

Klimaschutz in energieintensiven Industrien



Bericht von Karsten Neuhoﬀ, Andrzej Ancygier, Jean-Pierre Ponssard, Philippe Quirion, Nagore Sabio, Oliver Sartor, Misato Sato und Anne Schopp

Modernisierung und Innovation
bei CO₂-intensiven Materialien:
Lehren aus der Stahl- und Zementindustrie 667

Interview mit Karsten Neuhoﬀ

»Eine Kombination von dynamischer Zuteilung und
Einbeziehung des Konsums in den Emissionshandel
wäre vorteilhaft« 678

Bericht von Karsten Neuhoﬀ, William Acworth, Roland Ismer, Oliver Sartor und Lars Zetterberg

Maßnahmen zum Schutz vor Carbon Leakage
für CO₂-intensive Materialien im Zeitraum nach 2020 679

Am aktuellen Rand Kommentar von Alexander Kritikos

Die griechische Diaspora kann den Transformationsprozess
in Griechenland unterstützen 692



DIW Berlin – Deutsches Institut
für Wirtschaftsforschung e. V.
Mohrenstraße 58, 10117 Berlin
T +49 30 897 89 -0
F +49 30 897 89 -200
82. Jahrgang
16. Juli 2015

Herausgeber

Prof. Dr. Pio Baake
Prof. Dr. Tomaso Duso
Dr. Ferdinand Fichtner
Prof. Marcel Fratzscher, Ph.D.
Prof. Dr. Peter Haan
Prof. Dr. Claudia Kemfert
Dr. Kati Krähnert
Prof. Dr. Lukas Menkhoff
Prof. Karsten Neuhoﬀ, Ph.D.
Prof. Dr. Jürgen Schupp
Prof. Dr. C. Katharina Spieß
Prof. Dr. Gert G. Wagner

Chefredaktion

Sylvie Ahrens-Urbaneck
Dr. Kurt Geppert

Redaktion

Renate Bogdanovic
Sebastian Kollmann
Marie Kristin Marten
Dr. Wolf-Peter Schill
Dr. Vanessa von Schlippenbach

Lektorat

Philipp Richter
Dr. Aleksandar Zaklan

Pressestelle

Renate Bogdanovic
Tel. +49-30-89789-249
presse@diw.de

Vertrieb

DIW Berlin Leserservice
Postfach 74
77649 Offenburg
leserservice@diw.de
Tel. (01806) 14 00 50 25
20 Cent pro Anruf
ISSN 0012-1304

Gestaltung

Edenspiekermann

Satz

eScriptum GmbH & Co KG, Berlin

Druck

USE gGmbH, Berlin

Nachdruck und sonstige Verbreitung –
auch auszugsweise – nur mit Quellen-
angabe und unter Zusendung eines
Belegexemplars an die Serviceabteilung
Kommunikation des DIW Berlin
(kundenservice@diw.de) zulässig.

Gedruckt auf 100 % Recyclingpapier.



Der DIW Wochenbericht wirft einen unabhängigen Blick auf die Wirtschaftsentwicklung in Deutschland und der Welt. Er richtet sich an die Medien sowie an Führungskräfte in Politik, Wirtschaft und Gesellschaft. Wenn Sie sich für ein Abonnement interessieren, können Sie zwischen den folgenden Optionen wählen:

Standard-Abo: 179,90 Euro im Jahr (inkl. MwSt. und Versand).

Studenten-Abo: 49,90 Euro.

Probe-Abo: 14,90 Euro für sechs Hefte.

Bestellungen richten Sie bitte an leserservice@diw.de oder den DIW Berlin Leserservice, Postfach 74, 77649 Offenburg; Tel. (01806) 14 00 50 25, 20 Cent/Anruf aus dem dt. Festnetz, 60 Cent maximal/Anruf aus dem Mobilnetz. Abbestellungen von Abonnements spätestens sechs Wochen vor Laufzeitende

NEWSLETTER DES DIW BERLIN



Der DIW Newsletter liefert Ihnen wöchentlich auf Ihre Interessen zugeschnittene Informationen zu Forschungsergebnissen, Publikationen, Nachrichten und Veranstaltungen des Instituts. Wählen Sie bei der Anmeldung die Themen und Formate aus, die Sie interessieren. Ihre Auswahl können Sie jederzeit ändern, oder den Newsletter abbestellen. Nutzen Sie hierfür bitte den entsprechenden Link am Ende des Newsletters.

>> Hier Newsletter des DIW Berlin abonnieren: www.diw.de/newsletter

RÜCKBLLENDE: IM WOCHENBERICHT VOR 50 JAHREN

Zur Neuregelung des interzonalen Eisenbahngüterverkehrs, insbesondere des Verkehrs zwischen der Bundesrepublik und Berlin (West)

Am 30. Juni dieses Jahres ist der auf alliierten Abmachungen beruhende „Deutsche Eisenbahngütertarif für den Interzonenverkehr“ von der Sowjetzone außer Kraft gesetzt worden. Wenige Tage später wurden auch einige wesentliche technische Bedingungen für die Abwicklung des Eisenbahnverkehrs zwischen den beiden Währungsgebieten neu geregelt; die wichtigste Änderung besteht in der Zulassung weiterer Übergangsbahnhöfe für den Eisenbahnverkehr zwischen Berlin (West) und dem Bundesgebiet. Bisher liegen nur wenige amtliche Mitteilungen über die neue – offenbar noch nicht abgeschlossene – Verkehrsregelung vor.

Der Anteil der Eisenbahn an der Versorgung West-Berlins aus dem Bundesgebiet (1964 insgesamt 10 Mill. t) beträgt noch knapp 30 vH und steht damit an letzter Stelle der drei Verkehrsträger Landstraße, Wasserstraße und Schiene. Die gleiche Reihenfolge gilt noch viel ausgeprägter auch für den Verkehr in umgekehrter Richtung, der – in Tonnen gerechnet – nur den fünften Teil des eingehenden Verkehrs ausmacht. Von den 3 Mill. t, die 1964 aus dem Bundesgebiet nach Berlin (West) über die Schiene geliefert wurden, entfielen über 60 vH auf Kohle und jeweils etwa 10 vH auf Baumaterialien und Ernährungsgüter.

aus dem Wochenbericht Nr. 30 vom 23. Juli 1965

Modernisierung und Innovation bei CO₂-intensiven Materialien: Lehren aus der Stahl- und Zementindustrie

Von Karsten Neuhoﬀ, Andrzej Ancygier, Jean-Pierre Ponssard, Philippe Quirion, Nagore Sabio, Oliver Sartor, Misato Sato und Anne Schopp

Seit 2007 ist die europäische Zement- und Stahlindustrie mit einer starken Nachfragereduktion konfrontiert, die zu Überkapazitäten führte. Aus diesem Grund kommt es nur in begrenztem Maße zu Reinvestitionen bei Produktionsanlagen. Dies gefährdet jedoch die längerfristige Wirtschaftlichkeit und den Erhalt vieler Anlagen. Neue Perspektiven für diese Branchen könnten sich aus Innovations- und Modernisierungsoptionen ergeben, die im Zusammenhang stehen mit neuen Anforderungen an effizientere und CO₂-ärmere Produktionsprozesse, mit einer steigenden Nachfrage nach höherwertigen Materialien mit geringerem Gewicht und mit neuen Anwendungen in den Bau-, Transport- und Energiesektoren. Allerdings wurden bisher nur wenige dieser Möglichkeiten genutzt, was auf die bisherigen politischen Maßnahmen zurückgeführt werden kann.

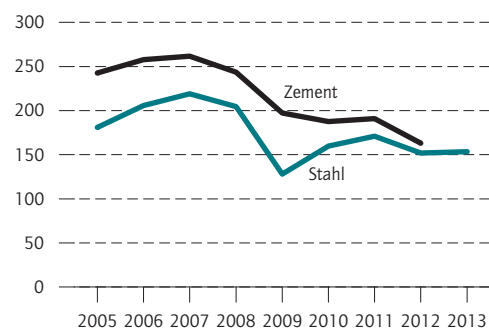
In Zukunft können solche Innovations- und Modernisierungsmöglichkeiten verstärkt wahrgenommen werden, wenn eine langfristige Perspektive geschaffen wird: Dazu gehört erstens ein effektiver CO₂-Preis, der aus dem EU-Emissionshandelssystem hervorgeht. Er gibt Produzenten einen Anreiz zur Umstellung auf eine CO₂-ärmere Produktion und Zwischen- und Endverbrauchern Anreize für die Nutzung CO₂-ärmerer Materialien sowie eine effizientere Verwendung des jeweiligen Materials. Zweitens ist die öffentliche Förderung von Innovationen einschließlich Demonstrationsprojekten zur Kommerzialisierung neuer Prozesse und Materialien erforderlich. Drittens sollte eine Anpassung institutioneller Rahmenbedingungen wie Normen und Standards sowie die Ausbildung von Handwerkern erfolgen, um die Nutzung von neuen Produktionsprozessen und Materialien zu ermöglichen.

Zwischen 2007 und 2012 ging die Nachfrage nach CO₂-intensiven Materialien wie Stahl und Zement in Europa um mehr als 30 Prozent zurück (Abbildung 1). Es ist damit zu rechnen, dass die Nachfrage auch in den kommenden Jahren unterhalb des Vorkrisenniveaus verbleibt.

Dieser Rückgang führte zu niedrigen Gewinnspannen und zu Verlusten. Diese werden andauern, bis die Produktionskapazitäten sich der Nachfrage angepasst haben, was vermutlich durch Schließungen erfolgen wird (Abbildung 2). Obwohl dies nichts mit Klimapolitik zu tun hat, verringert es doch die Chancen auf Reinvestitionen. Reinvestitionen sind jedoch wichtig, um das längerfristige Überleben der Anlagen in Europa nicht zu gefährden. Finanzielle Schwierigkeiten, die sich aus dem Überangebot ergeben, können zugleich die Gestaltung und Umsetzung von längerfristigen Strategie-

Abbildung 1

Verbrauch von Stahl und Zement in Europa (EU-28) In Millionen Tonnen Fertigprodukten



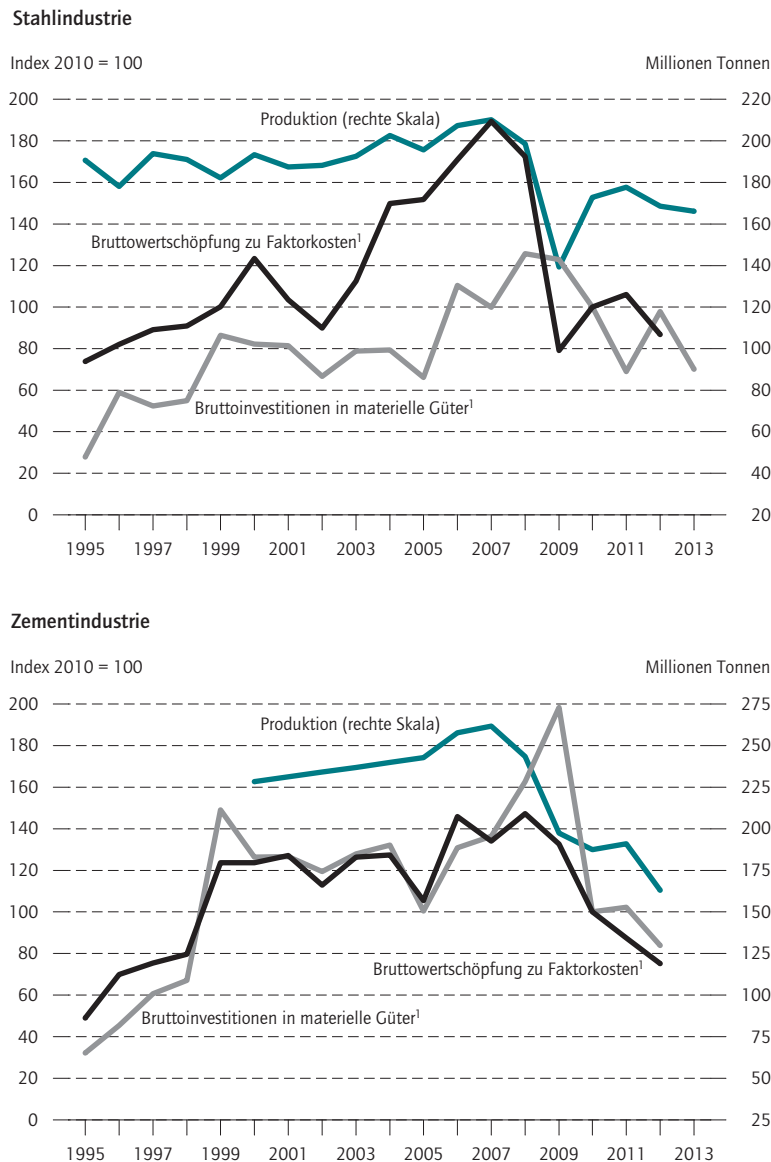
Quellen: Cement Sustainability Initiative; World Steel Association.

© DIW Berlin 2015

Der Verbrauch von Stahl und Zement hat das Vorkrisenniveau nicht wieder erreicht.

Abbildung 2

Der Europäische Stahl- und Zementsektor



¹ Auf der Grundlage aller verfügbarer Informationen in den jeweiligen Statistiken der einzelnen EU-27-Länder berechnet. Alle Werte in Preisen von 2010.

Quellen: Eigene Berechnungen basierend auf Daten von Eurostat, der World Steel Association und der Cement Sustainability Initiative.

© DIW Berlin 2015

Die Bruttoinvestitionen liegen unter dem Vorkrisenniveau.

gien verzögern. Deshalb sind zusätzliche Anstrengungen nötig, um die betroffenen Sektoren bei der Gestaltung und Umsetzung von Strategien einer klimafreundlichen Zukunft einzubinden.

Im Jahr 2012 war die Eisen- und Stahlproduktion¹ für etwa 15 Prozent der industriellen Treibhausgasemissionen in Europa verantwortlich. Weitere 23 Prozent stammen aus der Zementproduktion.² Zu den weiteren emissionsintensiven Materialien gehören Zellstoffe und Papier, Kunststoffe sowie Nichtisenmetalle wie Aluminium und Kupfer. In diesen Sektoren werden die meisten Emissionen bei der Produktion von Vormaterialien verursacht, zum Beispiel warmgewalzter Stahl auf Basis von in Hochöfen produziertem Roheisen.³ Die Konzentration eines großen Teils der industriellen CO₂-Emissionen in der Herstellung weniger CO₂-intensiver Materialien ermöglicht eine gezielte Gestaltung und Bewertung von Politikmaßnahmen. So können die verschiedenen Innovations- und Modernisierungspotenziale erschlossen werden, um die politisch vereinbarten Emissionsminderungsziele von europaweit 40 Prozent bis 2030 und 80 bis 95 Prozent bis 2050 gegenüber dem Jahr 1990 zu erreichen.⁴

In einem zweijährigen europäischen Forschungsprojekt wurden die Erfahrungen der Stahl- und Zementindustrie mit verschiedenen Innovations- und Modernisierungsmöglichkeiten untersucht. Zudem wurde bewertet, wie Marktentwicklungen und Politikmaßnahmen die Entscheidungen der Industrie beeinflusst haben (Kasten). Darauf aufbauend wurde untersucht, wie ein Paket von Politikmaßnahmen zu einem attraktiven Investitionsumfeld und somit zu einer nachhaltigen Entwicklung der entsprechenden Sektoren in Europa führen kann.⁵

Ein Portfolio an Modernisierungsmöglichkeiten in der Stahl- und Zementindustrie

Die Entwicklung der Stahl- und Zementindustrie in Europa wurde in den letzten Jahren durch die Wirtschaftskrise dominiert. Im Folgenden versuchen werden einzelne Entwicklungen aufgezeigt, die zusätzlich zum allgemeinen Trend zu beobachten waren. Dazu werden die Entwicklungen bei drei Typen von Modernisierungs- und Innovationsmöglichkeiten untersucht, die zur Einsparung von Ressourcen, Energie und CO₂-Emissionen in der Stahl- und Zementindustrie führen können (Abbildung 3): (i) Verbesserungen der Energieeffizienz durch einen gesenkten Energieverbrauch pro Produktionseinheit; (ii) Verbesserungen der CO₂-

¹ Im Folgenden wird die Eisen- und Stahlherstellung vereinfachend als „Stahlindustrie“ bezeichnet.

² Nach Daten der Europäischen Umweltagentur (EEA) aus dem Jahr 2015.

³ International Energy Agency (2007): Tracking Industrial Energy Efficiency and CO₂ Emissions. IEA/OECD, Paris.

