer@wvstahl.de
www.stahl-online.de

Bearbeitet von

Prognos AG
Heinrich-von-Stephan-Straße 23
79100 Freiburg
Telefon: +49 761 7661164-810
Fax: +49 761 7661164-820
E-Mail: info@prognos.com
www.prognos.com
twitter.com/Prognos_AG

Autoren

Jan Limbers
Dr. Michael Böhmer
Dr. Michael Schlesinger

Kontakt

Dr. Michael Böhmer (Projektleitung)
Telefon: +49 89 95 41 586-701
E-Mail: michael.boehmer@prognos.com

Satz und Layout: Prognos AG

Stand: September 2020
Copyright: 2020, 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/des ####.

Zitate im Sinne von § 51 UrhG sollen mit folgender Quellenangabe versehen sein: Prognos AG (2020): „Klimapolitische Herausforderungen der Stahlindustrie“