



12 | 2013

66. Jg., 25.–26. KW, 27. Juni 2013

ifo Schnelldienst

Zur Diskussion gestellt

*Hans-Jürgen Nantke, Alfred Endres und Frederik Schaff,
Till Requate, Susanne Dröge*

- Scheitern der Reform des Emissionshandels:
Verliert Europa die Vorreiterrolle in der Klimapolitik?

Kommentar

Stefan Fuchs

- Familienmodelle, Erwerbstätigkeit und Fertilität:
Ziele der »nachhaltigen« Familienpolitik

Forschungsergebnisse

Tilman Rave

- Politikkoordination bei der Energiewende: Das Beispiel
des Emissionshandelssystems und der Förderung
erneuerbarer Energien

Mahammad Mahammadzadeh

- Klimainduzierte Verletzlichkeitsanalyse von
Unternehmen und Branchen

Im Blickpunkt

Jutta Albrecht-Saavedra, Jana Lippelt und Leon Maierhofer

- Kurz zum Klima: Schatzsuche im Ozean

ifo Institut

Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung
an der Universität München e.V.

ifo Schnelldienst ISSN 0018-974 X

Herausgeber: ifo Institut, Poschingerstraße 5, 81679 München, Postfach 86 04 60, 81631 München,
Telefon (089) 92 24-0, Telefax (089) 98 53 69, E-Mail: ifo@ifode.de.

Redaktion: Dr. Marga Jennewein.

Redaktionskomitee: Prof. Dr. Dres. h.c. Hans-Werner Sinn, Dr. Christa Hainz, Annette Marquardt, Dr. Chang Woon Nam.

Vertrieb: ifo Institut.

Erscheinungsweise: zweimal monatlich.

Bezugspreis jährlich:

Institutionen EUR 225,-

Einzelpersonen EUR 96,-

Studenten EUR 48,-

Preis des Einzelheftes: EUR 10,-

jeweils zuzüglich Versandkosten.

Layout: Pro Design.

Satz: ifo Institut.

Druck: Majer & Finckh, Stockdorf.

Nachdruck und sonstige Verbreitung (auch auszugsweise):

nur mit Quellenangabe und gegen Einsendung eines Belegexemplars.

Zur Diskussion gestellt

Scheitern der Reform des Emissionshandels: Verliert Europa die Vorreiterrolle in der Klimapolitik?

3

Im April lehnte das Europäische Parlament den Vorschlag der EU-Kommission ab, vorübergehend CO₂-Emissionszertifikate vom Markt zu nehmen, um so den Preisverfall für Emissionsrechte zu stoppen und Anreize für die Industrie, in klimafreundliche Technologien zu investieren, zu setzen. Steht die Reform des europäischen Emissionshandels endgültig vor dem Scheitern? Nach Ansicht von *Hans-Jürgen Nantke*, Umweltbundesamt, ist der Emissionshandel ein sehr effizientes Klimaschutzinstrument. Wie effizient, hänge allerdings vom politischen Willen für ambitionierte Ziele zur Kohlendioxidminderung ab, und daran hapere es derzeit in der EU. In den bisherigen beiden Handelsperioden seien die emissionshandelspflichtigen Unternehmen zu großzügig mit weitestgehend kostenlosen Emissionsberechtigungen ausgestattet worden, so dass von diesem Preissignal kein spürbarer Anreiz für Investitionen in zusätzliche Klimaschutzmaßnahmen ausgehen konnte. *Alfred Endres* und *Frederik Schaff*, FernUniversität Hagen, sehen es aus umweltökonomischer Sicht als sinnvoll an, den durch Vergabe von Emissionszertifikaten gesteckten Rahmen der Klima belastenden Emissionen zu verengen. Durch das Backloading wäre aber nur eine Verschiebung des Problems zu erwarten. Die Chancen wären besser, wenn man sich entschlossen hätte, die Emissionsrechte unwiderruflich aus dem Markt zu nehmen. Aber dafür fehle den verantwortlichen Politiker(inne)n die Willenskraft. Auch für *Till Requate*, Universität Kiel, bedeutet das Backloading nur einen kurzatmigen ordnungspolitischen Eingriff, der das Problem des reformbedürftigen unkoordinierten Nebeneinanders europäischer, nationaler und regionaler Energiepolitik nicht löst. Dem Klimaziel helfen würde nur eine langfristige Verringerung der Menge an Emissionszertifikaten. Es wäre vernünftig, das EU ETS mit anderen Emissionshandelssystemen zu verknüpfen. *Susanne Dröge*, Stiftung Wissenschaft und Politik, Berlin, sieht die EU in der Reform-Falle und befürchtet, dass der europäische Emissionshandel seine internationale Vorbildfunktion verliert.

Kommentar

Familienmodelle, Erwerbstätigkeit und Fertilität – Ziele der »nachhaltigen« Familienpolitik im Spiegel der Bevölkerungs- und Arbeitsmarktstatistik

16

Stefan Fuchs

In seinem Kommentar diskutiert *Stefan Fuchs*, Institut für Demografie, Allgemeinwohl und Familie (IDAF) e.V., Sankt Augustin, die Programmatik der »nachhaltigen Familienpolitik« und den Paradigmenwechsel zum Leitbild vollzeitiger oder zumindest »vollzeitnaher« Erwerbstätigkeit von Müttern. Insbesondere geht er auf die Frage nach der Korrelation von Frauenerwerbsquoten und Geburtenrate ein.

Forschungsergebnisse

Politikkoordination bei der Energiewende – dargestellt am Beispiel des Emissionshandelssystems und der Förderung erneuerbarer Energien

23

Tilmann Rave

Im Rahmen der Umsetzung der Energiewende steigt der Bedarf an Politikkoordination angesichts des Zusammenwirkens multiplen Marktversagens und der Interaktion umwelt-, energie- und innovationspolitischer Ziele und Instrumente im Policy-Mix. Zugleich erweist sich eine Koordination als zunehmend schwierig, und

es entsteht die Gefahr ökonomischer Ineffizienz. Dieses Spannungsverhältnis wird am Beispiel des Zusammenspiels des Emissionshandelssystems (ETS) einerseits mit der Förderung der Forschung, Entwicklung und Diffusion von erneuerbaren Energien andererseits dargestellt. Bereits die getrennte Betrachtung dieser Bereiche offenbart z.T. erhebliche Effizienzverluste in der Politikimplementation. Politikinteraktionen sorgen für Komplexität. Eine Studie des ifo Instituts untersucht verschiedene Reformansätze zur Verbesserung der Politikkoordination. Beim ETS bieten sich vor allem die Einführung EU-weiter Mindestpreise und eine Weiterentwicklung klimapolitischer Ziele und rechtlicher Vorgaben in längerfristiger Perspektive an. Hilfreich wäre zudem die Ausweitung des Anwendungsbereichs auf alle treibhausgasemittierenden Sektoren. Bei der Förderung erneuerbarer Energien ist anzuraten, das Verhältnis zwischen Diffusionsförderung und FuE-Förderung zugunsten letzterer zu verschieben. Die Förderung des Einsatzes und der Diffusion erneuerbarer Energien kann u.a. über ein revidiertes Marktprämienmodell effizienter bewerkstelligt werden.

Klimawandelinduzierte Verletzlichkeitsanalyse von Unternehmen und Branchen für 2030

Konzeptioneller Bezugsrahmen und empirische Befunde

37

Mahammad Mahammadzadeh

Die deutschen Unternehmen sind bereits heute von Klimafolgen und Extremwetterereignissen betroffen. Unternehmen werden sich aber in Zukunft noch stärker auf die Auswirkungen des Klimawandels einstellen müssen. Sie erwarten, dass direkte und/oder indirekte Betroffenheit durch das Klimawandelphänomen bis 2030 zunehmen werden, und zwar in negativer Weise. Das geht aus einer bundesweiten Unternehmensbefragung durch das Institut der deutschen Wirtschaft Köln (IW) hervor, die *Mahammad Mahammadzadeh*, IW, in diesem Beitrag vorstellt. Ob und inwieweit die negativen Betroffenheit auch zu einer Verletzlichkeit der Betroffenen führt bzw. führen könnte, hängt insbesondere von deren Anpassungskapazität der finanziellen, personellen, technologischen, infrastrukturellen, institutionellen und wissensbasierten Ressourcen und Kompetenzen sowie den bereits implementierten oder geplanten Anpassungsmaßnahmen zur Reduzierung der negativen Betroffenheit durch die Klimafolgen ab. Den Ergebnissen der Umfrage zufolge besteht derzeit bei jedem zweiten deutschen Unternehmen ein Bedarf an Anpassungsmaßnahmen, die sowohl die betriebliche Infrastruktur und Versicherung gegen die Klimafolgen und Extremwetterereignisse als auch Frühwarn- und Informationssysteme sowie Klimaberatungen und Klimarisikomanagement einschließen.

Im Blickpunkt

Kurz zum Klima: Schatzsuche im Ozean – liegt die Zukunft des Bergbaus am Meeresgrund?

45

Jutta Albrecht-Saavedra, Jana Lippelt und Leon Maierhofer

Angesichts stark wachsender Nachfrage nach Rohstoffen, insbesondere vonseiten der aufstrebenden Schwellenländer und entsprechend steigender Rohstoffpreise, richtet sich der Blick zunehmend auf die Tiefsee als enorme noch weitgehend unerschlossene Quelle reichhaltiger Rohstoffvorkommen. Der KZK-Beitrag gibt einen Überblick über die Lagerstätten, die Erkundung und die geplante Erschließung der Tiefseeressourcen und weist auf die Risiken eines Ressourcenabbaus in der Tiefsee hin.

Scheitern der Reform des Emissionshandels: Verliert Europa die Vorreiterrolle in der Klimapolitik?

Im April lehnte das Europäische Parlament den Vorschlag der EU-Kommission ab, vorübergehend CO₂-Emissionszertifikate vom Markt zu nehmen, um so den Preisverfall für Emissionsrechte zu stoppen und Anreize für die Industrie, in klimafreundliche Technologien zu investieren, zu setzen. Steht die Reform des europäischen Emissionshandels endgültig vor dem Scheitern?

Das Europäische Emissionshandelssystem: Ein Blick nach vorn!

Seit der Emissionshandel als das Leitinstrument für den Klimaschutz in der Europäischen Union 2005 eingeführt wurde, haben die EU-Mitgliedstaaten viele Erfahrungen gesammelt, gute wie schlechte. Die Pilotphase hat gezeigt, dass der Emissionshandel und seine Infrastruktur funktionieren: Der administrative Rahmen ist aufgebaut, die teilnehmenden Unternehmen haben sich mit dem System vertraut gemacht und nutzen es.

Obwohl die Emissionen der am Emissionshandel teilnehmenden Anlagen 2012 sogar um 0,6% wieder leicht gestiegen sind, wurde das nationale Cap der zweiten Handelsperiode knapp eingehalten. Die Emissionen sind gegenüber 2008 um insgesamt rund 20 Mill. Tonnen oder 4% gesunken.

Der Emissionshandel leistet also den Beitrag zu den Emissionsminderungszielen, der ihm durch das politisch festgelegte Cap vorgegeben wurde. Doch genau hier liegt die Crux: Grundsätzlich ist der Emissionshandel ein sehr effizientes Klimaschutzinstrument – wie effizient, hängt allerdings vom politischen Willen für ambitionierte Ziele zur Kohlendioxidminderung ab – und daran hapert es derzeit in der EU.

In den bisherigen beiden Handelsperioden wurden die emissionshandelspflichtigen Unternehmen zu großzügig mit weitestgehend kostenlosen Emissionsberechtigungen ausgestattet. In der ersten Handelsperiode war der Überschuss nur auf die laufende Periode beschränkt, weil die Emissionsberechtigungen nur in dieser Periode gültig waren. In der zweiten Handelsperiode haben sich im gesamten eu-

ropäischen Emissionshandelssystem Überschüsse von ca. 1,7 Mrd. Emissionsberechtigungen angesammelt, die aber nun als »Guthaben« in die dritte Handelsperiode 2013–2020 überführt werden. Diese Menge entspricht dem gesamten für 2020 vorgesehenen Budget im europäischen Emissionshandel, also mithin einem zusätzlichen Jahresbudget! Der Preis der Emissionsberechtigungen erreichte am 17. April 2013 ein neues Allzeittief von 2,46 Euro. Von diesem Preissignal kann kein spürbarer Anreiz für Investitionen in zusätzliche Klimaschutzmaßnahmen ausgehen. Der Emissionshandel droht, seine Stellung als Leitinstrument der EU-Klimapolitik zu verlieren.

Das vorläufige Scheitern des Backloading-Vorschlags der EU-Kommission im April 2013, der nur als erster Schritt zu einer umfassenden Lösung gedacht war, verschärft die Glaubwürdigkeitskrise des EU ETS. Der Unterausschuss des EU-Parlaments hat nun zwei Monate Zeit, einen mehrheitsfähigen Kompromiss zu erarbeiten. Das EU-Parlament wird voraussichtlich noch vor der Sommerpause, wahrscheinlich im Juli, über diesen Kompromiss abstimmen. Wie schon im April können die Abgeordneten den Backloading-Vorschlag annehmen, endgültig ablehnen oder auch zurück an den Unterausschuss verweisen.

Wie die politische Entscheidung letztendlich ausfallen wird, ist zurzeit offen. Doch selbst, wenn die Entscheidung für das Backloading fällt, wäre dies nur ein erster Schritt und ein Signal für die weiteren erforderlichen Maßnahmen.

Strukturelle Reform rasch angehen

Die EU-Kommission, wie auch eine große Zahl von EU-Mitgliedstaaten, sehen



Hans-Jürgen Nantke*

* Dr. Hans-Jürgen Nantke ist Leiter der Deutschen Emissionshandelsstelle im Umweltbundesamt.

Handlungsbedarf, um die Anreizfunktion und Glaubwürdigkeit des Emissionshandels wiederherzustellen. Die EU-Kommission hat den Mitgliedstaaten im Carbon Market Report von November 2012 neben dem Backloading dazu verschiedene Vorschläge gemacht. Darunter fallen Maßnahmen zum Abbau der angesammelten Überschüsse, die noch im Laufe der dritten Handelsperiode möglich wären, sowie Maßnahmen zur dauerhaften Stabilisierung des Systems (Vermeidung des Aufbaus von Überschüssen, z.B. über einen Preismechanismus).

Der beste Weg wäre, die Überschusssituation dafür zu nutzen, die Minderungsziele der EU anzuheben – denn offensichtlich können die Minderungsziele im Emissionshandel kostengünstiger erreicht werden, als 2008 erwartet worden war. Mit einer temporären, aber deutlichen Verschärfung des linearen Kürzungsfaktors könnte die EU ihre Emissionen bis 2020 nicht nur um 20%, sondern um 30% mindern. Wegen der vorhandenen Überschüsse im Emissionshandel würden die zusätzlichen Belastungen für die Unternehmen stark abgemildert. Die Europäische Union könnte auch international ihre Rolle als Vorreiter im Klimaschutz wiedergewinnen, und der Emissionshandel würde sich dem langfristig von der Kommission für effizient gehaltenen Minderungspfad der Klima-Roadmap annähern.

Die Anhebung des Minderungsziels allein würde aber nicht ausreichen, um die notwendige Knappheit im Emissionshandel wiederherzustellen, da auch dann noch Überschüsse im Markt verbleiben würden. Zusätzlich müssen also die Überschüsse oder zumindest wesentliche Teile davon dauerhaft beseitigt werden, am besten durch eine Stilllegung überschüssiger Emissionsberechtigungen aus der zweiten Handelsperiode. Ohne diese Maßnahme werden die Minderungsziele der EU für 2020 und vermutlich auch für 2030 nur auf dem Papier, aber nicht tatsächlich erreicht.

Mittelfristig sollte das EU ETS außerdem so ausgestaltet werden, dass sich künftig keine strukturellen Überschüsse ansammeln können. Mittlerweile liegen dazu verschiedene Vorschläge auf dem Tisch, darunter ein von der Europäischen Kommission vorgeschlagener Preismechanismus, der auch in anderen Systemen (z.B. den amerikanischen) praktiziert wird. Denkbar wäre z.B. ein im Laufe der Jahre ansteigender Mindestpreis bei den Versteigerungen: Emissionsberechtigungen, die nicht zu diesem Mindestpreis versteigert werden können, könnten dann in eine Reserve überführt und ggf. zu einem späteren Zeitpunkt zu Preisen über dem Mindestpreis versteigert oder ggf. auch – sollten sich langfristige Reserven bilden – stillgelegt werden.

Die EU-Mitgliedstaaten sollten bei der Diskussion und Annahme geeigneter struktureller Maßnahmen keine Zeit verlieren, damit der Emissionshandel seiner Funktion als klimapolitisches Leitinstrument wieder gerecht werden kann.

Mindestens minus 40% bis 2030

Neben der Debatte zur strukturellen Reform des Emissionshandels gewinnt die Diskussion über die mittel- und langfristigen Klimaziele der EU an Fahrt. Bis 2050 will die EU ihre Treibhausgasemissionen um 80 bis 95% gegenüber 1990 senken. Die »Klima-Roadmap« von März 2011¹ legt neben diesem Langfristziel auch Zwischenziele fest (2030: 40%, 2040: 60%), die außer von Polen von allen Mitgliedstaaten unterstützt wurden. Ende März 2013 hat die Kommission ein »Grünbuch« für den Rahmen der Klima- und Energiepolitik bis 2030 vorgelegt, in dem u.a. das Ziel, die THG-Emissionen bis 2030 um 40% gegenüber 1990 zu reduzieren, zur Diskussion gestellt wird.

Wenn es die EU mit ihrem langfristigen Ziel, der weitgehenden Dekarbonisierung von Energiewirtschaft und Industrie bis 2050 ernst meint, sollte das Zwischenziel von 40% bis 2030 als Minimalziel in der Diskussion behandelt werden. Sinnvoller wäre bereits für 2030 die Annahme eines schärferen Ziels. Die zweite Hälfte der erforderlichen Emissionsminderungen bis 2050 dürfte nicht nur teurer, sondern auch technologisch schwieriger werden als die erste Hälfte. Daher ist es naheliegend, die Minderungsziele für die ersten 25 Jahre (2005–2030) höher anzusetzen als für die folgenden 20 Jahre (2031–2050).

Mit Annahme des 40%-Ziels würde bereits in der dritten Handelsperiode ein wichtiges Signal für das EU ETS gesendet, denn dieses Ziel würde mit hoher Wahrscheinlichkeit zu einem deutlich höheren linearen Kürzungsfaktor spätestens ab 2020 führen, auch wenn über die konkrete Lastenteilung zwischen Emissionshandels- und Nicht-Emissionshandelssektoren, das sog. »Effort Sharing«, noch verhandelt werden muss. Um die Voraussetzungen zu schaffen, dass die EU auch ihre langfristigen Ziele erreicht, muss sich dieses Ziel auf Emissionsminderungen innerhalb der EU beziehen. Wenn Gutschriften (z.B. die sogenannten Certified Emission Reductions (CER) aus CDM-Klimaschutzprojekten in Schwellen- und Entwicklungsländern) zulässig sein sollten, dann nur als zusätzliche Minderungen, sonst würden die langfristigen Ziele verfehlt.

Nationale Maßnahmen und Mindestpreise

Wenn der Emissionshandel nicht die notwendigen Anreize für den Strukturwandel zu einer kohlenstoffarmen Wirtschaft bietet, kann dies klimapolitisch ambitionierte Mitgliedstaaten dazu motivieren, entsprechende Maßnahmen auf nationaler Ebene zu ergreifen, was mit einer Fragmentierung der europäischen Energie- und Klimapolitik verbunden wäre. In Großbritannien wurde im April 2013 ein Mindestpreis

¹ COM(2011) 112: Roadmap for a Competitive Low Carbon Economy in 2050.

für CO₂, der sogenannte Carbon Price Floor (CPF), von zurzeit 16 Pfund pro t CO₂ eingeführt (bis 2020 steigt er auf 30 Pfund). Er soll zusätzliche Anreize für Investitionen in kohlenstoffarme Technologien in der Stromerzeugung schaffen und mit einer Abgabe (Climate Change Levy, CCL) erreicht werden. Dadurch haben britische Unternehmen im Bereich der Stromerzeugung einen stärkeren Anreiz, Emissionen zu mindern und emissionsarme Brennstoffe oder Verfahren einzusetzen.

Allerdings ist der betroffene Sektor in Großbritannien auch Teil des europäischen Emissionshandelssystems und sofern das EU-Cap nicht entsprechend nach unten angepasst wird, werden sich die Emissionen im europäischen Emissionshandelssystem nicht verringern. Vielmehr wird der Preis für Emissionsberechtigungen (EUA) weiter sinken und sich so der geringeren Nachfrage anpassen. Der CPF ist daher kein Instrument, um den europäischen CO₂-Preis zu stabilisieren. Wird er nicht – wie andere Instrumente zur Förderung erneuerbarer Energien auch – hinreichend bei der Cap-Bestimmung berücksichtigt, trägt er tendenziell zur Destabilisierung des europäischen Emissionshandelssystems bei.