⁴ Anfang Juni gaben die in der G7 versammelten Staats- und Regierungschefs eine gemeinsame Presseerklärung heraus, in der sie erneut ihr Ziel bestätigten, die Erderwärmung auf weniger als 2 Grad Celsius über dem vorindustriellen Niveau zu beschränken.

⁵ Die Autoren danken Chris Beauman für seine Unterstützung.

Kasten

Das Climate-Strategies-Projekt „Carbon Control Post 2020 in Energy Intensive Industries“

In diesem Bericht werden die Ergebnisse des Forschungsprojektes „Carbon Control Post 2020 in Energy Intensive Industries“ zusammengefasst, das unter der Leitung des DIW Berlin von Forschern des Netzwerks Climate Strategies (www.climatestrategies.org) durchgeführt wurde. Climate Strategies ist eine gemeinnützige Organisation, die mit Hilfe eines internationalen Expertennetzwerks die Lücke zwischen akademischer Forschung und Politik überbrücken möchte und internationalen Entscheidungsträgern unabhängige Analysen in den Themenfeldern Energie und Klima zur Verfügung stellt.

Das Projekt wurde mit der Unterstützung von Ministerien in Frankreich, Deutschland, den Niederlanden und dem Vereinigten Königreich sowie von HeidelbergCement und Tata Steel Europe realisiert. Die in diesem Bericht dargestellten Inhalte und Positionen sind unabhängige Auffassungen der Autoren und nicht notwendigerweise die der Geldgeber.

Partner des DIW Berlin im Projekt waren CNRS-Ecole Polytechnique, Centre International de Recherche sur l'Environnement et le Développement (CIRED), Institut du développement durable et des relations internationales (IDDRI) (alle Frankreich),

Hertie School of Governance, Universität Erlangen-Nürnberg (beide Deutschland), Radboud University Nijmegen (Niederlande), Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment at the London School of Economics and Political Sciences und University College London (beide Vereinigtes Königreich).

Ein erster Bericht über die Zementindustrie wurde im Februar 2014 veröffentlicht, gefolgt von einem zweiten Bericht zur Stahlindustrie im Oktober 2014.¹ Beide Berichte enthalten eine Analyse der bestehenden Literatur, Datenanalysen, eine rechtliche Bewertung, detaillierte Interviews mit ausgewählten Verantwortlichen von Stahlunternehmen, Workshops mit Regierungsvertretern, Vertretern der EU-Kommission, Nichtregierungsorganisationen und Industrievertretern.

¹ Vgl. Neuhoff, K., Vanderborght, B. et al. (2014): Carbon Control and Competitiveness Post 2020: The Cement Report. Climate Strategies, London, Februar 2014; sowie Neuhoff, K., Acworth, W. et al. (2014): Carbon Control and Competitiveness Post 2020: The Steel Report. Climate Strategies, London, Oktober 2014.

Effizienz durch eine Reduzierung der CO₂-Intensität von Brennstoffen oder Technologieentwicklungen wie CO₂-Abscheidung und -Speicherung (CCS) oder CO₂-Abscheidung und -Nutzung (CCU); (iii) eine effizientere Materialverwendung und die Verwendung von Materialien mit geringerer CO₂-Intensität.

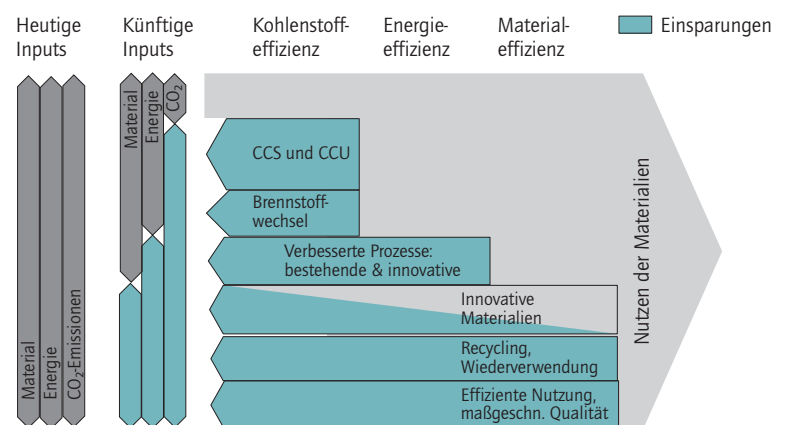
Das Potenzial für Verbesserungen der Energieeffizienz ist beschränkt

Energiekosten machen einen erheblichen Teil der Gesamtproduktionskosten CO₂-intensiver Materialien wie Stahl und Zement aus. Aus diesem Grund haben Verbesserungen der Energieeffizienz schon seit langem eine herausragende Bedeutung für die Unternehmen und werden besser verstanden als in anderen Industriesektoren. Es wird jedoch geschätzt, dass das Potenzial für Steigerungen der Energieeffizienz in der primären Stahl- und Zementproduktion europäischer Anlagen mit den bestehenden Technologien nur bei zehn bis 20 Prozent liegt.

Gezielte Investitionen in Effizienzsteigerungen erfolgen nur, wenn sie sich durch verringerte Energie- und CO₂-Kosten innerhalb von zwei bis vier Jahren amorti-

Abbildung 3

Modernisierungs- und Innovationschancen für den Material- und Energieverbrauch sowie die CO₂-Emissionen



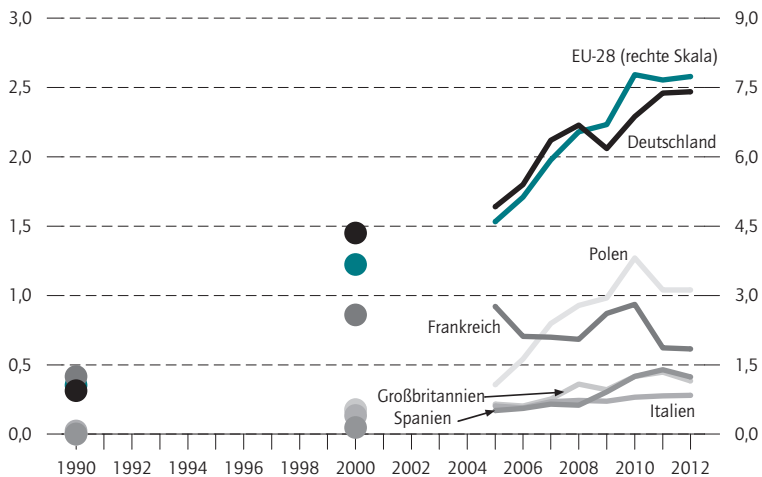
Quelle: Darstellung der Autoren.

© DIW Berlin 2015

Ein Portfolio von Modernisierungs- und Innovationsoptionen ermöglicht substantielle Emissionsreduktionen und Einsparungen von Rohstoffen und Energie.

Abbildung 4

Nutzung alternativer fossiler Brennstoffe¹ bei der Zementherstellung In Millionen Tonnen



¹ Alternative fossile Brennstoffe bestehen aus vorbehandelten Abfällen ohne Biomasse-Abfälle.

Quelle: Cement Sustainability Initiative, GNR Indicator 313.

© DIW Berlin 2015

Die Nutzung alternativer Brennstoffe hat deutlich zugenommen.

sieren.⁶ Eine solch kurze Amortisationszeit ist eine in der Industrie weit verbreitete Voraussetzung für Investitionen in Maßnahmen zur Kostenersparnis.

Deswegen werden die meisten Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz als Teil umfassender Modernisierungs- oder Ersatzinvestitionen umgesetzt. Wegen der langen Lebensdauer der Anlagen werden diese jedoch nicht in Intervallen von wenigen Jahren, sondern eher von Jahrzehnten durchgeführt. Die aktuellen Überkapazitäten können zu einer weiteren Verzögerung von Reinvestitionen führen.

In vielen Fällen wurde schon auf neue Brennstoffe umgestellt

Zwischen 2005 und 2011 reduzierte die Zementindustrie die brennstoffbedingte CO₂-Intensität – welche etwa ein Drittel der gesamten Emissionen der Branche ausmacht – um sechs Prozent.⁷ Dies wurde erreicht, in-

⁶ Vgl. Neuhoﬀ, K., Vanderborght, B. et al. (2014): Carbon Control and Competitiveness Post 2020: The Cement Report. Climate Strategies, London, Februar 2014; sowie Neuhoﬀ, K., Acworth, W. et al. (2014): Carbon Control and Competitiveness Post 2020: The Steel Report. Climate Strategies, London, Oktober 2014.

⁷ Für eine detaillierte Analyse vergleiche Branger, F., Quirion, F.P. (2015): Reaping the Carbon Rent: Abatement and Overall Allocation Profits in the

dem neun Prozent der verwendeten Kohle durch Biomasseabfall ersetzt wurde, welche nach den Standards des europäischen Emissionshandels (EU ETS) als CO₂-neutral gilt. Außerdem wurde die Mitverbrennung vorbehandelten Abfalls durch die EU-Abfallrahmenrichtlinie ermöglicht (Abbildung 4). Da die meisten Abfälle eine geringere CO₂-Intensität als Kohle aufweisen, führte auch dies zu Emissionsminderungen. Dabei folgte der Sektor finanziellen Anreizen – der Einkauf von Kohle als Brennstoff konnte reduziert werden und zugleich konnten Zementhersteller Erlöse durch die Verbrennung von Abfallprodukten erzielen.

In der Stahlindustrie können Emissionsminderungen von 20 bis 40 Prozent erreicht werden, wenn Kohle durch das weniger CO₂-emissionsintensive Erdgas substituiert wird. Dazu muss auf die Direktreduktion (DRI) in Kombination mit dem Einsatz von elektrischen Lichtbogenöfen (EAF) umgestiegen werden.⁸ Die Wirtschaftlichkeit des DRI-Prozesses hängt dabei allerdings von der Preisentwicklung von Kohle, Erdgas und CO₂-Emissionszertifikaten ab. Da aktuell der Gaspreis hoch und die Kohle- und CO₂-Preise niedrig sind, ist DRI in Europa nicht wirtschaftlich. Allerdings könnte DRI als Bestandteil innovativer Prozesstechnologien durchaus eine Rolle spielen.⁹

In beiden Branchen hängen etwa zwei Drittel der Emissionen mit Prozessemissionen aus der chemischen Umwandlung von Kalkstein in Zementklinker (im Fall von Zement) beziehungsweise der Reduktion von Eisenerz zu Roheisen (im Fall von Stahl) zusammen. Durch die Umstellung auf klimaschonende Brennstoffe und Verbesserungen bei der Energieeffizienz können diese Prozessemissionen nicht reduziert werden. Dies kann nur mit innovativen Produktionsprozessen wie CCS oder CCU erreicht werden.

Vielfersprechende neue Prozesstechnologien sind für den kommerziellen Einsatz noch nicht verfügbar

Neu eingesetzte Technologien, wie zum Beispiel CCS oder CCU, werden als Möglichkeit erwogen, um Effizienzverbesserungen und großskalige Emissionsmin-

European Cement Industry, Insights from an LMDI Decomposition Analysis. Energy Economics 47, 189–205.

⁸ International Energy Agency (2013): Overview of the current state and development of CO₂ capture technologies in the iron-making process. IEAGHG Report 2013/TRC.

⁹ Der aktuellen Literatur zufolge wird die Einführung von DRI derzeit in den USA und Japan erwogen. Vgl. Fischedick, M. et al. (2014): Technoeconomic evaluation of innovative steel production technologies. Journal of Cleaner Production 84, 563–580; sowie Pinegar H.K., Moats, M.S. et al. (2011): Process Simulation and Economic Feasibility Analysis for a Hydrogen-Based Novel Suspension Ironmaking Technology. Steel Research International 82, 951–963.

derungen zu erreichen, die mit den langfristigen Emissionsobergrenzen kompatibel sind.

Beim Stahl wird das Potenzial für solche innovativen Prozesstechnologien im Rahmen von ULCOS (European Ultra-Low Carbon Steelmaking) erforscht. Das ULCOS-Konsortium wurde als Reaktion auf die im Kontext der europäischen Klimapolitik erwartete Begrenzung der CO₂-Emissionen initiiert. Außerhalb Europas wurden ähnliche Initiativen entwickelt. Bisher ergaben sich daraus drei kleinere Demonstrationsprojekte für verschiedene Technologieoptionen, welche von privater und öffentlicher Hand gemeinsam finanziert wurden. Seit 2012 hat sich der Fortschritt jedoch verlangsamt, insbesondere weil die öffentliche Kofinanzierung nicht weitergeführt wurde. Eine schrittweise Steigerung der Finanzierung wäre notwendig gewesen, da die Investitionsanforderungen mit der stufenweisen Vergrößerung der Demonstrationsanlagen wachsen.

Im NER-300-Programm¹⁰ werden Erlöse aus dem Verkauf von EU-Emissionszertifikaten verwendet, um Innovationen in den Bereichen CCS und erneuerbare Energien zu unterstützen. Allerdings sahen Unternehmen mit CCS-Projekten die NER-300-basierte Förderung als zu riskant an, weil die finanzielle Unterstützung für ein Demonstrationsprojekt im Falle des Scheiterns zurückbezahlt werden muss.¹¹ Stahl- und Zementunternehmen fällt es schwer, das gesamte Risiko einer unerforschten Technologie zu tragen. Dies liegt auch an sogenannten Technologie-Spillover-Effekten, die von den Unternehmen nicht internalisiert werden können. Diese Erfahrungswerte sollten in die Ausgestaltung der neuen EU-Innovationsfinanzierung eingehen. Ein Beschluss des Europäischen Rates vom Oktober 2014 sieht vor, den zukünftigen Innovationsfonds für die Unterstützung von Innovationen bei der CO₂-Minderung im Industriebereich zu nutzen. Neben der Frage der finanziellen Förderung ist allerdings auch die mangelnde öffentliche Akzeptanz für CCS im Energiesektor in einigen Mitgliedsstaaten von Belang und erfordert effektive, frühzeitige Dialogmaßnahmen.

Damit Stahlunternehmen die innovativen Prozesstechnologien weiterentwickeln können, benötigen sie ein langfristiges Geschäftsmodell für eine großangelegte

Nutzung. Die meisten Prozess-Technologieoptionen beinhalten CCS, und damit auch erhöhte Investitions- und Betriebskosten. Unternehmen benötigen eine klare Perspektive, wer für diese Zusatzkosten aufkommt. Dies muss bei der Ausgestaltung der neuen EU-ETS-Maßnahmen zum Carbon-Leakage-Schutz, also zur Vermeidung der Verlagerung von CO₂-Emissionen ins Ausland, für den Zeitraum nach 2020 berücksichtigt werden.¹²

Die Verwendung maßgeschneiderter Materialien spart Energie, CO₂-Emissionen und Rohstoffe

Speziell für den jeweiligen Einsatzbereich maßgeschneiderte Materialien können es ermöglichen, die gleiche Produkteigenschaft mit geringerem Energie-, CO₂- und Rohstoffverbrauch zu erbringen. Ein Beispiel: Seitdem die Automobilindustrie das Gewicht ihrer Autos verringern muss, um steigenden Anforderungen an die Kraftstoffeffizienz zu genügen, liefert die Stahlindustrie innovative Produkte, die auf die speziellen Bedürfnisse der Automobilindustrie zugeschnitten sind. Mit hochfesten Stählen und neuen Umformungstechniken gelang es der Stahlindustrie, Karosserien seit etwa 2005 um etwa 25 Prozent leichter zu machen.¹³ Dadurch verringern sich die Gesamtemissionen, da die Emissionen der Stahlproduktion größtenteils proportional zum Gewicht des produzierten Stahls sind. Auch wenn diese Verlagerung von Menge zu Qualität die Nachfrage nach primären Stahlprodukten verringert, könnte sie für höhere Gewinnspannen und bessere Beschäftigungschancen bei höherwertigen Produkten sorgen.

Beim Einsatz von Stahl und Zement in der Bauindustrie ist ein vergleichbarer Fortschritt bisher ausgeblieben.¹⁴ Die Bauindustrie birgt erhebliches Emissionsminderungspotenzial durch den effizienteren Einsatz von Stahl und Zement. Beispiele sind die Verwendung maßgeschneiderter Formen, die Verteilung mehrerer Lasten auf weniger Tragkonstruktionen, die Ausrichtung von Lasten, um Verbiegung zu verhindern und das Vermeiden der Überspezifikation von Lasten.¹⁵ Ein deutlicher und glaubwürdiger CO₂-Preis als Teil der Produktpreise für Stahl und Zement würde dazu beitragen, dass CO₂-intensive Materialien in der Bauindustrie verstärkt maß-

¹⁰ Das NER-300-Programm wurde durch die überarbeitete Emissionshandelsrichtlinie 2009/29/EC geschaffen. Gemäß Artikel 10 (a) Absatz 8 sollen die Erlöse aus dem Verkauf von bis zu 300 Millionen Emissionszertifikaten verwendet werden, um kommerzielle Demonstrationsprojekte im Bereich CCS und erneuerbare Energien zu finanzieren. Für weitere Informationen zum EU NER-300-Programm vgl. ec.europa.eu/clima/policies/lowcarbon/ner300/documentation_en.htm.

