

WORKING PAPER FORSCHUNGSFÖRDERUNG

Nummer 022, Oktober 2016

Volkswirtschaftliche Effekte der Reform des europäischen Emissionszertifikatehandels auf die deutsche Stahlindustrie und angeschlossene Wirtschaftszweige

Kirsten Grastorff und André Wolf

Die Autorinnen und Autoren

Kirsten Grastorff ist Wissenschaftliche Hilfskraft am Hamburgischen WeltWirtschaftsinstitut (HWWI).

André Wolf ist Leiter des Forschungsbereichs „Weltwirtschaft, Konjunktur und internationaler Handel“ am Hamburgischen WeltWirtschaftsinstitut (HWWI).

ISSN 2509-2359

© 2016 Hans-Böckler-Stiftung
Hans-Böckler-Straße 39, 40476 Düsseldorf
www.boeckler.de

Alle Rechte vorbehalten. Dieses Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt.

Inhalt

1. Einleitung.....	4
2. Reformen im Emissionszertifikatehandel	6
3. Modellansatz zur Schätzung der Folgewirkungen	7
3.1 Methodische Grundlagen	7
3.2 Modellaufbau und Schätzszenarien	9
3.3 Datenbasis.....	12
3.4 Ergebnisse.....	14
4. Fazit.....	22
5. Literatur	24

1. Einleitung

Die deutsche Stahlindustrie hat im Jahr 2014 unmittelbar eine Wertschöpfung von insgesamt etwa 17,2 Mrd. Euro erwirtschaftet (Destatis, 2016). Verglichen mit der Wirtschaftsleistung der deutschen Industrie insgesamt mag das zunächst als kein besonders großer Beitrag erscheinen. Das ändert sich jedoch, wenn der indirekte Beitrag der Stahlindustrie zur Wertschöpfung nachgelagerter Branchen mitbedacht wird. Als klassische Vorleistungsindustrie ist die heimische Stahlherstellung eng mit dem Fahrzeug- und dem Maschinenbau verknüpft, zwei Sektoren, die zu den wesentlichen Standbeinen der deutschen Exportwirtschaft zählen. Ein signifikanter Produktionsrückgang in der Stahlbranche kann, sofern kurzfristig keine vollständige Substitution durch Importstahl möglich ist, damit die deutschen Industrieexporte empfindlich schwächen.

Auf regulatorischer Ebene sieht sich die Branche derzeit Herausforderungen gegenüber, die durchaus Anlass zu der Sorge bieten, dass ein solcher Ketteneffekt durch kostenseitige Belastungen auf der Angebotsseite entstehen könnte. Die Pläne der EU-Kommission zur Reform des europäischen Handelssystems für Emissionszertifikate zielen auf eine spürbare Verteuerung der Zertifikate spätestens ab der nächsten Handelsperiode ab. Aus Klimagesichtspunkten erscheint eine höhere Bepreisung von Treibhausgasemissionen zwar sinnvoll, um Anreize zur Investitionen in Vermeidungstechnologien zu stärken. Ein regulatorischer Eingriff in dieser Form hat jedoch in Zeiten der Globalisierung immer auch einen verzerrenden Wettbewerbseffekt: Emissionsintensive Industrien wie die Stahlherstellung stehen im globalen Wettbewerb mit Produzenten aus Ländern, in denen Emissionshandelssysteme entweder nicht vorhanden oder erst im Entstehen begriffen sind. Eine einseitige Verteuerung der europäischen Stahlproduktion in Europa kann so auch schlicht zur Produktionsverlagerung in das nicht-europäische Ausland führen, und damit Wertschöpfungs- und Be-

schäftungsverluste in Europa auslösen, ohne dass es zu einer Reduktion von weltweiten CO₂-Emissionen kommt („carbon leakage“).

Ziel dieser Studie ist es, die Implikationen einer solchen kostenseitigen Belastung der Stahlindustrie für die deutsche Wirtschaft zu simulieren. Als Grundlage dienen die im Juli 2015 von der EU-Kommission kommunizierten Reformpläne. Zunächst wird die erwartete Kostenwirkung einer Realisation dieser Pläne für die vierte Handelsperiode (2020 bis 2030) bestimmt. Dazu werden Referenzpfade für die wirtschaftliche Entwicklung angesetzt und es wird auf Vorgängerstudien zur Bezifferung des Stückkosteneffekts zurückgegriffen. Anschließend werden die gesamtwirtschaftlichen Rückwirkungen der Kostenbelastung mit Hilfe eines Computable General Equilibrium Modells bestimmt. Durch Verwendung der deutschen Input-Output-Tabelle als Datengrundlage können damit die Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte einer Kostenüberwälzung entlang der Wertschöpfungskette relativ detailgetreu für Deutschland abgebildet werden. Die Simulationsergebnisse werden am Schluss im Hinblick auf ihre Sensitivität gegenüber zentralen Annahmen wie der Preiselastizität der Stahlnachfrage und der angenommenen Entwicklung der Zertifikatepreise überprüft, um so zu einer sinnvollen Einschätzung von Schwankungsbreiten angesichts des unsicheren Marktumfeldes zu kommen.

2. Reformen im Emissionszertifikatehandel

Das System des europäischen Handels mit Emissionszertifikaten steht in den nächsten Jahren vor einem bedeutenden Umbau. Mit einem ganzen Bündel an Maßnahmen verfolgt die EU-Kommission das Ziel, über eine Verknappung von Zertifikaten eine nachhaltige Erhöhung der derzeit niedrigen Zertifikatspreise zu bewirken. Anreize zur Investition in Vermeidungstechnologien sollen so im Sinne der EU-Klimaziele steigen. Ein erster wichtiger Reformschritt wurde bereits im Herbst 2015 mit der Einführung einer Marktstabilitätsreserve ab 2019 beschlossen. Danach sollen überschüssige Zertifikate (einschließlich der 900 Mio. im Rahmen des Backloadings zurückgehaltenen Emissionsrechte) gezielt vom Markt genommen und in eine Reserve eingestellt werden. Eine Freigabe erfolgt dann erst wieder im Falle von Zertifikatsknappheit. Zusätzlich läuft derzeit noch der politische Entscheidungsprozess über die Ausgestaltung der Zertifikatszuteilung in der 4. Handelsperiode (2020 bis 2030). Die EU-Kommission hat hierzu im Juli 2015 einen Entwurf vorgelegt, der aller Voraussicht nach den Marktdruck noch einmal deutlich erhöhen würde. So sollen die für die Bemessung der Allokation an kostenlos zugewiesenen Zertifikaten angesetzten Technologiebenchmarks noch weiter verschärft werden, auch wenn diese teilweise schon heute nur von den europaweit effizientesten Anlagen erreicht werden können. Zusätzlich soll der für die Kappung der Gesamtmenge an jährlich kostenlos zugewiesenen Zertifikaten angewendete Reduktionsfaktor von 1,7 Prozent nach dem Willen der Kommission auf zukünftig 2,2 Prozent erhöht werden. In der Konsequenz bedeutet das für CO₂-intensiv produzierende Branchen wie die Stahlindustrie zum einen, dass sie zukünftig einen größeren Anteil ihres Zertifikatsbedarfs durch Marktzukäufe decken müssen. Zum anderen dürfte infolge der Verknappung auch der Preis pro Zertifikat steigen, was die emissionshandelsbedingten Kosten zusätzlich erhöht.