Die Bestimmung eines optimalen Preises, der zur Erreichung der Minderungsziele führt, setzt die Kenntnis über sämtliche Vermeidungspotenziale und deren Kosten sowie den genauen Verlauf der Business-as-usual-Emissionen voraus. Da diese Informationen in der Realität aber nicht vorliegen, ist »die ökologische Treffsicherheit« gerade ein Vorteil des Emissionshandels: Während die Minderungsziele bzw. das Cap politisch vorgegeben werden, ergibt sich der für die Erreichung der Ziele erforderliche Preis am Markt. Ein optimaler Mindestpreis im Emissionshandel ist daher nicht exakt wissenschaftlich ableitbar, sondern wird Ergebnis eines politischen Verhandlungsprozesses sein, allerdings dann mit starrem Korsett und ohne Flexibilität für die betroffenen Unternehmen.

Deutschland hat ein politisches und wirtschaftliches Interesse an einem funktionierenden Emissionshandel in Europa: Beispielsweise erhöhen niedrige Preise für Emissionsberechtigungen die EEG-Differenzkosten zwischen Börsenstrompreis und garantierter Einspeisevergütung und machen Gaskraftwerke im Vergleich zu Kohlekraftwerken unwirtschaftlicher. Die Schwäche des Emissionshandels bedroht damit auch die Energiewende in Deutschland. Inzwischen gibt es auch auf Unternehmensseite Forderungen, eine Kohlendioxidsteuer einzuführen, wenn es nicht gelingt, den europäischen Emissionshandel substantziell zu reformieren.

Eine Fragmentierung der europäischen Energie- und Klimapolitik ist nicht im Sinne der deutschen Wirtschaft. Auch in ihrem Interesse ist es sinnvoll, am Emissionshandel als Leitinstrument festzuhalten, weil durch den Emissionshan-

del die Vermeidung von Treibhausgasen zu geringsten Kosten erreicht wird. Eine Einigung auf europäischer Ebene ist daher nationalen Maßnahmen unbedingt vorzuziehen.

Entlastungsregeln überprüfen

Unabhängig von den notwendigen strukturellen Maßnahmen soll und muss das Carbon-Leakage-Risiko der vom Emissionshandel betroffenen Unternehmen unter realistischen Annahmen neu bewertet werden. Für die dritte Handelsperiode wurden Regelungen zur Abfederung zusätzlicher Belastungen der Industrie aus dem Emissionshandel eingeführt, die tendenziell die Wirksamkeit des Emissionshandels als Klimaschutzinstrument unterlaufen, weil sie das Preissignal abmildern und somit den Anreiz zur Emissionsvermeidung bzw. zum Einsparen von Strom senken. Dazu gehören die Einordnung der Branchen als Carbon-Leakage-gefährdet und der finanzielle Ausgleich für emissionshandelsbedingte Strompreiserhöhungen.

Derzeit werden von der EU 60% der Industriesektoren als Carbon-Leakage-gefährdet eingestuft, die also dem Risiko unterliegen, ihre Produktion und die damit verbundenen CO₂-Emissionen in Länder zu verlagern, die keine oder geringere Klimaschutzanforderungen stellen.² Die betroffenen Unternehmen sind für 95% der industriellen Emissionen verantwortlich. Diese Unternehmen erhalten weiterhin ihre Emissionsberechtigungen überwiegend kostenlos. Allerdings sind einige Annahmen, die bei der Bestimmung des Carbon-Leakage-Risikos getroffen wurden, aus heutiger Sicht zu hinterfragen. Die Einordnung, welche Sektoren Carbon-Leakage-gefährdet sind und welche nicht, muss unter realistischeren Annahmen neu bewertet werden. Hierunter fallen bei der Bewertung des Anstiegs der Produktionskosten sowohl die Preisannahme von 30 Euro pro EUA als auch die Annahme über den zu hoch angesetzten kostenrelevanten Zukaufbedarf. Bei der Berechnung der Handelsintensität müsste zudem berücksichtigt werden, dass andere Länder gleichwertige Klimaschutzmaßnahmen getroffen haben. Dies betrifft vor allem Island, Norwegen und Liechtenstein, die bereits am EU-Emissionshandel teilnehmen und somit nicht als Drittländer behandelt werden dürften, aber auch die Schweiz und Australien, falls diese bis dahin mit dem EU-Emissionshandel verlinkt sind. Weitere Länder, die bis dahin gleichwertige Maßnahmen eingeführt haben (z.B. ebenfalls Emissionshandelssysteme), sollten ebenfalls berücksichtigt werden, da beim Handel mit diesen Ländern emissionshandelspflichtige Unternehmen keinen Nachteil haben.

Bei der turnusmäßigen Überprüfung der Carbon-Leakage-Liste durch die EU-Kommission bis Ende 2014 könnte die Zahl der Carbon-Leakage-gefährdeten Sektoren demnach abnehmen, und die nicht gefährdeten Sektoren bekämen

² Beschluss der EU Kommission 2010/2/EU34.

weniger Emissionsberechtigungen kostenlos zugeteilt und müssten mehr Berechtigungen am Markt kaufen. Der öffentliche Konsultationsprozess für den Review-Prozess wurde gerade gestartet. Die EU-Kommission hat hier gemeinsam mit der Mehrheit der Mitgliedstaaten die Chance zu einer notwendigen Korrektur.

Das europäische Emissionshandelssystem war bisher für viele Regionen in der Welt ein Vorbild für einen effizienten Klimaschutz. Dieser Rolle muss die EU weiterhin gerecht werden. Der Emissionshandel ist als Klimaschutzinstrument so gut, wie das Ziel, das politisch gesetzt wird. Die europäische Realität zeigt, wie schwach und wenig ambitioniert unsere Zielsetzung heute ist. Daran gilt es zu arbeiten.



Alfred Endres*



Frederik Schaff**

Der europäische Emissionshandel – ein wohlfahrtsökonomisches Lehrstück und ein politökonomisches dazu

Emissionsrechte – (fast) geschenkt!

Die Preise für Emissionsrechte im Rahmen des EU-Emissionshandelssystems sind in den letzten Jahren stark gefallen. Aktuell beträgt der Preis für das Recht, eine Tonne CO₂-Äquivalent) auszustoßen, ca. 4 Euro. Einen markanten Anreiz, Emissionen bei konstanter Technik zu vermeiden, und einen Anreiz, in umweltfreundlichere neue Techniken zu investieren, kann man davon nicht erwarten. Es besteht Konsens, dass hierfür ein Preis von ca. 30 Euro notwendig wäre. Da stellte sich natürlich die alte Leninsche Frage: »Was tun?« Die EU-Kommission entschied sich für folgendes Vorgehen: Ein Teil der zur Versteigerung in den Jahren 2013 bis 2015 vorgesehenen Zertifikate sollte aus diesem Zeitfenster herausgenommen werden und erst später auf den Markt kommen (»Backloading«). So wäre vorübergehend eine Verknappung des Zertifikatangebotes erreicht worden. Davon konnte man sich nach den Marktgesetzen (vorübergehend) eine Steigerung der Gleichgewichtspreise und damit eine (Wieder-?)Herstellung der ökologischen Effektivität des Emissionshandelssystems versprechen. Nun hat das EU-Parlament diese Reform verworfen. Tja – was soll man nun davon halten? Das Scheitern eines Reformprojekts ist ja *per se* noch kein Beinbruch. Zur Bewertung des Vorgangs muss man erst fragen, wie gut die Reformidee überhaupt war.

Wäre die Reform allokatonspolitisch sinnvoll gewesen?

In der umweltökonomischen Literatur ist ausführlich dargelegt worden, dass Emissionszertifikate (unter bestimmten

* Prof. Dr. Alfred Endres ist Inhaber des Lehrstuhls für Wirtschaftstheorie der FernUniversität in Hagen und ständiger Gastprofessor für Integrative Umweltökonomie an der Privaten Universität Witten/Herdecke.

** Dipl.-Volkswirt Frederik Schaff ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Wirtschaftstheorie der FernUniversität in Hagen.

Bedingungen) ein effizientes Instrument der Umweltpolitik darstellen.¹ Ein gegebenes aggregiertes Emissionsniveau, das *Emissionsziel*, wird mit minimalen Vermeidungskosten erreicht. Solange der in Rede stehende Zertifikatmarkt für sich betrachtet wird und solange das Emissionsziel als *exogen vorgegeben* angenommen wird, gilt diese Aussage in gleicher Weise für ein *großzügig bemessenes Ziel* (wie das nach den Vor-Reformvorstellungen in der EU verfolgte) und für ein *anspruchsvolleres Ziel* (wie das mit der Reform angestrebte). Ein zentrales Element der ökonomischen Profilanalyse der Emissionszertifikate ist also insoweit von der aktuellen Diskussion um die Reform des Emissionshandels überhaupt nicht berührt. Allerdings ist diese Argumentation in doppelter Weise unvollständig.

Zunächst einmal ist zu beachten, dass nur ca. 40% der Treibhausgasemissionen im EU-Emissionshandel berücksichtigt sind. Die restlichen Quellen (der Non-Trade-Sektor) werden durch Auflagen oder Abgaben reguliert. Eine Bedingung für die kostenminimale Allokation von Vermeidungsanstrengungen über verschiedene Sektoren besteht alter umweltökonomischer Weisheit folgend darin, dass sich die Grenzkosten dieser Anstrengungen einander angleichen. Sind die Zertifikatpreise sehr gering, dann werden im Trade-Sektor im Gleichgewicht auch nur sehr geringe Vermeidungsanstrengungen unternommen. Dies geht mit geringen Grenzvermeidungskosten einher. Angesichts der zum Teil erheblichen Kostenbelastungen im Non-Trade-Sektor führt daher ein sehr niedriger Gleichgewichtspreis von Zertifikaten zu enormen Allokationsverzerrungen zwischen dem Trade- und dem Non-Trade-Sektor. Zertifikatpreise in der Nähe von null tragen also dazu bei, dass das die beiden Sektoren übergreifende Ziel der kostenminimalen Emissionsvermeidung in noch stärkerem Maße verfehlt wird, als dies ohnehin wohl schon der Fall wäre.

Zweitens greift das oben zunächst vorgetragene Argument der Irrelevanz des Emissionszielniveaus für das zertifikatspezifische Effizienzargument insofern recht kurz, als dort das Zielniveau als exogen gegeben angenommen, also nicht weiter hinterfragt wurde. Das kann man auch besser machen: Zweifellos ist es schwierig, die Nutzen und Kosten der Emissionsvermeidung zu quantifizieren und zu einem einheitlichen »Nettonutzen« der Emissionsvermeidung zusammenzufassen. Gelänge dies, so wäre es im Geiste der Mainstream-Umweltökonomie allerdings ausgemacht, dass es gesellschaftlich optimal wäre, die Emissionen auf dasjenige Niveau zurückzuführen, für das der genannte Nettonutzen maximal ist. Auch wenn der lupenreinen Umsetzung dieses Konzepts viele Hindernisse entgegenstehen (und überdies die Gesellschaft – man mag dies beklagen oder nicht – nicht nur aus Mainstream-Ökonomen besteht!), erscheint es doch plausibel, dass die Gesellschaft bei der Festlegung umwelt-

politischer Ziele sowohl den Nutzen der Emissionsreduktion als auch deren Kosten berücksichtigen möchte. Dabei wird wohl auch Konsens darüber herrschen, dass hohe Nutzen der Emissionsreduktion eher ein Argument für einen scharfen Emissionszielwert sein würden und hohe Kosten eher ein Argument dafür, die Emissionsreduktion vorsichtig anzugehen. Im Rahmen des »Nationalen Allokationsplan I« für die erste Handelsphase (2005–2008) ist in Deutschland über die Ausstattung des Trade-Sektors mit Emissionszertifikaten erstmals entschieden worden. Hier wurde im Vorfeld eine intensive Diskussion geführt, in der die betroffene Industrie die für sie entstehende Kostenbelastung (um es vorsichtig auszudrücken) »sehr anschaulich geschildert« hat. Es fehlte auch nicht an Hinweisen auf die negativen Konsequenzen dieser Belastung für Wachstum und Beschäftigung in Europa. Manch einer wird sich (wenn vielleicht auch nur noch dunkel) an eine damals zwischen den in Deutschland zuständigen Bundesministern Clement (Wirtschaft) und Trittin (Umwelt) geführte Kontroverse über das im Trade-Sektor einzuhaltende Emissionsziel erinnern. Die Kontroverse endete damit, dass der Emissionsrahmen in der ersten Handelsphase von den ursprünglich vorgesehenen 488 Mill. Tonnen auf 503 Mill. Tonnen aufgestockt wurde. Dafür war die Furcht vor der hohen Kostenbelastung der Industrie ausschlaggebend. Wie die Preisentwicklung seit der Einführung des Emissionshandels zeigt, war diese nicht gerechtfertigt. Damals war spekuliert worden, der Preis könne in der ersten Handelsphase zwischen 5 Euro und 30 Euro liegen. Tatsächlich fiel der Preis dann auf nahezu 0 Euro und liegt inzwischen bei 4 Euro pro Tonne. Aus der damaligen Überschätzung der Vermeidungskosten folgt: Das umweltpolitische Ziel muss verschärft werden, wenn keine Anhaltspunkte dafür vorliegen, dass der Nutzen des Klimaschutzes seinerzeit kompensatorisch überschätzt wurde. Im Gegenteil: Die neuerdings unter dem Stichwort »Fat Tails«² geführte Diskussion über die Risiken des Klimawandels deutet darauf hin, dass der Nutzen des Klimaschutzes früher *unterschätzt* wurde. Insofern ist es bei einer gemeinwohlorientierten umweltpolitischen Zielsetzung zwingend, dass die Menge der in Umlauf gesetzten Emissionszertifikate reduziert wird.³

Wäre die Reform ordnungspolitisch verwerflich gewesen?

Oben sind allokationspolitische Überlegungen dafür ins Feld geführt worden, Emissionszertifikate aus dem Markt zu nehmen, um anspruchsvollere klimapolitische Ziele möglichst

¹ Einer der beiden Autoren bittet die geneigte Leserschaft um Nachsicht für den Literaturhinweis: Vgl. Endres (2013).

² Vgl. bspw. Weitzman (2013). Die »Fat-Tail«-Diskussion dreht sich um die Gefahr, ausgehend von der (Standard-)Annahme einer Normalverteilung, klimatische Risiken systematisch zu unterschätzen.

³ Mit dem Wort »gemeinwohlorientiert« ist diejenige Magerstufe der sozialen Optimalität gemeint, die dem Umstand Rechnung trägt, dass Nutzen und Kosten des Klimaschutzes schwer zu quantifizieren sind. Daraus folgt auch, dass über das Ausmaß der Zielverschärfung gestritten werden darf.

effizient zu erreichen. Unbeschadet dessen wäre es aber prinzipiell durchaus möglich, die geplante Reform des Emissionshandels abzulehnen (ihr Scheitern zu begrüßen). Man könnte nämlich einwenden, dass die genannten pragmatischen Vorteile mit grundsätzlichen Nachteilen erkaufte worden wären, die höherwertig gewesen wären. So ist argumentiert worden, die Reform sei ordnungspolitisch von vornherein verwerflich gewesen. Der Staat dürfe eben nicht einfach in ein funktionierendes Marktsystem eingreifen, wenn es ihm gerade so passe. Hierzu ist aber zu sagen, dass die Emissionszertifikate von ihrer Konstruktion her kein rein marktwirtschaftliches Instrument sind, sondern ein hybrides System. Dies ist in der Umweltökonomie schon *sehr* lange bekannt. So heißt es z.B. in dem bereits 1987 erschienenen Beitrag »Umweltzertifikate – die marktwirtschaftliche Lösung?« von Alfred Endres auf S. 57 f.:

»Schon aus der Definition der Umweltzertifikate wird deutlich, dass das ihnen in der Literatur zugeschriebene Attribut »marktwirtschaftlich« vorsichtig interpretiert werden muss. Immerhin wird die im Rahmen einer Zertifikatspolitik erlaubte Gesamtmenge von Emissionen des betreffenden Typs nicht auf dem Markt bestimmt, sondern staatlicherseits festgelegt. Lediglich der Preis der Zertifikate und die gleichgewichtige Verteilung der Emissionsrechte unter die Emittenten werden vom Marktmechanismus bestimmt.«

Insofern ist eine Anpassung der zu vergebenden Menge von Zertifikaten an veränderte Informationen über das Ausmaß der Kosten und/oder Nutzen der Emissionsvermeidung durchaus systemkonform.

Müssen wir den Verlust der Vorreiterrolle der EU bedauern?

Das Scheitern der Reform birgt die Gefahr, dass die EU ihre Vorreiterrolle im Kontext der internationalen Klimapolitik verliert. Klimaschutz ist kein nationales, sondern ein globales Problem. Die Trittbrettfahrerproblematik dieser in der nicht-kooperativen Spieltheorie als »Gefangenendilemma« modellierten Anreizstruktur ist allgegenwärtig. Anreizkompatible internationale Klimaabkommen sind schwer zu konzipieren und noch schwerer durchzusetzen. Angesichts der Erfahrungen mit dem *Kyoto-Protokoll* und den offensichtlichen Problemen, ein wirksames Folgeabkommen zustande zu bringen, sollte auch der letzte Optimist von der praktischen Relevanz dieser umweltökonomischen Einschätzung überzeugt sein. Ob unilaterale Aktivitäten geeignet sind, den Kahn wieder flott zu machen, ist in der Umweltökonomie umstritten. Skeptiker argumentieren, dass einseitig erreichte Emissionsminderungen über diverse *Leakage Effekte* zu nichte gemacht werden.⁴ Andererseits lässt uns die experi-

mentelle Spieltheorie hoffen, dass starke Signale eines Führungsspielers in Public-Good-(Bad-)Spielen die Kooperationsbereitschaft erhöhen. Allerdings ist ein Signal nur dann stark, wenn es den Führungsspieler auch tatsächlich etwas kostet. Im Erörterungskontext ist daraus zu schließen, dass wir mit Preisen für Emissionsrechte in der Nähe von null nicht damit rechnen können, eine internationale Kettenreaktion zugunsten des Klimaschutzes auszulösen. Soweit wir uns von unilateralen Aktionen etwas versprechen, wäre der damit einhergehende Reputationsverlust als schädlich einzustufen.

Wer hat denn hier versagt?

Aus dem Gesagten folgt, dass das Scheitern der Reform des EU-Emissionshandels aus umweltökonomischer Sicht bedauerlich ist. Vor dem Hintergrund der jahrzehntelangen Diskussion um den Emissionshandel erscheint es unverzichtbar, darauf hinzuweisen, dass mit diesem Scheitern weder die Idee des Emissionshandels diskreditiert noch für den konkreten Fall des EU-Systems ein Marktversagen zu beklagen ist. Die in der Umweltökonomie vorgetragenen Argumente zu(un-)gunsten des Emissionshandels sind von dem hier erörterten Vorgang unberührt. Außerdem hat der Markt für Emissionsrechte in der EU im Rahmen der gesetzten Vorgaben funktioniert. Es handelt sich hier lediglich darum, dass sich die betroffene Industrie im politischen Raum bei der Wahrung ihrer Interessen durchgesetzt hat. Es scheint auch nicht so zu sein, dass das System des Zertifikathandels für Lobbyismus anfälliger wäre als andere umweltpolitische Instrumente. Bei Ökosteuern wendet sich der Druck der betroffenen Industrie gegen die Höhe der Steuersätze und zugunsten von allerlei komfortablen Ausgestaltungen von Bemessungsgrundlagen, Ausnahmetatbeständen etc. Auch eine Auflagenpolitik bietet offensichtlich (und wie die Erfahrung zeigt) reichlich Angriffspunkte für die Einwirkung von Interessengruppen. Es scheint daher nicht so zu sein, dass sich die Vorteilhaftigkeitsposition der Umweltzertifikate im Portefeuille umweltpolitischer Instrumente verändert, wenn man zusätzlich zu den üblichen wohlfahrtsökonomisch basierten Überlegungen Argumente aus der Neuen Politischen Ökonomie beizieht.

Wie gut wäre die gescheiterte Reform überhaupt gewesen?