¹¹ In anderen Weltregionen, wie zum Beispiel in Japan, werden weiterhin Fortschritte im Rahmen des COURSE50-Programms sowie durch das Erforschen von Synergien zwischen klimaschonenden Innovationsoptionen und alternativen Energieträgern wie Wasserstoff gemacht.

¹² Der Schutz vor Carbon Leakage bezieht sich auf spezielle Vorkehrungen, die das Risiko von Produktionsverlagerung wegen CO₂-Zusatzkosten vermeiden sollen. Für weitere Details vgl. in dieser Ausgabe Neuhoﬀ, K., Acworth, W. et al. (2015): Maßnahmen zum Schutz vor Carbon Leakage für CO₂-intensive Materialien im Zeitraum nach 2020. DIW Wochenbericht Nr. 29+30/2015.

¹³ Zuidema, B. K. (2013): On the Role of Body-in-White Weight Reduction in the Attainment of the 2012–2025. US EPA/NHTSA Fuel Economy Mandate, Präsentation beim Great Design in Steel Seminar, USA.

¹⁴ Giesekam, J., Barrett, J. et al. (2014): The greenhouse gas emissions and mitigation options for materials used in UK construction. Energy and Buildings (78), 210.

¹⁵ Allwood, J. M. et al. (2012): Sustainable Materials: with both eyes open. Cambridge, UK.

geschneiderte angeboten und nachgefragt werden. Dies hängt jedoch auch davon ab, dass Baupraxis, Standards und Informationssysteme angepasst werden. Dies könnte gewisse Vorschriften zur Information erforderlich machen, zum Beispiel Kennzeichnungs- und Berichtspflichten, aber auch verbesserte Ausbildung und Zertifizierung. Dazu ist auch eine erhebliche Koordination entlang der gesamten Wertschöpfungskette notwendig.

Innovative Materialien – hohes Potenzial, aber nur begrenzte Anreize

Die Einführung innovativer Materialien könnte Emissionen in erheblichem Umfang verringern. Wie die Erfahrungen mit der Klinkersubstitution bei der Zementherstellung zeigen, birgt dieser Prozess allerdings einige Herausforderungen. Ein wesentlicher Bestandteil von Zement ist Zementklinker, der grundsätzlich aus Kalkstein erzeugt wird. Zementklinker kann jedoch teilweise auch durch Hüttensand beziehungsweise Schlacke (einem Nebenprodukt der Stahlproduktion) oder Flugasche (die aus dem Abgasstrom von Kohlekraftwerken gewonnen wird) ersetzt werden (Abbildung 5). Allerdings gab es in der Bauindustrie anfänglich Widerstand dagegen, solche Materialien einzusetzen, weil sich dadurch die technischen Eigenschaften des Betons veränderten, zum Beispiel die Früh- und Endfestigkeit, die Sulfatresistenz, die Farbe und die Verarbeitbarkeit. Dies könnte die Anpassung von Normen und Standards für Beton und Bauwerke verzögert haben, die früher einen hohen Klinkeranteil vorschrieben und damit den etablierten Beton- und Zementherstellern eine gesicherte Nachfrage bescherten. Dieser Widerstand konnte mittlerweile durch einen Dialog mit der Bauindustrie überwunden werden, beispielsweise durch Demonstrationsprojekte und einen Wissensaustausch über die positiven Erfahrungen mit den neuen Werkstoffen.

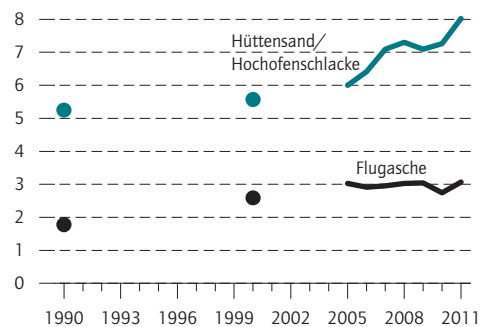
Klinkersubstitute sind in Europa je nach Region unterschiedlich verfügbar. Auch wenn das Potenzial des Einsatzes von Schlacke aus der Stahlproduktion größtenteils erschöpft ist, gibt es nach wie vor noch ein gewisses Potenzial, Flugasche aus Kohlekraftwerken einzusetzen. Da Kohle im Energiesektor künftig eine immer geringere Rolle spielen wird, wird sich auch die Verfügbarkeit von Flugasche reduzieren. Andere Klinkersubstitute wie beispielsweise Puzzolane können den Klinkeranteil in der Zementproduktion in der EU weiter verringern.

Eine Vielzahl neuer CO₂-armer Zementalternativen wird zurzeit untersucht. Von keinem dieser innovativen Zemente wird erwartet, dass er genau dieselben Eigenschaften besitzt wie konventioneller Zement. Stattdessen werden unterschiedliche CO₂-arme Zemente – möglicherweise sogar bevorzugt – für bestimmte Funktionen wie Schallisolierung, Stabilität und Brandschutz eingesetzt.

Abbildung 5

Nutzung ausgewählter Klinkersersatzstoffe in der europäischen Zementproduktion

Anteil an gesamter Zementproduktion in Prozent



Quelle: Cement Sustainability Initiative, GNR Indicator 3219.

© DIW Berlin 2015

Der Ersatz von Zementklinker reduziert die Emissionen, verändert aber auch die Zementzusammensetzung.

Ein weiterer Grund für die Herstellung einer größeren Palette unterschiedlicher CO₂-armer Zementtypen könnte darin liegen, dass die notwendigen Rohstoffe nur begrenzt verfügbar sind, denn wenige geeignete Stoffe stehen so umfassend zur Verfügung wie Kalkstein.

Zu den klimaschonenden Zementoptionen zählen auch neue Zemente, die auf vergleichsweise alten Ideen beruhen, zum Beispiel Calciumsulfoaluminat-Zement, Klinkermineralisierung sowie andere neue Produkte. Verantwortliche in der Zementindustrie legen dar, dass es zehn bis 15 Jahre dauern wird, solche neuen Produkte zu entwickeln und ihre Marktreife zu demonstrieren. Die vielleicht größte Hürde für Produktinnovation ist jedoch, dass es auf dem Markt keine Nachfrage nach klimaschonenden Produkten gibt, so lange die CO₂-Preise gering sind und sich in den Zementpreisen nicht widerspiegeln.

Den Fokus von der Quantität auch auf die Qualität von recycelten Werkstoffen ausweiten

Eine zurückgewonnene und recycelte Tonne Stahlschrott verursacht etwa 75 Prozent weniger Emissionen als eine Tonne neuproduzierten Stahls.¹⁶ Die Menge recycelten Stahlschrotts in Europa beträgt bereits

¹⁶ Durchschnittliche CO₂-Emissionen in der EU: 1 888 kg CO₂/Tonne bei integrierter Stahlerzeugung und 455 kg CO₂/Tonne für die sekundäre Stahlerzeugung. EUROFER (2013): A Steel Roadmap for a Low Carbon Europe 2050.

64 Prozent des europäischen Stahlverbrauchs.¹⁷ Es ist davon auszugehen, dass sich dieser Prozentsatz vergrößern wird, da ein wachsender Anteil von neuen Fahrzeugen und Gebäuden bestehende Fahrzeuge und Gebäude ersetzt, die dann verschrottet werden. Dies führt zu einer schrittweisen Reduktion des Bedarfs an primärer Stahlproduktion.

Während beinahe 100 Prozent des Stahls in der Automobilindustrie und der Strukturbauteile in der Bauwirtschaft später recycelt werden, gibt es noch Verbesserungspotenzial bei den Recyclingraten von Stahlarmerungen in der Bauwirtschaft, bei Verpackungen und bei Geräten. Dabei muss nicht erst in der Rückgewinnungsphase angesetzt werden, sondern bereits in der Phase der primären Stahlproduktion und des Produktdesigns, damit später eine bessere Trennung und Rückgewinnung verschiedener Materialien und damit das Recycling des Stahlschrotts ermöglicht wird.

Auch wenn OECD-Volkswirtschaften größere Mengen Stahlschrott sammeln als Schwellenländer halten sie nach wie vor große Kapazitäten für die primäre Stahlproduktion vor. Deshalb werden etwa 20 Prozent des Stahlschrotts aus der EU exportiert. Dieser ersetzt in den Schwellenländern die entsprechende primäre Stahlproduktion. Wenn ein größerer Teil dieses gesammelten Stahlschrotts in Europa verwendet und nicht exportiert würde, würden die CO₂-Emissionen in Europa zwar auf kurze Sicht fallen, aber es würde gleichzeitig zu einem entsprechenden Anstieg der Emissionen außerhalb Europas kommen. Global gesehen tragen eine verbesserte Stahlrückgewinnung und ein umfassenderes Recycling zur Reduktion der Emissionen der Stahlindustrie bei. Zusätzliche Maßnahmen könnten ebenfalls eine wichtige Rolle spielen, wie die Verlängerung der Lebensdauer von Stahl, die Umlenkung von Stahlschrott vor dem Recycling in andere Verwendungen oder die direkte Wiederverwendung von Metallkomponenten ohne Einschmelzung.

Während beim Recycling von Stahl ein neues Produkt von ähnlicher Qualität erzeugt wird, werden beim Recycling anderer Materialien nur Produkte geringerer Qualität (Papier, Glas) beziehungsweise sehr geringer Qualität (einige Kunststoffe, Beton) erzeugt. Einige Materialien führen auch zu volkswirtschaftlichen Kosten und zu Umweltkosten, wenn sie am Ende ihrer Lebensdauer entsorgt werden. Dies spiegelt sich in der Bewertung des gesamten Lebenszyklus der Materialien wider. Es gilt zu klären, wie die Umweltpolitik, insbesondere im Bereich der CO₂-Emissionen und der Rohstoffeffizienz, die Emissionen während der Lebensdauer abbilden soll,

um Produzenten und Konsumenten die richtigen Anreize für die Materialauswahl zu geben.

Bedeutung für die Gestaltung zukünftiger Politik

Die vielfältigen Innovations- und Modernisierungsmöglichkeiten können nur bei geeigneten politischen Rahmenbedingungen realisiert werden.

Das CO₂-Preissignal für Produzenten muss verstärkt werden

Größere Investitionen in der Zement- und Stahlindustrie sind langfristig orientiert, und müssen Rentabilität über mehr als ein Jahrzehnt versprechen. Deswegen sollten Politikmaßnahmen so früh wie möglich zu Klarheit über die langfristigen Perspektiven beitragen, insbesondere für großangelegte Investitionsprojekte und für die Entwicklung neuer klimaschonender Technologien und Materialien.

Die Umsetzung technologischer Möglichkeiten ist naturgemäß unsicher. Daher ist weder die Industrie in der Lage, sich zu konkreten Emissionszielen für eine einzige Branche zu verpflichten, noch ist der Staat in der Lage, diese langfristig vorzuschreiben. Deswegen ist es sinnvoll, Emissionen im Rahmen des EU ETS über mehrere Branchen hinweg zu erfassen und damit gleichzeitig eine glaubwürdige öffentliche Verpflichtung zu dem umfassenden Emissionsreduktionsziel einzugehen. Zugleich bietet der Emissionshandel die Flexibilität des Ausgleichs zwischen Anlagen und Sektoren, beispielsweise als Reaktion auf technologische Entwicklungen.

Die langfristige Beschränkung der CO₂-Emissionen wird nur dann glaubwürdig sein und den Investitionsrahmen verbessern, wenn die heutigen CO₂-Preise mit den langfristigen Erwartungen in Einklang stehen. Insofern hat der Rückgang des CO₂-Preises im EU ETS von 30 Euro pro Tonne im Jahr 2008 auf fünf bis zehn Euro pro Tonne in den letzten Jahren die Glaubwürdigkeit des Emissionshandels erheblich untergraben und die Anreize, die durch das Programm geschaffen worden waren, nahezu komplett beseitigt. Dies wurde allgemein anerkannt und ist der Grund für die Einführung der Marktstabilitätsreserve, die 2019 in Kraft treten wird.

Das CO₂-Preissignal muss für den Zwischen- und Endverbraucher aufrechterhalten werden

Um die Gefahr von Carbon Leakage zu vermeiden, erhalten Anlagen der Zement- und Stahlindustrie kostenlos Emissionszertifikate. Der Umfang der Zuteilung basiert derzeit auf dem historischen Produktionsniveau

¹⁷ Genet, M. (2012): EAF and/or BOF. Which route is best for Europe? Präsentiert bei 8th Steel Markets Europe Conference, Brüssel, Mai 2012.

sowie produktspezifischen Benchmarks für Emissionen.¹⁸ Die kostenlose Zuteilung von Zertifikaten als Maßnahmen zur Vermeidung von Carbon Leakage hat in der Stahl- und Zementindustrie zu einem geringen CO₂-Preissignal und zu einer unsicheren Überwälzung der CO₂-Kosten an die Zwischen- und Endverbraucher geführt.

Für die Einführung klimaschonender Prozesstechnologien und Materialien ist es jedoch unerlässlich, dass sich der Kohlenstoffpreis im Produktpreis CO₂-intensiver Materialien widerspiegelt. Wenn die Konsumenten dann sowohl zwischen verschiedenen Materialien, als auch effizienteren Einsatzmöglichkeiten und Substituten auswählen können, werden sie die CO₂-Kosten in ihre Entscheidung einbeziehen. In vielen Fällen werden es nicht die Endverbraucher sein, sondern Zwischenverbraucher, zum Beispiel die Automobil- oder Bauindustrie, die solche Entscheidungen treffen. Die Zwischenverbraucher werden dies jedoch vor dem Hintergrund der Kosten tun, die am Ende die Endverbraucher tragen.

Dass sich die CO₂-Kosten vollständig im Preis CO₂-intensiver Materialien widerspiegeln, ist auch für diejenigen Produzenten wichtig, die alternative, klimaschonende Produktionsprozesse verwenden. Nur so sind sie in der Lage, zusätzliche Produktionskosten in den Preis ihrer Produkte einzuberechnen, und nur so können sie langfristig einschätzen, ob ihre neuen Produktionsprozesse kostendeckend und wirtschaftlich sein werden.

Ein effektiver CO₂-Preis entlang der Wertschöpfungskette bietet eine glaubwürdige Perspektive für den markt-basierten Einsatz innovativer Materialien und Produktionsprozesse. Dies ist eine notwendige Voraussetzung dafür, dass Unternehmen Gelder und Managementressourcen für entsprechende Forschung und Entwicklung bereitstellen. Deshalb ist es so wichtig, bei Carbon-Leakage-Schutzmaßnahmen neue Ansätze zu berücksichtigen, die dafür sorgen, dass der CO₂-Preis für Zwischen- und Endverbraucher von Bedeutung ist.

Innovative Technologien benötigen finanzielle Unterstützung

Produkt- und Prozessinnovationen unterscheiden sich stark in Hinblick auf den Umfang der notwendigen Investitionen und den Zeitrahmen, in dem diese Technologien wirtschaftlich einsetzbar sind. Erfolgreiche Produktinnovation ist nur möglich, wenn man eng mit seinen Kunden zusammenarbeitet. Hauptsächlich privatfinanzierte Innovationen sind möglich, wenn der

Zeitrahmen zwischen Entwicklung und Markteinführung kurz und die Produktdifferenzierung hoch ist. Dies zeigte sich beispielsweise bei der Verbesserung der Stahleigenschaften, die in den letzten zehn Jahren durch eine enge Zusammenarbeit zwischen den Stahlproduzenten und der Automobilindustrie erreicht wurde.

Wenn die Märkte jedoch fragmentiert, der Zeitrahmen länger, und die Risiken größer sind sowie dazu noch Technologie-Spillover eine Rolle spielen, dann ist es sinnvoll, dass die privaten Investitionen durch öffentliche Mittel ergänzt werden. Innovationen in klimaschonende Stahlprozesse, die auch CO₂-Abtrennung und -Speicherung beinhalten,¹⁹ werden wahrscheinlich nicht durch die Verbraucher angestoßen werden können, vor allem wenn die Innovation die Eigenschaften des hergestellten Stahls nicht verändert. Hinzu kommt, dass die Zeitrahmen für Demonstrationsprojekte lang und die Investitionsvolumina groß sind. Das spricht für eine größere Rolle der öffentlichen Hand, als das in der klassischen Produktinnovation der Fall ist. In der Demonstrationsphase ist eine stetige finanzielle Unterstützung der Prozessinnovation nötig, damit Ideen in die Realität umgesetzt werden können. Technologischer Fortschritt sollte dabei ein zentrales Entscheidungskriterium für die jeweilige Weiterführung der finanziellen Unterstützung sein.