3. Modellansatz zur Schätzung der Folgewirkungen

3.1 Methodische Grundlagen

Eine Erhöhung der Kosten für Emissionszertifikate hätte über mehrere Kanäle Einfluss auf die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Stahlindustrie. Zum einen entsteht ein unmittelbarer Kostendruck auf die Stahlproduktion selbst: Die emissionsbedingten Kosten pro Tonne Stahl steigen. Es ist unwahrscheinlich, dass die Stahlindustrie diesen persistenten Kostenanstieg vollständig aus ihren Gewinnen heraus finanzieren kann. Stattdessen ist ein gewisses Maß an Überwälzung in Form steigender Stahlpreise zu erwarten. Zum anderen entsteht auch ein mittelbarer Kostendruck über die Verteuerung CO₂-intensiver Stromerzeugung. Höhere Grenzkosten in der Stromerzeugung werden sich über steigende Börsenpreise mittelfristig auch in den Endverbraucherpreisen auf Industrieebene niederschlagen. Die Stahlindustrie als überdurchschnittlich stromintensiver Sektor ist davon in besonderem Maße betroffen. Auch dieser Kosteneffekt wird nicht ohne Wirkung auf den Stahlpreis bleiben.

Ein Preisanstieg bei deutschen Stahlprodukten wiederum würde aus gesamtwirtschaftlicher Perspektive eine Reihe u. U. erheblicher Folgewirkungen nach sich ziehen. In dem Maße wie in der Produktion von Metallzeugnissen teuer deutscher Stahl durch billigeren Importstahl ersetzt wird, ist die deutsche Stahlindustrie selbst im Hinblick auf Umsatz und Wertschöpfung negativ betroffen. In dem Maße wie die gestiegenen Preise auf die heimischen nachgelagerten Branchen abgewälzt werden können, sinkt die internationale Wettbewerbsfähigkeit dieser Sektoren. In jedem Fall ist ein Rückgang von Wertschöpfung und Beschäftigung zu erwarten. Berücksichtigt man, dass Effekte auf nachgelagerte Branchen ihrerseits zu Anpassungen in der Vorleistungsnachfrage dieser Branche führen werden, stellt sich die Abfolge an Reaktionen entlang der Wertschöpfungskette als

ein komplexes Geflecht an Wechselwirkungen dar. Zu guter Letzt sollte auch die Endnachfrageseite nicht ausgeblendet werden: Wertschöpfungsrückgänge bedeuten immer auch Einkommensrückgänge für (private und öffentliche) Haushalte in einer Ökonomie, was über Anpassungen im Konsumverhalten seinerseits zur Verstärkung der Wirkung beitragen kann. Um all diese Wechselwirkungen methodisch konsistent abbilden zu können, muss ein Simulationsmodell die Verflechtungen von Angebot und Nachfrage zwischen den Branchen sinnvoll abbilden. Ein klassischer Ansatz in diesem Zusammenhang sind Input-Output-Modelle, die entsprechende Vorleistungsverflechtungen aus den amtlichen Input-Output-Statistiken replizieren. Ein entscheidender Nachteil dieser Modellfamilie liegt jedoch in der Rigidität ihrer Annahmen: Substitutionsbeziehungen zwischen Gütern in Produktion und Konsum können modellintern nicht abgebildet werden, sämtliche Preise werden als fix angenommen. Die Wettbewerbseffekte erhöhter Stahlpreise sind damit in diesem Rahmen nicht analysierbar.

Eine sinnvolle Alternative bieten hier Allgemeine Gleichgewichtsmodelle. Preis- und Mengeneffekte lassen sich in diesen Modellen simultan über die Interaktion der verschiedenen Märkte in der Ökonomie simulieren. Jeder Markt repräsentiert Produkte aus einer bestimmten Branche. Deren Preise ergeben sich aus dem Zusammenspiel von Angebot und Nachfrage. Dabei fokussiert sich das Modell auf mittelfristige Gleichgewichtssituationen, in denen sich über den Mechanismus von Preisanpassungen Angebot und Nachfrage angeglichen haben. Die Vernetzung entsteht einerseits durch die im Modell simulierte Kaufentscheidung der Konsumenten, die auf Basis von Preisvergleich und Präferenzen ihr Einkommen auf Güter aus verschiedenen Branchen aufteilen. Andererseits entsteht sie durch die Entscheidung der Unternehmen über den optimalen Mix an Inputs aus anderen Branchen für ihre Produktion. Eine zusätzliche Rückkoppelung entsteht schließlich dadurch, dass die in der Produktion erzielte Wertschöpfung in Form von Arbeits- und Kapitaleinkommen an die Haushalte verteilt wird, somit wiederum Kaufkraft und Nachfrage beeinflusst. Formal besteht ein CGE Modell deshalb aus einem geschlossenen System aus nichtlinearen Gleichungen, dessen Unbekannte (Preise und Produktionsmengen) computergestützt ermittelt werden können. Die Auswirkungen externer Ereignisse werden dabei in Form von Parameteränderungen in das Modell eingeführt und können über einen Vergleich von neuer und alter Modelllösung beurteilt werden.

3.2 Modellaufbau und Schätzszenarien

Als Grundlage dieser Analyse dient der sogenannte Shoven-Walley Modellrahmen (Ballard et al., 1985). Das heißt, wir betrachten die deutsche Ökonomie im Folgenden als ein statisches System von Wettbewerbsmärkten. Phänomene wie die Dominanz bestimmter Anbieter auf einzelnen Märkten werden aus der Analyse ausgeklammert, da der hierfür nötige Detailgrad an Daten in keinem Verhältnis zu ihrer gesamtwirtschaftlichen Bedeutung steht. Die Branchenstruktur der deutschen Wirtschaft wird im Modell durch insgesamt 17 Sektoren repräsentiert, deren Aufschlüsselung nach der Wirtschaftszweigklassifikation sich im Anhang befindet. Unternehmen in jedem Sektor produzieren Güter unter Einsatz von Vorleistungen aus anderen Sektoren sowie von Arbeitskräften und physischem Kapital (Produktionsstätten, Maschinen, Fahrzeugen etc.). Das Einkommen der Haushalte verteilt sich in seiner Verwendung auf Konsumgüter und Investitionen, wobei eine feste Sparquote zugrunde gelegt wurde. Das Ausland wird als Konsument deutscher Produkte sowie als Lieferant von Importgütern an deutsche Unternehmen und Haushalte modelliert. Die Verteilungsschlüssel bestimmen sich in all diesen Bereichen aus den der Input-Output-Tabelle entnommenen Informationen.