Wir haben dargetan, dass es aus umweltökonomischer Sicht sinnvoll gewesen wäre, den durch Vergabe von Emissionszertifikaten gesteckten Rahmen der aggregierten Klimabelastenden Emissionen zu verengen. Insofern hat die gescheiterte Reform ein umweltökonomisch gut zu begründendes Ziel verfolgt. Damit ist natürlich noch nicht gesagt, dass sie in ihrer Ausgestaltung der Weisheit letzter Schluss gewe-

⁴ Allerdings zeigen Baylis, Fullerton und Karney (2013), dass Leakage nicht immer mit Wohlfahrtsverlusten verbunden sein muss.

sen wäre. Schließlich ist das diskutierte *Backloading* nur einer von vielen Wegen, auf denen dieses Ziel angesteuert werden kann. Gegen das *Backloading* spricht, dass die Zertifikate zwar zunächst aus dem Markt genommen, dann später aber doch versteigert werden sollten. Damit war von vornherein nur eine Verschiebung des Problems zu erwarten. Es ist überdies zu vermuten, dass die Entscheidungsträger den »Trick« des *Backloading* rasch durchschaut hätten: Von der vorübergehenden Herausnahme von Zertifikaten aus dem Markt wird ein Druck auf die Preise nach oben nur zunächst ausgelöst. Wenn die Rechte dann später in den Markt zurückgeschleust werden, geht damit ein kompensatorischer Druck auf die Preise nach unten einher. Es ist wohl nicht sehr plausibel, dass man mit diesem Manöver rationale Entscheidungsträger zu Paukenschlägen von Klimaschutzinvestitionen hätte verleiten können. Die Chancen dafür hätten wesentlich besser gestanden, wenn man sich entschlossen hätte, die Emissionsrechte unwiderruflich aus dem Markt zu nehmen und so die bis 2020 zur Verfügung stehende Menge zu verringern.⁵ Aber dafür fehlte den verantwortlichen Politiker(inne)n wohl die Willenskraft. Ob dabei der Wille der limitierende Faktor war oder die Kraft, darf hier getrost offen bleiben.

Literatur

Baylis, K., D. Fullerton und D.H. Karney (2013), »Leakage, Welfare, and Cost-Effectiveness of Carbon Policy«, *American Economic Review* 103(3), 332–337.

Endres, A. (1987), »Umweltzertifikate – die marktwirtschaftliche Lösung?«, in: E.M. Wenz, O. Issing und H. Hofmann (Hrsg.), *Ökologie, Ökonomie und Jurisprudenz*, Florentz, München, 57–69.

Endres, A. (2013), *Umweltökonomie*, 4. Aufl., Kohlhammer, Stuttgart.

Weitzman, M.L. (2013), »A Precautionary Tale of Uncertain Tail Fattening«, *Environmental and Resource Economics* 55(2), 159–173.



Till Requate*

Backloading kuriert lediglich ein Symptom, ohne einen Beitrag zum Klimaschutz zu leisten

Die europäische Kommission hatte vorgeschlagen, einen Teil der zu versteigernden Emissionszertifikate zurückzuhalten und erst am Ende der dritten Handelsperiode des europäischen Emissionshandels zu versteigern. Dieser Vorschlag des sogenannten Backloadings wurde am 16. April 2013 jedoch vom EU-Parlament mit knapper Mehrheit abgelehnt. Unter den Gegnern befanden sich offenbar auch zahlreiche deutsche Parlamentarier von CDU/CSU und FDP, und damit im weiteren Sinne Vertreter der bundesdeutschen Regierungsparteien. Man mag die Entscheidung des EU-Parlaments bedauern und die Motive vor allem der konservativen Fraktionen kritisch hinterfragen. Allerdings ist das Backloading nur ein kurzatmiger ordnungspolitischer Eingriff – Spiegel online spricht von einer »Notoperation« –, der das Problem des dringend reformbedürftigen unkoordinierten Nebeneinanders europäischer, nationaler und (vor allem in Deutschland) regionaler Energiepolitiken nicht zu lösen vermag.

Was ist eigentlich das Ziel?

Worum geht es eigentlich? Sämtliche EU-Staaten gehören zu den sogenannten Annex-B-Staaten, die sich gemäß Kyoto-Protokoll dazu verpflichtet haben, ihre Emissionen im Durchschnitt auf das Niveau von 1990 zu reduzieren. Dieses Ziel sollte möglichst kosteneffizient erreicht werden. Dazu ist es notwendig, dass es an jeder Treibhausgasquelle gleich teuer ist, die nächste Einheit zu vermeiden. Um eine solch effiziente Allokation durch dezentrale Entscheidungen zu erreichen, ist es vernünftig, Emissionspreise einzuführen, an denen sich die Emittenten orientieren können. Dieses kann auf zwei Arten geschehen; entweder indem ein Preis (in Form einer Emissionssteuer) festgelegt wird und

⁵ Neben der Möglichkeit, die Menge der zur Versteigerung vorgesehenen Zertifikate zu senken, würde hierzu auch die Option bestehen, die Zertifikate im Rahmen einer Offenmarktpolitik zurück zu kaufen.

* Prof. Dr. Till Requate ist Inhaber des Lehrstuhls für Innovations- Wettbewerbs- und neue Institutionenökonomik an der Universität Kiel.

die Emissionsmenge sich endogen anpasst oder indem die Emissionsmenge fixiert, der Handel mit Emissionen gestattet wird und sich der Preis am Markt endogen einstellt. Konjunkturzyklen (und andere Schocks) führen im ersten Fall zu schwankenden Emissionen, im zweiten Fall zu schwankenden Preisen. Um die Erfüllung der Kyoto-Selbstverpflichtung stets zu garantieren, scheint das Mengeninstrument auf den ersten Blick das bessere zu sein. Allerdings sind Schwankungen des Emissionsausstoßes über einen begrenzten Zeitraum hinweg für den Bestand an Treibhausgasen in der Atmosphäre und somit für das Klima unerheblich. Die Klimawirkung wird nicht von den Emissionen, sondern von der CO₂-Konzentration in der Atmosphäre bestimmt, und diese ändert sich nur langsam. Der monetäre Schaden einer zusätzlichen Tonne CO₂ ist somit in Zeitintervallen von wenigen Jahren nahezu konstant. Daher sollte auch der Preis für Emissionen nicht konjunkturellen Schwankungen unterliegen. Somit wäre eigentlich eine Emissionssteuer das bessere Instrument als eine relative strikte Mengengrenzung pro Handelsperiode. Eine Steuer würde so auch einen permanenten Anreiz zu technologischem Fortschritt bei der CO₂-Vermeidung liefern und damit zu weiteren CO₂-Reduktionen. Der Steuersatz hätte so festgelegt werden können, dass die Belastung für die Unternehmen im internationalen Wettbewerb vertretbar und die Emissionsverlagerungen in andere Regionen (Leakage) kontrollierbar gewesen wäre. Überschreitungen in konjunkturellen Boom-Jahren wären durch unterdurchschnittliche Emissionsmengen während konjunktureller Krisen wie der jetzigen ausgeglichen worden. Der Grund, warum sich die Europäische Union dennoch für das Mengenziel entschieden hat, war bekanntlich der EU-Verfassung geschuldet. Für die Einführung einer Emissionssteuer wäre ein einstimmiges Votum aller EU-Staaten notwendig gewesen, und das lag außer Reichweite. Die Einführung des Emissionshandels konnte hingegen durch Mehrheitsentscheid herbeigeführt werden.

Soll man in den Emissionshandel eingreifen?

Die momentan niedrigen Emissionshandelspreise werden von Kritikern als Beweis für ein Nichtfunktionieren des Marktes angesehen. Von den Befürwortern des Instruments werden Eingriffe in den Markt hingegen strikt abgelehnt, weil, wie Bundeswirtschaftsminister Rösler es ausdrückt, man in einen funktionierenden Markt nicht eingreifen soll. Beide Einschätzungen sind jedoch fehlgeleitet. Niedrige Preise sind keineswegs ein Indiz für das Nichtfunktionieren eines Marktes. Im Gegenteil, ein niedriger Preis zeigt, dass tatsächlich die günstigsten Vermeidungsoptionen wahrgenommen und Zertifikate nicht gehortet werden, der Markt also liquide ist. Die derzeit niedrigen Preise dürften allerdings hauptsächlich auf die Konjunkturkrise in Südeuropa und zu einem kleineren Teil auch auf die massive Förderung erneuerbarer Energien vor allem in Deutschland zurückzuführen sein. Die nied-

rigen Preise sind somit auch ein Indiz für niedrige Nachfrage bei konstant gebliebenem Angebot. Trotzdem oder gerade deshalb kann es angezeigt sein, in einen funktionierenden Markt einzugreifen. Denn, und das übersieht der Marktwirtschaftler Rösler, das Angebot rührt nicht von Gewinn orientierten Anbietern her, sondern ist politisch gesetzt. Das Angebot orientierte sich 2002, als über die Gesamtmenge in den EU-Staaten entschieden wurde, vor allem an den zu erwartenden Preisen und damit an der Kostenbelastung für die betroffenen Unternehmen. Man erinnere sich an den Koalitionsstreit zwischen dem damaligen Ministern Trittin (Umwelt) und Clement (Wirtschaft und Arbeit), aus dem Clement als Sieger hervorging und am Vorabend der Entscheidung in letzter Minute eine Erhöhung der umsonst ausgegeben Menge an Emissionszertifikaten für deutsche Unternehmen durchsetzte. Der damaligen Logik folgend, das Angebot am zu erwartenden Preis zu orientieren, gäbe es in der jetzigen Situation gute Gründe die Emissionsobergrenze zu verkleinern, um so die Gesamtemissionen zu geringen Kosten zu reduzieren.

Wäre ein Backloading tatsächlich ein Beitrag zum Klimaschutz?

Allerdings bedeutet ein Backloading langfristig keine Reduktion des CO₂-Ausstoßes. Es induziert ähnlich dem Banking nur eine zeitliche Verschiebung von Emissionen und hilft dem Klima daher nicht wirklich. Vielmehr könnte ein Backloading dazu beitragen, die Vermeidungskosten zu glätten. Es müsste daher im Sinne derjenigen konservativen EU-Parlamentarier sein, die die Wirtschaft zu schützen vorgeben. Da allerdings die durch ein Backloading vergrößerten Versteigerungsmengen am Ende der dritten Handelsperiode den Angebotsüberschuss wieder vergrößern, dürfte dieser Effekt, wenn er denn doch noch zustande käme, sogar heute eingepreist werden, und das Ziel, den Emissionspreis zu stützen, wäre verfehlt. Von daher wären ein Backloading eher symbolischer Natur und die Vorreiterstellung Europas nicht wirklich gestärkt.

Klimapolitik und Emissionshandel bedürfen einer Reform

Da Emissionen durch ein Backloading nur verschoben würden, wäre dies lediglich ein kurzatmiger Eingriff, um ein Symptom des falsch behandelten Patienten kurzfristig zu lindern, ohne ihn wirklich zu heilen. Europa bräuchte insgesamt ein stärker ganzheitlich orientiertes Konzept für seine Klimapolitik. Nationale und regionale Politiker müssten sich von der Vorstellung verabschieden, es sei etwas Gutes, lokal möglichst viel CO₂ zu vermeiden, womöglich durch den hoch subventionierten Einsatz sogenannter erneuerbarer Energien.

Bei allen Startschwierigkeiten und Unzulänglichkeiten war es eine großartige Leistung Europas, das an sich nicht so verkehrte Instrument des Emissionshandels für eine große Anzahl von Staaten zu implementieren, und man sollte trotz aller Unzulänglichkeiten das Kind nicht mit dem Bade ausschütten. Um den Emissionshandel für das Klimaproblem noch effektiver, aber auch effizienter zu gestalten, sollte der Markt mit Preisventilen nach unten und oben komplementiert werden. Übersteigt der Emissionshandelspreis eine bestimmte Marke, eine vertretbare Preisobergrenze könnte bei ca. 25–30 Euro liegen, können weitere Emissionszertifikate zu diesem festen Preis von der Industrie erworben werden. Sollten große Emittenten wie die USA und China ihre Emissionen ebenfalls begrenzen, könnte das Preisventil angehoben werden, da sich Verlagerungsoptionen verringern. Sinkt der Preis hingegen unter eine bestimmte Marke, z.B. 15 Euro, sollten Emissionszertifikate von der EU-Kommission zurückgekauft werden. Auktionserlöse durch den Verkauf könnten für mögliche Rückkäufe zurückgestellt werden. Wenn auf dem Emissionshandelsmarkt Preise herrschen, die die externen Kosten halbwegs widerspiegeln – aufgrund der Verlagerungsgefahr (Leakage) sollten die Preise durchaus unterhalb der wahren externen Grenzkosten liegen –, würden sich auch die kostspieligen und angesichts der gedeckelten Gesamtemissionsmenge vollkommen wirkungslosen Förderinstrumente für die erneuerbaren Energien erübrigen.

Dem Klimaziel helfen würde also nur eine langfristige Verringerung der Menge an Emissionszertifikaten. Bei einer spürbaren Reduktion würden dann aber auch die Preise für Emissionszertifikate merklich anziehen. Zusätzlich zur EEG-Umlage würde sich der Preis für Emissionszertifikate auf den Strompreis überwälzen. Eine Erhöhung des Strompreises an der Strombörse senkt zwar ceteris paribus die EEG-Umlage, da nur die Differenz zwischen Marktpreis und Einspeisevergütung umgelegt werden muss, allerdings dürfte die EEG-Umlage-Elastizität des Strompreises betragsmäßig deutlich kleiner als eins sein, weil bei den immer noch hohen Einspeisevergütungen die Grünstrommenge weiter ansteigen wird.

Durch eine Reduktion der CO₂-Zertifikate würde der Strompreis also ohne eine Reform des EEG weiter ansteigen. Dieses wäre den Bürgern auch verteilungspolitisch kaum noch zuzumuten, und die Industrie wäre, wenn sie nach Plänen der Grünen in die EEG-Umlage einbezogen würde, in ihrer internationalen Wettbewerbsfähigkeit gefährdet. Daher ist eine spürbare Reduktion der Emissionsobergrenze beim EU ETS nur im Gesamtpaket mit einer Reform, im Idealfall einer Abschaffung des EEG, denkbar. Leider scheint eine Mehrheit in Politik und Gesellschaft nicht bereit zu sein, die Förderung erneuerbarer Energien zu hinterfragen. Dieses hat unterschiedliche Gründe. Zum einen werden dem Ausbau erneuerbarer Energien andere nützliche Effekte zuge-

schrieben, deren Existenz aber mehr als fraglich ist. Zum anderen wollen sich Provinzfürsten regionale Renten im Kampf jeder gegen jeden sichern. So wie beim Hochwasserschutz in Region A höhere Dämme gebaut werden, um sich gegen die negativen Auswirkungen höherer Dämme in Region B zu schützen, funktioniert auch das System der Förderung erneuerbarer Energien. Bundesländer, die Nettoexporteure von »grünem Strom« sind, wie Schleswig-Holstein und Bayern, versprechen sich Nettogeldflüsse ins Land, die aber nur einem relativ kleinen Personenkreis zugutekommen. Ministerpräsidenten von Ländern, die Betriebsstätten von Photovoltaik-Panels beherbergen, fürchten um ein weiteres Sterben dieses ohnehin darbenenden Sektors.

Sich von fragwürdigen energiepolitischen Zielen verabschieden

Gegenstand dieses Aufsatzes soll eigentlich nicht Sinn und Unsinn der Förderung erneuerbarer Energien sein. Da Klima- und Energiepolitik jedoch eng miteinander verzahnt sind, kann eine Diskussion der jetzigen Energiepolitik nicht außen vor bleiben. Auf das Argument hin, die Förderung erneuerbarer Energien sei angesichts des Emissionshandels vollkommen wirkungslos, führen die Befürworter andere Ziele dieser Politik ins Feld. An erster Stelle werden Abhängigkeit von Energieimporten und Versorgungssicherheit genannt, darüber hinaus (sogar in der EU-Direktive zur Förderung erneuerbarer Energien) die Notwendigkeit von Industriepolitik, Innovationsförderung und Schaffung von Arbeitsplätzen genannt. Keines dieser Argumente hält einer genaueren Überprüfung stand. Nicht die Knappheit, sondern der Überschuss an fossilen Brennstoffen ist unser Problem. Versorgungssicherheit ist durch relativ zuverlässige Importquellen eher gewährleistet als durch ein teures und starken Wetterschwankungen unterliegendes Angebot aus dem Inland. Mit Ausnahme von Öl sind andere fossile Brennstoffe, insbesondere Kohle und Gas, auf dem Weltmarkt noch für lange Zeit gut verfügbar. Das knappe Öl spielt bei der Stromproduktion jedoch kaum noch eine Rolle. Der Gaspreis ist in den letzten zwölf Jahren um 30%, in den letzten fünf sogar um 80% gesunken, und weitere geologische Reserven sind reichhaltig vorhanden. Industriepolitik ist von jeher ein fragwürdiges Ziel, und Innovationen erreicht man nicht durch die Subventionierung mittlerweile in die Jahre gekommener Technologien. Auf dem Arbeitsmarkt finden bestenfalls eine Verschiebung von Arbeitskräften sowie eine Verdrängung anderer Produkte statt. Verteuert sich mit Energie einer der wichtigsten Produktionsfaktoren, führt dieses zu negativen Beschäftigungseffekten in allen anderen Sektoren. Zahlreiche allgemeine Gleichgewichtsanalysen konstatieren sogar negative Nettoeffekte im Hinblick auf die Gesamtbeschäftigung.

Damit kehren wir zurück zu der Feststellung, dass über den Emissionshandel hinausgehende Maßnahmen zur Einsparung von CO₂ vollkommen verpuffen und die Erreichung des Emissionsziels lediglich teurer gestalten. Ja, sie stellen den Sinn des Emissionshandels dort zu reduzieren, wo es am günstigsten ist, genau auf den Kopf. Wenn Europa sich als Vorreiter im Klimaschutz profilieren und anderen Staaten als Vorbild dienen will, muss es die Gesamtmenge seiner Emissionszertifikate langfristig reduzieren und nicht Emissionen lediglich verschieben (Backloading).



Susanne Dröge*

Den Emissionshandel reformieren und erweitern

Anstatt zu versuchen, mit nationalen, regionalen und lokalen Maßnahmen die Welt retten zu wollen, wäre es vernünftig, das EU ETS mit anderen Emissionshandelssystemen zu verknüpfen. Die Aussichten hierfür sind nicht so schlecht. So will sich bekanntlich Australien ab 2015 dem europäischen Emissionshandel anschließen, es sei denn ein Regierungswechsel bremst dieses Vorhaben noch aus. China ist dabei, zunächst sieben regionale Emissionshandelssysteme zu errichten, die später untereinander verknüpft und möglicherweise mit dem europäischen verlinkt werden sollen. Sind Australien und China an Bord, könnten sich die regionalen US-amerikanischen CO₂-Handelssysteme ebenfalls anschließen und es wüchse auch der Druck auf die föderale US-Regierung, seine Emissionen landesweit zu deckeln. Haben sich erst weitere Staaten dem europäischen Emissionshandel angeschlossen, wird es jedoch schwieriger, ein solch großes System zu reformieren. Daher wäre es wichtig, dass die europäische Union institutionell eine Vorreiterrolle übernehme, anstatt lediglich Symptome zu kurieren, die auch von seinen vielen unkoordinierten Maßnahmen herrühren.

Die EU in der Reform-Falle: Der Emissionshandel verliert seine internationale Vorbildfunktion

Das Europäische Parlament hat im April 2013 eine schnelle Reform des europäischen Emissionshandelssystems abgelehnt. Eine erneute Abstimmung ist für Juli geplant. Wie kein anderes Instrument prägt der Emissionshandel die Vorreiterrolle der EU im internationalen Klimapolitikgeschehen. Inzwischen setzen auch Australien, Neuseeland, Südkorea oder Kalifornien auf den Emissionshandel nach europäischem Vorbild. Selbst mit einer Minimalreform des EU ETS – wie sie derzeit auf dem Tisch liegt – ist daher eine internationale politische Signalwirkung verbunden.

Der europäische Emissionshandel ist in seiner Dimension und Umsetzung international einzigartig. Die europaweite Schaffung eines neuen Markts für Emissionsrechte traf auf große Herausforderungen: Die Erfassung von Daten und anlagenspezifischen Informationen, die Zuteilung von Emissionsrechten, die administrative Begleitung und die weitere Ausgestaltung des Instruments waren zwangsläufig mit Unsicherheiten und potentiellen Fehlschlägen behaftet.

Das EU ETS ist als Ex-ante-System konzipiert, die Vergabe von den Anfangsausstattungen in Phase I und II wurde durch das Grandfathering vorgenommen, bei dem die Produktionsmengen aus der Vergangenheit zugrunde gelegt wurden. In der im Januar angelaufenen Phase III werden die Zertifikate überwiegend auktioniert. Eine Ex-post-Korrektur der Zuteilungen anhand der tatsächlichen Produktionsentwicklung (output-basierte Allokation) war nicht vorgesehen. Nun soll das System zum ersten Mal im Nachhinein korrigiert werden.