Auch wenn innovative Technologien bis zur Anwendungsreife entwickelt wurden, werden Investitionen in erste kommerzielle Anlagen immer noch mit hohen Technologierisiken behaftet sein. Unternehmen werden beispielsweise nur sehr zögerlich das Risiko eingehen, einen Hochofen mit etablierter Technologie durch einen neuen Prozess zu ersetzen. Im Falle der Eisen- und Stahlindustrie liegt das beispielsweise an der zentralen Rolle des Hochofens in der integrierten Stahlerzeugung. Somit müssten mit einer neuen Technologie entweder sehr große Kosteneinsparungen, strategischen Vorteile oder klare regulatorische Anforderungen verbunden sein. Auch Vereinbarungen zur Risikoteilung könnten hilfreich sein. An einer solchen Vereinbarung sollte die öffentliche Hand sowohl im Hinblick auf die Risiken, als auch im Hinblick auf die Vorteile beteiligt sein. Zum Beispiel könnten zukünftige finanzielle Vereinbarungen eigenkapitalähnliche Instrumente beinhalten, bei denen sowohl die potenziellen Verluste als auch die Gewinne aus dem Betrieb der ersten Anlagen im kommerziellen Maßstab geteilt werden.

¹⁸ Für weitere Details vgl. in der gleichen Ausgabe Neuhoﬀ, K., Acworth, W. et al. (2015), a. a. O.

¹⁹ Bassi, S., Boyd, R. et al. (2015): Bridging the Gap: improving the economic and policy framework for carbon capture and storage in the European Union. Grantham Institute for Climate Change and the Environment and the Centre for Climate Change Economics and Policy Brief, Juni 2015.

Um neue Wege in der Baupraxis und im Materialeinsatz zu beschreiten, sind hohe Erstinvestitionen nötig. Diese dienen der Demonstration, dass diese Neuerungen rentabel sind und dass die neuen Materialien eine lange Lebensdauer haben. Es muss eingehender untersucht werden, in welchem Umfang der Erstinvestor aus den zukünftigen Erträgen des neuen Produktes Nutzen ziehen kann. Falls sich herausstellt, dass die Anreize nicht ausreichen, muss die vorhandene staatliche Förderung entsprechend strukturiert und es müssen passende Förderungsmaßnahmen eingeführt werden.

Anpassung der institutionellen Rahmenbedingungen und Einführung zusätzlicher regulativer Instrumente zur Begünstigung von Sektorstrategien

Bisher beruhte ein großer Teil der Emissionseinsparungen in der Zementindustrie auf veränderten Bestimmungen zur Abfallmitverbrennung, neuen Genehmigungen, welche die Mitverbrennung von Biomasserückständen erlauben, sowie Veränderungen bei Beton- und Baunormen. Investitionen in innovative Verfahren und Produkte erfolgen nur, wenn das Vertrauen besteht, dass regulatorische Anpassungen rechtzeitig durchgeführt werden. Deshalb ist eine möglichst frühe Analyse notwendig, um abschätzen zu können, ob und welche konkreten Anpassungen nötig sind, damit weitere neue Technologien erforscht und verbreitet werden.

Regulierungen können dabei helfen, ökonomisch rentable Technologien zu verbreiten, die bisher beispielsweise aufgrund bestimmter Gewohnheiten oder anders gelagerter Prioritäten der Hersteller nicht angewendet werden. Dies war zum Beispiel eine Motivation für die Einführung von Standards zur energetischen Effizienz von Neubauten. Bisherige Regulierungen zum Energieverbrauch von Gebäuden könnten ergänzt werden durch Labels oder Standards zur Beschränkung des CO₂-Gehalts der Baumaterialien. Um ein weiteres Beispiel anzuführen: Da die Bauindustrie eher zurückhaltend neue klimaschonende Zemente einsetzt, könnte die öffentliche Hand dies bei der Auftragsvergabe ausgleichen und somit der Industrie allmählich Erfahrungswerte vermitteln und Nachfrage nach neuen Zementarten schaffen.

Normen und Standards könnten sogar noch ambitionierter sein und zunächst unrentable Weiterentwicklungen vorschreiben, um Innovationen und Kostenreduzierungen zu fördern. Dies war zum Beispiel bei den Vorschriften zur Kraftstoffeffizienz in der Automobilindustrie der Fall. Für CO₂-intensive Materialien könnte dies bedeuten, dass eine gewisse CO₂-Effizienz eines primären Produktionsprozesses (unabhängig von der Herkunft der Materialien) vorgeschrieben wird. Da-

durch könnte Befürchtungen, dass in der Branche nicht genügend Investitionen in Maßnahmen zur Effizienzverbesserung getätigt werden, entgegenwirkt werden.

Eine Vision für klimafreundliche Materialien

Die europäische Herstellung von Materialien muss eine hohe Energieeffizienz besitzen und innovativ sein für eine Zukunft, die durch anspruchsvolle klima- und energiepolitische Ziele geprägt ist. Aus diesem Grund ist es wichtig, eine Perspektive zu entwickeln, die kompatibel mit politischen Zielvorgaben ist, um die Attraktivität für Investitionen und talentierte Nachwuchskräfte zu wahren, die Effizienz zu steigern, und international in der Gruppe der Technologievorreiter zu bleiben.

Aufbauend auf den klima- und energiepolitischen Zielen der EU für 2030 und 2050 und den Entwicklungspfaden bis 2050, die von den Dachverbänden der Hersteller unterschiedlicher Materialien entwickelt wurden, könnte solch eine Perspektive entwickelt werden. Dabei sollten private und öffentliche Akteure zusammenarbeiten. Die Materialherstellung nimmt beim Umstieg auf eine klimaschonende Wirtschaft eine Schlüsselrolle ein. Wesentliche Fortschritte können nur erzielt werden, wenn die Industrie dynamisch ist, junge Talente anzieht und einen geringeren Materialverbrauch bei höherer Wertschöpfung realisiert. So kann die Herstellung von Materialien nicht nur einen Beitrag zum Erhalt der Umwelt, sondern auch zum Erhalt der wirtschaftlichen Grundlagen leisten.

Während es einerseits bemerkenswerte Chancen gibt, den Umstieg auf eine klimaschonende Zement- und

Tabelle

Ein Politikpaket für kohlenstoffarme Materialien

		CO ₂ -Preis- signal für Produzenten	CO ₂ -Preis- signal für Konsumenten	Innovations- förderung	Andere Regulierung
Energie- effizienz	Beste verfügbare Technologien	X			
	Betriebsweisen	X			
Kohlenstoff- effizienz	Brennstoffwechsel	X			
	Innovative Prozesse	X	X	X	
Material- effizienz	Baupraxis		X	X	X
	Innovative Materialien		X	X	X
	Recycling				X

Quelle: Darstellung der Autoren.

Stahlindustrie zu schaffen, gibt es andererseits auch große Herausforderungen und Risiken. Daher wird es sowohl effektiven politischen Handelns als auch zukunftsorientierter, innovativer Unternehmen bedürfen, um diese Strategiepläne in messbare Investitionen und Innovationen umzusetzen.

Märkte sind ein gutes Instrument, um neue Möglichkeiten effizient zu erschließen. Sie können insbesondere dann zu einem effizienten Ergebnis führen, wenn CO₂-Preise die Klimaauswirkungen adäquat abbilden. Die Untersuchung der Stahl- und Zementbranche zeigt, wie wichtig ein effektives CO₂-Preissignal ist, damit sowohl die Produzenten als auch die Zwischen- und Endverbraucher das jeweilige Potenzial für Modernisierung und Innovation erschließen können (Tabelle).

Die Herausforderungen in der Stahl- und der Zementindustrie in der EU im Allgemeinen und insbesondere in Bezug auf den Klimawandel sind jedoch auch struktureller und langfristiger Art. Für Innovationen und Strukturveränderungen sind strategische Investitionen von herausragender Bedeutung. Die Kapitalintensität der Materialherstellung und die relativ homogene Natur der Produkte erschweren es der Industrie, neue Produktionsprozesse selbst voranzutreiben. Damit sich die Industrie an die Anforderungen der Zukunft anpas-

sen und gleichzeitig unverzichtbare Materialien produzieren, für Beschäftigung sorgen und Werte erschaffen kann, sind strategische Investitionen in Innovation insbesondere durch die öffentliche Hand unerlässlich.

Zugleich geht es auf der Seite der Verbraucher um Kaufentscheidungen und um Material- und Ressourceneffizienz. Gewohnheiten, Routinen und Kurzsichtigkeit führen zu struktureller Ineffizienz und können die Wirkung marktorientierter Instrumente schwächen. Daher wird engagiertes politisches Handeln benötigt, um den regulatorischen Rahmen anzupassen und eine bessere Koordination zu ermöglichen. Dadurch kann ein Umfeld entstehen, in dem Innovationen möglich sind.

Eine europäische Klimapolitik, die eine verlässliche langfristige Strategie beinhaltet und in einen breiteren politischen Rahmen eingebettet ist, kann somit zum Dreh- und Angelpunkt einer Modernisierung der Herstellung CO₂-intensiver Materialien in Europa werden. Die Europäische Union ist groß genug, um Demonstrationsprojekte durchzuführen und zu finanzieren. Klimapolitik hat ein klar definiertes Ziel, an dem sich die Unternehmen sinnvoll orientieren können. Im Kern basiert sie auf einem gemeinsamen politischen Ziel, das die Zusammenarbeit innerhalb der Europäischen Union und darüber hinaus ermöglicht.

Karsten Neuhoﬀ ist Leiter der Abteilung Klimapolitik am DIW Berlin | kneuhoﬀ@diw.de

Andrzej Ancygier ist Dahrendorf Fellow an der Hertie School of Governance | a.ancygier@gmail.com

Jean-Pierre Ponssard ist Professor of Economics an der École Polytechnique und Senior Researcher am Centre National de la Recherche Scientifique | jean-pierre.ponssard@polytechnique.edu

Philippe Quirion ist Senior Researcher am Centre National de la Recherche Scientifique | quirion@centre-cired.fr

Nagore Sabio ist Research Associate am University College London | n.sabio@ucl.ac.uk

Oliver Sartor ist Research Fellow am Institut du développement durable et des relations internationales (IDDRI), Paris | oliver.sartor@iddri.org

Misato Sato ist Research Officer am Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment | M.Sato1@lse.ac.uk

Anne Schopp war wissenschaftliche Mitarbeiterin am DIW Berlin | aschopp@diw.de

MODERNIZATION AND INNOVATION IN THE MATERIALS SECTOR: LESSONS FROM STEEL AND CEMENT

Abstract: Since 2007, the European cement and steel sectors have been characterized by substantial surplus production capacity. Hence re-investment in primary production of many materials remains limited and endangers the longer-term economic viability of many plants. Opportunities for innovation and modernization could overcome these challenges. They are linked to new demands for more efficient and lower-carbon production processes, higher-value materials with less weight and carbon intensity, and new applications in construction, transport and the energy sector. Only a limited share of these opportunities has been captured so far, which can be attributed to the policies implemented to date.

For the future realization of innovation and modernization opportunities, a clear longer-term perspective is required in

three policy elements. First, an effective carbon price emerging from the European Union Emissions Trading System (EU ETS) that is relevant both for producers, to facilitate switching to lower-carbon production, and also for intermediate and final consumers to create a viable long-term business case for large-scale investments in lower carbon processes, materials, and efficient use. Second, public funding for the innovation and demonstration of breakthrough technologies. Third, institutional arrangements including aspects like norms and standards as well as provisions for training of craftsmen need to be adjusted to enable the use of new production processes and materials.

JEL: L20, L61, Q50

Keywords: Energy Intensive Industries, Materials, Steel, Cement, Mitigation, EU ETS



Prof. Karsten Neuhoff, Ph.D., Leiter der Abteilung Klimapolitik am DIW Berlin

SECHS FRAGEN AN KARSTEN NEUHOFF

»Eine Kombination von dynamischer Zuteilung und Einbeziehung des Konsums in den Emissionshandel wäre vorteilhaft«

1. Herr Neuhoff, den europäischen Emissionsrechtehandel gibt es mittlerweile seit zehn Jahren. Inwieweit hat sich das System bewährt? Der europäische Emissionsrechtehandel hat erstens gezeigt, dass Europa gemeinsam handelt und den Klimaschutz ernst nimmt. Er hat zweitens einen langfristigen Rahmen für Emissionsreduktionen geschaffen. Drittens wurden mit dem Preissignal Unternehmen dabei unterstützt, effiziente Emissionsminderungsoptionen zu berücksichtigen. Allerdings ist seit 2012 der CO₂-Preis stark eingebrochen. Hier wurde gerade mit der Marktstabilitätsreserve auf europäischer Ebene gegengesteuert.
2. Wo liegen die Schwachstellen des Systems? Als der europäische Emissionshandel eingeführt wurde, erwartete man in wenigen Jahren einen globalen CO₂-Preis. Die internationale Entwicklung zeigt jedoch, dass die Länder unterschiedliche Politikmaßnahmen verwenden, um ihre Klimaschutzziele zu erreichen. Deswegen müssen wir mit unterschiedlichen CO₂-Preisen in verschiedenen Regionen auskommen. Die Hersteller von CO₂-intensiven Materialien haben Anreize, die Produktion zu verlagern, wenn sie die CO₂-Kosten voll tragen müssen. Um das zu vermeiden, werden Carbon-Leakage-Schutzmaßnahmen implementiert. Zum Beispiel bekommen Produzenten CO₂-Zertifikate umsonst zugeteilt, um die Mehrkosten abzufedern.
3. In welchem Umfang findet die Verlagerung der Produktion CO₂-intensiver Güter – also Carbon Leakage – statt? Wir haben uns das im Bereich von Stahl und Zement sehr detailliert angeschaut und kein Carbon Leakage festgestellt. Allerdings haben wir ja auch Carbon-Leakage-Schutzmaßnahmen. Die Zement- und Stahlindustrie hat in den letzten Jahren sogar mehr CO₂-Zertifikate zugeteilt bekommen als sie für die Produktion benötigte.
4. Ist das nicht ungerecht gegenüber den Industrien, die weniger CO₂ bei ihrer Produktion verursachen? Carbon-Leakage-Schutzmaßnahmen sind notwendig für die Hersteller von sehr CO₂-intensiven Materialien. Für einen Großteil der Industrie sind CO₂- und Energiekosten ein sehr geringer Anteil der Gesamtkosten und deswegen sind dort keine Schutzmaßnahmen notwendig.
5. Wie kann man gewährleisten, dass die CO₂-intensiven Industrien noch einen Anreiz haben, ihren CO₂-Ausstoß zu reduzieren? Seit 2013 basiert die Zuteilung von freien Zertifikaten auf einem Benchmark. Damit habe ich als Unternehmen Anreize, die Effizienz der Produktion zu verbessern, um so viele Zertifikate wie möglich verkaufen zu können oder weniger kaufen zu müssen. Mit der freien Zuteilung als Carbon-Leakage-Schutz gehen jedoch weiterhin die Anreize für Zwischen- und Endkunden verloren. Das heißt, die Tonne Stahl oder Zement wird nicht teurer und es gibt keine Anreize, diese Materialien effektiver zu verwenden, keine Chance, mit alternativen Materialien in den Wettbewerb zu treten und kein Vertrauen, dass Mehrkosten von innovativen Prozessen wie zum Beispiel CO₂-Abscheidung und Speicherung gedeckt werden. Hier haben die bisherigen Carbon-Leakage-Schutzmaßnahmen negative Auswirkungen.
6. Wie sollte dieses System in Zukunft weiterentwickelt werden? Wir haben vier Optionen untersucht, wie Carbon-Leakage-Schutzmaßnahmen nach dem Jahr 2020 für CO₂-intensive Materialien gestaltet werden können. Man kann mit der freien Ex-ante-Zuteilung weitermachen und leichte Verfeinerungen vornehmen, man kann diese dynamisieren und mehr an die Produktionsvolumen anpassen, oder man kann Grenzanpassungen, sogenannte border carbon adjustments, vornehmen. Oder man kann eine dynamische freie Zuteilung mit der Einbeziehung des Konsums in den Emissionshandel verbinden. Der Vorteil der letzten beiden Optionen ist, dass man das CO₂-Preissignal nicht nur für Produzenten, sondern auch für Zwischen- und Endkunden erhält und damit die volle Wirkung des Emissionshandels für alle Treibhausgasreduzierungspotentiale erschließen kann. Grenzanpassungen sind allerdings politisch schwer zu vermitteln. Die Einbeziehung des Konsums in den Emissionshandel hat hier Vorteile, ist aber administrativ aufwändiger. Dieser Aufwand erscheint jedoch angemessen, um die notwendigen Anreize für Innovation und Modernisierung zu geben.