Eine Besonderheit unseres Modellansatzes stellt die Behandlung des Marktes für Stahl dar. Dessen Preis wird nicht im Rahmen des CGE-Modells aus einem Marktgleichgewicht bestimmt, sondern fließt als Ausgangspunkt für die Berechnung der Effekte exogen in die gesamtwirtschaftliche Modellierung ein. Dies entspricht einer zu erwartenden volkswirtschaftlichen Wirkungsweise erhöhter Zertifikatepreise: Über steigende Stahlpreise überträgt sich die Kostensteigerung von der Metallwirtschaft auf nachgelagerte Branchen, schließlich auch auf den Endkonsumenten und seine Netto-Kaufkraft.

Die Modellsimulationen bestanden darin, die Effekte der bei Durchführung der Emissionsmarktreform zu erwartenden Kostensteigerungen in Relation zum Referenzszenario zu berechnen. Grundsätzlich unterscheiden wir hier zwischen direkten und indirekten Kostenwirkungen. Als direkte Kostenwirkung bezeichnen wir den unmittelbar kostentreibenden Effekt erhöhter Aufwendungen für Emissionszertifikate aus der Perspektive der Stahlproduzenten. Als indirekte Kostenwirkung analysieren wir zudem die Auswirkungen erhöhter CO₂-Kosten im Stromsektor auf den Strompreis. Hervorgerufene Strompreiserhöhungen belasten die energieintensive Stahlproduktion kostenseitig zusätzlich. Die gesamtwirtschaftlichen Folgeeffekte beider Kostenwirkungen werden mit Hilfe unseres Modellansatzes

separat in Form von getrennten Prozessen analysiert. Dazu muss aus der zu erwartenden Kostenerhöhung zunächst eine entsprechende relative Preisanpassung abgeleitet werden.

Grundlage der Berechnung von Preiswirkungen stellen zunächst die Ergebnisse der Studie von ECOFYS zur zukünftigen Entwicklung von Zertifikatebedarf und -kosten in der deutschen Stahlindustrie dar (ECOFYS, 2015). Danach käme es nach Umsetzung der Reform zu einer Unterdeckung mit kostenlos zugeteilten CO₂-Zertifikaten in einem Umfang von 31 Prozent in 2021. Das heißt, 31 Prozent des Zertifikatebedarfs der Stahlindustrie müsste durch Zukäufe am Markt gedeckt werden. Dieser Anteil steigt bis 2030 schrittweise auf 48 Prozent an. Hinzukommt, dass der größere Nachfragedruck am Zertifikatemarkt Preissteigerungen mit sich bringen wird. Auch in dieser Hinsicht greifen wir zumindest für unser Basisszenario auf Prognoseergebnisse der ECOFYS-Studie zurück. Deren Autoren erwarten einen Preisanstieg für Emissionszertifikate auf zunächst 20 Euro pro Tonne in 2020. Bis 2030 sollen sich die Preise gar auf 40 Euro pro Tonne steigern. Aus diesen Angaben lassen sich dann Kostensteigerungen für die durchschnittliche Tonne Stahl berechnen. Setzt man diese Kostensteigerungen in Relation zur gegenwärtigen Höhe des Stahlpreises, ergibt sich daraus der prozentuale Preisanstieg, der bei vollständiger Überwälzung der Kosten zu erwarten wäre. Wir greifen in diesem Zusammenhang als Referenzpreis auf den Stahlpreis an der London Metal Exchange (LME) zurück, konkret auf den Durchschnittspreis in 2015. Die Sensitivität unserer Ergebnisse gegenüber dieser Spezifizierung wird in den folgenden Abschnitten untersucht.

Da der Markt für Stahl wie erläutert selbst nicht endogener Bestandteil des Modells ist, ergibt sich eine Wirkung der Kostensteigerungen nur über den Preismechanismus. Man kann in diesem Zusammenhang von einem angebotsseitigen Ansatz, im Gegensatz zu den rein nachfrageseitigen Input-Output-Ansätzen sprechen. Aber auch ohne die Möglichkeit einer kurzfristigen Preisüberwälzung wird sich der Kostendruck mittelfristig auf die Marktsituation in ähnlicher Form auswirken, etwa wenn es infolge sinkender Rentabilität zu Standortschließungen und damit zur Verknappung am Stahlmarkt kommt. Bei Annahme einer nur teilweisen Preisüberwälzung im Modell würde so ein Teil des Kosteneffekts im Modell unterschlagen, die gesamtwirtschaftlichen Folgeeffekte damit unterschätzt. Aus diesem Grund wird im Modell ein Mechanismus der vollständigen Überwälzung implementiert. Die so berechneten Stahlpreisanstiege werden einer Referenzsituation gegenübergestellt, in der annahmegemäß keine Mehrbelastung für die Stahlindustrie entsteht. Letztendlich ergeben sich so potenzielle Preisan-

stiege für die einzelnen Jahre der nächsten Regulierungsperiode 2021 bis 2030, die in unser Modell eingepreist werden können.

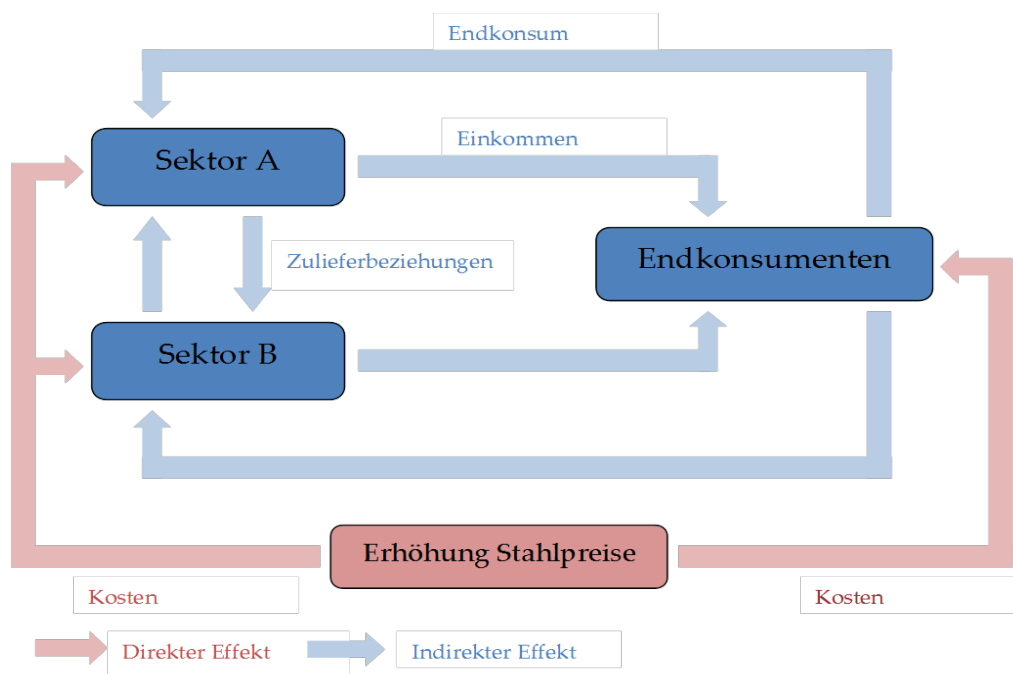
Für die Berechnung der Auswirkungen des indirekten Kosteneffekts müssen wir unser Modell dann leicht modifizieren. Als exogener Sektor wird in diesem Fall der Stromsektor spezifiziert, die Stahlpreise reagieren in diesem Fall endogen auf Veränderungen im Strompreis. Dazu sind zunächst Annahmen zu treffen, wie der Industriestrompreis in Deutschland auf eine Verteuerung der Emissionszertifikate reagieren wird. Prognos (2016) kommt hier auf Grundlage von Strommarktsimulationen zu dem Ergebnis, dass der durchschnittliche Börsenpreis je MWh zwischen 2021 und 2030 von 15,3 Euro auf 30,9 Euro steigen würde. Wir übernehmen diesen Preispfad als Eingangsgröße für unsere Berechnungen. Unsere Modellsimulationen bestehen dann konkret darin, für jedes einzelne Jahr die resultierende Abweichung vom Referenzszenario (keine Mehrbelastung) als Folge der Direkten Kosten (Zertifikatepreise) und Indirekten Kosten (Strompreis) der Reform zu berechnen.