* Dr. Susanne Dröge ist Leiterin der Forschungsgruppe Globale Fragen bei der Stiftung Wissenschaft und Politik, Berlin.

Vom theoretischen Konzept zum umweltpolitischen Multi-Tasking

Der Europäische Emissionshandel (EU ETS) wurde 2005 im Zuge der Umsetzung des Kyoto Protokolls (1997) eingeführt. Die EU hatte sich 2002 dazu verpflichtet, ihre Emissionen von Treibhausgasen gegenüber 1990 um 8% bis 2012 zu senken (vgl. Europäischer Rat 2002). Die EU-Klimapolitik steuert mit Hilfe des EU ETS über 50% ihrer CO₂-Emissionen. Für über 11 000 Industrieanlagen und Kraftwerke in der EU und Island, Norwegen sowie Liechtenstein wurden im Zuge von mehrjährigen Handelsperioden Emissionszertifikate für das Treibhausgas Kohlendioxid (CO₂) vergeben. Diese Zertifikate können dann zwischen den Unternehmen gehandelt werden. In den ersten zwei Phasen des EU ETS (2005–2007 und 2008–2012) wurden die Zertifikate überwiegend kostenlos an die Anlagenbetreiber vergeben. In der seit 1. Januar 2013 gestarteten Phase (2013–2020) werden die Zertifikate zu über 50% versteigert (vgl. Europäische Kommission 2013a; EEX 2012).

Der Emissionshandel gilt als kosteneffizient und effektiv. Unternehmen sind frei in ihrer Entscheidung, mit welchen Technologien sie eine Reduktion ihrer Emissionen voranbringen wollen, sollte sich diese Investition angesichts des CO₂-Preises lohnen. Die Gesamtmenge an zulässigen Zertifikaten, das Cap, macht die Steuerung der Emissionsmenge für die im ETS erfassten Sektoren möglich. Aus umweltpolitischer Perspektive ist dies die effektivste Art, Treibhausgase zu begrenzen, wenn man keine Verbote einführen will.

Die Entwicklung des CO₂-Preises ist nachfragegetrieben, da das ETS mit einem fixen Angebot operiert. Das Mengenziel wird immer erreicht. Allerdings geht die Bedeutung des EU ETS weit über diese Funktionslogik hinaus. Weitere politische Ziele sind an das Instrument geknüpft, und energiepolitische Maßnahmen wirken auf die Nachfrageseite des Emissionshandels.

Dem CO₂-Preis wird aus umweltpolitischer Sicht erstens eine wesentliche Rolle dafür zugesprochen, die Umsteuerung der Investitionen in den energieintensiven Sektoren und bei der Stromproduktion hin zu emissionsarmen Technologien anzustoßen. Da die Investitionszyklen dieser Sektoren bis zu 40 Jahre betragen können, stellen ein stark schwankender CO₂-Preis und eine negative Preisentwicklung die Rentabilität von Vermeidungstechnologien in Frage.

Zweitens fließen die Einnahmen aus der Auktionierung der Emissionsrechte in Phase III des EU ETS an die Mitgliedsstaaten. Ein geringer CO₂-Preis bewirkt entsprechend geringe Geldströme. In Deutschland werden diese Einnahmen in den Energie- und Klimafonds (EKF) gelenkt, der eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung fördern soll (vgl. Bundesministerium der Fi-

nanzen 2010). Somit hängen auch die Einnahmen für den EKF an der ETS-Preisentwicklung.

Drittens beeinflussen die energiepolitischen Maßnahmen der EU im Rahmen des Energie- und Klimapakets von 2008 – u.a. Steigerung der Energieeffizienz und Ausbau der erneuerbaren Energien – die Nachfrage nach Zertifikaten, weil sie zu weniger Emissionen führen können. Als größtes Industrieland der EU fördert Deutschland zudem mit der garantierten Einspeisevergütung für erneuerbare Energien verbunden mit einer Abnahmegarantie (Erneuerbare-Energien-Gesetz – EEG) den Ausbau von erneuerbaren Energien. Die 2011 beschlossene Energiewende hat diesen noch einmal beschleunigt und dies wirkt sich negativ auf die Nachfrage nach Emissionsrechten aus.

Für die zusätzlichen Funktionen, die dem CO₂-Preis zugeschrieben werden, ist das EU ETS allerdings nicht konzipiert worden, sonst wäre zum Beispiel ein Mindestpreis vorgesehen. Weiterhin fehlen klare Vorgaben, wann eine Fehlentwicklung vorliegt, die Eingriffe auf der Angebotsseite rechtfertigen – entsprechend kontrovers ist nun die Diskussion um nachträgliche Korrekturen. Der starke Einbruch des CO₂-Preises wurde durch eine Kombination des Ex-ante-Designs der ETS-Phase III mit einem nicht antizipierten externen Schock (Konjunkturkrise) ausgelöst. Die Übertragbarkeit von Emissionsgutschriften zwischen den Handelsphasen II und III (Banking) und die Anrechnung von ausländischen Emissionsminderungen ermöglichten einen hohen Vorrat von Zertifikaten bei den Unternehmen – dieser wurde also nur zum Teil durch Investitionen in eine geringere Emissionsintensität erlangt, welche Teil der klimapolitischen Agenda der EU sind.

Internationales Vorbild mit vielen Nachahmerstaaten

International gilt das EU ETS als »Pilotprojekt«. Seit seiner Einführung 2005 wurde es von vielen Staaten mit Interesse verfolgt. Trotz des wirtschaftlichen Abschwungs sind mehrere Länder oder Bundesstaaten dem EU-Beispiel gefolgt. Der Emissionshandel wurde inzwischen von Australien, Neuseeland, Kalifornien oder Südkorea eingeführt und wird auch in sieben chinesischen Provinzen vorbereitet. Laut einem Weltbank-Bericht zu den internationalen CO₂-Märkten decken die Staaten mit Emissionshandel oder CO₂-Steuern derzeit 21% der 50 Gt CO₂ ab, die weltweit emittiert werden. Von den laufenden Emissionshandelsystemen werden derzeit 7% der globalen Emissionen erfasst. Wenn – wie angekündigt – China, Brasilien und Chile sowie weitere Schwellenländer, aktiv würden, würde fast die Hälfte der globalen Emissionen unter einen Steuerungsmechanismus fallen (vgl. Weltbank 2013, 77).

Mit dem ETS in Australien strebt die Europäische Kommission ein bilaterales Linking an, d.h. die gegenseitige Anerkennung von Zertifikaten für den jeweiligen Handel. Das ETS in Australien wurde im Juli 2012 eingeführt. Für zwei Jahre wird dort der Preis pro Tonne CO₂ fixiert (der Einstiegspreis liegt bei 23 AUS-Dollar), ab 2014 werden dann die Zertifikate auch gehandelt. Eine vollständige Verbindung der beiden ETS soll ab 2018 gelten, bereits ab 2015 soll eine Interim-Regel greifen, laut der die australischen Unternehmen europäische Zertifikate bei ihren Behörden einreichen dürfen (vgl. Europäische Kommission 2012).

Gleichzeitig besteht ein globaler Markt für Zertifikate auf dem die Gutschriften (Certified Emission Reduction – CER, und Emission Reduction Units – ERU) aus dem Clean Development Mechanism und Joint Implementation gehandelt werden. Der CDM ermöglicht es zum Beispiel europäischen Unternehmen, auch durch Investitionen in Ländern, die nicht zu Reduktionen unter dem Kyoto-Protokoll verpflichtet sind, Emissionsminderungen angerechnet zu bekommen. Unter der Joint Implementation sollten v.a. gemeinsame Investitionen mit Unternehmen aus Transformationsländern in Gutschriften umgewandelt werden. Im Gegensatz zur JI ist der CDM ist sehr erfolgreich gewesen, wenn man dies an der Entwicklung der Projekte misst. Die Effektivität der Minderungsanstrengungen ist jedoch nicht immer nachweisbar. Da der CDM das Angebot an internationalen Zertifikaten stark erhöht hat und gleichzeitig die Nachfrage aus dem EU ETS stark gefallen ist, lag Anfang 2013 der Preis für diese Gutschriften nur bei rund 0,30 Euro (vgl. Point Carbon 2013; Weltbank 2013, 41). Hinzu kommt, dass für die zweite Verpflichtungsperiode des Kyoto-Protokolls (2013–2020), die in Doha 2012 unter der UNFCCC beschlossen wurde, nur noch wenige Staaten¹ einer weiteren Reduktionsverpflichtung (darunter die EU) zugestimmt haben. Die großen Nachfrager nach CER, wie z.B. Japan, fehlen.

Die kontroverse Reformdebatte und ihre internationalen Signale

Während also international der Emissionshandel an Bedeutung gewinnt, hat sich um das EU ETS eine kontrovers geführte Reformdebatte entwickelt. Diese wurde durch den CO₂-Preis ausgelöst. Von rund 30 Euro pro Tonne CO₂ in 2008 fiel er auf ein Allzeittief von 2,81 Euro im Januar 2013. Das Einsetzen der Wirtschaftskrise 2009 hatte zwar den Nachfrage- und damit Preisrückgang eingeläutet. Aufgrund des Banking startete das ETS am 1. Januar 2013 nicht bei null, sondern es wurden rund eine Milliarde CO₂-Zertifikate übertragen (vgl. Europäische Kommission 2012a). Zusammen

mit 500 Mill. Gutschriften aus dem internationalen Markt und weiterhin rückläufiger Nachfrage beläuft sich der Überhang auf der Angebotsseite auf die Gesamtmenge des jährlichen Cap von rund 2 Mrd. Tonnen CO₂. Der Kommission ist es jedoch seit Beginn der Krise nicht gelungen, die Mitgliedstaaten und das Europäische Parlament von einer Korrektur des Systems zu überzeugen – oder gar von einer Erhöhung des Emissionsziels, welches das Cap wesentlich absenken würde.

Die EU-Kommission hat Ende 2012 in ihrem Bericht zu den Kohlenstoffmärkten (vgl. Europäische Kommission 2012a) verschiedene Möglichkeiten erläutert, wie das Angebot an Emissionszertifikaten verknappt werden könnte. Unter anderem könnte dies durch die Anhebung des EU-Reduktionsziels auf 30% bis 2020 oder durch eine permanente Löschung (Set Aside) der überschüssigen Zertifikate von 900 Mill. Stück, d.h. eine Korrektur des Banking aus der Phase II, erreicht werden. Dem Europäischen Parlament (EP) wurde ein Gesetzesvorschlag der EU-Kommission vorgelegt, im Schnellverfahren das EU ETS mit Hilfe des sogenannten »Backloading« zu beleben, obwohl diese Variante die Nachfrage nicht nachhaltig beeinflussen dürfte: Beim Backloading werden die für die Auktionierung vorgesehenen Zertifikate temporär zurückgehalten und bis 2019 wieder in den Markt gegeben. Selbst diese minimale Reformmöglichkeit ist umstritten.

Wenn dieser Vorschlag erneut im EP scheitert, bleibt noch die gängige Gesetzeserweiterung, bei der nach dem Europäischen Parlament auch der Umweltministerrat der EU einbezogen wird. Die Chance auf eine rasche Reform des Emissionshandels hängt derzeit an den Mehrheiten im Parlament. Das Ende der Amtszeit der EU-Kommission und ihre Neubesetzung werden 2014 die Prozesse in Brüssel stoppen. Als Anknüpfungspunkt für eine Reform bliebe dann erst wieder die gerade angestoßene neue Strategie für die EU Energie- und Klimapolitik bis 2030 (vgl. Europäische Kommission 2013b).

Die Entscheidung der EU und ihre Mitgliedstaaten über eine Korrektur des ETS werden international als Signal für das künftige Engagement der EU in der Klimapolitik interpretiert. Zum einen beeinflusst eine EU-ETS-Angebotsverknappung den Offset-Markt des CDM und dessen künftige Gestaltung. Denn die Kyoto-Mechanismen (CDM, JI) sind ebenfalls Gegenstand von Reformen unter der UNFCCC. Die EU könnte mit einer ETS-Reform die schleppenden VN-Verhandlungen über neue Marktmechanismen für ein für 2020 geplantes umfassendes Klimaabkommen stimulieren. Zweitens hält die EU-Kommission daran fest, ausgehend vom EU ETS eine Verlinkung mit anderen nationalen Systemen voran zu treiben. Eine Verlinkung kann effiziente Vermeidungsinvestitionen für die teilnehmenden Unternehmen er-

¹ Diese umfassen die 27 EU-Mitgliedstaaten, Norwegen, Liechtenstein, Monaco, Schweiz, Kroatien, Island, Australien, Weißrussland, Kasachstan und die Ukraine, online verfügbar unter: <http://www.bmu.de/themen/klima-energie/klimaschutz/internationale-klimapolitik/kyoto-protokoll/>.

öffnen und den Markt für Zertifikate liquider machen, weil mehr Unternehmen in den Handel einsteigen. Ohne die Reform des EU ETS könnte der Eindruck entstehen, das Linking solle vor allem zusätzliche Nachfrage nach EU-Zertifikaten erzeugen. Da die EU aber international bisher nur mit ebenfalls ambitionierten Systemen verlinken wollte, steht sie nun unter dem Druck, Fehler im eigenen System zu korrigieren, um glaubwürdig zu bleiben.

Drittens hat die Reform des EU ETS eine stellvertretende Funktion für die EU-Klimapolitik insgesamt eingenommen. Neben den Zusagen über die Finanzierung der VN-Klimapolitik (Green Climate Fund), wird der Emissionshandel von Entwicklungs- und Schwellenländern als Signal für die Bereitschaft der EU gewertet, ihren Ankündigungen gerecht werden zu wollen, die sie seit 2008 wiederholt: einen ambitionierten internationalen Klimaschutz voran zu treiben (vgl. Dröge 2013). Der Emissionshandel und seine Internationalisierung gelten als das Kernstück dieser Idee. Darüber hinaus steht die EU-Klimapolitik immer noch für die Vereinbarkeit von wirtschaftlicher Entwicklung und Umweltschutz. Diese erscheint bei einem CO₂-Preis von wenigen Euro pro Tonne nicht als besonders anspruchsvoll.

Literatur

Bundesfinanzministerium (2010), *Gesetz zur Errichtung eines Sondervermögens zum Energie- und Klimafonds (EKFG)* vom 8. Dezember 2010, Bundesgesetzblatt 2010 Teil I Nr.62 ausgegeben in Bonn am 13. Dezember 2010, 1807.

Diekmann, J. (2012), *EU-Emissionshandel: Anpassungsbedarf des Caps als Reaktion auf externe Schocks und unerwartete Entwicklungen?*, Climate Change Nr. 17/2012, FKZ / Projektnr.: 3711 41 504, 2012 Umweltbundesamt.

Dröge, S. (2013), »Europäische Finanz- und Schuldenkrise: Negative Folgen für die europäische Klimapolitik«; in: R. Kempin und M. Overhaus (Hrsg.), *EU-Außenpolitik in Zeiten der Finanz- und Schuldenkrise*, SWP-Studien 2013/S 09, Berlin, 59–68.

Europäische Kommission (2013a), »The EU Emissions Trading System (EU ETS)«, Factsheet, GD Climate Action, 2013.

Europäische Kommission (2013b), *Grünbuch Ein Rahmen für die Klima- und die Energiepolitik bis 2030*, online verfügbar unter: http://ec.europa.eu/energy/green_paper_2030_de.htm.

Europäische Kommission (2012a), *The State of the European Carbon Market in 2012*, Report from the Commission to the European Parliament and the Council, Brüssel, 14.11.2012, COM(2012) 652 final.

Europäische Kommission (2012b), *Australia and European Commission Agree on Pathway towards Fully Linking Emissions Trading Systems*, DG Climate Action, August, online verfügbar unter: http://ec.europa.eu/clima/news/articles/news_2012082801_en.htm.

Europäischer Rat (2002), *Entscheidung des Rates vom 25. April 2002 über die Genehmigung des Protokolls von Kyoto zum Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen im Namen der Europäischen Gemeinschaft sowie die gemeinsame Erfüllung der daraus erwachsenden Verpflichtungen*, 2002/358/EG, Amtsblatt Nr. L 130 vom 15. Mai 2002, 0001–0003.

European Energy Exchange EEX (2012), *Auctioning of Emission Allowances in EU ETS Phase III, Guidance for Bidders*, Eurox und EEX, online verfügbar unter: <http://www.eex.com/en/Auction>.

Point Carbon (2013), *LoDankelw CER Prices Leave Chinese Contracts in Disarray*, online verfügbar unter: <http://www.pointcarbon.com/>.

Weltbank (2013), *Mapping Carbon Pricing Initiatives, Developments and Prospects*, Carbon Finance at the World Bank, Report commissioned to Ecofys, Washington.

Familienmodelle, Erwerbstätigkeit und Fertilität – Ziele der »nachhaltigen« Familienpolitik im Spiegel der Bevölkerungs- und Arbeitsmarktstatistik

16

Bevölkerungstatistisch ist die Finanz- und Wirtschaftskrise in West- und Südeuropa für Deutschland ein Gewinn: Wanderten Arbeitsmigranten aus Mittelosteuropa in den 2000er Jahren bevorzugt nach Irland, Großbritannien oder Spanien, so hat in den letzten Jahren Deutschland als Zielland stark an Bedeutung gewonnen. Vor allem die Zuwanderung aus Polen, Rumänien, Bulgarien und Ungarn hat dafür gesorgt, dass der Wanderungsgewinn in den Jahren 2011 und 2012 das Geburtendefizit übertroffen hat und die Bevölkerungszahl, nachdem sie seit 2003 rückläufig war, wieder leicht anstieg (zu den jüngsten Zahlen vgl. Statistisches Bundesamt 2013). Politik und Wirtschaft begrüßen die gestiegenen Zuwandererzahlen, insofern sie die rückläufige Zahl autochthoner junger Arbeitskräfte auszugleichen scheinen. Zuwanderung als Kompensation für den Nachwuchsschwund als Folge niedriger Geburtenraten – diese vermeintliche Lösung der demographischen Probleme Deutschlands war schon um die Jahrtausendwende in Politik und Medien populär. Berechnungen der Vereinten Nationen widerlegten das bereits damals: Sie zeigten, dass, um die bestehende Altersstruktur zu erhalten, bis zum Jahr 2050 eine dreistellige Millionenzahl von Menschen nach Deutschland einwandern müsste (vgl. Birg 2000). Diese rein hypothetischen Hochrechnungen verdeutlichten, dass Zuwanderung das Verhältnis von Erwerbs- und Nichterwerbsbevölkerung nicht dauerhaft stabilisieren kann. Der Grund dafür ist, dass die Zuwanderer ihrerseits altern und sich zudem dem Geburtenverhalten der einheimischen Bevölkerung rasch anpassen. Zuwanderung kann daher die Alterung mit ihren gravierenden Folgen für die sozialen Sicherungssysteme nicht aufhalten. Zuwanderung qualifizierter Arbeitskräfte mag zwar zeitweise Personalengpässe in einzelnen Unternehmen und Branchen lindern können, der Glaube, mit ihr die demographischen Probleme Deutschlands lösen zu können, ist jedoch eine Illusion, wie Renate Schmidt (SPD) schon 2002 konstatierte (Schmidt 2002a, 151).



Stefan Fuchs*

Die Kinderbetreuungskultur in Deutschland hat sich grund- legend verändert ...