Das Gespräch führte Erich Wittenberg.



Das vollständige Interview zum Anhören finden Sie auf www.diw.de/interview

Maßnahmen zum Schutz vor Carbon Leakage für CO₂-intensive Materialien im Zeitraum nach 2020

Von Karsten Neuhoﬀ, William Acworth, Roland Ismer, Oliver Sartor und Lars Zetterberg

Klimaschutz ist eine globale Herausforderung, für deren Bewältigung alle Länder eine gemeinsame, aber differenzierte Verantwortung tragen. Einzelne Länder setzen in ihrem Politikmix jedoch unterschiedlich stark auf die Bepreisung von CO₂, so dass sich die CO₂-Preise in verschiedenen Ländern und Weltregionen noch auf längere Sicht unterscheiden können. Dann wären Maßnahmen zum Schutz vor der Verlagerung von CO₂-Emissionen (Carbon Leakage) bei CO₂-intensiven Materialien nicht nur für eine Übergangszeit, sondern auch für längere Zeiträume notwendig. Mögliche Fehlansätze, die sich durch Carbon-Leakage-Schutzmaßnahmen ergeben, hätten dann größere Auswirkungen.

Wenn Emissionszertifikate als Carbon-Leakage-Schutz kostenlos zugeteilt werden, sei es „ex ante“ auf Basis historischer Daten, oder „dynamisch“ auf Basis des aktuellen Produktionsniveaus, dann werden CO₂-Preisreize für Zwischen- und Endverbraucher von CO₂-intensiven Materialien unterdrückt. Es verbleiben lediglich Anreize für Effizienzverbesserungen und Brennstoffwechsel bei der Materialproduktion. Wenn es dagegen gelingt, das CO₂-Preissignal entlang der gesamten Wertschöpfungskette zu bewahren, so werden auch Anreize geschaffen für die Nutzung innovativer Produktionstechnologien wie CO₂-Abtrennung und -Speicherung (CCS), höherwertige Materialien, die leichter und weniger CO₂-intensiv sind, klimafreundlichere Materialien und eine effizientere Nutzung von Materialien. Grenzausgleichsmaßnahmen könnten die freie Zuteilung ersetzen und das CO₂-Preissignal entlang der gesamten Wertschöpfungskette bewahren. Sie sind allerdings politisch umstritten. Eine ähnliche Anreizwirkung könnte mit einer Kombination von dynamischer Zuteilung von Emissionszertifikaten und der Einbeziehung des Konsums in den Emissionshandel erreicht werden. Diese Einbeziehung des Konsums könnte als Verbrauchsabgabe gestaltet werden, so dass sie handelsrechtlich und politisch unkritisch wäre.

Das Europäische Emissionshandelssystem (EU ETS) ist das Hauptinstrument der europäischen Klimapolitik. Die Unternehmen in den vom EU ETS regulierten Wirtschaftsbereichen müssen für von ihnen verursachte CO₂-Emissionen eine entsprechende Menge von Emissionsberechtigungen abgeben. Der Zertifikatspreis gibt einen Anreiz für Innovation und Klimaschutz. Da es derzeit keinen einheitlichen Weltmarktpreis für CO₂ gibt, könnten die zusätzlichen Kosten für den Erwerb dieser Zertifikate Anreize für eine Verlagerung der Produktion CO₂-intensiver Produkte in andere Regionen schaffen und somit zu einer Verlagerung von CO₂-Emissionen (Carbon Leakage) führen. Aus diesem Grund erhalten Wirtschaftssektoren, die man als anfällig für Carbon Leakage einschätzt, diese Zertifikate umsonst.

Am 8. Juli 2015 forderte das Europaparlament – als Teil seiner Entscheidung bezüglich der Umsetzung der Marktstabilisierungsreserve des EU ETS – dass die Kommission einen Vorschlag machen solle, wie ein Mechanismus für den Carbon-Leakage-Schutz für die Zeit nach 2020 auszusehen hat. Im Moment wird darüber gesprochen, ob die vorhandenen Kriterien verfeinert werden sollten, um die derzeit bestehende Carbon-Leakage-Liste zu verkürzen¹, ob man die Sektoren, die in dieser Liste erfasst werden, unterschiedlich behandeln soll, oder ob man den Ansatz des EU ETS hinsichtlich Carbon-Leakage-Schutzmaßnahmen grundsätzlich ändern sollte.

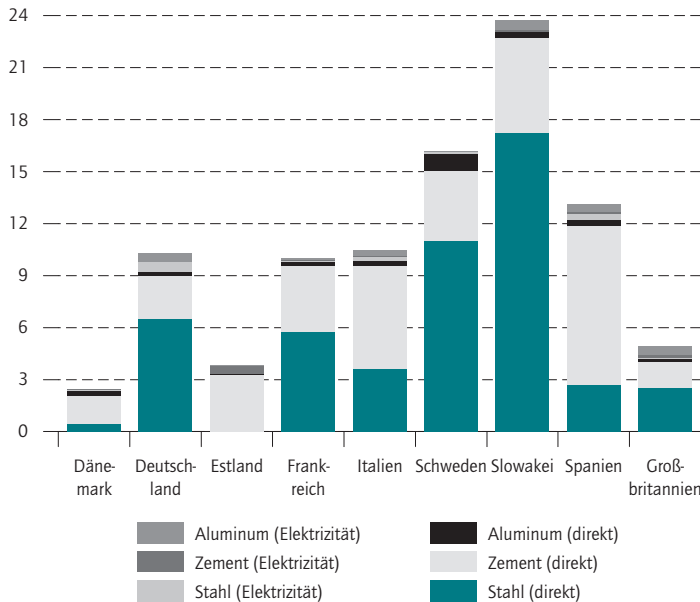
Dieser Wochenbericht beurteilt die Mechanismen zum Schutz vor Carbon Leakage für CO₂-intensive Materialien. Eine dezidierte Analyse CO₂-intensiver Materialien ist notwendig, denn viele Möglichkeiten für Emissionsminderungen liegen nicht nur bei den Herstellern, sondern auch bei den Zwischen- und Endverbrauchern, also

¹ Die bestehende EU-ETS-Richtlinie definiert einen Kriterienkatalog, den Sektoren erfüllen müssen, um auf die Liste zu gelangen. Dabei können verschiedene Mechanismen verwendet werden, um das Verlagerungsrisiko von Emissionen zu vermeiden. Siehe Zaklan, A., Bauer, B. (2015): Europe's Mechanism for Countering the Risk of Carbon Leakage. DIW Roundup 72.

Abbildung 1

CO₂-Emissionen der Produktion ausgewählter kohlenstoffintensiver Materialien im Jahr 2007¹

Anteil an nationalen CO₂-Emissionen in Prozent



¹ Fünf europäische Länder mit der größten Bevölkerung und die beiden Länder mit den größten oder kleinsten Emissionsanteilen der Produktion der ausgewählten Materialien.

Quelle: Pauliuk, S., Owen, A. et al. (2015): Consumption-based extension of EU ETS for emissions intensive materials. Unveröffentlichtes Manuskript.

© DIW Berlin 2015

Die Produktion von Stahl, Zement und Aluminum macht in vielen Ländern mindestens zehn Prozent der CO₂-Emissionen aus.

entlang der gesamten Wertschöpfungskette.² Da es klar definierte Produktbenchmarks gibt, eignen sich CO₂-intensive Materialien besonders gut für Maßnahmen zum effizienten Schutz vor Carbon Leakage. Zudem ist die Herstellung dieser Materialien für einen großen Teil der gesamten Industriemissionen verantwortlich.

Es werden vier verschiedene Möglichkeiten für den Schutz vor Carbon Leakage betrachtet. Diese sind: (i) Eine Weiterführung der kostenlosen Ex-ante-Zuteilung von Emissionsberechtigungen auf Grundlage des historischen Produktionsniveaus inklusive Schwellenwerten für die Geschäftsaktivität; (ii) Eine dynamische oder „output-basierte“ kostenlose Zuteilung, basierend auf

² Vergleiche in der gleichen Ausgabe Neuhoﬀ, K., Ancygier, A. et al. (2015): Modernisierung und Innovation bei CO₂-intensiven Materialien: Lehren aus der Stahl- und Zementindustrie. DIW Wochenbericht Nr. 29+30/2015; außerdem Neuhoﬀ, K., Vanderborght, B. et al. (2014): Carbon Control and Competitiveness Post 2020: The Cement Report. Climate Strategies, London, Februar 2014; sowie Neuhoﬀ, K., Acworth, W. et al. (2014): Carbon Control and Competitiveness Post 2020: The Steel Report. Climate Strategies, London, Oktober 2014.

aktuellen oder kürzlich zurückliegenden Produktionsniveaus; (iii) Eine volle Auktionierung der Zertifikate mit Grenzausgleichsmaßnahmen und (iv) eine dynamische kostenlose Zuteilung der Zertifikate kombiniert mit einer Verbrauchsabgabe für energieintensive Materialien, welche als „Einbeziehung des Konsums in den Emissionshandel“ bezeichnet wird.

Ein Fokus auf ausgewählte CO₂-intensive Materialien ist sinnvoll

Ein erheblicher Teil der Industriemissionen in Europa wird durch die Produktion CO₂-intensiver Materialien verursacht. Zum Beispiel verursachte die Herstellung von Eisen und Stahl sowie Zement im Jahr 2012 rund 38 Prozent der industriellen Treibhausgasemissionen in den EU-28-Ländern.³ Auf Eisen und Stahl, Zement und Aluminium entfallen in vielen Ländern Europas mindestens 10 Prozent der gesamten Emissionen (Abbildung 1). In diesen Branchen verursacht die Herstellung der Ausgangsmaterialien die meisten Emissionen, zum Beispiel Eisen (85 Prozent der von der Eisen- und Stahlindustrie verursachten Emissionen) oder Zementklinker (90 Prozent der von der Zementindustrie verursachten Emissionen). Die weitere Veredelung zu verschiedenen Stählen oder Zementtypen beansprucht in einem viel höheren Maße Kapital und Arbeitskraft und erhöht die Wertschöpfung, ist jedoch für einen eher geringen Teil der Gesamtemissionen verantwortlich. Ein effizienterer und innovativer Einsatz des (CO₂-intensiven) Ausgangsmaterials in den späteren Phasen der Wertschöpfungskette eröffnet jedoch ein großes Klimaschutzpotential. Ein CO₂-Preis schafft somit sowohl für Hersteller als auch für Zwischen- und Endverbraucher von CO₂-intensiven Materialien einen Anreiz, Klimaschutzmöglichkeiten zu erschließen. Es gilt daher sicherzustellen, dass Maßnahmen zum Schutz vor Carbon Leakage das CO₂-Preissignal entlang der gesamten Wertschöpfungskette vollständig bewahren.

Falls es keine Carbon-Leakage-Problematik gäbe, würden bei einer vollständigen Auktionierung der Emissionsberechtigungen die Produktionskosten CO₂-intensiver Materialien stärker steigen als die Kosten anderer Produkte. CO₂-intensive Materialien werden jedoch international gehandelt, und in vielen Fällen gibt es nur geringe Unterschiede zwischen den Produkten. Aus diesem Grund ist das CO₂-Verlagerungsrisiko ein wichtigeres Thema als in anderen Branchen. Daher müssen Maßnahmen zum Schutz vor Carbon Leakage für CO₂-intensive Materialien spezifischer zugeschnitten werden als zum Beispiel im verarbeitenden Gewerbe, wo die Kostensteigerungen durch eine volle Versteige-

³ Treibhausgasemissionsdaten der Europäischen Umweltagentur (EEA) des Jahres 2015.

zung der Zertifikate die Produktionskosten nur wenig in die Höhe treiben würden.⁴

Hinzu kommt, dass Klarheit in der langfristigen Klimapolitik für die Hersteller CO₂-intensiver Materialien überaus wichtig ist, da die Produktion sehr kapitalintensiv ist. Wenn Entscheidungen getroffen werden, in Innovation und Modernisierung einer entsprechenden Produktionsanlage zu investieren, müssen diese Investitionen dementsprechend über einen längeren Zeitraum erfolgen, als dies zum Beispiel in der Konsumgüterindustrie der Fall wäre.

Maßnahmen für den Carbon-Leakage-Schutz müssen für eine längerfristige Perspektive entwickelt werden

Klimaschutz ist eine globale Herausforderung, für deren Bewältigung alle Länder eine gemeinsame, aber differenzierte Verantwortung tragen. Nicht alle Regierungen sind jedoch bereit, sich zu gleich strengen Klimaschutzzielen zu bekennen. Hinzu kommt, dass verschiedene Länder gegebenenfalls unterschiedlicher Meinung darüber sind, welcher Politikmix zur Problemlösung geeignet ist. Einige Länder setzen stärker auf CO₂-Preise, während andere eher auf regulatorische Instrumente zurückgreifen. Aus diesem Grund könnte es längerfristig zu nationalen und regionalen Unterschieden bei den CO₂-Preisen kommen.

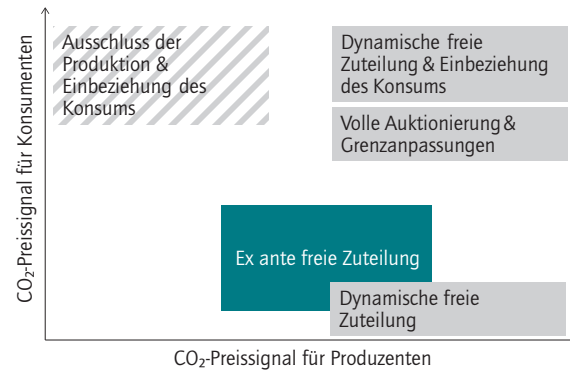
Es wurden deshalb bereits in der Vergangenheit Maßnahmen zur Vermeidung von Carbon Leakage ergriffen, um die CO₂-Bepreisung bei der Produktion kohlenstoffintensiver Materialien zu begleiten. Diese werden höchstwahrscheinlich auf absehbare Zeit erforderlich bleiben. Alle existierenden Emissionshandelssysteme, die industrielle Emittenten erfassen, beinhalten eine gewisse kostenlose Zuteilung von Zertifikaten, und auch alle CO₂-Steuersysteme sehen besondere Bestimmungen für die Herstellung kohlenstoffintensiver Materialien vor.

Früher wurden solche Schutzmechanismen als nur vorübergehend erforderlich angesehen. Sie konzentrierten sich deshalb darauf, Schutz vor Carbon Leakage sicherzustellen. Wenn Mechanismen zum Schutz vor Carbon Leakage jedoch auf absehbare Zeit erforderlich bleiben, dann sollte dieser Schutz nicht die Anreize für Innovation und Modernisierung entlang der Wertschöpfungskette unterminieren.

Abbildung 2

CO₂-Preissignale unterschiedlicher Carbon-Leakage-Schutzmechanismen¹

Für Stahl, Zement und Aluminium



¹ Basierend auf einer Analyse des Projekts „Carbon Control Post 2020 in Energy Intensive Industries“.

Quelle: Darstellung der Autoren.

© DIW Berlin 2015

Eine freie Zuteilung von Emissionsberechtigungen dämpft in den untersuchten Sektoren das CO₂-Preissignal.

In einer hypothetischen Welt, in der es einen Weltmarktpreis für CO₂ gibt und in der keine Carbon-Leakage-Problematik besteht, könnten alle Zertifikate versteigert werden. Die Produzenten würden dann mit den vollständigen CO₂-Kosten konfrontiert und würden diese an die Konsumenten weitergeben. Aber in einer Welt, in denen die CO₂-Preise regional unterschiedlich sind und in der Zertifikate als Carbon-Leakage-Schutzmaßnahme umsonst zugeteilt werden, werden die Produzenten den CO₂-Preis nicht voll in die Produktpreise einfließen lassen, da sie Marktanteile gegen die internationale Konkurrenz verteidigen wollen. Damit ist klar: Wenn der Carbon-Leakage-Schutz alleine auf der kostenlosen Zuteilung von Zertifikaten basiert, dann wird das CO₂-Preissignal schwächer.