Die resultierenden Wirkungskanäle im Modell können wie folgt beschrieben werden: Eine Erhöhung der Stahlpreise (sei es direkt durch teurere Zertifikate oder indirekt durch höhere Strompreise) verteuert die Produktion von Unternehmen, die Stahl als Input verwenden. Bei entsprechender Preisüberwälzung sind davon dann auch die weiter nachgelagerten Branchen betroffen. Der Preiseffekt zieht sich so durch die Ökonomie, bis er letztlich beim Endverbraucher in Form höherer Konsumentenpreise ankommt. Damit daraus auch eine realwirtschaftliche Wirkung resultiert, müssen sich die Preiseffekte in Mengeneffekte übertragen. Das ist auf Ebene der Unternehmen letztlich in dem Maße der Fall, wie eine Substitution von Stahl und nachgelagerter Produkte aus Maschinen- und Fahrzeugbau etc. durch andere Inputs stattfindet. Daraus ergibt sich ein Produktionsrückgang in den betroffenen Branchen. Damit verbunden ist auch ein Verlust an gesamtwirtschaftlicher Wertschöpfung, und zwar aus zwei Gründen: Zum einen sinkt die Kaufkraft der Konsumenten und damit deren reale Endnachfrage, zum anderen werden Stahl und heimische Güter z. T. durch Importe substituiert, ein größerer Teil der heimischen Kaufkraft fließt also ins Ausland. Ein wichtiger Einflussfaktor auf den Umfang des simulierten Wertschöpfungsverlustes ist damit die Preissensitivität der Nachfrage, insbesondere (aber nicht nur) im Hinblick auf Stahl.

Die berechneten Änderungen in den Produktionsmengen beziehen sämtliche direkten und indirekten Effekte, wie sie sich aus den Wechselbeziehungen in der Ökonomie ergeben, mit ein. Für die Ergebnisse auf Branchenebene bedeutet das, dass die relative Betroffenheit einer Branche

nicht nur von ihrem eigenen Stahlbedarf abhängt, sondern auch vom Stahlbedarf ihrer Lieferanten sowie der Betroffenheit ihrer Endkunden. Abbildung 1 stellt schematisch die Wirkungsweise einer Stahlpreiserhöhung im Modell dar. Die so gemessenen Auswirkungen stehen unter der Prämisse der Beibehaltung von wettbewerblichen Marktstrukturen. Diskontinuitäten und Kaskadeneffekte, wie sie sich theoretisch daraus ergeben könnten, dass einzelne große Betriebe innerhalb einer Branche Konkurs anmelden, können in einem gesamtwirtschaftlichen Modell nicht sinnvoll abgebildet werden. Auch eine Dynamik, wie sie sich bei Auswirkungen auf das Investitionsverhalten im Zeitverlauf ergeben könnte, wird angesichts der damit verbundenen Unsicherheiten ausgeblendet.

Abbildung 1: Schema der Wirkungskanäle



Quelle: HWWI (2016)

3.3 Datenbasis

Ein CGE Modell kann nur dann einen Mehrwert gegenüber einfacheren Verfahren bieten, wenn es in seiner Modellstruktur das Geflecht an Zulieferbeziehungen in der Ökonomie realistisch widerspiegelt. Wichtigste Da-

tengrundlage stellen hierbei die nationalen Input-Output-Tabellen dar, so wie sie für Deutschland in regelmäßigen Abständen vom Statistischen Bundesamt veröffentlicht werden. Diese erfassen wertmäßig die zwischen inländischen Branchen und Endkonsumenten geflossenen Güterströme innerhalb eines Jahres. Die zum Untersuchungszeitpunkt aktuellste Fassung stellt die Input-Output-Tabelle für das Jahr 2012 dar. Die darin aufgeführte Branchenaufteilung wurde von uns zu den 17 Produktionssektoren unseres Modells verdichtet. Die Stahlbranche ist dabei entsprechend ihrer maximal erhältlichen Differenzierung in der Input-Output-Tabelle als Branchengruppe „Roheisen, Stahl, Erzeugnis der ersten Bearbeitung von Eisen und Stahl“ (24.1 bis 24.3) abgegrenzt. Die so erzeugte Tabelle wurde von uns zur Parameterkalibrierung, d. h. zur Bestimmung der Parameterwerte unter dem Referenzszenario eingesetzt. Konkret wurden auf dieser Basis die Werte für diejenigen Parameter, welche die Aufteilung der Nachfrage auf Güter im Referenzfall bestimmen, angepasst.

Zusätzlich galt es, die Sensitivität der Nachfrage gegenüber Änderungen in den Preisen von Gütern zu bestimmen. Da dies keine Information ist, die aus einer Input-Output-Tabelle abgelesen werden könnte, ist es gängig, hierfür auf Ergebnisse aus der empirischen Literatur zurückzugreifen. Besonderes Augenmerk galt in unserem Fall natürlich der Sensitivität des Stahlverbrauchs gegenüber Stahlpreisänderungen. Branchenspezifische Unterschiede in dieser Hinsicht können bedeutenden Einfluss auf den zu beobachtenden Gesamteffekt haben. Für die Wahl des betreffenden Parameterwerts wurde deshalb zunächst eine umfangreiche Sichtung der hierzu existierenden empirischen Literatur vorgenommen. Während je nach Zeit und Ort der Untersuchungen gewisse Spannweiten in der geschätzten Stahlpreiselastizität zu erkennen sind, scheint sich in jüngeren Anwendungen ähnlicher Natur der Wert 0.3 als gängiger Referenzwert etabliert zu haben (z. B. Winters (1995), Mathiesen und Moestad (2004), Demailly und Quirion (2008)). Wir übernehmen diesen Wert für unser Basisszenario, seine Bedeutung für die Größenordnung unserer Ergebnisse wird in der anschließenden Sensitivitätsanalyse überprüft. Ein weiterer potentiell kritischer Parameter in diesem Zusammenhang ist die Substituierbarkeit von heimischem Stahl gegenüber Importstahl. Um die Stärke des internationalen Wettbewerbs im Stahlsegment zu reflektieren, folgen wir hier Mathiesen und Moestad (2004) und wählen eine im Vergleich zu anderen Gütergruppen relativ hohe Substitutionselastizität von 8. Für die Preissensitivität der übrigen Sektoren sowie der privaten Haushalte wurden charakteristische Durchschnittswerte aus der Literatur angesetzt.