Aus dieser Erkenntnis zog Renate Schmidt als Bundesfamilienministerin (2002–2005) den Schluss, dass Deutschland für wirtschaftliches Wachstum und soziale Sicherheit mehr Kinder brauche. Ihr Leitbild war eine »nachhaltige Familienpolitik«, die sich – nicht allein, aber eben auch – »am Ziel der Geburtenentwicklung messen lassen« wollte (Schmidt 2007, 14–15). Erklärtes Ziel war es, »mehr Kinder in die Familien und mehr Familien in die Gesellschaft zu bringen«; »mittelfristig« sollte die Geburtenrate auf 1,7 Kinder pro Frau steigen (vgl. Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend 2005a; Bundesregierung 2006, XXXV; Ristau 2005, 18). Das war ein Paradigmenwechsel: Bis dato war jede Form von »Pronatalismus« politisch indiskutabel und geradezu verpönt (vgl. Mayer 2007, 91). Die Familienpolitik diente nach Auffassung der früheren Bundesregierungen nicht bevölkerungspolitischen oder volkswirtschaftlichen Zielen, sondern sollte hel-

fen, Familien »Spielräume und Wahlfreiheiten zu erhalten« und ihre »Handlungskompetenz zur Bewältigung vielfältiger Aufgaben«, vor allem in der Kindererziehung und der Altenpflege, zu stärken (vgl. Bundesregierung 1995). Das zentrale Anliegen der Familienpolitik war es, die materielle Benachteiligung von Eltern gegenüber Kinderlosen abzubauen: Diesem »Lastenausgleich« – nicht etwa höheren Geburtenraten – sollten Leistungen wie das Kindergeld dienen (vgl. Bundestagsdrucksache 8/3120, 1979, 7–9). In seinen »Familienurteilen« hatte das Bundesverfassungsgericht dem Gesetzgeber aufgetragen, den Familienlastenausgleich zu einem »Leistungsausgleich« fortzuentwickeln, der den »generativen Beitrag« familiärer Kindererziehung zum Erhalt der umlagefinanzierten Sozialsysteme anerkennt. Ein Schritt in diese Richtung war die in den 1980er Jahren eingeführte Anrechnung von Kindererziehungszeiten in der Rentenversicherung, die weiter ausgebaut werden sollte (vgl. Bundesregie-

* Stefan Fuchs ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Demografie, Allgemeinwohl und Familie (IDAF) e.V., Sankt Augustin.

zung 1995, XI). Mit dieser Konzeption des Familienleistungsausgleichs brach die »nachhaltige Familienpolitik«: Ihr Leitbild waren »kontinuierliche Erwerbsverläufe« beider Eltern – Mütter sollten genauso wie Väter und kinderlose Frauen (möglichst in Vollzeit) erwerbstätig sein. Ansprüche an soziale Sicherung sollten Eltern allein durch die Teilnahme am Erwerbsleben erwerben – eine Anerkennung von Kindererziehungszeiten in der Sozialversicherung war nicht mehr vorgesehen, sie galt als obsolet.¹ Begründet wurde dieser Paradigmenwechsel mit einer grundlegenden Kritik an 50 Jahren deutscher Familienpolitik, die »eine wenig erfreuliche Bilanz« vorzuweisen habe: Eine »geringe Geburtenrate geht einher mit niedriger Frauenerwerbstätigkeit, ein schwaches Bildungsniveau mit gewachsenen Armutsrisiken« (Ristau 2005, 17–18). Zurückzuführen sei die Ineffizienz der früheren Politik auf eine falsche Verteilung der Ressourcen für die Familienpolitik: Es werde zu viel für monetäre Leistungen und zu wenig für Betreuungsinfrastruktur ausgegeben (vgl. Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend 2005b, 8–9). Die mentale Wurzel dieses Problems sei das traditionelle Mutterbild, das noch immer die Vereinbarkeit von Beruf und Familie für Frauen verhindere. Um »überholte« Familienmodelle zu überwinden, sollte das Anreizsystem der Familienförderung grundlegend neu ausgerichtet werden: Den Ausstieg aus dem Erwerbsleben begünstigende Regelungen (z.B. das Ehegattensplitting) sollten abgebaut und die Ressourcen zugunsten des Ausbaus der Ganztagsbetreuung neu verteilt werden (vgl. Fuchs 2010, 114–116). Vordenker dieser Konzeption war Bert Rürup, der 2003 in einem Gutachten für die Bundesregierung Nachhaltigkeit durch das »Erreichen zweier Ziele« definierte: Einer »ausreichenden Kinderzahl, die der Alterung der Gesellschaft entgegenwirkt«, sowie einer »Erhöhung der Frauenerwerbsquote« (vgl. Rürup und Gruescu 2003, 9). Aus der Sicht von Rürup und Gruescu ergänzten sich beide Ziele komplementär, indem sie das zukünftige Erwerbspersonenpotenzial vergrößern. Zwischen beiden Zielen sahen sie keinen Konflikt, sondern hielten diese im Gegenteil für gut miteinander vereinbar. Aus einer historischen Perspektive ist das keineswegs einleuchtend, ging doch die steigende Erwerbsneigung von Frauen seit den 1960er Jahren mit dem Geburtenrückgang einher. Rürup und Gruescu argumentierten dagegen mit dem Querschnittsvergleich europäischer Länder, um die Vereinbarkeit von Frauenerwerbstätigkeit und höherer Fertilität beider Ziele zu belegen (vgl. Rürup und Gruescu 2003, 11). Während Rürup und Gruescu lediglich festhielten, dass sich beide Ziele nicht widersprechen müssten, wurde in der öffentlichen Debatte behauptet, dass eine höhere Frauenerwerbstätigkeit die Geburtenneigung so-

gar begünstige (vgl. Schmidt 2002a, 100–101). Als Beleg dafür galt die höhere Fertilität in den nordischen Ländern, insbesondere in Dänemark und Schweden, die Renate Schmidt wie Ursula von der Leyen als Best-Practice-Modelle der Gleichstellungs- und Familienpolitik dienten.

Ein Meilenstein ihres familienpolitischen Paradigmenwechsels war das Elterngeld, das 2007 das frühere Erziehungsgeld ablöste. Während das Erziehungsgeld eine bis zu 24 Monate gezahlte Pauschale (300 Euro) war, ist das Elterngeld eine auf zwölf Monate plus zwei Partnermonate befristete Lohnersatzleistung. Mit dem Lohnersatzprinzip soll – dem Vorbild der Arbeitslosenversicherung folgend – Elternschaft als Risiko für eine kontinuierliche Erwerbskarriere finanziell aufgefangen werden. Wie im Falle der Arbeitslosigkeit soll auch im Falle der Elternschaft eine rasche Rückkehr in den Erwerbsberuf die Regel sein. Dies setzt wiederum Betreuungsplätze voraus, deren flächendeckender Ausbau daher das zweite zentrale Projekt der »nachhaltigen Familienpolitik« war. Ob es den Kommunen gelingt, den 2008 im »Kinderförderungsgesetz« für 2013 zugesagten Rechtsanspruch auf Betreuung ab dem zweiten Lebensjahr einzulösen, ist noch immer ungewiss. Neben Finanzengpässen hemmt den Ausbau vielerorts der Mangel an qualifizierten Erzieherinnen. Trotz dieser Bremsen ist der Wandel unverkennbar: Als Renate Schmidt 2002 den Paradigmenwechsel einleitete, lag die Quote institutionell betreuter Kinder in Westdeutschland in der Altersgruppe von null bis unter drei Jahre bei knapp 4%, im Jahr 2012 erreichten sie 2012 schon mehr als 18% – Tendenz rasch steigend (vgl. Schmidt 2002b, 5; Statistisches Bundesamt 2012a, 6). Noch immer weit voraus in der institutionellen Kinderbetreuung sind den westdeutschen Flächenländern die ostdeutschen Bundesländer: Mit Betreuungsquoten von ca. 50% gehören sie zu den Regionen mit der am besten ausgebauten Kinderbetreuungsinfrastruktur in Europa (vgl. OECD 2004, 49). Auch wenn vielen Kritikern die Politik der letzten Jahren nicht weit genug geht – als inkonsequent kritisiert werden insbesondere monetäre Leistungen (höheres Kindergeld 2009, Betreuungsgeld) und der Fortbestand des Ehegattensplittings – hat sich die westdeutsche Kinderbetreuungskultur in der letzten Dekade grundlegend verändert.

... und die Erwerbsquote der Frauen in Deutschland stark zugenommen, ...

Gleichzeitig nahm die Erwerbstätigkeit von Frauen weiter zu: Ihre Erwerbsquote stieg von knapp 62% (2002) auf fast 72% – so dynamisch entwickelte sich die Frauenerwerbstätigkeit in keinem anderen westeuropäischen Land. Während in den meisten EU-Ländern die Frauenerwerbsquoten im Zuge der Finanz- und Wirtschaftskrise seit 2007 zurückgingen, sind sie in Deutschland weiter angestiegen. Noch stärker als die Männer profitieren die Frauen von der robusten

¹ Vgl. Bundesregierung (2006, XXIII–XXXV). Die Stellungnahme ist die zentrale Programmschrift der neuen Familienpolitik, die das Leitbild kontinuierlicher Erwerbstätigkeit entwirft. Wahlfreiheit zwischen Familie und Erwerbstätigkeit ist in dieser Konzeption nicht mehr vorgesehen. Damit erübrigt sich auch die Notwendigkeit Erziehungsleistungen materiell anzuerkennen, der Familienlasten- bzw. Leistungsausgleich spielt hier keine Rolle mehr.

Tab. 1
Frauenerwerbstätigkeit und Teilzeitarbeit – Entwicklung in (West-)Europa

	Erwerbstätigenquote in %			Differenz	Teilzeitquote in %		Differenz
	1992	2002	2012	2002–2012	2002	2012	2002–2012
Belgien	48,2	55,8	61,7	+ 5,9	73,4	43,6	6,2
Dänemark	71,1	73,1	72,2	– 0,9	30,3	36,4	6,1
Deutschland	57,8	61,9	71,5	+ 9,6	39,5	45,6	6,1
Irland	10,9	59,6	59,4	– 0,2	30,6	35,4	4,8
Griechenland	39,5	46,6	45,2	– 1,4	8,0	11,9	3,9
Spanien	34,5	47,6	54	+ 6,4	16,8	24,5	7,7
Frankreich	56,3	61,9	65	+ 3,4	29,8	30,2	0,4
Italien	38,6 (1993)	44,9	50,5	+ 5,6	16,9	31,1	14,2
Niederlande	53,1	66,8	71,9	+ 5,1	73,1	77,0	3,9
Portugal	59,4	65,7	63,1	– 2,6	16,4	16,8	0,4
Finnland	67,8	70,4	72,5	+ 2,1	17,5	20,1	2,6
Schweden	79,6	76,6	76,8	+ 0,2	33,1	39,6	6,5
Ver. Königreich	62,6	67,5	68,4	+ 0,9	43,8	43,3	– 0,5
Norwegen		75,9	77,3	+ 1,4	43,3	42,2	– 1,1
Schweiz		73,3	76	+ 2,6	57,0	60,9	+ 3,9
USA	56,7	68,5	65,1 (2011)	– 3,4	–	–	–

Quelle: Eurostat (Mai 2013), (Italien: 1993, USA: 2011).

Verfassung des deutschen Arbeitsmarktes. Zu Recht bezeichnet das Institut der deutschen Wirtschaft Frauen als Gewinner der jüngsten Arbeitsmarktentwicklung in Deutschland, wenn es in der Diskussion um das »Gender Pay Gap« die Unternehmen gegen Diskriminierungsvorwürfe in Schutz nimmt.² Auch die Analysen des IW würdigen indes nicht ausreichend die Fortschritte Deutschlands in der Arbeitsmarktintegration von Frauen. Es bleibt unterbelichtet, dass die Frauenerwerbsquote hierzulande mittlerweile deutlich höher ist als in anderen großen Industrieländern wie den USA, Großbritannien und Frankreich. Frauen in Deutschland sind inzwischen ähnlich häufig erwerbstätig wie in den nordischen Ländern, die der »nachhaltigen« Familienpolitik dienen.

Mittlerweile erreicht die Frauenerwerbsquote fast dasselbe Niveau wie in Finnland und Dänemark; in Schweden ist die Frauenerwerbsquote zwar noch höher, in der letzten Dekade stagnierte sie aber, und im Vergleich zu den 1990er Jahren ist sie zurückgegangen. Dasselbe lässt sich auch in Dänemark und den USA beobachten. In diesen Ländern, die zu den Vorreitern der Arbeitsmarktintegration von Frauen gehörten, scheint der Anstieg der Frauenerwerbsquoten seinen Höhepunkt erreicht, vielleicht sogar überschritten zu haben. Den Gegenpol dazu bilden Länder wie Irland oder Spanien, wo die Frauenerwerbstätigkeit, von einem niedrigen Ausgangsniveau ausgehend, sprunghaft zugenommen hat. In Deutschland hat die Frauenerwerbstätigkeit von einem schon überdurchschnittlichen Ausgangsniveau weiter deutlich zugenommen, so dass die Frauenerwerbsquote nun zu den höchsten in Europa und der OECD-Welt gehört. Die

Dynamik der Entwicklung lässt sich nicht bestreiten, sie wird aber immer wieder mit Verweis auf die hohe Teilzeiterwerbstätigkeit in Deutschland relativiert.

... was durch die Ausdehnung der Teilzeiterwerbstätigkeit möglich wurde

Und in der Tat gehört die Teilzeitquote von Arbeitnehmerinnen in Deutschland zu den höchsten in Europa und den OECD-Staaten. Hohe Teilzeitquoten sind jedoch generell charakteristisch für Länder mit hohen Frauenerwerbsquoten. Exemplarisch dafür sind die Niederlande und die Schweiz, wo weit über die Hälfte der Frauen in Teilzeit arbeiten. Befürworter der »nachhaltigen Familienpolitik« tendieren dazu, Teilzeiterwerbstätigkeit als Notlösung angesichts mangelnder Ganztagsbetreuung anzusehen. Zweifel an dieser Interpretation wecken jedoch die hohen Teilzeitquoten in Ländern mit gut ausgebauter Betreuungsinfrastruktur wie Norwegen oder Belgien, die annähernd das deutsche Niveau erreichen. Auch Schweden und Dänemark weisen beachtliche Teilzeitquoten auf, die – im Gegensatz zu den Erwerbsquoten – im letzten Jahrzehnt deutlich gestiegen sind. In einer Reihe von Ländern sind die Teilzeitquoten stärker gestiegen als die Erwerbsquoten. Das Arbeitsvolumen von Frauen steigt also nicht im selben Ausmaß wie ihre Erwerbsquote, sondern tendiert eher dazu zu stagnieren oder sogar zurückzugehen. Das kann auch nicht anders sein, weil das Arbeitsvolumen insgesamt aufgrund von Rationalisierung langfristig nicht wächst, sondern eher zurückgeht. In Deutschland ist es zwischen 1991 und 2011 um drei Milliarden Stunden gesunken (vgl. Statistisches Bundesamt 2012b). Ohne die Teilzeitarbeit wäre das Wachs-

² Zur Lage von Frauen auf dem deutschen Arbeitsmarkt vgl. Schäfer, Schmidt und Stettes (2013).

Tab. 2
Frauenenerwerbstätigkeit, Teilzeitarbeit und Fertilität –
ausgewählte Korrelationen

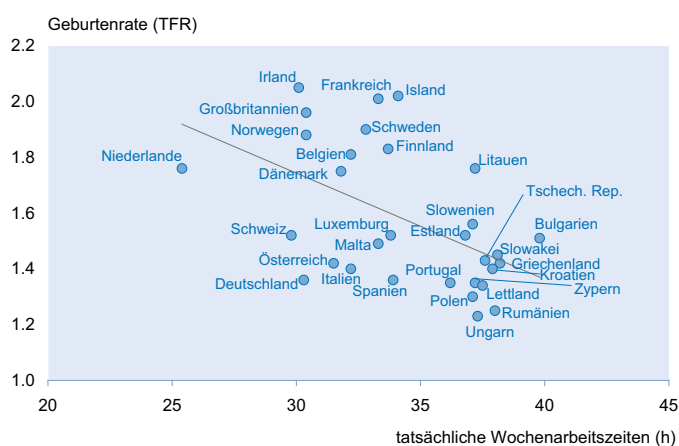
	Korrelation (r ²)
Teilzeitquote – Erwerbsquote	0,495340485
Erwerbsquote – Wochenarbeitszeit	– 0,438260283
Erwerbsquote – Geburtenrate (TFR)	0,507601583
Teilzeitquote – Geburtenrate (TFR)	0,456830012
Wochenarbeitszeit Frauen – Geburtenrate (TFR)	– 0,518208132

Quelle: Berechnungen des Autors.

tum der Frauenerwerbsquote seit den 1990er Jahren praktisch nicht möglich gewesen. Generell ist die Zunahme der Frauenerwerbsquote in Europa offenbar eng mit der Teilzeiterwerbstätigkeit verbunden, wie die positiven Korrelationen zwischen dem Niveau der Erwerbs- und der Teilzeitquote und ihrer relativen Veränderung belegen.

Es fällt auf, dass hohe Teilzeitquoten charakteristisch für wohlhabende, wirtschaftlich erfolgreiche Länder (Norwegen, Niederlande, Schweiz, Deutschland) sind, während in den Transformationsländern Mittelosteuropas sowie in Griechenland und Portugal wesentlich niedrigere Teilzeitquoten anzutreffen sind. Damit verbunden sind die durchschnittlichen Wochenarbeitszeiten von Frauen in diesen Ländern wesentlich höher als in Mittel- und Nordeuropa. Lange Wochenarbeitszeiten von Frauen sind in Europa also kein Symptom wirtschaftlicher Leistungsfähigkeit, sondern im Gegenteil ein Merkmal relativ schwacher Volkswirtschaften. Die statistisch ausgewiesenen Unterschiede sind beträchtlich: In der Slowakei und Griechenland z.B. dauern Wochenarbeitszeiten von Frauen durchschnittlich fast acht Stunden länger als in Deutschland oder Norwegen. Es ist evident, dass solche Differenzen die Vereinbarkeit von Beruf und Familie prägen. Aus dieser Sicht ist es nicht überraschend, dass die Teilzeitquote positiv, die Länge der Wochenarbeitszeiten in

Abb. 1
Korrelation Wochenarbeitszeiten von Frauen und Fertilität in Europa, 2011



Quelle: Eurostat.

Europa dagegen stark negativ mit den Geburtenraten korreliert.

Entwickelte Teilzeitarbeitsmöglichkeiten und relativ kurze Wochenarbeitszeiten von Frauen sind keine Gewähr für hohe Geburtenraten, wie die niedrige Fertilität in der Schweiz und in Deutschland zeigt. Umgekehrt scheinen jedoch niedrige Teilzeitquoten und lange Wochenarbeitszeiten von Frauen mit einer hohen Fertilität in der Nähe des Generationenersatzes unvereinbar zu sein: In den

Ländern mit durchschnittlichen Frauenwochenarbeitszeiten von über 35 Stunden lag die Geburtenrate 2011 (wie auch in den vorangegangenen Jahren) fast durchgängig unter 1,6 Kindern pro Frau. Es handelt sich hier um Länder im Süden und Osten Europas, in denen Frauen deutlich seltener erwerbstätig sind als in den mittel- und nordeuropäischen Ländern mit ihrer ausgeprägten Teilzeitkultur. Diese Teilzeitkultur fördert die Integration von Frauen in den Arbeitsmarkt, indem sie Müttern die Vereinbarkeit von Beruf und Familie erleichtert. Entscheidend für die „Vereinbarkeit“ sind nicht allein die Betreuungsangebote, sondern ebenso die wöchentlichen Arbeitsvolumina.

Teilzeitarbeit begünstigt die Entscheidung für Kinder, ...

»Zeitpolitik« soll neben der Betreuungsinfrastruktur und dem Elterngeld die dritte Säule der »nachhaltigen Familienpolitik« sein. »Familienfreundliche« Arbeitszeiten sind das zentrale Stichwort. Als »familienfreundlich« gelten »flexible« Arbeitszeiten, die u.a. durch mehr Betreuungsangebote in den Tagesrandzeiten ermöglicht werden sollen.³ Kürzere Arbeitszeiten für Eltern sind damit nicht gemeint. Im Gegenteil: Das von Frauen angebotene Erwerbspotenzial soll vergrößert werden, indem Mütter ihre Elternauszeiten verkürzen und teilzeiterwerbstätige Mütter ihre Arbeitszeiten ausdehnen.⁴ Vom mehrheitlichen Wunsch vollzeiterwerbstätiger Mütter, ihre Arbeitszeit zu reduzieren, ist ebenso wenig die Rede, wie von der Schwierigkeit, das Leben in einer Mehrkinderfamilie mit einer beiderseitigen Vollzeiterwerbstätigkeit zu verbinden. In fast allen OECD-Staaten, auch in Skandinavien, sind Mütter mit drei und mehr Kindern seltener erwerbstätig als andere Frauen.⁵ So-

³ »Insbesondere die Randzeitenbetreuung verbessert die Erwerbsmöglichkeiten und erhöht die Zeitsouveränität jener Eltern, die im Schichtdienst oder im Dienstleistungsbereich mit langen Öffnungszeiten arbeiten« (Bundesregierung 2012, XI).

⁴ Dies geht aus den Aussagen der Bundesregierung zur Frauenenerwerbstätigkeit klar hervor. Exemplarisch dafür: Bundestagsdrucksache 17/6377, 11–13.

⁵ Dies zeigen die Zahlen der OECD (2013).