Inwieweit Maßnahmen zum Schutz vor Carbon-Leakage so gestaltet werden können, dass der CO₂-Preis die ihm zugeordnete Rolle effektiv ausfüllen kann, hängt davon ab, in welchem Maß das Preissignal sowohl auf Produzenten als auch auf Konsumenten seine volle Wirkung entfaltet (Abbildung 2). Der CO₂-Preis schafft für die Produzenten einen Anreiz, die Effizienz zu erhöhen sowie auf andere Brennstoffe und alternative, CO₂-ärmere Produktionsprozesse umzustellen. Für Konsumenten gibt der CO₂-Preis Anreize für einen maßgeschneiderten und effizienteren Materialeinsatz und er kreiert Marktchancen für innovative, weniger CO₂-intensive

⁴ Sato, M., Neuhoﬀ, K., Graichen, V., Schumacher, K., Matthes, F.C. (2014): Sectors under Scrutiny – Evaluation of Indicators to Assess the Risk of Carbon Leakage in the UK and Germany. Environmental and Resource Economics 60, 99–124.

Materialien. Oft werden es nicht die Endverbraucher sein, welche diese Entscheidungen treffen, sondern die Zwischenverbraucher, die zum Beispiel Materialien zur Herstellung von Bauteilen oder Fahrzeugen benötigen.

Eine kostenlose Zuteilung von Zertifikaten als Schutz vor Carbon Leakage begrenzt die Anreize für Innovationen und Modernisierung

Im europäischen Emissionshandel erfolgte bis ins Jahr 2012 die kostenlose Zuteilung von Zertifikaten an Emittenten aus der Industrie meist auf Grundlage der historischen Emissionen. Dabei entstand bei den Marktteilnehmern die Erwartung, dass aktuelle Emissionen als Bezugswert für künftige Zuteilungen genutzt werden könnten. Dies minderte den Anreiz, CO₂-Emissionen einzusparen. Seit 2013 basiert die freie Zuteilung an Materialproduzenten deshalb auf produktspezifischen Benchmarks. Diese spiegeln das durchschnittliche Emissionsverhalten der effizientesten zehn Prozent der Anlagen in der EU wider.⁵ Dieser Benchmark wird mit der historischen Produktion multipliziert, um den Umfang der kostenlosen Zuteilung zu errechnen. Im Fall von Neuanlagen und erheblichen Kapazitätsveränderungen wird die Zuteilung auf Basis der installierten Produktionskapazität berechnet. Somit hat eine Reduktion der Emissionen pro Produktionseinheit keinen direkten Einfluss auf die zukünftige Zuteilung von Zertifikaten. Damit schafft der CO₂-Preis einen Anreiz für Materialproduzenten, die Effizienz zu erhöhen und auf CO₂-ärmere Brennstoffe umzusteigen.

Diese feste Ex-ante-Zuteilung alleine würde jedoch keinen Schutz gegen Produktionsverlagerung bieten.⁶ Dazu muss bei der Zuteilung gleichermaßen eine Rolle spielen, in welchem Maße die Anlage tatsächlich aktiv ist. Die Formulierung von Anforderungen an die Aktivität einzelner Anlagen führt allerdings zu unerwünschten Schwellenwerteffekten. In der zweiten Phase des EU ETS war es zum Beispiel in den meisten Ländern vorgeschrieben, dass die Anlagen einsatzfähig bleiben müssen, um weiterhin kostenlose Zuteilungen zu erhalten. Da die Nachfrage nach Zement in Europa stark zurückgegangen war, wurden den Zementunternehmen somit in großem Rahmen zusätzliche Zertifika-

te zugeteilt. Zwischen 2009 und 2012 belief sich der daraus gezogene Nutzen auf weit über eine Milliarde Euro. Die Gewinne flossen in das Gesamtbudget der jeweiligen Unternehmen und nicht in Projekte zur Erhöhung der Effizienz oder Reduzierung der Emissionen.⁷ Hersteller CO₂-intensiver Materialien sahen wegen der Ineffektivität des Mechanismus⁸ und der vielen Beschwerden über diese Zufallsgewinne (*windfall profits*) die Glaubwürdigkeit des europäischen Emissionshandels geschwächt. Somit wurden die Anreize, die eigentlich geschaffen werden sollten, unterminiert.

Seit 2013 sehen die Zuteilungsvorschriften zum Beispiel vor, dass 50 Prozent des historischen Wertes der Geschäftsaktivität erreicht werden müssen, um im nächsten Jahr die volle kostenlose Zuteilung zu erhalten. Solche Schwellenwerte für die Geschäftsaktivität schufen Anreize, die Produktion über mehrere Anlagen zu verteilen, um weiterhin die volle kostenlose Zuteilung zu erhalten. Dies führte zu ineffizienter Produktion, wodurch im Jahr 2012 etwa 5,2 Millionen Tonnen zusätzliches CO₂ emittiert wurden.⁸ Somit wird mit der auf Benchmarks basierenden Zuteilung von Zertifikaten auf Grund historischer Produktionsmengen oder -kapazitäten das CO₂-Preissignal für Produzenten nicht komplett wirksam.

Noch kritischer ist die Frage, in welchem Umfang die CO₂-Kosten in die Materialpreise einfließen, wenn der Carbon-Leakage-Schutz mit kostenloser Ex-ante-Zuteilung von Zertifikaten erfolgt. Bei der Produktion eines homogenen Materials, das weltweit gehandelt wird und bei dem geringe Transportkosten anfallen, können die CO₂-Kosten nicht in den Produktpreis einfließen, ohne dass Marktanteile verloren gehen. Dagegen wird bei der Produktion eines Guts, das sich nur schwer international handeln lässt, wie das zum Beispiel bei Strom der Fall ist, der kaum über die Grenzen Europas hinaus gehandelt wird, der Produktpreis die vollen CO₂-Kosten enthalten. In der Praxis bewegen sich die meisten Produkte zwischen diesen beiden Extremfällen. Die Produzenten werden versuchen, einen Kompromiss zwischen einem höheren Produktpreis und dem Schutz des eigenen Marktanteils zu finden und daher den CO₂-Preis teilweise an die Verbraucher weitergeben. Werden CO₂-Preise in hohem Umfang an die Verbraucher weitergegeben, könnte es auch passieren, dass dies zu Zusatzgewinnen führt, was wiederum für große öffentliche Aufmerksamkeit sorgen und die Zuteilung kostenloser Zertifikate beenden könnte. So geschah es in der ersten Phase des Emissionshandels im Stromsektor.

⁵ Europäische Kommission (2011): Beschluss der Kommission zur Festlegung EU-weiter Übergangsvorschriften zur Harmonisierung der kostenlosen Zuteilung von Emissionszertifikaten. K (2011) 2772, 27. April 2011.

⁶ Bedenken über Carbon Leakage in Hinblick auf die Verlagerung von Investitionen kann man mit kostenlosen Ex-ante-Zuteilungen begegnen, bei denen spezielle Zuteilungsregeln für Neuanlagen, erhebliche Kapazitätsveränderungen und teilweise oder vollständige Betriebseinstellungen gelten. Vgl. Neuhoﬀ, K., Matthes, F.C. (2008): The role of auctions for emissions trading. Climate Strategies Report.

⁷ Neuhoﬀ, K., Vanderborght, B. et al. (2014), a. a. O.

⁸ Branger, F., Ponssard, J. P. et al. (2014): EU ETS Free allocations and activity level thresholds in the cement sector: the devil lies in the detail. London School of Economics Working Paper.

Somit mag es, solange es kostenlose Ex-ante-Zuteilung gibt, auch strategische Gründe dafür geben, dass Unternehmen den CO₂-Preis nicht vollständig an die Verbraucher weitergeben können oder wollen.

Die Sorge, dass mit der kostenlosen Ex-ante-Zuteilung die Anreize für Zwischen- und Endverbraucher verloren gehen, Klimaschutzchancen wahrzunehmen, war eine der politischen Motivationen für die Reduktion des Niveaus der kostenlosen Zuteilung im EU ETS. Dazu verringert nun ein sektorübergreifender Korrekturfaktor die Zuteilung für alle Branchen. Die Zuteilung beträgt beispielsweise bei Branchen, die auf der Carbon-Leakage-Liste stehen, 91 Prozent des Benchmarks im Jahr 2015. Sie sinkt auf etwa 82 Prozent im Jahr 2020.⁹ Man diskutiert im Moment, dass im Zeitraum nach 2020 die Höhe der Zuteilungen für unterschiedliche Branchen auf der Carbon-Leakage-Liste differenziert werden könnte.

Dass nur ein Teil des CO₂-Preises weitergegeben wird, stellt auch eine Herausforderung für innovative Produktionsprozesse dar, wenn diese zusätzliche Kosten beinhalten. Als Beispiel seien CO₂-Abtrennung und -Speicherung (CCS) oder CO₂-Abscheidung und -Verwendung (CCU) genannt. Damit solche Verfahren eingeführt werden können, ist vor allem ein CO₂-Preisanzreiz erforderlich, so dass die Produzenten bereit sind, entsprechend zu investieren. Aber der CO₂-Preis muss auch an Endkunden weitergegeben werden können, damit die Unternehmen für diese Investitionen realistische Geschäftsmodelle entwickeln können. Wenn das nicht der Fall ist, werden Investitionen in diese Technologien davon abhängen, nicht verwendete kostenlos zugewiesene Zertifikate an Produzenten in anderen Branchen zu verkaufen. Damit werden de facto Branchen, in denen der CO₂-Preis weiterhin nicht an den Verbraucher weitergereicht werden kann, von Branchen unterstützt, in denen dies möglich ist. Dies dürfte von den Marktteilnehmern nicht unbedingt als ein langfristig stabiler regulatorischer Rahmen angesehen werden. Ohne klare langfristige Perspektive der Zuordnung von Zusatzkosten von Produktionsprozessen wie CCS oder CCU reduziert sich der Anreiz für privatwirtschaftliche Beteiligungen bei der Entwicklung entsprechender innovativer Technologien.

Die dynamische Zuteilung verringert die Anreize für Zwischen- und Endverbraucher

Um die oben genannten Folgen der kostenlosen Ex-ante-Zuteilung zu vermeiden, wurde vorgeschlagen, bei der auf Benchmarks basierenden Zuteilung anstatt der historischen Produktion die Produktion des aktuellen Jahres oder des Vorjahres als Grundlage heranzuziehen. Man nennt dies eine dynamische oder output-basierte Zuteilung. Sie kann auf viele verschiedene Arten ausgestaltet und umgesetzt werden. Allen diesen Varianten ist gemeinsam, dass die Zuteilung sich stärker nach dem tatsächlichen Zertifikatsbedarf richtet, womit eine als ungerecht empfundene übermäßige Zuteilung von Zertifikaten vermieden wird. Die dynamische Zuteilung stellt außerdem sicher, dass in den meisten Fällen weniger kostenlose Zertifikate zugeteilt werden, als die Anlage an Emissionen verursacht. Das bedeutet, dass der Emittent für seine marginalen Emissionen reale Kosten und nicht nur die Opportunitätskosten tragen muss. Dadurch steigt der Anreiz für Produzenten CO₂-intensiver Materialien, Klimaschutzmaßnahmen zu ergreifen.¹⁰

Die dynamische kostenlose Zuteilung sorgt allerdings dafür, dass der CO₂-Preis in noch geringerem Maße weitergegeben wird als bei kostenloser Ex-ante-Zuteilung. Die Produzenten tragen nur die Kosten für die Emissionen, die über dem Benchmark liegen. Dies liegt daran, dass den Produzenten für jede zusätzliche Tonne produzierten Materials weitere Zertifikate entsprechend dem Benchmark zugeteilt werden. Somit müssen nur Zertifikate für die Emissionen erworben werden, die über dem Benchmark liegen, und nur die Kosten für den Erwerb von Zertifikaten, die über dem Benchmark liegen, werden über die Materialkosten weitergegeben, zumindest soweit der internationale Wettbewerb dies zulässt.

Weil die dynamische Zuteilung die Weitergabe des CO₂-Preises weiter verringert, reduziert sie auch die Anreize für die Zwischen- und Endverbraucher, auf Basis des CO₂-Preissignals Klimaschutzmaßnahmen zu ergreifen. Das gleiche gilt für langfristige Geschäftsmodelle bei innovativen Prozesstechnologien wie CCS, bei denen eine Zuordnung von Mehrkosten notwendig ist. Die dynamische Zuteilung schafft somit nur Anreize für eine CO₂-effizientere Produktion, und nicht

⁹ Dieser sektorübergreifende Korrekturfaktor wird so bestimmt, dass die gesamte Zuteilung an industrielle Emittenten nicht höher ist als der vorher definierte Anteil der Industrie an der gesamten Emissionsobergrenze des EU ETS. Siehe Europäische Kommission (2013): Entscheidung der Kommission vom 5. September 2013 bezüglich der nationalen Umsetzungsmaßnahmen für die vorübergehende kostenlose Zuteilung von Emissionszertifikaten für Treibhausgase in Einklang mit Artikel 11(3) der Richtlinie 2003/87/EC des Europäischen Parlaments und des Rates.

¹⁰ Einnahmen aus dem Verkauf überschüssiger Zertifikate werden üblicherweise dem Gesamtbudget eines Unternehmens zugeordnet. Deshalb werden von einzelnen Unternehmenseinheiten, die über Effizienzmaßnahmen entscheiden, die Opportunitätskosten der Nutzung von Zertifikaten nicht berücksichtigt, die mit der Umsetzung von Effizienzmaßnahmen verkauft werden könnten. Eine Unternehmenseinheit berücksichtigt die vollen Vorteile einer Maßnahme dann, wenn Zertifikate erworben und somit von der Unternehmenseinheit tatsächlich bezahlt werden müssen.

für die weiteren Möglichkeiten der Emissionsreduktion bei CO₂-intensiven Materialien wie Stahl und Zement.¹¹

Grenzausgleichsmaßnahmen sind politisch umstritten

Man könnte eine volle Versteigerung der Emissionszertifikate mit Grenzausgleichsmaßnahmen bei CO₂-intensiven Materialien kombinieren. Dadurch könnten die Anreize für Produzenten und Konsumenten wiederhergestellt werden, die bei einem Carbon-Leakage-Schutz durch kostenlose Zuteilung aufgrund historischer oder gegenwärtiger Produktionsniveaus verloren gehen. Beim Grenzausgleich wird bei Importen emissionsintensiver Materialien ein CO₂-Preissignal ergänzt, und bei Exporten werden die durch die CO₂-Bepreisung entstehenden Mehrkosten erstattet. Das CO₂-Preissignal bleibt dabei vollständig erhalten, und es können innovative neue Produktionsprozesse, Produkte und Dienstleistungen entstehen beziehungsweise CO₂-freundlichere Alternativen eingesetzt werden.¹²

Ein ähnlicher Ansatz wird bei der Mehrwertsteuer bereits seit vielen Jahren angewendet und könnte grundsätzlich auch im EU ETS verwirklicht werden. Auch bei anderen regionalen Emissionshandelssystemen wird darüber diskutiert, einen Grenzausgleich einzuführen. Dies wird teilweise auch schon umgesetzt, wie zum Beispiel in Kalifornien, wo das Risiko der Verlagerung in andere Bundesstaaten hoch ist. Das kalifornische System sieht Grenzausgleiche für Stromimporte vor, und man überlegt, ähnliche Maßnahmen auch auf Zement anzuwenden.¹³

Ein Grenzausgleich müsste sorgfältig implementiert werden, damit er nicht gegen die Regeln der Welthandelsorganisation (WTO) verstößt.¹⁴ Das bedeutet insbesondere, dass gleichartige Produkte ausländischer und inländischer Produzenten nicht ohne Grund unterschiedlich behandelt werden dürfen. Diese Anforderung ist erfüllt, wenn die beim Import erhobenen Abgaben beziehungsweise beim Export ausbezahlten Vergütungen nicht höher sind als die CO₂-Kosten, die bei der Produktion mit der besten verfügbaren Technologie entstehen.¹⁵ Aus Sicht der WTO kann ein Grenzausgleich nur

insoweit stattfinden, wie nationale Anlagebetreiber für ihre Zertifikate tatsächlich bezahlen müssen, zum Beispiel durch Versteigerungen.

Die wirklichen Herausforderungen beim Grenzausgleich sind somit politischer Natur. Entwicklungsländer haben lange und leidige Erfahrungen mit den negativen Auswirkungen von Zöllen entwickelter Länder gemacht, zum Beispiel bei landwirtschaftlichen Produkten. Vorschläge, mit Grenzausgleichen oder Zöllen die Teilnahme einzelner Länder am Klimaschutz zu erzwingen, haben die Situation nicht eben erleichtert.¹⁶ Um solche Auswüchse zu verhindern, ist der Grenzausgleich deshalb eindeutig in den allgemeinen Regeln der WTO zu verankern. Zusätzlich kann eine internationale Kooperation Umfang und Höhe des Grenzausgleiches beschränken und für Vertrauen und gegenseitiges Verständnis für die Ziele und die Beschränkungen des Grenzausgleichs sorgen.