Um die vom Modell errechneten prozentualen Effekte auf Produktion und Einkommen auf absolute Größen umrechnen zu können, wurden zusätzlich Referenzentwicklungen für das Bruttoinlandsprodukt und die Beschäftigtenzahl in Deutschland herangezogen. Für die Referenzentwicklung des deutschen BIPs bis 2030 wurde auf die hausinterne HWWI Langfristprognose zurückgegriffen, die für ein Gutachten für das Bayerische Wirtschaftsministerium entwickelt wurde (Biermann et al., 2013). Die gesamtdeutsche Beschäftigungsentwicklung im Referenzfall wurde aus der Arbeitsmarktprognose 2030 des Bundesministeriums für Arbeit und Soziale Sicherheit übernommen (BMAS, 2013).

3.4 Ergebnisse

Im Folgenden werden nun zunächst die zentralen Ergebnisse für den Basiszenario präsentiert, wobei wie erläutert zwischen direkten und indirekten Kosteneffekten unterschieden wird.

3.4.1 Wertschöpfungseffekte

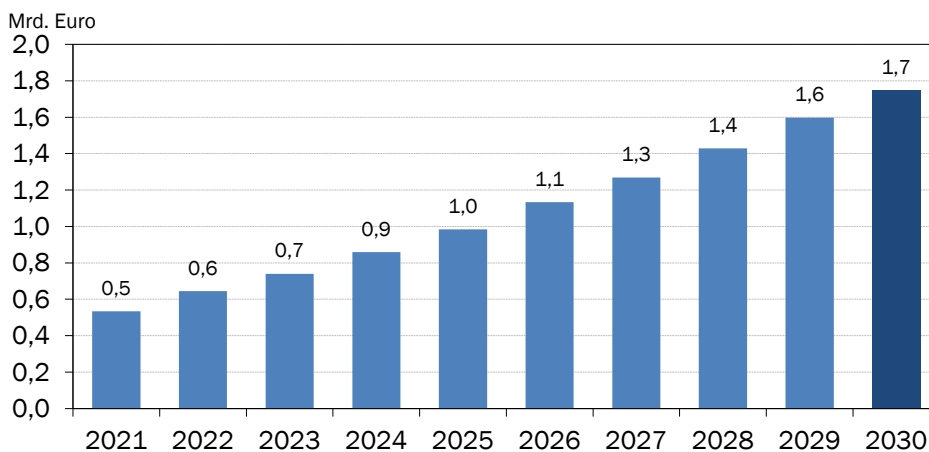
Ein unmittelbares Ergebnis unserer makroökonomischen Simulationen stellen Veränderungen in den Produktionswerten einzelner Branchen dar. Diese allein repräsentieren jedoch noch nicht den wirtschaftlichen Nettoeffekt, da im Produktionswert auch die aus anderen Branchen und dem Ausland bezogenen Vorleistungen enthalten sind. Die volkswirtschaftlich relevante Größe stellt die Wertschöpfung der einzelnen Branchen dar. Diese ergibt sich aus dem Produktionswert abzüglich der Vorleistungen und ist damit gleichbedeutend mit dem Mehrwert der wirtschaftlichen Aktivität, der in Form von Steuern, Arbeits- und Kapitaleinkommen an die privaten und öffentlichen Haushalte verteilt wird. Die diesbezüglichen Wertveränderungen im Zuge der erwarteten Stahlpreissteigerung wurden rechnerisch aus den Produktionswerten abgeleitet. Die Summe der Wertschöpfungseffekte ergibt dann die Veränderungen im deutschen Bruttoinlandsprodukt für die einzelnen Simulationsjahre.

Wir beginnen unsere Darstellung mit der Wirkung des direkten Kostenanstiegs infolge erhöhter Zertifikatepreise. Abbildung 2 stellt zunächst die Wertschöpfungsverluste in der Stahlindustrie selbst für dieses Szenario dar. Vergleichspunkt ist hier jeweils die erwartete Referenzentwicklung in den einzelnen Simulationsjahren. Erwartungsgemäß steigen die Verluste

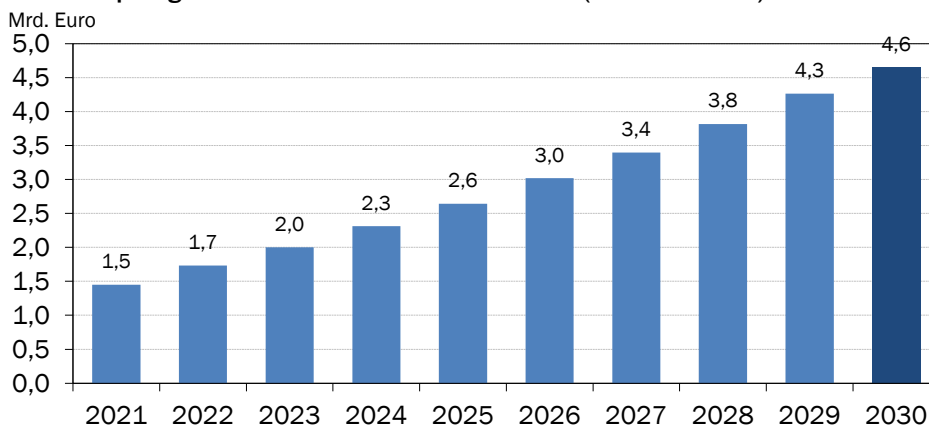
dabei im Zeitverlauf an, resultierend aus den annahmegemäß immer weiter steigenden Zertifikatpreisen. Während sich im Jahr 2021 der jährliche Verlust noch in einer Größenordnung von einer halben Milliarden Euro bewegt, steigt er bis 2030 auf etwa 1,74 Mrd. Euro an. Insgesamt ergeben sich so über den Simulationszeitraum Einkommensverluste für die Stahlindustrie in Höhe von etwa 10,94 Mrd. Euro. Die damit in Verbindung stehenden Auswirkungen auf die deutsche Volkswirtschaft insgesamt (einschließlich der Stahlindustrie) sind noch deutlich stärker, wie Abbildung 3 deutlich macht. Ein anfänglicher jährlicher Wertschöpfungsverlust von 1,45 Mrd. Euro vergrößert sich im Laufe der Zeit auf schließlich jährlich 4,65 Mrd. Euro in 2030. Insgesamt liegt der berechnete Einkommensrückgang in Deutschland bei 29,29 Mrd. Euro.