Tab. 3
Erwerbskonstellationen von Paare mit Kindern unter 18 Jahren (in %)

	1996	2009
Vater: Vollzeit erwerbstätig, Mutter: Teilzeit erwerbstätig	26	37
Vater: Vollzeit erwerbstätig, Mutter: nicht erwerbstätig	39	31
Beide Partner: Vollzeit erwerbstätig	23	12
Beide Partner: nicht erwerbstätig	6	11
Mutter: Vollzeit erwerbstätig, Vater: nicht erwerbstätig	4	6
Beide Partner: Teilzeit erwerbstätig	1	2
Vater: Teilzeit erwerbstätig, Mutter: Vollzeit erwerbstätig	1	1

Quelle: Statistisches Bundesamt: Paare mit Kindern unter 18 Jahren nach Paarform und Erwerbsbeteiligung der Partner: Mikrozensus 1996 und 2009, Wiesbaden 2011; Berechnungen des Autors.

fern sie berufstätig sind, nimmt die Neigung zur Teilzeitarbeit zu und der zeitliche Umfang ihrer Erwerbsarbeit ab (vgl. Keddi et al. 2010, 23–24). Die Partner kinderreicher Mütter sind demgegenüber fast immer in Vollzeit beschäftigt. Ein »traditionelles« Familienmodell mit dem Vater als Haupternährer ist in Mehrkinderfamilien die Regel. Dem Kinderpanel des Deutschen Jugendinstituts (2005) zufolge waren nur in etwa 5% der Paarfamilien mit drei Kindern beide Partner in Vollzeit erwerbstätig, bei den Paaren mit zwei Kindern waren es 11% und bei den Paaren mit einem Kind knapp 15% (vgl. Keddi et al. 2010, 24). In der empirischen Realität entspricht dem Ideal des egalitären Doppelverdienerpaares nur eine recht kleine Minderheit der Familien, wie auch der Mikrozensus belegt.

Der Vergleich der Erwerbsbeteiligung von Elternpaaren 1996 und 2009 zeigt die Kluft zwischen den Zielen der Arbeitsmarkt- und Gleichstellungspolitik und der gesellschaftlichen Entwicklung: Der Anteil der Familien mit einem männlichen Alleinfamilienernährer ist zwar deutlich zurückgegangen, fast ein Drittel der Familien praktizierte aber im-

mer noch die klassische Arbeitsteilung. Der Anteil dieser »traditionellen« Familien ist mehr als doppelt so hoch wie der Anteil doppelt in Vollzeit erwerbstätiger Elternpaare, die nur eine Minderheit von 12% der Familien darstellen. Besonders bemerkenswert ist der Entwicklungstrend: Im Vergleich zu den 1990er Jahren ist ihr Anteil deutlich gesunken – ein für die »nachhaltige« Familien- und Frauenpolitik ernüchternder Befund. Stark gestiegen ist der Anteil der Familien, in denen der Vater in Vollzeit und die Mutter in Teilzeit erwerbstätig ist. Dieses sog. »modernisierte Ernährermodell« ist inzwischen die häufigste familiäre Erwerbskonstellation in Deutschland. Der Trend zu diesem Modell ist auch keine deutsche Besonderheit, sondern in vielen OECD-Ländern zu beobachten, einschließlich der nordischen Staaten.

Bevölkerungsumfragen zeigen, dass die Teilzeiterwerbstätigkeit von Müttern europaweit den Präferenzen von Eltern entgegenkommt. Eine Vollzeiterwerbstätigkeit von Müttern mit Vorschulkindern befürwortet nur eine kleine Minderheit, dies gilt sogar für Schweden und Dänemark (vgl. Ostner 2009, 56; speziell zu Dänemark Marold 2009, 77–78). Abgesehen von diesen nordischen Ländern verfügen die neuen Bundesländer in der EU über die am besten ausgebaute Betreuungsinfrastruktur; und nirgendwo sonst (außer in Dänemark) sind auch die Einstellungen zu institutioneller Kinderbetreuung so positiv wie dort (vgl. Scheuer und Dittmann 2007, 2–3). Nicht nur im Vergleich zu Westdeutschland, sondern auch international betrachtet, sind die Bedingungen der Vereinbarkeit von Beruf und Familie in den neuen Bundesländern relativ gut. Im Blick auf das Verhältnis von Fertilität und Frauenerwerbstätigkeit sind die neuen Bundesländer ein besonders aufschlussreiches Fallbeispiel: Sofern sich beide Zielgrößen nicht widersprechen, sondern sogar wechselseitig fördern, sollte sich dafür eine gewisse empirische Evidenz finden lassen.

Tab. 4
Fertilität der Frauengeburtstkohorten 1964–1968 (nur Frauen mit Partner)

Erwerbsformen		Kinderzahl (%)					Durchschnittliche Kinderzahl
Männer	Frauen	0	1	2	3	4	
Westdeutschland							
Vollzeit	Vollzeit	46,6	22,0	23,4	6,5	1,5	1,0
Vollzeit	Teilzeit	5,6	25,4	51,6	14,5	2,9	1,9
Vollzeit	Nicht erwerbstätig	5,0	18,6	48,1	20,9	7,4	2,1
Ostdeutschland							
Vollzeit	Vollzeit	8,3	41,5	43,5	6,0	0,7	1,5
Vollzeit	Teilzeit	3,1	34,2	48,6	10,9	3,2	1,8
Vollzeit	Nicht erwerbstätig	5,6	30,1	44,5	13,0	6,9	1,9

Quelle: Dorbritz (2010); Daten: Mikrozensus 2008.

... während Vollzeitwerbstätigkeit beider Partner die Fertilität verringert

Tatsächlich wirkt sich die Vollzeitwerbstätigkeit von Frauen in Ostdeutschland weniger negativ auf die Fertilität aus als in Westdeutschland. Auch in den neuen Bundesländern haben aber die beiderseitig in Vollzeit erwerbstätigen Paare deutlich weniger Kinder als Einverdienerpaare und Paare, die das »modernisierte ErnährermodeLL« leben. Im Unterschied dazu liegen die Kinderzahlen der teilzeiterwerbstätigen Frauen nur wenig niedriger als die der »Hausfrauen«. Im Blick auf die Fertilität ist also nicht Erwerbstätigkeit an sich maßgeblich, sondern ihr zeitlicher Umfang. Dieser entscheidende Aspekt bleibt in der Programmatik der »nachhaltigen« Familienpolitik unberücksichtigt. In der Diskussion wurde immer wieder die positive Korrelation von Frauenerwerbsquoten und Geburtenrate angeführt, um den Paradigmenwechsel zum Leitbild vollzeitiger oder zumindest »vollzeitnaher« Erwerbstätigkeit von Müttern zu begründen. Unberücksichtigt blieb die intervenierende Variable der Teilzeitarbeit, die besonders in den Ländern mit hohen Frauenerwerbsquoten weit verbreitet ist. Damit verkürzen sich die Wochenarbeitszeiten von Frauen, deren Länge, wie bereits dargestellt, stark negativ mit der Fertilität korreliert. Damit zeigt sich auch auf der Makroebene ein Gegensatz zwischen einem hohen Umfang der Erwerbsbeteiligung von Frauen und Fertilität. Die beiden zentralen Ziele der »nachhaltigen Familienpolitik« – mehr Frauenerwerbstätigkeit und mehr Kinder – harmonisieren nicht, sondern stehen im Konflikt.

Literatur

Birg, H. (2000), »188 Millionen Einwanderer zum Ausgleich? Demographische Alterung und Bevölkerungsschrumpfung bei uns – Konsequenzen für das soziale Sicherungssystem«, *Frankfurter Allgemeine Zeitung*, 12. April 2000, 10.

Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend (Hrsg.) (2005a), *Perspektive für eine nachhaltige Familienpolitik. Ergebnisse des Gutachtens von Eckart Bomsdorf*, Berlin.

Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend (Hrsg.) (2005b), *Zukunft: Familie. Ergebnisse aus dem 7. Familienbericht*, Berlin.

Bundestagsdrucksache 8/3120 (1979), »Stellungnahme der Bundesregierung zum Bericht der Sachverständigenkommission für den Dritten Familienbericht« in: *Die Lage der Familien in der Bundesrepublik Deutschland – Dritter Familienbericht – Deutscher Bundestag*, Bonn, 3–19.

Bundesregierung (1995), »Stellungnahme der Bundesregierung zum Fünften Familienbericht«, in: Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend (Hrsg.), *Familien und Familienpolitik im geeinten Deutschland – Zukunft des Humanvermögens*, Fünfter Familienbericht, Bundestagsdrucksache 12/7560, Bonn, S. XXXIII.

Bundesregierung (2006), »Stellungnahme der Bundesregierung zum Bericht der Sachverständigenkommission«, in: Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend (Hrsg.), *Familie zwischen Flexibilität und Verlässlichkeit – Perspektiven für eine lebenslaufbezogene Familienpolitik*, Siebter Familienbericht, Bundestagsdrucksache 16/1360, Berlin, XXIII–XXXV.

Bundestagsdrucksache 17/8372 (2012), »Antwort der Bundesregierung auf die Große Anfrage der Abgeordneten Franz Müntefering et. al. und der Frak-

tion der SPD: Der demografische Wandel in Deutschland – Handlungskonzepte für Sicherheit und Fortschritt im Wandel«, Bundestagsdrucksache 17/8372, vom 18. Januar 2012, online verfügbar unter: <http://dipbt.bundestag.de/dip21/btd/17/083/1708372.pdf>.

Bundesregierung (2012), »Stellungnahme der Bundesregierung zum Achten Familienbericht«, in: Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend (Hrsg.), *Zeit für Familie. Familienzeitpolitik als Chance einer nachhaltigen Familienpolitik*, Achter Familienbericht, Bundestagsdrucksache 17/9000, Berlin, III–XXIX.

Dorbritz, J. (2010), »Deutschland, ein Niedrigfertilitätsland – strukturelle und kulturelle Ursachen niedriger Geburtenhäufigkeit«, Vortrag Informationsveranstaltung zu demografischen Trends in Deutschland, Berlin, 27. Oktober 2010.

Eurostat (2013), *Erwerbstätigenquote nach Geschlecht*, Mai, online verfügbar unter: http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php/Unemployment_statistics_at_regional_level/de.

Fuchs, St. (2010), »Feindbild Familie, Leitbild Leviathan? »Nachhaltige« Familienpolitik – ein radikaler Bruch«, *Die Neue Ordnung* 64(2), 112–120.

Keddi, B., C. Zerle, A. Lange und W. Cornelißen (2010), *Der Alltag von Mehrkinderfamilien – Ressourcen und Bedarfe*, Deutsches Jugendinstitut, München.

Marold, J. (2009), »Mütter im Spannungsgeld zwischen Kind und Beruf«, *Zeitschrift für Familienforschung* 21(1), 54–85.

Mayer, T. (2007), »Generationenverhältnisse im demografischen Wandel«, in: N. Werz (Hrsg.), *Demografischer Wandel*, Nomos, Baden-Baden, 84–92.

OECD (2004), *Die Politik der frühkindlichen Bildung und Betreuung in Deutschland*, OECD, Paris.

OECD (2013), »Chart LMF1.2.C: Maternal Employment Rates by Number of Children under 16«, online verfügbar unter: www.oecd.org.

Ostner, I. (2009), »Auf den Anfang kommt es an – Anmerkungen zur »Europäisierung« des Aufwachsens kleiner Kinder«, *Recht der Jugend und des Bildungswesens – Zeitschrift für Schule, Berufsbildung und Jugendberziehung* (1), 44–62.

Ristau, M. (2005), »Der ökonomische Charme der Familie«, *Aus Politik und Zeitgeschichte* (23–24), 18–24.

Rürup, B. und S. Gruescu (2003), *Nachhaltige Familienpolitik im Interesse einer aktiven Bevölkerungsentwicklung*, Gutachten im Auftrag des Bundesministeriums für Familie, Senioren, Frauen und Jugend, Berlin, online verfügbar unter: http://www.bmfsfj.de/RedaktionBMFSFJ/Broschuerenstelle/Pdf-Anlagen/broschuere-nachhaltige-familienpolitik-r_C3_BCrup.property=pdf.pdf.

Schäfer, H., J. Schmidt und O. Stettes (2013), *Zur Lage von Frauen auf dem deutschen Arbeitsmarkt: Beschäftigungsperspektiven von Frauen – Eine arbeitsmarktökonomische Analyse im Spiegel der Gleichstellungsdebatte*, IW-Positionen Nr. 57, Institut der Deutschen Wirtschaft, Köln.

Scheuer, A., J. Dittmann (2007), »Berufstätigkeit von Müttern bleibt kontrovers. Einstellungen zur Vereinbarkeit von Familie und Beruf in Deutschland und Europa«, *Informationsdienst Soziale Indikatoren* (38 – Juli), 1–5.

Schmidt, R. (2002a), »S.O.S. Familie. Ohne Kinder sehen wir alt aus«, Rowohlt Verlag, Berlin.

Schmidt, R. (2002b), »Vorwort«, in: C. K. Spieß, J. Schupp, M. Grabka, J.P. Haisken-De New, H. Jakobeit und G.G. Wagner, *Abschätzung der Brutto-Einnahmeneffekte öffentlicher Haushalte und der Sozialversicherungsträger bei einem Ausbau von Kindertageseinrichtungen*, Gutachten des Deutschen Instituts für Wirtschaftsforschung Berlin im Auftrag des Bundesministeriums für Familie, Senioren, Frauen und Jugend, Nomos, Baden-Baden, 5–6.

Schmidt, R. (2007), »Nachhaltige Familienpolitik – für eine Zukunft mit Kindern«, in: J. Flöthmann und C. Höhn (Hrsg.), *Wege zu einer erfolgreichen Familien- und Bevölkerungspolitik*, Books on Demand, Norderstedt 2007, 13–19.

Statistisches Bundesamt (2012a), *Kindertagesbetreuung regional 2012*, Wiesbaden.

Statistisches Bundesamt (2012b), »Licht und Schatten am Arbeitsmarkt«, *STATmagazin*, 11. Januar.

Statistisches Bundesamt (2013), »Weiter hohe Zuwanderung nach Deutschland im Jahr 2012«, Pressemitteilung Nr. 156, 7. Mai.

Politikkoordination im Rahmen der Energiewende – das Beispiel Emissionshandelssystem und Förderung erneuerbarer Energien

Im Rahmen der Umsetzung der Energiewende steigt der Bedarf an Politikkoordination angesichts des Zusammenwirkens multiplen Marktversagens und der Interaktion umwelt-, energie- und innovationspolitischer Ziele und Instrumente im Policy-Mix. Zugleich erweist sich eine Koordination als zunehmend schwierig, und es entsteht die Gefahr ökonomischer Ineffizienz. Dieses Spannungsverhältnis wird am Beispiel des Zusammenspiels des Emissionshandelssystems (ETS) einerseits mit der Förderung der Forschung, Entwicklung und Diffusion von erneuerbaren Energien andererseits dargestellt. Bereits die getrennte Betrachtung dieser Bereiche offenbart z.T. erhebliche Effizienzverluste in der Politikimplementation. Politikinteraktionen sorgen für Komplexität. Es werden verschiedene Reformansätze zur Verbesserung der Politikkoordination formuliert. Beim ETS bieten sich vor allem die Einführung EU-weiter Mindestpreise und eine Weiterentwicklung klimapolitischer Ziele und rechtlicher Vorgaben in längerfristiger Perspektive an. Hilfreich wäre zudem die Ausweitung des Anwendungsbereichs auf alle treibhausgasemittierenden Sektoren. Bei der Förderung erneuerbarer Energien ist anzuraten, das Verhältnis zwischen Diffusionsförderung und FuE-Förderung zugunsten letzterer zu verschieben. Die Förderung des Einsatzes und der Diffusion erneuerbarer Energien kann u.a. über ein revidiertes Marktprämienmodell effizienter bewerkstelligt werden.

Innerhalb der energiebezogenen Umweltpolitik haben sich in den letzten 20 Jahren neue, teils komplementäre und teils konkurrierende Ziele und Instrumente herausgebildet. Das aktuelle Energiekonzept der Bundesregierung stellt einerseits den Endpunkt dieser Entwicklung dar. Andererseits weist es in die Zukunft. Nach den Zielvorgaben des Energiekonzepts und der sog. Energiewende werden fundamentale Strukturveränderungen im Energiesystem angestrebt, insbesondere eine weitgehende Abkehr von kohlenstoffintensiven fossilen Energieträgern bis 2050 und ein mittelfristiger Verzicht auf Kernenergie bis 2022. Klimapolitisch soll eine Reduktion der Treibhausgasemissionen gegenüber dem Basisjahr 1990 um 40% bis 2020 und um mindestens 80% bis 2050 erreicht werden. Zugleich soll der Anteil erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch bis 2030 von heute rund 20% auf 35% gesteigert und danach weiter kontinuierlich erhöht werden. Weitere Ziele betreffen die Senkung des Energieverbrauchs bzw. -bedarfs. Außerdem werden neben dem Stromsektor auch spezielle Ziele für den Wärme- und Verkehrsbereich definiert.

Um diese Ziele möglichst effizient zu erreichen und gleichzeitig Versorgungssi-

cherheit zu gewährleisten, sind Innovationen in verschiedenen Formen unabdingbar (wie Maßnahmen zur Erhöhung der Energieeffizienz, verbesserte Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energien, intelligente Energienetze, Energiespeicher, neue Geschäftsmodelle, veränderte Konsummuster etc.), um den zum Teil konkurrierenden Anforderungen an die Transformation des Energiesystems gerecht zu werden. Der Innovationspolitik kommt dabei eine Schlüsselrolle zu, da Innovationen im Allgemeinen und Umweltinnovationen im Besonderen nicht allein aus wettbewerblichen Prozessen resultieren. Bereits »allgemeine« Innovationen sind mit positiven Externalitäten verbunden, die tendenziell zu einer Unterinvestition in den technischen Fortschritt führen. Umweltinnovationen richten sich zudem auf negative Externalitäten durch Treibhausgasemissionen (bzw. andere Formen von Umweltbelastungen und Übernutzungen). Ebenso werden starke nachfrageseitige Externalitäten bzw. Hemmnisse in der Phase der Adoption und Diffusion von Innovationen bei vielen Umweltinnovationen angeführt. Erschwerend wirkt sich auch die Existenz problematischer Pfadabhängigkeiten bei fossilen Energieträgern (sog. carbon lock-in) auf CO₂-arme bzw. -mindernde Innovationstätigkeiten aus.

Eine Politik, die Umweltinnovationen fördert, hat zwar vor dem Hintergrund multiplen Marktversagens eine prinzipiell gute Legitimationsgrundlage. Aus dem Zusammenwirken von Marktversagen und der Interaktion verschiedener politischer Ziele und Instrumente im Policy-mix lässt sich auch i.d.R. ein erhöhter Koordinations- und Abstimmungsbedarf ableiten. Die starke Regulierungsbedingtheit dieser Innovationen stellt allerdings auch eine besondere Herausforderung für die Politik dar. Instrumente können sich ergänzen und gegenseitig verstärken, sich aber auch neutralisieren oder gar konterkarieren und so wiederum Politikziele und ihre Glaubwürdigkeit unterminieren. Mit zunehmender Zahl von Instrumenten und Überlappungen steigt die Wahrscheinlichkeit von Effizienzverlusten oder gar regelrechten »Politikstaus«. Die Regulierungsbedingtheit bildet also per se keine hinreichende Grundlage für eine Kumulation von politischen Instrumenten und Zielen zugunsten von Umweltinnovationen (und anderen Umweltschutzmaßnahmen). Werden etwa mehrere Instrumente eingesetzt, die sich auch auf die Erreichung eines Politikziels zurückführen lassen, entstehen leicht Redundanzen und zusätzliche Kosten. Insofern besteht die Gefahr, Koordinationsbedarf zu erzeugen, wo eigentlich keiner besteht. Für eine gewisse Zurückhaltung beim Einsatz von Policy-mixes spricht aus ökonomisch-ordoliberalen Sicht ebenso die Tatsache, dass nicht alle politischen Ziele gleichermaßen begründbar sind (sog. Legitimationspostulat). Das Ziel der Treibhausgasreduzierung hat etwa vor dem Hintergrund von Markt- bzw. Systemversagen im Klimaschutz einen übergeordneten Stellenwert gegenüber dem politisch postulierten Ziel, einen ganz bestimmten Anteil von Strom aus erneuerbaren Energien zu erzeugen. Generell sind ökonomisch nicht begründbare Ziele entweder überflüssig oder mit zusätzlichen Kosten verbunden. Sie sind überflüssig, wenn das übergeordnete Ziel anderweitig kosteneffizient erreicht wird. Und sie führen zu zusätzlichen Kosten, wenn sie bindend werden und von einer kosteneffizienten Lösung wegführen.