Statt zwischen Ländern Handelsschranken aufzubauen, sollte beim Grenzausgleich idealerweise der Schwerpunkt darauf liegen, die Unterschiede im CO₂-Preis zu korrigieren, ganz ähnlich wie beim Mehrwertsteuerausgleich an den Grenzen zwischen vielen europäischen Ländern. Dann könnte ein Grenzausgleich den Ländern gestatten, ein System der CO₂-Preisgestaltung einzuführen, in dem sie mit höheren CO₂-Preisen versuchen, die Emissionen zu senken. Dies wäre letzten Endes für alle Länder von Vorteil.

Einbeziehung des Konsums in Kombination mit dynamischer Zuteilung führt zu einem effektiven CO₂-Preis entlang der Wertschöpfungskette

Die dynamische Zuteilung gibt ohne ergänzende Maßnahmen nur den Produzenten emissionsintensiver Materialien ein CO₂-Preissignal, nicht aber den Verbrauchern. Es wäre wünschenswert, ein solches Preissignal auch für die Zwischen- und Endverbraucher wiederherzustellen. Dieses Ziel kann durch eine Verbrauchsabgabe erreicht werden.

Verbrauchsabgaben werden bereits auf Produkte wie Alkohol, Tabak oder Kraftstoffe erhoben. Bei den Verbrauchsabgaben ist der Produktionsprozess oder der Herstellungsort des betroffenen Produktes unerheblich.

¹¹ Siehe Neuhoﬀ, K., Ancygier, A. et al. (2015), a. a. O.

¹² Für Simulationsergebnisse für den Fall von Zement siehe Demailly, D., Quirion, P. (2006): Leakage from climate policies and border tax adjustment: Lessons from a geographic model of the cement industry. CIREN Working Paper, HAL 0009337.

¹³ Munnings, C., Acworth, W., et al. (2015): Pricing Emissions from Carbon Consumption. Unveröffentlichtes Manuskript.

¹⁴ Siehe Zhang, Z. X. (1998): Greenhouse Gas Emissions Trading and the World Trading System. *Journal of World Trade* 32 (5), 219–239.

¹⁵ Für eine Beschreibung der Einführung bei der besten verfügbaren Technologie und eine Diskussion der WTO-Kompatibilität siehe Ismer, R., Neuhoﬀ, K. (2007): Border Tax Adjustments: A feasible way to support stringent emissions trading. *European Journal of Law and Economics* (24), 137–164.

¹⁶ Einige Vorschläge zielen auf durchschnittliche CO₂-Intensitäten oder auf eine Unterscheidung der vom jeweiligen Handelspartner implementierten Klimapolitik ab. Dies würde allerdings einige ausländische Produzenten diskriminieren. Falls sich die CO₂-Preise regional weiterhin unterscheiden, dürfte sich das Verlagerungsrisiko nicht unbedingt entlang bestehender internationaler Umweltabkommen manifestieren, sondern den CO₂-Preisdifferenzen folgen.

Kasten

Die Einbeziehung des Konsums in den Emissionshandel ist kein Ersatz für die Erfassung eines vorgelagerten Sektors

Wenn die Materialproduktion, anstatt vom europäischen Emissionshandel erfasst zu werden, mit einer Verbrauchsabgabe reguliert würde, dann würde dies ausschließlich für zwischen- und Endverbraucher Anreiz schaffen, CO₂-intensive Materialien effizienter und passgenauer zu verwenden sowie höherwertig verarbeitete und CO₂-ärmere Materialien nachzufragen. Es gäbe jedoch keinen Anreiz, die Produktionseffizienz zu erhöhen, auf CO₂-ärmere Brennstoffe umzusteigen oder innovative Prozesstechnologien zu entwickeln. Eine Verbrauchsabgabe ist deshalb kein Ersatz dafür, dass die Materialproduktion vom EU ETS erfasst wird.

Verbrauchsabgaben könnten theoretisch auch Emissionsminderungsanreize für Produktionsprozesse schaffen. Als Grundlage der Abgabe müssten die im Produkt enthaltenen Emissionen, die durch die Produktion dieses spezifischen Materials entstehen, entlang der gesamten Wertschöpfungskette nachverfolgt werden (anstatt Emissionen mit einem einheitlichen Produktbenchmark näherungsweise zu bestimmen). Dies würde jedoch den Verwaltungsaufwand, sowohl beim Binnenhandel als auch bei Importen, stark erhöhen. Es wäre außerdem schwer zu überwachen und wäre, da spezifisch für den Produktionsprozess, eine nach WTO-Definition handelsrelevante Maßnahme, anders als eine Verbrauchsabgabe.

Außerdem gelten Verbrauchsabgaben nicht als handelsrelevante Maßnahmen im WTO-Sinn.

Verbrauchsabgaben basieren auf der Erfassung der Produktion des Materials. Der Verkauf CO₂-intensiver Materialien wird entlang der gesamten Wertschöpfungskette weiterverfolgt. Dann wird auf das Endprodukt eine Abgabe erhoben. Dazu wird das Gewicht der CO₂-intensiven Materialien in einem Produkt multipliziert mit dem produktspezifischen Benchmark für Emissionen bei der Produktion des Materials und mit dem CO₂-Preis im EU ETS. Dabei könnte beispielsweise der Durchschnittspreis des letzten Quartals herangezogen werden. Die Erlöse gehen in einen nationalen Treuhandfonds für Klimaschutzmaßnahmen. Unter Verbrauch ist hier nicht nur die Nachfrage der Haushalte zu verstehen, sondern auch den Einsatz des Materials zum Beispiel in der Fahrzeugproduktion oder im Baugewerbe.

Wird ein Produkt aus der Region exportiert, für die dieses System der CO₂-Bepreisung gilt, unterliegt es nicht mehr der Verbrauchsabgabe. Bei importierten CO₂-intensiven Materialien oder Produkten der Kategorien des Internationalen Warenverzeichnisses für den Außenhandel (Standard International Trade Classification, SITC), die einen erheblichen Anteil an CO₂-intensiven Materialien enthalten, unterliegt die importierende Firma der Abgabepflicht, wobei sie die Verbrauchsabgabe an die Verbraucher weiter geben kann.

Verbrauchsabgaben würden auf ausgewählte CO₂-intensive Materialien erhoben. Materialien, die miteinander in engem Wettbewerb stehen und bei denen der Preis aufgrund der Verbrauchsabgabe stark stei-

gen würde (zum Beispiel Zementklinker, Stahl und Aluminium) müssten auf gleiche Weise von der Abgabe erfasst werden, um Verzerrungen bei der Nachfrage zu verhindern. Die Abgabe könnte sowohl die CO₂-Kosten berücksichtigen, die durch direkte Emissionen entstehen, als auch die CO₂-Kosten, die bei der Erzeugung von Strom entstehen, der für die Produktion benötigt wird (indirekte Emissionen).¹⁷

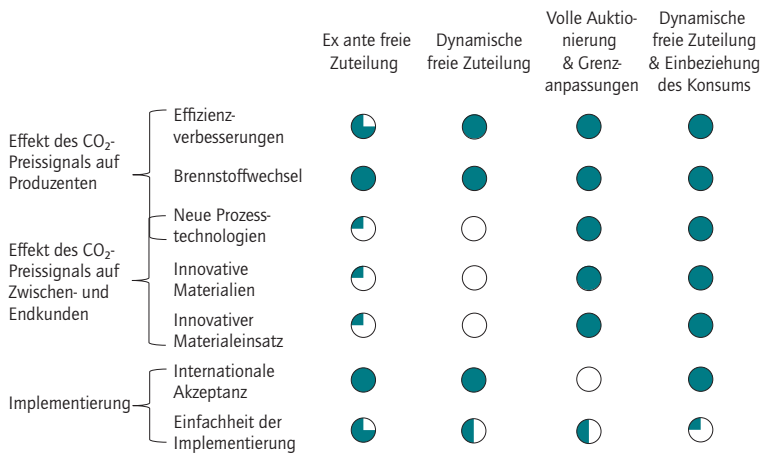
Die Kosten für die Verwaltung und die Überwachung wären wohl höher als bei anderen Ansätzen. Sie könnten jedoch dadurch begrenzt werden, dass man lange etablierte Protokolle für die Dokumentation von Fertigungsstufen und Handel anwendet. Die Berichtspflicht wäre in vielen Fällen wahrscheinlich nur geringfügig höher als die ohnehin bereits bestehenden Berichtspflichten. Da eine solche Verbrauchssteuer nicht auf Basis der tatsächlichen Emissionen der Herstellung eines spezifischen Produkts berechnet wird, sondern auf Basis eines Benchmarks, könnte der Konsum einbezogen werden, ohne dass tatsächliche Emissionen entlang der Wertschöpfungskette rückverfolgt und zugeordnet werden müssen.

Die Einbeziehung des Konsums könnte als Teil der EU-ETS-Richtlinie umgesetzt werden und in der gan-

¹⁷ Mit indirekten Emissionen sind Emissionen aus der Erzeugung elektrischer Energie, die im Produktionsprozess verbraucht wird, gemeint. Die Leitlinien der EU für Beihilfen bei Energiepreiskompensationen stellen Benchmarks für Elektrizität auf, mit denen die Mitgliedsstaaten die Produzenten für Energiepreisanstiege entschädigen können, die im Zusammenhang mit dem EU ETS stehen. Eine Verbrauchsabgabe könnte das CO₂-Preissignal wieder herstellen, das durch Entschädigungszahlungen wie Maßnahmen zum Schutz vor Carbon Leakage gedämpft wird.

Abbildung 3

Bewertung von Carbon-Leakage-Schutzmechanismen für CO₂-intensive Materialien



Quelle: Darstellung der Autoren.

© DIW Berlin 2015

Anreize entlang der gesamten Wertschöpfungskette gibt es nur bei einer Kombination von voller Auktio- nierung und Grenzanpassungen oder einer Kombination von dynamischer Zu- teilung und Einbeziehung des Konsums.

zen Europäischen Union im Sinne einer Umweltschutz- vorschrift einheitlich Geltung erlangen. Die Einbezie- hung des Konsums kann als Umweltschutzbestimmung betrachtet werden. Sie erfüllt die entsprechenden defini- torischen Kriterien, darunter die, dass Anreize zur Er- reichung umweltpolitischer Ziele gegeben werden. Um die Verwaltung zu entlasten und die Transaktionskosten zu reduzieren, würde die Einbeziehung des Konsums in Form einer Abgabe umgesetzt und nicht als Pflicht, Emissionszertifikate nachzuweisen. Die Einführung ei- ner Umweltvorschrift auf europäischer Ebene wäre für viele Mitgliedsstaaten, die eine europäische Steuer nicht akzeptieren würden, viel eher hinnehmbar.

Die Einbeziehung des Konsums entspricht den Regeln der WTO, so lange sie ohne diskriminierende Bestand- teile eingeführt wird. Wie andere Verbrauchsabgaben würde diese Abgabe unabhängig vom Herkunftsland fällig, so dass jeglichen Bedenken hinsichtlich einer Diskriminierung der Boden entzogen wird. In einem aktuellen Projektes des Netzwerkes Climate Strategies¹⁸ werden Erfahrungen, die andere Länder mit ähnlichen Ansätzen gemacht haben, gesammelt. Andere Regio- nen, die mit ähnlichen Mechanismen Versuche ma-

chen, sind potentielle Kooperationspartner und könn- ten zum Beispiel Daten liefern, um die Qualität der Benchmarks zu verbessern. Bessere Benchmarks wür- den auch die Qualität der kostenlosen Zuteilung allge- mein verbessern.

Sowohl die dynamische Zuteilung als auch die Ver- brauchsabgabe brächten Nachteile mit sich, wenn sie allein angewendet würden (Kasten). Wenn jedoch dy- namische Zuteilung und Verbrauchsabgabe gemein- sam umgesetzt werden, entfallen diese Nachteile und ein effektives CO₂-Preissignal entsteht sowohl für die Produzenten als auch für Verbraucher CO₂-intensiver Materialien. Es entstehen entlang der gesamten Wert- schöpfungskette Anreize für Innovation und Moderni- sierung. Dies könnte auch glaubwürdige Geschäftsmo- delle für innovative Technologien wie CCS ermöglichen, denn es schafft einen Mechanismus für die Zuteilung der entsprechenden Mehrkosten.

Die Einbeziehung des Konsums könnte einen langfris- tig stabilen Rahmen für Investitionen schaffen, da keine starken Interessenskonflikte mit oder zwischen wichti- gen Akteuren auftreten. Es besteht keine Gefahr einer doppelten Belastung von Konsumenten, denn bei dyna- mischer Zuteilung werden die Kosten der entsprechen- den Zertifikate nicht eingepreist und können somit als Verbrauchsabgabe erhoben werden. Investitionsrahmen- bedingungen für Hersteller CO₂-intensiver Materialien vereinfachen und verstetigen sich. Risiken von Carbon Leakage werden vermieden und zugleich kann ein ein- heitlicher CO₂-Preis für alle Stufen der Wertschöpfung angesetzt werden. Auch aus Umweltperspektive ist der Ansatz attraktiv, denn der volle CO₂-Preis wirkt entlang der Wertschöpfungskette. Aus Perspektive des Staats- haushaltes können mit den Erlösen der Konsumabga- be Energieeffizienz und andere Klimaschutzmaßnah- men finanziert werden. Somit könnte eine vergleichba- re Wirkung erreicht werden wie bei der Versteigerung von Emissionszertifikaten.

Abbildung 3 bewertet zusammenfassend die vier Op- tionen zur Gestaltung von Carbon-Leakage-Schutz- maßnahmen. Dabei werden die Anreizwirkungen auf Produzenten und Konsumenten sowie der adminis- trative und politische Aufwand der einzelnen Optionen qualitativ dargestellt.

Es können Pfadabhängigkeiten auftreten

Ein weiterer Aspekt, der bei der Gestaltung von Maß- nahmen für den Carbon-Leakage-Schutz berücksich- tigt werden sollte, ist die Pfadabhängigkeit. Wenn Zer- tifikate kostenlos verteilt werden, dann profitieren die Produzenten CO₂-intensiver Materialien von einer fort- gesetzten kostenlosen Zuteilung. Das könnte dazu füh-

¹⁸ Ismer, R., Haussner, M. (2015): Inclusion of Consumption into the EU ETS – Legal Basis under European Law. Unveröffentlichtes Manuskript.

ren, dass Produzenten sich auch dann noch für eine fortgesetzte kostenlose Zuteilung einsetzen, wenn international einheitliche CO₂-Preise erreicht sind. Wenn sie dabei auch nur in einer Region Erfolg haben, könnte das Carbon-Leakage-Argument dazu führen, dass die freie Zuteilung in allen Regionen weitergeführt wird. In ähnlicher Weise ist dies bereits seit Jahrzehnten bei der anhaltenden weltweiten Subventionierung von fossilen Brennstoffen der Fall.

Wenn die Einbeziehung des Konsums mit einer kostenlosen dynamischen Zuteilung kombiniert wird, wären alle Marktteilnehmer mit dem vollen CO₂-Preis der jeweiligen Region konfrontiert. Sobald die CO₂-Preise sich international angenähert haben, gibt es in diesem Fall keine weiteren Anreize mehr, Lobbying dafür zu betreiben, dass die kostenlose Zuteilung weitergeführt wird.

Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Die dem europäischen Emissionshandelssystem zugrunde liegenden Klimaschutzziele schaffen grundsätzlich eine langfristige Perspektive für strategische Investitionen für den Übergang in eine klimafreundliche Zukunft. Erforderlich ist jedoch auch Klarheit über Carbon-Leakage-Schutzmaßnahmen, die noch auf längere Sicht benötigt werden könnten. Die Emissionshandels-Richtlinie sieht bereits vor, unterschiedliche Mechanismen zum Carbon-Leakage-Schutz für unterschiedliche Sektoren anzuwenden.

Die vorliegende Analyse konzentriert sich auf die Diskussion denkbarer spezifischer Optionen für CO₂-intensive Materialien. Die Ergebnisse sind nicht notwendigerweise auf andere Branchen übertragbar, in denen die Produktion eine geringere CO₂-Intensität aufweist, in denen Entscheidungen von Zwischen- und Endkunden eine geringere Rolle spielen und in denen Benchmarks nicht auf klar definierte Messgrößen wie das Materialgewicht bezogen werden können.