Abbildung 2: Wertschöpfungsverluste im Zeitverlauf

Wertschöpfungsverluste deutsche Stahlindustrie (direkte Kosten)



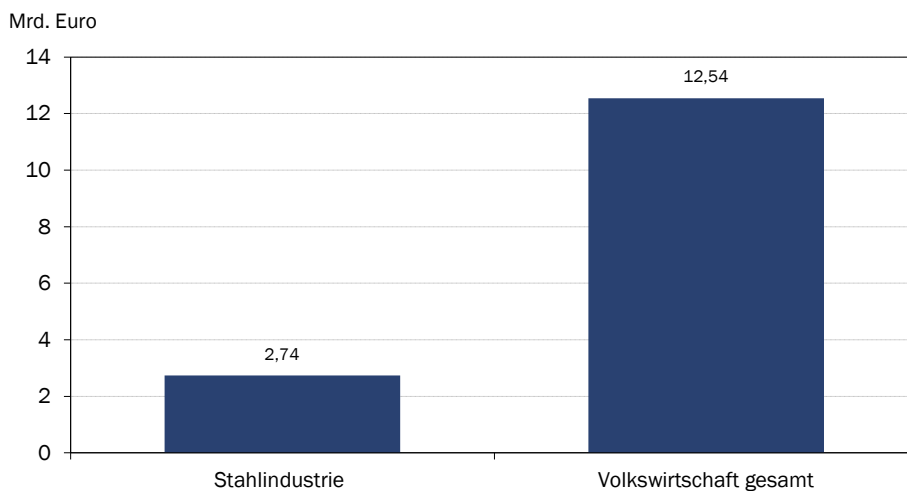
Wertschöpfungsverluste deutsche Volkswirtschaft (direkte Kosten)



Quelle: HWWI (2016)

Noch nicht enthalten sind in diesen Ergebnissen die Rückwirkungen des indirekten Kosteneffekts erhöhter Strompreise. Um die Auswirkungen auch dieses Kanals modelltechnisch abbilden zu können, haben wir unseren Ansatz wie oben erläutert geringfügig modifiziert. Da wir zwar von Prognos (2016) Informationen darüber besitzen, welches Niveau der Strompreis in 2030 erreichen könnte, aber nicht, wie er sich auf dem Weg bis 2030 entwickeln wird, beschränken wir unsere Simulation hierbei auf das Endjahr 2030. Abbildung 3 zeigt die für dieses Jahr zu erwartenden Wertschöpfungsverluste in Stahlindustrie und Gesamtwirtschaft infolge der indirekten Kosteneffekte über den Strommarkt. Danach stünden allein für das Jahr 2030 strompreisinduzierte Wertschöpfungsverluste im Umfang von 12,54 Mrd. Euro zu Buche. Die Stahlindustrie wäre darunter mit 2,74 Mrd. Euro betroffen. Gleichzeitig muss betont werden, dass diese Werte nicht einfach mit den direkten Kosteneffekten aufgerechnet werden können. Die in der Realität zu erwartenden Wechselwirkungen zwischen der Stahlpreisentwicklung und dem Strombedarf des Stahlsektors können wir modelltechnisch in diesem Rahmen nicht sinnvoll abbilden.

Abbildung 3: Wertschöpfungsverluste durch indirekte Kosten in 2030



Quelle: HWWI (2016)

3.4.2 Beschäftigungseffekte

Der Eintritt von Wertschöpfungsrückgängen dieser Größenordnung dürfte kaum ohne Arbeitsplatzverluste ablaufen. Das Modell selbst liefert zwar nur Ergebnisse in Form von Produktionswerten. Auf dieser Basis können jedoch Abschätzungen zu Arbeitsplatzeffekten abgeleitet werden, sofern zusätzliche Annahmen zur Beschäftigungsentwicklung in den Referenzszenarien zugrunde gelegt werden. Hierbei beschränken wir uns im Folgenden auf sozialversicherungs-pflichtige Beschäftigung, da hierfür die verlässlichsten Zahlen existieren. Grundlage für die Prognose der Beschäftigtenentwicklung insgesamt stellt die Arbeitsmarktprognose 2030 des Bundesministeriums für Arbeit und Soziales dar (BMAS, 2013). Diese liefert Schätzungen zur Entwicklung der Beschäftigtenzahlen bis 2030. Diese Schätzwerte wurden anschließend nach einem festen Schlüssel auf die Branchen unseres Modells verteilt, um Arbeitsplatzeffekte auf Branchenebene berechnen zu können. Als Schlüssel diente dabei eine Beschäftigungsverteilung, wie sie sich aus den Zahlen der Beschäftigungsstatistik der Bundesagentur für Arbeit zum 30. Juni 2013 ergibt (BAA, 2014). Wir nehmen somit Abstand davon, Prognosen über einen zukünftigen Strukturwandel unter dem Referenzszenario anzustellen, da die Unsicherheit über die genaue Entwicklung hier naturgemäß groß ist.

Die hieraus erhaltenen Werte lassen sich als Beschäftigungsentwicklung im Referenzszenario interpretieren, da in den zugrundeliegenden Prognosen ja noch keine Auswirkungen der Reform des Zertifikatehandels enthalten waren. Für die Bestimmung der Beschäftigungseffekte der Emissionshandelsreform wurden dann die in den Simulationen errechneten prozentualen Wertschöpfungseffekte auf die Beschäftigtenzahlen übertragen. Das heißt, die Arbeitsintensität wurde als gegenüber den Referenzszenarien konstant angenommen. Insofern muss bedacht werden, dass gesamtwirtschaftlich schwer zu quantifizierende Faktoren wie die Existenz von Kündigungsschutz und die Möglichkeit der Zeitarbeit hier nicht berücksichtigt wurden. Korrekter sollte man deshalb von Vollbeschäftigungsäquivalenten sprechen. Die aus der direkten Kostenentwicklung resultierenden jährlichen Beschäftigungseffekte für die Stahlindustrie sowie die deutsche Wirtschaft insgesamt sind in Tabelle 1 aufgelistet. Es handelt sich jeweils um die Verluste im jeweiligen Jahr im Vergleich zum Referenzszenario (ohne Emissionshandelsreform). Das heißt, der Wert 30.207 für 2026 sagt aus, dass im Jahr 2026 für unser Simulationsszenario ein Beschäftigungsniveau geschätzt wird, das um 30.207 (Vollzeit)beschäftigte niedriger liegt als das Beschäftigungsniveau im Referenzszenario für 2026. Die Differenzen zwi-