Im Auftrag der Expertenkommission Forschung und Innovation des Stifterverbandes für die Deutsche Wissenschaft hat das ifo Institut daher kürzlich das Zusammenspiel von Innovationspolitik, Energiepolitik und Umweltpolitik vor dem Hintergrund der Transformation des Energiesystems in Deutschland aufgearbeitet.¹ Es wurden Interaktionen zwischen den angestrebten Zielen und verwendeten Instrumenten herausgestellt und bewertet und Implikationen für eine bessere Koordination der Politiken gezogen. Basis der Untersuchung bildete eine Literatur- und Dokumentenanalyse sowie ergänzend einige deskriptiv-statistische Auswertungen. Vorrangig richtete sich der Blick auf Literaturquellen, die ihre Reformempfehlungen als ein Beitrag zu

mehr ökonomischer Effizienz verstehen.² Der Policy-mix von Innovations-, Energie- und Umweltpolitik wurde konkret vor dem Hintergrund des Energiekonzepts der Bundesregierung und einiger aktueller Entwicklungen der europäischen Umwelt- und Energiepolitik thematisiert und bewertet. Illustriert wird dies anhand einer Betrachtung des Zusammenspiels von Emissionshandelssystem und der Förderung erneuerbarer Energien.³ So stellt der Emissionshandel (ETS) im Sinne der umweltökonomischen Internalisierungsansätze ein zentrales Element einer ökologisch treffsicheren und ökonomisch effizienten Umweltpolitik dar. Maßnahmen, die auch auf eine Reduktion von CO₂-Emissionen zielen, aber gewissermaßen unterhalb der durch den ETS festgelegten Obergrenze wirken, sind potenziell ineffizient und besonders begründungsbedürftig. Die zusätzliche Förderung CO₂-armer, erneuerbarer Energien wird zugleich mit besonderem politischem Nachdruck betrieben. Sie stellt auch einen expliziten Bezug zur Innovations- und Technologiepolitik dar. Im Folgenden soll zunächst auf die Begründbarkeit, Wirksamkeit und Effizienz von Emissionshandelssystem einerseits und Fördermaßnahmen andererseits getrennt eingegangen werden, bevor dann die Interaktionen thematisiert werden und Reformoptionen aufgezeigt werden.

Getrennte Betrachtung von Emissionshandelssystem und Förderung erneuerbarer Energien

Theoretisch stellt der Emissionshandel ein ökonomisches Mengeninstrument dar, das grundsätzlich darauf ausgelegt ist, umwelt- bzw. klimapolitische Ziele – die stellvertretend für das schwer ermittelbare optimale Schadensniveau stehen – kosteneffizient zu erreichen. Dies erfolgt über den Ausgleich der Grenzvermeidungskosten (statische Effizienz). Gleichzeitig schaffen die regelmäßige Absenkung der Emissionsobergrenze und das generierte Preissignal einen Anreiz, neue Technologien zur Emissionsvermeidung zu entwickeln und einzusetzen, wenn diese mit längerfristig geringeren Kosten zur Zielerreichung verbunden sind als die Vermeidung im Rahmen heutiger Technologien (dynamische Effizienz i.e.S.). Entsprechend wäre ein positiver Impuls auf

² Dahinter steht die Einschätzung, dass die derzeitige Energie- und Umweltpolitik das Effizienzkriterium gegenüber dem Kriterium der Effektivität oder dem Kriterium der Verteilungsgerechtigkeit vernachlässigt. Zugleich richtet sich der Blick aber verstärkt auch auf solche Reformempfehlungen, die unter den vorherrschenden politischen und institutionellen Rahmenbedingungen oder zumindest in einem überschaubaren Zeitraum machbar erscheinen. Gegenüber zum Teil sehr abstrakten Effizienzbetrachtungen werden also die Voraussetzungen und Folgen erfolgreicher Implementation ausgehend vom Status quo betrachtet.

³ In der Studie wurden ebenso die Förderung erneuerbarer Energien im Strommarkt unter Berücksichtigung der angestrebten Umgestaltung des Energieversorgungssystems (Netze, Speicher, Marktdesign), die Förderung der Energieeffizienz und des Einsatzes erneuerbarer Energien im Gebäudesektor sowie direkte Formen der Koordination auf politischer und administrativer Ebene im Hinblick auf ein potenziell zu gründendes Energie- und Klimaministerium untersucht.

¹ Vgl. Rave, Triebswetter und Wackerbauer (2013) sowie die dort zitierte Literatur. Vgl. auch EFI (2013).

den Einsatz erneuerbarer Energien zu vermuten. Gesamtwirtschaftliche Kosteneffizienz ermöglicht dabei ihrerseits die Umsetzung weiterer anspruchsvoller (umwelt-)politischer Ziele und die Gewährleistung gesellschaftlicher Akzeptanz.

Das in der EU tatsächlich realisierte Emissionshandelssystem (ETS) weist demgegenüber noch erhebliche Effizienzmängel auf:

- Gegenwärtig deckt der Emissionshandel nur etwa die Hälfte der Treibhausgasemissionen ab. Die nicht in den Emissionshandel eingebundenen Emissionsquellen (u.a. Verkehrs- und Haushaltssektor) unterliegen einer Vielzahl spezifischer, nationaler Emissionsminderungsmaßnahmen zur Einhaltung des übergeordneten Klimaschutzziels der EU der Reduktion der Treibhausgase um 20% gegenüber 1990. Zugleich besteht keine direkte Verbindung zwischen dem EU ETS und den Emittenten außerhalb des ETS. Damit findet kein Ausgleich der Grenzvermeidungskosten über alle Sektoren statt. Die kosteneffiziente Aufteilung des Emissionsbudgets auf alle Sektoren und die sachgerechte Fortschreibung von Emissionszielen (z.B. bei Vorliegen neuer technologischer Gegebenheiten) wird dadurch erschwert, und Klimaschutz auf EU-Ebene wird relativ teurer.
- Die Preise für Emissionszertifikate von derzeit etwa 5 Euro pro Tonne CO₂ liegen deutlich unter den Schätzungen für Schäden, die durch jede zusätzlich emittierte Tonne CO₂ verursacht werden (von etwa 70 Euro nach Umweltbundesamt 2007; European Commission 2008).
- Den vom Emissionshandel ausgehenden Anreizen zur Einsparung von CO₂ stehen gleichzeitig Anreize zum Einsatz CO₂-intensiver Energieträger gegenüber, insbesondere in Form von in vielen Ländern gewährten Kohle-subsidien. Insgesamt werden die weltweiten Subventionen zugunsten fossiler Energieträger auf 409 Mrd. US-Dollar taxiert (vgl. IEA 2011). Diese Subventionen verhindern die Erreichung eines kosteneffizienten Energieträger-Mix.
- In seiner aktuellen Ausgestaltung setzt das EU ETS kaum Anreize, in neue Technologien zu investieren, um die Kosten der Emissionsvermeidung in der Zukunft zu verringern (dynamische Effizienz). Wenn die Zertifikatspreise wie bislang erheblich schwanken können und politische Minderungsziele im Zeitablauf unsicher sind, setzen risikoaverse Akteure eher auf etablierte Vermeidungstechniken, wie den Wechsel von Kohle- zu Gaskraftwerken, und vernachlässigen langfristig wünschenswerte Investitionen in innovative, klimafreundliche Technologien und entsprechende Infrastruktur. Bisherige empirische Arbeiten zu den Innovationseffekten des Emissionshandels zeigen, dass die Einführung des Emissionshandels zwar unternehmerische Routinen und die Erwartungsbildung der betroffenen Akteure insofern verändert, dass der CO₂-Preis künftig eine wichtige Grundlage für Investi-

onsentscheidungen spielen wird. Allerdings hat der Emissionshandel in den ersten Jahren keine nachhaltige Wirkung auf Forschungs- und Entwicklungsentscheidungen und das energieträgerspezifische Portfolio von Energieunternehmen gezeigt. Begünstigt wurden vielmehr in erster Linie Wirkungsgradverbesserungen im Erdgas- und Steinkohlenkraftwerksbereich, z.T. Investitionen in sog. Clean-Coal-Technologien sowie Technologien zu Kohlenstoffspeicherung und -lagerung. Die Wirkungen auf erneuerbare Energien und nachfrageseitige Energieeinsparung sind dagegen begrenzt (vgl. Cael und Dechezlepretre 2011; Rogge, Schneider und Hoffmann 2011; Rogge und Hoffmann 2010; Matthes 2010).

Insgesamt ist der Emissionshandel stark auf die kurze Frist und nicht auf die langfristige notwendige Dekarbonisierung und die daran gebundenen Voraussetzungen (z.B. beim Aufbau der Infrastruktur) ausgerichtet. Der Emissionshandel allein ist letztlich auch kein Instrument, mit dem Pfadabhängigkeiten zugunsten des Einsatzes konventioneller (fossiler) Energieträger überwunden werden kann. Wäre der derzeitige Emissionshandel alleiniges Instrument der Klimapolitik, würden auf lange Sicht zu geringe technologische Entwicklungen im Bereich der klimaneutralen Energietechnologien angestoßen. Es droht daher ein Konflikt zwischen statischer und dynamischer Effizienz: Gegebene, kurzfristige Emissionsminderungsziele werden zwar bei minimalen bzw. zumindest relativ geringen Vermeidungskosten durch den Emissionshandel erfüllt; langfristige Emissionsminderungsziele drohen dagegen durch die Verstärkung von bestehenden Pfadabhängigkeiten verfehlt oder aufgrund von Widerständen gar nicht erst in anspruchsvoller Weise auf der Basis der kurzfristigen Ziele fortgeschrieben bzw. konkretisiert zu werden (vgl. del Rio 2008; SRU 2011).⁴

Gäbe es neben den durch Treibhausgase verursachten Klimaexternalitäten keine weiteren Tatbestände des Marktversagens, wäre jede Zielsetzung für erneuerbare Energien (und Energieeffizienz) kontraproduktiv oder im besten Falle überflüssig. Das Minderungsziel für Treibhausgasemissionen könnte durch ein einziges marktkonformes Regulierungsinstrument wie einen umfassenden Emissionshandel statisch und dynamisch effizient erreicht werden. Über den Ausgleich von Grenzvermeidungskosten würde sich automatisch der kosteneffiziente Mix aller Treibhausgasminderungsoptionen (erneuerbare Energien, Energieeinsparung, andere klimafreundliche Technologien) einstellen. Allerdings existieren neben Klimaexternalitäten weitere Formen des Marktversagens, denen auch ein ideales Emissionshandelssystem nur unzureichend entgegenwirken könnte. Die normative Rechtfertigung der Förderung erneuerbarer Energien

⁴ Die Erreichung der aggregierten kurzfristigen und langfristigen Emissionsreduktionsziele zu den geringst möglichen Kosten bezeichnet del Rio (2008) auch als intertemporale Effizienz.

setzt daher an diesen Marktversagenstatbeständen an. Darüber hinaus werden in pragmatischer Absicht weitere Gründe für diese Förderung angeführt, die zum Teil die oben erwähnten Defizite des in der Praxis realisierten Emissionshandels zu kompensieren versuchen.

Ein erstes Marktversagen besteht darin, dass Wissen mit positiven Externalitäten verbunden ist und damit den Charakter eines öffentlichen Gutes hat. Grundlegend ist die Tatsache, dass sich der Nutzen von Innovationen und insbesondere von Erfindungen – trotz eines gewissen, aber letztlich meist partiellen Patentschutzes und anderer, meistens auch unzureichender Schutzmechanismen – nicht hinreichend privat aneignen lässt. Es treten nicht-kompensierte Wissens-Spill-overs zugunsten von Wettbewerbern auf. Folge dieser Spill-overs ist eine Unterinvestition in die Wissensproduktion und die Forschung und Entwicklung.

Die spezifische Forschungs- und Technologieförderung zugunsten erneuerbarer Energien liegt darin begründet, dass Wissens-Spill-overs tendenziell größer als in anderen Sektoren sind und Wissens-Spill-overs mit der Existenz eines carbon lock-in zusammenwirken. Mehr als in anderen Branchen birgt das Ausmaß und der lange Zeithorizont von Investitionen in innovative Energietechnologien zur Transformation des Energiesystems besonders hohe Risiken. So könnten sich zu einem späteren Zeitpunkt bestimmte Energietechnologien als ungeeignet erweisen bzw. ihre politische Unterstützung in einem stark regulierten Umfeld verlieren. Vor allem aufgrund der ungewissen politischen Unterstützung und unsicheren längerfristigen Klimaschutzziele lassen sich Zukunftsmärkte zur Absicherung der Risiken nur schwer etablieren. Hinzu kommt im Energiebereich die Tatsache, dass der Wettbewerb im Markt insbesondere bezüglich des relativ homogenen Gutes Strom im Wesentlichen über den Preis ausgetragen wird. Es bestehen damit wenig Möglichkeiten zur Produktdifferenzierung und damit auch wenig Chancen, hohe anfängliche Kosten später über höhere Preise auszugleichen. Gleichzeitig werden die Anbieter fossiler Energien durch das Vorhandensein eines carbon lock-in begünstigt bzw. ihr Fortbestehen stabilisiert. Dazu zählen etwa u.a. die vorhandene Infrastruktur, versunkene und amortisierte Investitionskosten und damit verbundene Trägheitsmomente oder vergangene, kostensenkende Skalenerträge und Lernkurveneffekte. Ebenso zu bedenken sind die Barrieren auf dem Kapitalmarkt durch relativ hohe Risikoprämien bei der Realisierung von Projekten im Bereich erneuerbarer Energien. Ohne substantielle politische Unterstützung jenseits des derzeitigen Emissionshandels und der allgemeinen FuT-Förderung könnten damit die Anbieter erneuerbarer Energien von etablierten und häufig marktmächtigen Firmen diskriminiert und von den Energiemärkten abgeschreckt werden. Zu rechtfertigen sind daher spezifische, auf diese »intertemporale Externalität« gerichtete Politikmaßnahmen für erneuerbare Energien, die substan-

tielle Kostensenkungen induzieren, aber temporär begrenzt sind (vgl. z.B. Neuhoff 2005; Fischer und Preonas 2010). Andererseits trifft eine derartige, auf erneuerbare Energien fokussierte Förderung (sog. Lock-out-Politik) auf mehr oder weniger starke Auswahlprobleme (»Picking-the-Winner«). Zudem stellen sich zahlreiche Fragen der Ausgestaltung der Förderung.

Besonders gut lässt sich vor diesem Hintergrund die Förderung der Forschung und Entwicklung (FuE) im Bereich erneuerbarer Energien begründen. Sie ist ein wesentlicher Hebel zur Entwicklung von Basistechnologien, über die ein carbon lock-in überwunden werden kann. Zugleich reduziert sie die Unsicherheit privater Marktteilnehmer. Die Förderung des Einsatzes und der Diffusion erneuerbarer Energien lässt sich mit kostensenkenden Lernkurveneffekten (insbesondere bei noch relativ unausgereiften Technologien) begründen. Angesichts des Zusammenwirkens von Lernkurveneffekten mit Skaleneffekten und Lock-in-Effekten kann die Existenz von Lern-Spill-overs als Basis für internalisierende Maßnahmen vermutet werden. Von Innovationssystemansätzen werden darüber hinaus positive Rückkopplungen zwischen Technologie- und Marktentwicklung angeführt (user-producer interaction, learning by interacting, learning by exporting).⁵ Die Entwicklung innovativer, klimafreundlicher Technologien kann zudem mittelfristig über den Technologietransfer zu Emissionsminderungen in Ländern ohne strikte Klimapolitik führen und dadurch die (globale) Kosteneffizienz unilateraler Klimaschutzpolitik erhöhen und den Beitritt zu einem zukünftigen weltweiten Klimaabkommen erleichtern.

Insgesamt herrscht ein gewisser Konsens, dass sowohl die FuE-Förderung als auch nachfrageseitige Diffusionspolitiken zur Innovationsförderung im Bereich erneuerbarer Energien erforderlich sind und sich gegenseitig befruchten können. Diskussionswürdig sind das Verhältnis und das Ineinandergreifen dieser verschiedenen Politikansätze.

So wird in Deutschland die Förderung erneuerbarer Energien stark durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) dominiert. Es sieht die Verpflichtung des Netzbetreibers zum Netzanschluss, den Einspeisevorrang des Stroms aus erneuerbaren Energien gegenüber konventionellem Strom und differenzierte Einspeisevergütungen bzw. eine optionale Marktprämie vor. Die Förderung erneuerbarer Energien über das EEG entspricht als ökologisch motivierter Technologie-

⁵ Die Förderung des Einsatzes erneuerbarer Energien trägt prinzipiell neben dem Abbau klima- und technologiepolitischer Marktversagen auch zur Abbildung anderer Marktmängel bzw. Barrieren und zur Erreichung weiterer politischer Ziele bei. Eine gewisse Berechtigung hat ihr Beitrag zur Erhöhung der politischen Versorgungssicherheit (unsichere Energieimporte) und zum Abbau nicht-klimabezogener Umweltexternalitäten. Auf eher wackliger Grundlage steht aus normativ ökonomischer Sichtweise dagegen das industrie-, beschäftigungs- und regionalpolitische Motiv der Förderung erneuerbarer Energien (vgl. ausführlicher Rave, Triebswetter und Wackerbauer 2013).

politik nur eingeschränkt den Anforderungen einer Politik, die auf die Internalisierung von Wissens- und Lern-Spill-overs bzw. die Stimulierung von Innovationen im Sinne dynamischer Effizienz ausgerichtet ist. Generell sind die differenzierten Fördersätze nicht unmittelbar auf unterschiedliche Lernraten bzw. Adoptionsexternalitäten, sondern auf die jeweiligen durchschnittlichen Stromgestehungskosten ausgerichtet. Inkrementelle Innovationen werden zwar in dem Sinne begünstigt, dass die Anlagenbetreiber Technologien nachfragen, bei denen das Verhältnis zwischen Produktionskosten und Einspeisevergütung pro produzierte Stromeinheit am größten ist. Die Vergütung nach Durchschnittskosten führt jedoch dazu, dass der Innovator an einer (ex post) effizienten Technologie genauso viel verdient wie an einer schon vorhandenen, was radikaleren Innovationen entgegensteht.⁶ Die verschiedenen Bonusregelungen innerhalb des EEG sind zwar im engeren Sinne technologiepolitisch motiviert. Fraglich ist aber, ob von Seiten des Staates dadurch tatsächlich längerfristig tragfähige Technologien in einem dynamischen Weltmarkt ausgewählt werden können oder nicht letztlich Investitionsanreize verzerrt und möglicherweise die Diversität der Technologien durch überzogenen staatlichen Steuerungsanspruch oder Lobbyeinfluss langfristig reduziert wird. Problematisch ist schließlich, dass das Ausmaß der Stromproduktion auch von Faktoren abhängt, die kaum mit der Innovationstätigkeit korreliert sind, insbesondere den natürlichen und örtlichen Gegebenheiten (Sonneneinstrahlung, vorhandene Fläche etc.).

Die differenzierte Förderung steht außerdem in einem Spannungsfeld mit einer möglichst kosteneffizienten und marktorientierten Emissionsreduzierung pro erzeugte Einheit erneuerbaren Stroms. So müsste im Sinne der statischen Effizienz der Ausbau erneuerbarer Energien über den Ausgleich der Grenzkosten der Erzeugung erfolgen, so dass die nächste Einheit an grünem Strom durch die günstigste Erzeugungsoption geliefert würde. Unter diesem Blickwinkel erscheint vor allem die hohe Förderung zugunsten der Photovoltaik bei weitgehend unbeschränkten Abnahmegarantien problematisch (vgl. Frondel, Schmidt und aus dem Moore 2012). Sie schneidet zudem unter dem Blickwinkel der volkswirtschaftlichen CO₂-Vermeidungskosten ungünstig ab (vgl. ifo Institut und FfE 2012). Ein weiteres Spannungsfeld betrifft die Integration in ein marktwirtschaftlich organisiertes Energieversorgungssystem. So enthält das EEG keine Anreize, die Gesamtkosten aus Anlagenbau/-betrieb und aus Netzausbau/-betrieb zu minimieren. Außerdem sind die Anreize für die Betreiber, nachfrageorientiert zu produzieren und in Speichertechnologien oder deren Erforschung zu investieren, gering. Bisherige Ansätze in diese Richtung (sog. optionale Marktprämie, Kombikraftwerksmodell) erscheinen wenig wirksam bzw. mit erheblichen Mitnahmeeffekten verbunden zu sein. Insgesamt ist das EEG

⁶ Lediglich die Degressionsregelungen und möglicherweise die Erwartung einer weniger großzügigeren Förderung in der Zukunft wirken zugunsten technologischer Weiterentwicklungen.

damit einerseits mit erheblichen statischen Effizienzverlusten verbunden. Andererseits erscheint fraglich, ob die dynamischen Effizienzpotenziale, die diesen Verlusten prinzipiell entgegenzutreten könnten, wirklich ausgeschöpft werden können.