Der geringste Verwaltungsaufwand aller betrachteten Optionen zum Carbon-Leakage-Schutz entsteht, wenn man die kostenlose Ex-ante-Zuteilung von Emissionszertifikaten auf Grundlage des historischen Produktionsniveaus fortführt, ergänzt durch spezielle Vorschriften für Neuanlagen, Betriebseinstellungen und wesentliche Kapazitätsveränderungen. Jedoch können die politischen Herausforderungen dabei groß sein. Ein Beispiel hierfür sind die in der Vergangenheit ausdauernd geführten Debatten über die Höhe der Benchmarks und der kostenlosen Zuteilung, die jegliche konstruktive Diskussion über Innovation und Modernisierung in den beteiligten Branchen überdeckte. Als größerer Nachteil erweist sich, dass bei der kostenlosen Zuteilung von Zertifikaten als Carbon-Leakage-Schutz das

CO₂-Preissignal für Zwischen- und Endkunden CO₂-intensiver Materialien unterdrückt wird. Dadurch entfällt die Anreizwirkung des EU ETS auf einen großen Teil der Emissionsminderungspotentiale.

Der Übergang von kostenloser Zuteilung von Emissionsberechtigungen auf Grundlage historischer Produktionsniveaus hin zu einer dynamischen Allokation entsprechend des aktuellen Produktionsniveaus könnte Anreize für Prozesseffizienz geringfügig verbessern, weil Verzerrungen durch diskrete Aktivitätsschwellenwerte vermieden werden. Allerdings wird zugleich die Weitergabe des CO₂-Preissignals an Zwischen- und Endverbraucher noch weiter abgeschwächt.

Die Einführung von Grenzausgleichsmaßnahmen für ausgewählte CO₂-intensive Materialien würde eine volle Versteigerung der Emissionszertifikate ermöglichen und somit entlang der gesamten Wertschöpfungskette für einen effektiven CO₂-Preis sorgen. Der Verwaltungsaufwand wäre allerdings hoch, denn nicht nur primäre CO₂-intensive Materialien, sondern auch Produkte, die zu einem erheblichen Teil aus diesen Materialien bestehen, müssten erfasst werden. Die Einführung eines Grenzausgleichs ist zudem politisch umstritten und wäre nur in enger internationaler Abstimmung möglich.

Würde man hypothetisch die Produktion CO₂-intensiver Materialien aus dem europäischen Emissionshandel herausnehmen und nur den Materialverbrauch mit einer Abgabe auf Grundlage eines Benchmarks belasten, würden die Anreize für Effizienzverbesserungen, Brennstoffwechsel und den Einsatz innovativer Prozesstechnologien in der Materialproduktion entfallen. Eine Verbrauchsabgabe alleine ist somit nicht sinnvoll, sondern kann nur ein Element einer Strategie zum Schutz vor Carbon Leakage sein.

Eine Einbeziehung des Konsums ausgewählter CO₂-intensiver Materialien in den Emissionshandel in Kombination mit einer dynamischen Zuteilung von Zertifikaten erzeugt ein CO₂-Preissignal sowohl für Produzenten als auch für Zwischen- und Endkunden, und damit langfristig klare Anreize für alle Optionen der Innovation und Modernisierung, die zu Emissionsminderungen führen. Die Einbeziehung des Konsums könnte auch Erlöse für nationale Treuhandfonds generieren, die für Klimaschutzmaßnahmen verfügbar wären, zum Beispiel auch für Investitionen in innovative Materialien und Prozesse. Die Details einer Einführung werden in vielen Regionen, in denen es Mechanismen zur CO₂-Bepreisung gibt, derzeit untersucht. Dies bietet Chancen zur engeren Zusammenarbeit, zum Beispiel können Daten ausgetauscht oder Erfahrungen beim Aufstellen der Benchmarks weitergegeben werden.

Die Gestaltung von Mechanismen zum Carbon-Leakage-Schutz für CO₂-intensive Materialien hat große Auswirkungen auf die Anreize für Modernisierung und Innovationen hin zu einer klimafreundlichen Herstellung und Nutzung von Materialien. Bei einer ausschließlich kostenlosen Zuteilung von Emissionsberechtigungen ohne ergänzende Maßnahmen werden viele der Anreize

unterdrückt. Deswegen sollten bei der strukturellen Reform des europäischen Emissionshandelssystems für die Periode nach 2020 weitere Mechanismen berücksichtigt werden, um stabile Rahmenbedingungen für umfassende Investitionen hin zu einer klimafreundlicheren Herstellung und Nutzung CO₂-intensiver Materialien zu ermöglichen.

Karsten Neuhoff ist Leiter der Abteilung Klimapolitik am DIW Berlin | kneuhoff@diw.de

William Acworth ist wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Abteilung Klimapolitik am DIW Berlin | wacworth@diw.de

Roland Ismer ist Inhaber des Lehrstuhls für Steuerrecht und Öffentliches Recht an der Universität Erlangen-Nürnberg (FAU) | roland.ismer@fau.de

Oliver Sartor ist Research Fellow am Institut du développement durable et des relations internationales (IDDRI), Paris | oliver.sartor@iddri.org

Lars Zetterberg ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Schwedischen Umweltforschungsinstitut (IVL) | lars.zetterberg@ivl.se

LEAKAGE PROTECTION FOR CARBON-INTENSIVE MATERIALS POST-2020

Abstract: Climate protection is a global challenge that all countries have a common but differentiated responsibility to address. However, not all governments are willing to commit to targets of equal stringency, and individual countries may put different emphases on carbon pricing in their policy mix. Carbon prices may thus continue to differ over longer time horizons. Therefore, measures to protect production of carbon-intensive materials from carbon leakage might be required not only as short-term transition instruments, but also for longer periods.

Leakage protection measures therefore need to preserve carbon price incentives for emission mitigation across the value chain. If ex-ante or dynamic free allocation of emission allowances is used as a leakage protection measure, only the primary producers face the full carbon price signal for efficiency improvements. Accordingly, shifts to lower

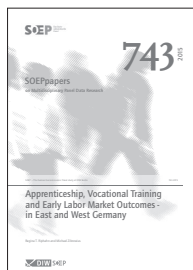
carbon fuels and the carbon price signal for intermediate and final consumers are muted. Thus a large share of mitigation opportunities cannot be realized. Combining dynamic allocation of allowances with a consumption charge (Inclusion of Consumption into the European Union Emissions Trading Systems, EU ETS) or combining full auctioning with border carbon adjustment could reinstate the carbon price signal along the value chain and create incentives for breakthrough technologies, the use of higher-value products with lower weight and carbon intensity, alternative lower-carbon materials and more tailored use of materials. Border carbon adjustment is, however, politically contentious as it has often been discussed as an instrument to discriminate against foreign producers. Hence it is important to further explore design details to implement the combination of dynamic allocation with Inclusion of Consumption in the EU ETS.

JEL: D62, H32, L5

Keywords: EU ETS, Mitigation, Leakage protection, Allocation

SOEP Papers Nr. 743

2015 | Regina T. Riphahn, Michael Zibrowius



Apprenticeship, Vocational Training and Early Labor Market Outcomes – in East and West Germany

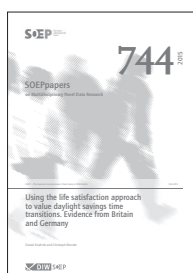
We study the returns to apprenticeship and vocational training for three early labor market outcomes all measured at age 25 for East and West German youths: non-employment (i.e., unemployment or out of the labor force), permanent fulltime employment, and wages. We find strong positive effects of apprenticeship and vocational training. There are no significant differences for different types of vocational training, minor differences between East and West Germany and males and females, and no significant changes in the returns over time. Instrumental variable estimations confirm the regression results. The positive returns hold up even in poor labor market situations.

www.diw.de/publikationen/soeppapers



Discussion Papers Nr. 744

2015 | Daniel Kuehnle, Christoph Wunder



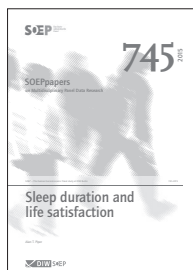
Using the Life Satisfaction Approach to Value Daylight Savings Time Transitions: Evidence from Britain and Germany

Daylight savings time (DST) represents a public good with costs and benefits. We provide the first comprehensive examination of the welfare effects of the spring and autumn transitions for the UK and Germany. Using individual-level data and a regression discontinuity design, we estimate the effect of the transitions on life satisfaction. Our results show that individuals in both the UK and Germany experience deteriorations in life satisfaction in the first week after the spring transition. We find no effect of the autumn transition. We attribute the negative effect of the spring transition to the reduction in the time endowment and the process of adjusting to the disruption in circadian rhythms. The effects are particularly strong for individuals with young children in the household. We conclude that the higher the shadow price of time, the more difficult is adjustment. Presumably, an increase in flexibility to reallocate time could reduce the welfare loss for individuals with binding time constraints.

www.diw.de/publikationen/diskussionspapiere



SOEP Papers Nr. 745
2015 | Alan T. Piper



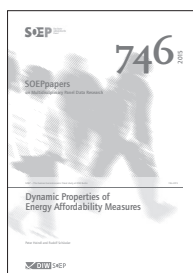
Sleep Duration and Life Satisfaction

Sleep is an important part of life, with an individual spending an estimated 32 years of her life asleep. Despite this importance, little is known about life satisfaction and sleep duration. Using German panel data, it is shown that sleep is an important factor for life satisfaction and that maximal life satisfaction is associated with about eight hours of sleep on a typical weekday. This figure represents, on average, an hour more than people currently sleep suggesting that more sleep would lead to a higher reported satisfaction with life.

www.diw.de/publikationen/soeppapers



Discussion Papers Nr. 746
2015 | Peter Heindl, Rudolf Schüssler



Dynamic Properties of Energy Affordability Measures

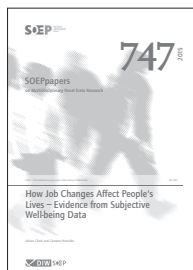
Measures of affordability are applied in practice, e.g., to assess the affordability of energy services, water or housing. They can be interpreted as measures of deprivation in a specific domain of consumption. The large body of literature on affordability measure has little overlap with the existing literature on poverty measurement. A comprehensive assessment of the response of affordability measures as a result of changes in the distribution of income or expenditure is missing. This paper aims to fill this gap by providing a conceptual discussion on the 'dynamics' of energy affordability measures. Several types of measures are examined in a microsimulation framework to assess their dynamic properties. Our results indicate that some measures exhibit

odd dynamic behavior. This includes measures used in practice, such as the low income/high cost measure and the double median of expenditure share indicator. Odd dynamic behavior is attributed to definitions made with respect to higher moments of the expenditure distribution. Definitions that rely on a percentage share of expenditure relative to income or an absolute or relative income poverty line fare well from a dynamic perspective.

www.diw.de/publikationen/diskussionspapiere



SOEP Papers Nr. 747
2015 | Adrian Chadi, Clemens Hetschko



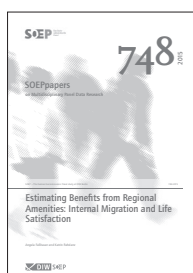
How Job Changes Affect People's Lives: Evidence from Subjective Well-Being Data

For representative German panel data, we document that voluntary job switching is associated with higher levels of life satisfaction, though only for some time, whereas forced job changes do not affect life satisfaction clearly. Using plant closures as an exogenous trigger of switching to a new employer, we find that job mobility turns out to be harmful for satisfaction with family life. By investigating people's lives beyond their workplaces, our study complements research on the well-being impact of labour mobility, suggesting some positive welfare effects of flexible labour markets, but also a previously undocumented potential for negative implications.

www.diw.de/publikationen/soeppapers



Discussion Papers Nr. 748
2015 | Angela Faßhauer, Katrin Rehdanz



Estimating Benefits from Regional Amenities: Internal Migration and Life Satisfaction

This paper is the first to link economic theory with empirical life-satisfaction analyses referring to internal migration. We derive an extension of the Roback (1982) model to account for benefits from regional amenities in the utility function, while controlling for income, housing costs, and migration costs. Using highly disaggregated spatial panel information on people's migration decisions and their life satisfaction for Germany, we provide an empirical investigation of the theoretical model by applying an individual fixed-effects model to rule out selection bias, while accounting for endogeneity of income. We find that short-term benefits from regional

amenities represent about 21 percent of household income. These findings are robust to a number of alternative specifications.

www.diw.de/publikationen/diskussionspapiere





Prof. Dr. Alexander Kritikos ist Forschungsdirektor am DIW Berlin. Der Beitrag gibt die Meinung des Autors wieder.

Die griechische Diaspora kann den Transformationsprozess in Griechenland unterstützen

Seit sechs Monaten tobt nun die Grexit-Debatte. Endlich ist ein drittes Reformpaket in Sicht. Es wird Zeit für einen erfolgreichen Verhandlungsabschluss. Denn in dieser Debatte um den Austritt Griechenlands aus der Euro-Zone ist völlig in Vergessenheit geraten, dass Griechenland eine reale Wirtschaft hat. Und die befindet sich kurz vor dem Kollaps – nicht zuletzt wegen geschlossener Banken, Kapitalverkehrskontrollen und dem drohenden Grexit.

Griechenland ist bekannt für seine agrarischen Produkte, Tourismus und die Einnahmen aus der größten Handelsflotte der Welt. Weitaus weniger bekannt ist, dass Griechenland gesegnet ist mit herausragenden Forschern, einer Vielzahl von ideenreichen Entrepreneuren und sehr gut ausgebildeten Fachkräften. Nur verlassen diese derzeit wieder in Scharen ihr Land. Mit anderen Worten: Statt Produkte und Dienstleistungen exportiert Griechenland sein Potential und seine Ideen – und andere Länder profitieren davon in erheblichem Maße. Ein Beispiel: Drei Prozent der Top-Forscher weltweit sind Griechen. Doch leider forscht nur noch jeder neunte von ihnen in Griechenland.

Schaut man hinter die Grexit-Kulisse Griechenlands und fragt sich, was dem Land fehlt, um attraktiv für diese Menschen zu werden, so sind die Defizite hinlänglich bekannt: ein ineffizienter Staatsapparat, eine überbordende Bürokratie und zahllose, sich widersprechende Vorschriften und Steuergesetzgebungen, die Unternehmer und private Investoren davon abhalten, ihre Ideen in Griechenland zu Produkten zu machen oder ihr Geld dort zu investieren. Es fehlt am institutionellen Umfeld, das vor allem innovative unternehmerische Aktivitäten unterstützt. Vieles davon könnte nun im Rahmen des dritten Reformpakets zu einem Besseren gewendet werden. Allein, es fehlt derzeit vielen der Glaube, dass die Reformvorschläge dieses Mal besser umgesetzt werden.

Insgesamt leben in Griechenland etwa zehn Millionen Griechen und in der Diaspora weitere rund sieben Millionen. Diese Diaspora kann in Zukunft zum zentralen Faktor

werden, wenn die griechische Gesellschaft ihre massiven Probleme lösen, die anstehenden Strukturreformen umsetzen und ihr Potential so nutzen möchte, dass in dem Land in der Zukunft wieder Wohlstand Einzug hält.

Die Griechen in der Diaspora sind nicht nur als Kapitalgeber, Entrepreneure, Forscher, Fach- oder Führungskräfte erfolgreich, sondern erleben und erfahren in anderen Ländern auch, wie Institutionen besser funktionieren – von einer effizienteren öffentlichen Verwaltung bis hin zu einer Steuergesetzgebung, die Unternehmern bei der Gründung und Ausweitung ihres Geschäfts keine großen Steine in den Weg legt. Sie erleben aber auch ganz andere Prozesse.

Ein konkretes Beispiel: In Griechenland ist es ein Tabu, Forschungsergebnisse in Produkte oder Dienstleistungen umzuwandeln. Die Nutzung solcher Transfers wäre jedoch von zentraler Bedeutung, wenn sich das Land zu einer wissensbasierten Ökonomie innerhalb der Euro-Zone wandeln möchte. Nun hat die letzte Regierung im November 2014 ein Gesetz verabschiedet, dass diesen Wissenstransfer zwischen Forschung und Unternehmertum ermöglichen soll. Nur: Kein Mensch in Griechenland weiß von diesem Gesetz und das gelebte Tabu haftet weiterhin in den Köpfen.

Im Gegensatz dazu sind die Griechen in der Diaspora Know-how-Träger für solche Prozesse. Sie erleben und gestalten selbst den Wissenstransfer zwischen Forschern und Unternehmern. Kehren sie nach Griechenland zurück, würden sie dieses Know-how mit ins Land bringen und die Vorteile eines noch schlummernden Gesetzes Realität werden lassen.

Anders gesagt: Die Griechen in der Diaspora verfügen nicht nur über Risikokapital oder unternehmerische Fähigkeiten, sondern auch über das spezifische Wissen zur Transformation Griechenlands in einen modernen Staat. Voraussetzung dafür, dass die griechische Diaspora zum Schlüsselfaktor für einen Umschwung wird, ist aber ein Verbleib des Landes im Euro und eine dauerhafte Beendigung der Grexit-Debatte.