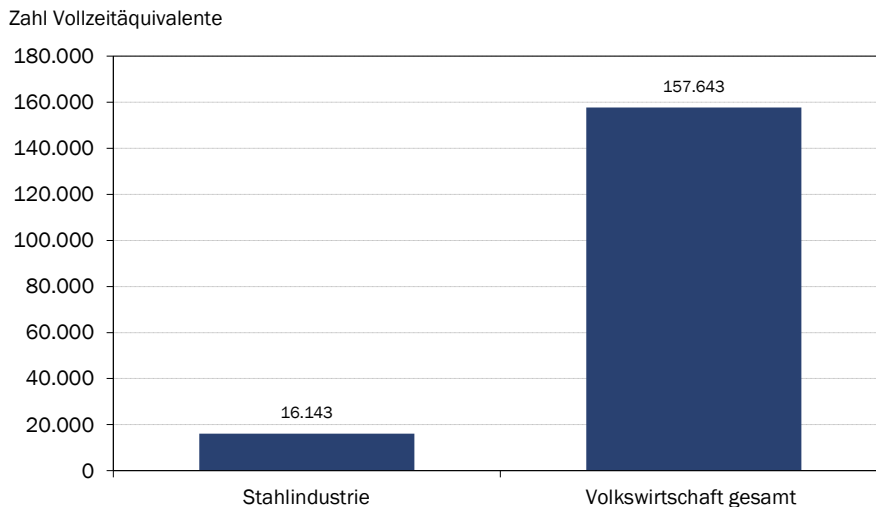
schen Simulations- und Referenzszenario werden im Zeitverlauf immer größer, da durch zunehmende Zertifikatepreise auch der Kosteneffekt der Reform immer schwerwiegender wird. Es ist wichtig zu betonen, dass die erzielten Jahresergebnisse in diesem Fall im Zeitverlauf nicht aufaddierbar sind, da es sich jeweils um Abweichungen vom Referenzszenario desselben Jahres handelt. Eine ähnliche Rechnung lässt sich auch für die potentiellen Beschäftigungswirkungen der indirekten Kosteneffekte anstellen. Aus dem Strompreisanstieg würde demnach bei konstanter Arbeitsproduktivität gesamtwirtschaftlich ein Verlust von etwa 157.643 Vollzeitäquivalenten in 2030 im Vergleich zum Referenzszenario folgen. Davon entfallen 16.143 Arbeitsplätze auf die Stahlindustrie.

Tabelle 1: Absolute Beschäftigtenzahlen im Referenzszenario und reformbedingte Beschäftigungsverluste (direkte Kosten)

Jahr	Stahlindustrie		Volkswirtschaft insgesamt	
	Beschäftigte Referenz	Verlust Beschäftigte	Beschäftigte Referenz	Verlust Beschäftigte
2021	113.251	3.058	41.167.339	14.585
2022	115.516	3.697	41.714.865	17.404
2023	117.827	4.242	42.269.672	20.093
2024	120.183	4.928	42.831.859	23.174
2025	122.587	5.639	43.401.523	26.515
2026	125.038	6.502	43.978.763	30.207
2027	127.539	7.270	44.563.681	34.053
2028	130.090	8.196	45.156.378	38.225
2029	132.692	9.156	45.756.957	42.696
2030	135.346	10.016	46.365.525	46.505

Quelle: HWWI (2016)

Abbildung 4: Beschäftigungsverluste durch indirekte Kosten in 2030



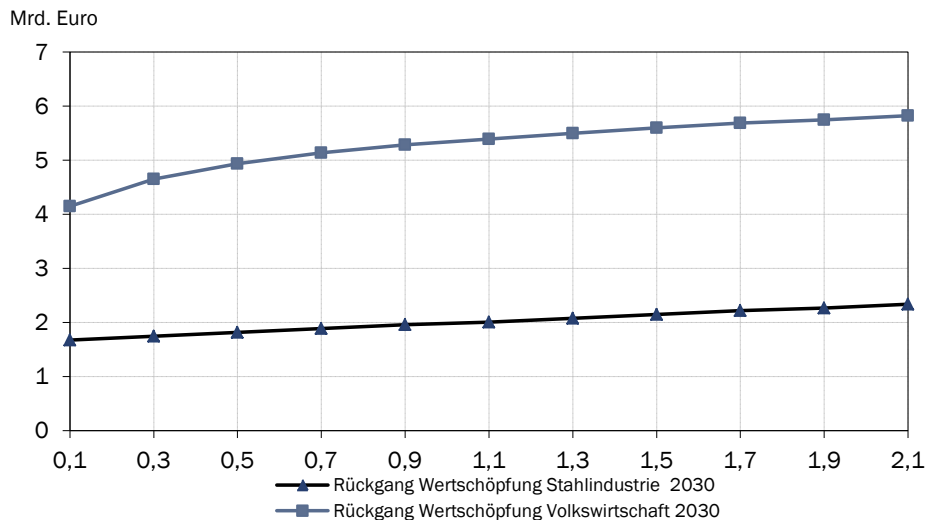
Quelle: HWWI (2016)

3.4.3 Sensitivitätsanalyse

Um die Sensitivität unserer Ergebnisse gegenüber bestimmten zentralen Annahmen zu dokumentieren, soll nun noch ein entsprechender Sensitivitätstest durchgeführt werden. Das heißt, wir variieren bestimmte Parameterwerte und überprüfen die damit verbundenen Schwankungen im Modeloutput. Ein essentieller Parameter in unserer Analyse ist die Preiselastizität des Stahlverbrauchs. Wir variieren im Folgenden diesen Parameter innerhalb einer mit der Literatur konsistenten Bandbreite und vergleichen jeweils exemplarisch die Wertschöpfungseffekte der Direkten Kosten für das Jahr 2030. Abbildung 5 zeigt die Bandbreite der Ergebnisse für Stahlindustrie und Gesamtwirtschaft. Mit wachsender Stahlpreiselastizität der Nachfrage steigen die berechneten Verluste erwartungsgemäß an: die Mengenreaktion auf Preisveränderungen fällt stärker aus, dementsprechend größer ist der Verlust an Nachfragepotential aus Sicht der heimischen Unternehmen. Der Anstieg der Verluste erfolgt jedoch eindeutig unterproportional. Denn eine wachsende Preissensitivität gegenüber stahlintensiven Inputs würde eben auch bedeuten, dass nachgelagerte Unternehmen ihren Stahlbedarf besser substituieren könnten, somit in ihrer preislichen Wettbewerbsfähigkeit weniger stark betroffen wären. Elastizitätswerte größer 2 führen so kaum noch zu einer nennenswerten Erhöhung der gemessenen Schäden.

Insgesamt zeigt sich über die betrachtete Bandbreite ein Unterschied von etwa 2 Mrd. Euro gesamtwirtschaftlichem Schaden für 2030.

Abbildung 5: Wertschöpfungseffekte für verschiedene Stahlpreiselastizitäten (Direkte Kosten)

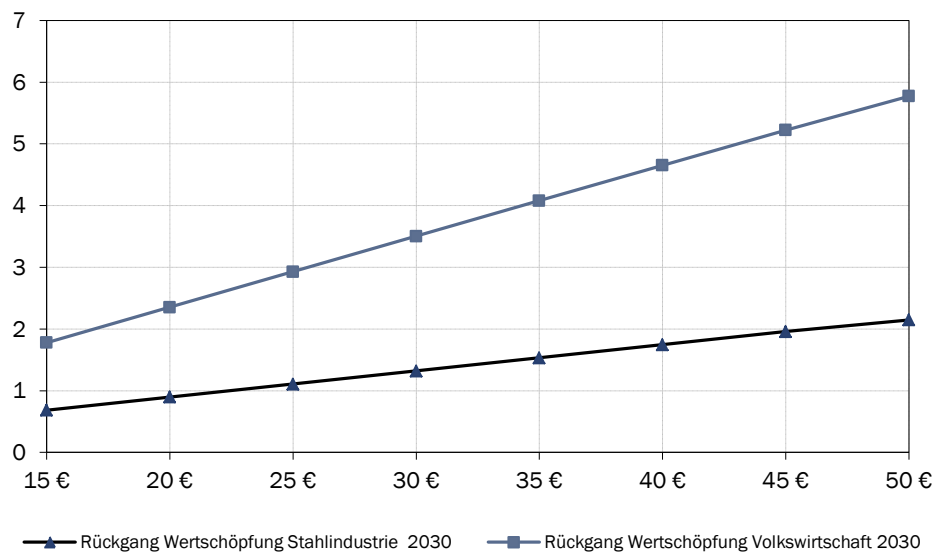


Quelle: HWWI (2016)

Ein weiterer unsicherer Faktor im Rahmen unserer Analyse ist die Entwicklung der Zertifikatepreise. Die von ECOFYS errechnete Erhöhung auf 40 Euro pro Tonne in 2030 würde eine gemessen an der jüngsten Preisentwicklung relativ radikale Trendveränderung voraussetzen. Es ist deshalb wichtig, sich die Bedeutung der verwendeten Prognose für unsere Ergebnisse vor Augen zu führen. Wir betrachten deshalb auch exemplarisch die Wertschöpfungseffekte für 2030 über eine Bandbreite von unterstellten Zertifikatepreisen, ebenfalls in Bezug auf die direkten Kosten. Abbildung 6 verdeutlicht, dass in dieser Hinsicht die Variation beträchtlich ist. Ein im Vergleich zur Basissimulation nur halb so hoher Preis von 20 Euro pro Tonne würde auch nur zu etwa halb so großen gesamtwirtschaftlichen Verlusten führen. Auf Ebene der Stahlindustrie selbst ist bedingt durch die eher geringe Preissensitivität der Stahlnachfrage die Bandbreite etwas schmaler.

Abbildung 6: Wertschöpfungseffekte für verschiedene Zertifikatepreise

Mrd. Euro



Quelle: HWWI (2016)

4. Fazit

Aufgabe dieser Studie war es, die zukünftigen Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte einer Umsetzung der gegenwärtig diskutierten EU-Reformpläne zum Handel mit Emissionszertifikaten für die deutsche Stahlindustrie sowie die daraus abgeleiteten gesamtwirtschaftlichen Effekte zu quantifizieren. Auf Grundlage einer allgemeinen Gleichgewichtsanalyse unter Berücksichtigung von Zuliefererbeziehungen wurde die simulierte Entwicklung für den Zeitraum 2021 bis 2030 einem Referenzszenario ohne Änderungen im Regulierungsumfeld gegenübergestellt. Im Hinblick auf die Art der Kostenwirkungen wurde zwischen zwei Szenarien unterschieden: Der direkten Kostenwirkung für die Stahlindustrie infolge verteuerter Zertifikate sowie der indirekten Kostenwirkung infolge steigender Strompreise. Hinsichtlich der direkten Kostenwirkung wurde für den Zeitraum 2021 bis 2030 ein Gesamtverlust an deutscher Wertschöpfung im Umfang von etwa 29,3 Mrd. Euro ermittelt. Davon entfallen 10,94 Mrd. Euro unmittelbar auf die Stahlindustrie. Bei Annahme einer konstanten Arbeitsproduktivität überträgt sich das im Endjahr 2030 in Beschäftigungsverluste von maximal 46,5 Tsd. Vollzeitäquivalenten in der Gesamtwirtschaft und 10 Tsd. in der Stahlindustrie im Vergleich zum Referenzszenario.

Die indirekten Wertschöpfungsverluste infolge steigender Strompreise konnten nur für das Jahr 2030 beziffert werden. Für die Gesamtwirtschaft wurde hier ein Wert von 12,5 Mrd. Euro ermittelt, davon entfallen 2,7 Mrd. Euro auf die Stahlindustrie. Die dazugehörigen Beschäftigungsverluste betragen 157,6 Tsd. Vollzeitäquivalente für die Gesamtwirtschaft und 16,1 Tsd. für die Stahlindustrie. Dabei handelt es sich wohlgernekt lediglich um diejenigen indirekten Effekte, die aus einer Verteuerung der Stahlprodukte resultieren. Die Kosteneffekte von Strompreissteigerungen auf die übrigen stromintensiven Industrien sind hier noch gar nicht enthalten, so dass der volkswirtschaftliche Gesamteffekt höherer Strompreise noch deutlich stärker ausfallen dürfte. Eine Sensitivitätsanalyse unserer Simulationsrechnun-

gen im Hinblick auf entscheidende Modellparameter zeigt schließlich, dass zwar eine gewisse Sensitivität gegenüber den Markt- und sonstigen Rahmenbedingungen besteht, die Größenordnung unserer Ergebnisse jedoch im Wesentlichen als robust zu bezeichnen ist.

5. Literatur

- BAA (2014): Arbeitsmarkt in Zahlen – Beschäftigungsstatistik, Statistik der Bundesagentur für Arbeit, Nürnberg.
- Biermann, F.; Bräuninger, M.; Rossen, A.; Schlitte, F. (2013): Prognose der wirtschaftlichen Entwicklung bis 2030 in Bayern und Deutschland. Studie Hamburgisches WeltWirtschaftsinstitut, Hamburg.
- BMAS (2013): Arbeitsmarktprognose 2030 – Eine strategische Vorausschau auf die Entwicklung von Angebot und Nachfrage in Deutschland, Bundesministerium für Arbeit und Soziale Sicherheit, Bonn.
- Demailly, D.; Quirion, P. (2008): European emission trading scheme and competitiveness: a case study on the iron and steel industry. *Energy Economics* 30, 2009–2027.
- Destatis (2016): Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen. Statistisches Bundesamt, Wiesbaden.
- ECOFYS (2015): Carbon costs for the steel sector in Europe post-2020 – impact assessment of the proposed ETS revision. ECOFYS Netherlands B.V.
- Mathiesen, L.; Moestad, O. (2004): Climate policy and the steel industry: achieving global emission reductions by an incomplete climate agreement. *The Energy Journal*, 91–114.
- Prognos (2016): Volkswirtschaftliche Folgen einer Schwächung der Stahlindustrie in Deutschland. Gutachten im Auftrag der Wirtschaftsvereinigung Stahl, Prognos AG, Düsseldorf.
- Winters, A.L. (1995): Liberalising European steel trade. *European Economic Review* 39, 611–621.

Die deutsche Stahlindustrie ist eine klassische Vorleistungsindustrie und eng mit dem Fahrzeug- und dem Maschinenbau verknüpft, zwei Sektoren, die zu den wesentlichen Standbeinen der deutschen Exportwirtschaft zählen. Der Bestand der deutschen Stahlindustrie ist allerdings gefährdet, da Pläne der EU-Kommission zur Reform des europäischen Handelssystems für Emissionszertifikate auf eine spürbare Verteuerung der Zertifikate abzielen – was eine Verteuerung des europäischen Stahls zur Folge hätte. Diese Verteuerung kann zur Produktionsverlagerung in das nicht europäische Ausland führen und damit Wertschöpfungs- und Beschäftigungsverluste in Europa auslösen. Ziel dieser Studie ist es, die Implikationen einer solchen kostenseitigen Belastung der Stahlindustrie für die deutsche Wirtschaft zu simulieren. Als Grundlage dienen die im Juli 2015 von der EU-Kommission kommunizierten Reformpläne.