Neben dem EEG wird der Energieforschungspolitik zugunsten erneuerbarer Energien und deren Systemintegration ein strategischer Stellenwert eingeräumt. So wird im Sinne des Energiekonzepts der Bundesregierung im 6. Energieforschungsprogramm von einem »neuen strategischen Ansatz« gesprochen, der die Bereiche

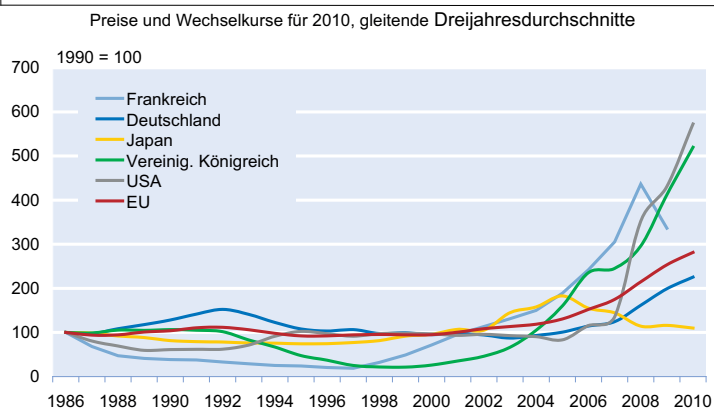
1. erneuerbare Energien,
2. Energieeffizienz,
3. Energiespeichertechnologien und Netztechnik,
4. Integration der erneuerbaren Energien in die Energieversorgung und
5. das Zusammenwirken von Energietechnologien im Gesamtsystem umfasst.

Gegenüber den vergangenen Energieforschungsprogrammen nehmen dagegen fossile Kraftwerkstechnologien (inkl. Carbon Capture and Storage (CCS)-Technologien) und die nukleare Sicherheits-, Entsorgungs- und Strahlenforschung einen deutlich nachgeordneten Stellenwert ein.

Gemessen an den gesamten energiebezogenen Ausgaben für Forschung, Entwicklung und Demonstration konnten über die Jahre die erneuerbaren Energien bis 1993 ihren Anteil rasch auf 30% erhöhen, stagnierten aber mit Aufkommen der Einspeisevergütungen – bei zwischenzeitlich auch deutlich geringeren absoluten Werten – etwa bei diesem Anteilswert. Abbildung 1 verdeutlicht auf Basis der IEA-Daten die Entwicklung der energiebezogenen Ausgaben für Forschung, Entwicklung und Demonstration im Ländervergleich im Bereich erneuerbare Energien. Die bereits oben konstatierte rasche Zunahme der Forschungsförderung in Deutschland zugunsten erneuerbarer Energien von Mitte der 1980er Jahre bis 1992/1993 fällt auch im Ländervergleich ins Auge. Während dann bezüglich der FuE-Ausgaben eine Stagnationsphase bis etwa 2003 einsetzt, ziehen einige andere Länder nach: Von einem gegenüber 1990 deutlich niedrigeren Niveau erhöht Frankreich ab 1997 die Ausgaben kontinuierlich bis 2008. Ein ähnliches Bild zeigt sich für Großbritannien von 1999 bis 2010 und für die USA von 2005 bis 2010. Insgesamt können diese drei Länder über einen Zeitraum von 25 Jahren das Niveau ihrer energiebezogenen Ausgaben etwa vervierfachen (Frankreich) bzw. (mehr als) verfünffachen (USA, Großbritannien), während es sich für Deutschland nur etwas mehr als verdoppelt. Deutschland liegt damit auch unterhalb des EU-Durchschnitts.⁷ Ein un-

⁷ Die Aussage darüber, um welchen Faktor sich die Ausgaben erhöhen, ist natürlich von den zugrunde liegenden Basisjahr abhängig. Dass Deutschland gegenüber den anderen drei Ländern und im EU-Durchschnitt zurückfällt, bestätigt sich aber zum Beispiel auch bei Verwendung des Ausgangsjahres 1990.

Abb. 1
Entwicklung der Ausgaben für Forschung, Entwicklung und Demonstration für mehrere Länder im Bereich erneuerbare Energien



Anmerkung: Werte für Frankreich 2010 nicht verfügbar.

Quelle: IEA; Berechnungen des ifo Instituts.

einheitliches Bild ergibt sich für Japan. Die Ausgaben fallen hier nach einem zwischenzeitlichen Anstieg absolut zwischen 2005 und 2010 zurück.

Erst am aktuellen Rand deuten Zahlen des BMBF auf eine »Aufholjagd« Deutschlands bei der Forschungsförderung im Bereich der erneuerbaren Energien hin. Verstärkt hinzu ge-

treten sind auch erst jüngst die Bereiche Netze, Speicher und Fragen der energiewirtschaftlichen Systemintegration und -steuerung (vgl. Rave, Triebswetter und Wackerbauer 2013; EFI 2013).

Um das Verhältnis von FuE-Förderung und nachfrageseitiger Diffusionsförderung abschätzen zu können, bietet sich zudem ein direkter Vergleich der Fördersummen an. Hierbei offenbart sich ein deutliches Ungleichgewicht (vgl. Tab. 1). So beläuft sich die gesamte Forschungsförderung zugunsten erneuerbarer Energien 2011 nur auf knapp 3% der Ausgaben für die Förderung der Marktentwicklung (Faktor 35). Noch deutlicher ist das Missverhältnis zwischen der auf Bundesebene implementierten EEG-Förderung und der FuE-Projektförderung des

Bundes (Anteil unter 2% im Jahr 2011). Es ist vor allem für die Photovoltaik besonders ausgeprägt. Dabei hat sich dieses Verhältnis durch das rapide Anwachsen der EEG-Förderung in den letzten Jahren tendenziell noch verschlechtert. Erst am aktuellen Rand könnte sich die Situation wieder entschärft haben: Zum einen hat es eine gewisse Deckelung der EEG-Förderung gegeben. Zum anderen berich-

Tab. 1
Verhältnis zwischen Forschungsförderung und Förderung der Marktentwicklung bei erneuerbaren Energien in Deutschland in Mill. Euro

	2008	2009	2010	2011 ^{f)}
Forschungsförderung gesamt ^{a)}	222	357	375	~ 373
Forschungsförderung (nur Bund)	161	277	275	~ 273
Forschungsförderung (nur Bund, nur Projektförderung)	131	220	219	~ 200
Förderung der Marktentwicklung gesamt	4 607	6 176	8 620	~ 12 920
Förderung über das EEG (EEG-Differenzkosten) ^{b)}	4 300	5 600	8 100	~ 12 400
Andere Fördermaßnahmen ^{c)}	307	576	520	~ 520
Anteil der gesamten Forschungsförderung an der Förderung der Marktentwicklung (in %)	4,8	5,8	4,4	~ 2,9
Anteil FuE- Projektförderung des Bundes an den EEG- Differenzkosten (in %)	3,0	3,9	2,7	~ 1,6
Anteil FuE- Photovoltaik-Projektförderung des Bundes an den EEG-Differenzkosten für Photovoltaik ^{d)} (in %)			~ 1,5	~ 0,9
Anteil FuE- Windenergie-Projektförderung des Bundes an den EEG-Differenzkosten für Windenergie ^{e)} (in %)			~ 1,9	~ 1,8

^{a)} Projektförderung und institutionelle Förderung von Bund und Ländern; ohne Projektförderung mit teilweise Bezug zu FuE für EE (2010 jeweils 12 Mill. Euro von BMU, BMWi, BMBF); Forschungsförderung der Länder 2008 bei 61 Mill. Euro, geschätzte Steigerung auf 80 Mill. (2009) und 100 Mill. Euro (2010, 2011). – ^{b)} Differenzkosten: Differenz zwischen den Einnahmen der Netzbetreiber aus dem Verkauf des EE-Stroms und ihren Ausgaben beim Einkauf des EE-Stroms; 2011: Schätzung von BdeW (2012). – ^{c)} Marktanreizprogramm, 100 000 Dächer Solarstrom Programm (restliche Ausgaben), Förderung der Beratung (Anteil erneuerbarer Energien geschätzt), Unterstützung des Exports, Markteinführung nachwachsender Rohstoffe (Anteil erneuerbarer Energien geschätzt), Förderprogramme der Bundesländer zur Marktentwicklung erneuerbarer Energien (ca. 25 Mill./a); für 2010 Sollwerte. – ^{d)} EEG-Differenzkosten nach BdeW (2012): 4 470 Mill. Euro (2010) bzw. 6 914 Mill. Euro (2011); FuE-Mittelabfluss nach BMU (2011, 2012) ca. 65 Mill. Euro (2010) bzw. 60 Mill. Euro (2011). Tendenzuelle Unterschätzung der FuE-Förderung durch Zuordnungsprobleme. – ^{e)} EEG-Differenzkosten nach BdeW (2012): 1 980 Mill. Euro (2010) bzw. 2 712 Mill. Euro (2011); FuE-Mittelabfluss nach BMU (2011, 2012) ca. 50 Mill. Euro (2010) bzw. 37 Mill. Euro (2011). Tendenzuelle Unterschätzung der FuE-Förderung durch Zuordnungsprobleme. – ^{f)} Werte noch vorläufig bzw. geschätzt.

Quelle: Zusammenstellung über Breitschopf et al. (2011); BMU (2012); BMU (2011); BdeW (2012).

tet das BMU (2012) von einem deutlichen Anstieg der neu bewilligten FuE-Projekte im Jahr 2011, die 2011 allerdings noch keine entsprechend hohen Mittelabflüsse (Ausgaben) mit sich gebracht haben. So sind im Gegensatz zu 2010 (140 Mill. Euro) allein die BMU-Neubewilligungen um ca. 70% angestiegen (240 Mill. Euro, 2011).

Relativiert wird das Verhältnis der Fördersummen allerdings dadurch, dass auch durch politikinduziertes Marktwachstum (EEG) FuE-Aktivitäten induziert werden. So deuten schon die überproportional ansteigenden Patentanmeldungen in Deutschland an, dass die Förderung durch das EEG mit einer Weiterentwicklung von Stromerzeugungstechnologien einhergegangen ist. Auch eine fundierte firmenspezifische Fallstudie von Peters et al. (2011) für die Photovoltaik zeigt, dass mit dem politikinduzierten Marktwachstum Investoren angezogen wurden und die finanziellen Ressourcen der Firmen angestiegen sind, was wiederum FuE-Investitionen begünstigt hat. Allerdings wurde gleichzeitig die relative Balance zwischen FuE-Aktivitäten und produktionsbezogenen Aktivitäten verschoben. Vor allem Firmen mit relativ reifen Technologien (wie waferbasierten Siliziumzellen) sehen sich nur geringem Forschungsdruck ausgesetzt und setzen ihr knappes Personal bevorzugt in verkaufsnahen Aktivitäten ein. So hat sich auch bei einem starken Kapazitätswachstum in den letzten Jahren die FuE-Quote der deutschen Solarwirtschaft von knapp 4% (2001) auf zwischenzeitlich nur noch 1,6% (2008) verringert. Indirekt hat außerdem das übermäßige Marktwachstum zu Markteintrittsbarrieren für weniger ausgereifte Technologien geführt und Lock-in-Effekte zugunsten etablierter Technologien begünstigt.⁸

Insgesamt deutet damit einiges darauf hin, dass in den letzten zehn Jahren einerseits die Kostensenkungs- und Innovationspotenziale öffentlich geförderter grundlagenorientierter und angewandter Forschung bei erneuerbaren Energien und deren Systemintegration in Deutschland nicht konsequent ausgeschöpft worden sind, während andererseits der Absatz und Einsatz bislang bekannter Technologien massiv forciert worden sind. Das enge Ineinandergreifen von FuE- und Diffusionsförderung dürfte damit erschwert gewesen sein.

Interaktion der Instrumente und Ziele

Die Effizienzmängel der bisherigen Förderung erneuerbarer Energien verschärfen sich noch, wenn die Interaktion mit dem Emissionshandelssystem betrachtet wird. Spiegelbildlich verdeutlichen sie die Notwendigkeit, das Emissionshandelssystem

tatsächlich zu einem effektiven und dynamisch effizienten Instrument der Klimapolitik zu machen.

Am deutlichsten werden die Effizienzverluste, wenn man zunächst vereinfacht von einer gegebenen und bindenden CO₂-Obergrenze durch den ETS ausgeht. Zusätzliche, auf die CO₂-Minderung ausgerichtete politische Instrumente führen zwar zur Emissionsminderung bei einigen Emissionsquellen; zugleich sinkt aber die Nachfrage nach Emissionszertifikaten, was zu einem Rückgang des CO₂-Preises führt. Der partielle Preisrückgang führt letztlich dazu, dass keine zusätzliche Tonne CO₂ eingespart wird. Die Länder, die relativ umfangreiche Fördermaßnahmen für erneuerbare Energien durchführen, was tendenziell für Deutschland zutrifft, induzieren dabei in besonderem Maße Verlagerungseffekte ins Ausland und/oder auf andere Sektoren innerhalb des ETS. Zusätzlich entstehen kontraproduktive Effekte zweiter Ordnung innerhalb des Stromsektors durch relative Bevorzugung emissionsintensiver Energieerzeugungsarten wie etwa der Braunkohle. Die Überlappung von ETS und der Förderung erneuerbarer Energien führt außerdem zu höheren Kosten bei der Erreichung der gegebenen CO₂-Minderungsziele. Relativ teure und über Steuerzahler oder Verbraucher zu finanzierende Emissionsminderung über den verstärkten Einsatz erneuerbarer Energien erfolgt zugunsten der Emissionsminderung über andere relativ günstige Optionen (z.B. Energieeffizienzmaßnahmen im Industriesektor).

Zusätzliche Komplikationen entstehen durch die Interaktionseffekte im Hinblick auf andere mit der Förderung erneuerbarer Energien verfolgte Ziele (politische Versorgungssicherheit, Verringerung lokaler Umweltbelastungen, Wettbewerbsfähigkeit heimischer Anbieter). Nicht eindeutig ist etwa, ob durch die zusätzliche Förderung erneuerbarer Energien weitere Nettovorteile im Hinblick auf die Reduzierung anderer Umweltbelastungen entstehen. Da die zusätzlichen Instrumente die Verbrennung fossiler Brennstoffe an anderer Stelle im Emissionshandelssystem erhöhen, hängt die Nettowirkung auf Emissionen wie SO₂, NO_x oder Staub von den relativen Emissionsintensitäten der den CO₂-Ausstoß reduzierenden zu den den CO₂-Ausstoß erhöhenden Anlagen ab. Geht man davon aus, dass Deutschland netto Zertifikate freisetzt und dem Emissionshandel unterliegende Anlagen im Ausland tendenziell weniger strikte (oder strikt kontrollierte) Grenzwerte bei Luftschadstoffen aufweisen als in Deutschland, wäre die Bilanz eher negativ. Die Gesamtbilanz lässt sich aber kaum ermitteln.

Die zusätzliche Förderung erneuerbarer Energien kann allerdings zum Abbau anderer, vom Emissionshandel grundsätzlich oder zumindest auf absehbare Zeit nicht behebbarer Marktversagen beitragen und geboten sein. Zu zeigen wäre dann, dass negative Interaktionseffekte vermieden werden können oder die begleitenden Nutzen einer verstärkten Förderung erneuerbarer Energien die zusätzlichen

⁸ Peters et al. (2011) zitieren Evidenz, dass eine Verlagerung von FuE- zu produktionsbezogenen Aktivitäten infolge einer Demand-pull-Politik auch in der US-Windindustrie stattgefunden haben könnte, regen aber weitere Forschung zu anderen erneuerbaren Energietechnologien an.

Kosten durch die überlappende Regulierung mit dem Emissionshandelssystem übersteigen. Am unproblematischeren ist in dieser Hinsicht eine, auf die Internalisierung positiver Externalitäten gerichtete Förderung, die nicht sofort CO₂-mindernd eingesetzt wird bzw. direkt oder indirekt den Anlagenbetreibern zugutekommt, da negative Interaktionseffekte dann entfallen und die Wirkung als komplementär zum ETS anzusehen ist. Dies ist am ehesten bei Maßnahmen zur Förderung der Grundlagen- und gegebenenfalls auch angewandten Forschung und Entwicklung bei erneuerbaren Energien der Fall. Auch aus diesem Blickwinkel erscheint damit die lange Zeit relativ moderate Forschungsförderung in Deutschland problematisch. Im Hinblick auf die Förderung des Einsatzes und der Diffusion erneuerbarer Energien müssten dagegen die Nutzen die Kosten überkompensieren. In dieser Hinsicht gibt es zwar gute Gründe, dass eine spezifische Förderung erneuerbarer Energien diese Nutzenwirkungen erschließen kann (höhere Wissens-Spill-overs als in anderen Bereichen, intertemporale »Externalitäten« durch carbon lock-in, positive Rückkopplungseffekte zwischen FuE- und Diffusionsförderung). Zu erwartende dynamische Effizienzgewinne der Diffusionsförderung können zudem als umso gewichtiger angesehen werden, wie die dynamischen Effizienzgewinne des Emissionshandels unabhängig von den negativen Interaktionseffekten der Förderung erneuerbarer Energien nicht realisiert werden. So gelten als die Hauptgründe für die geringe Anreizwirkung des Emissionshandelssystems das Überangebot an Zertifikaten infolge der (nicht erwarteten) Wirtschafts- und Finanzkrise und die umfangreich zugelassene Nutzung externer Emissionsminderungsgutschriften (Clean Development Mechanism, Joint Implementation).⁹ Wie oben erläutert, erscheint es jedoch trotz dieser anderweitig bedingten Mängel im Emissionshandelssystem sehr fraglich, ob substantielle dynamische Effizienzgewinne durch eine weitere (unveränderte) Förderung im Rahmen des EEG erschlossen werden können. Insofern können aus ökonomischer Sicht die Mängel des Emissionshandels nicht durch die Mängel des EEG kompensiert werden.

Unter dem Gesichtspunkt der ökologischen Effektivität erscheint die Förderung von Emissionsminderungen über das EEG (und andere unmittelbar emissionsmindernde Maßnahmen) in einem positiveren Licht, wenn diese Maßnahmen und ihre Wirkungen bei der Festlegung der CO₂-Obergrenze korrekt antizipiert und berücksichtigt werden (wovon in der Praxis allerdings höchstens teilweise auszugehen ist). Die gesamte Emissionsreduktion entspricht dann der Summe der durch den ETS und der im Idealfall korrekt durch

⁹ Den negativen Anreizwirkungen der Förderung erneuerbarer Energien auf den Zertifikatspreis wird empirisch eine geringere Bedeutung zugemessen. Traber und Kemfert (2009) gehen bei einer Modellierung des europäischen Kraftwerksparks und Strommarktes von einem Rückgang des Zertifikatspreises um 13% von 23 auf 20 Euro/tCO₂ aus, der auf das deutsche EEG zurückzuführen ist. Deutlichere Effekte ermitteln Böhringer und Rosendahl (2009) in einem numerischen Modell.

andere Maßnahmen antizipierten Emissionsreduktion. Gegenüber einer Situation, die die Wirkung dieser Maßnahmen bei der Festlegung der Obergrenze gar nicht berücksichtigt und sie niedriger ansetzt, ist dieses Zusammenwirken der Instrumente ökologisch effektiver. Zugleich bleiben aber statische Effizienzverluste im engeren Sinn bestehen. Zum einen wird die Obergrenze in der Folge allein durch das ETS garantiert, unabhängig von der weiteren Förderung erneuerbarer Energien nach der Festlegung der Obergrenze. Zum anderen führt die zertifikatspreiserhöhende Wirkung der Absenkung der Obergrenze zwar auch wieder zu vermehrten Anstrengungen in den Industriesektoren und in Ländern, die weniger umfangreiche überlappende Regulierungsmaßnahmen wie das EEG ergreifen; die zertifikatspreissenkenden Interaktionseffekte bleiben jedoch dennoch bestehen: Der *zusätzliche* Anreiz der Industriesektoren (anderer Länder) infolge der Absenkung der Obergrenze Emissionsminderungsmaßnahmen zu entwickeln und mit Innovationen verbundene Lernkurveneffekte zu realisieren wird nicht erhöht. Je nach Stärke der Interaktionseffekte wird die zusätzliche Emissionsminderung vom Stromsektor (bzw. den Stromsektoren einzelner EU-Länder) »getragen« und ineffizient verzerrt. Dies erscheint vor allem dann problematisch, wenn die Fördermaßnahmen relativ teuren, aber nur bedingt zukunftsträchtigen erneuerbaren Energietechnologien (z.B. herkömmliche Fotovoltaik) zugutekommt und gleichzeitig endogen durch den Emissionshandel erschließbare Minderungsmaßnahmen diskriminiert werden.

Eine generelle Problematik besteht mit Beginn der dritten Handelsperiode darin, dass auf EU-Ebene ex ante eine einheitliche Obergrenze und ein im Zeitablauf bis 2020 vorgegebener Minderungspfad festgelegt ist, während vor allem auf Seiten der Mitgliedstaaten Ziele gesetzt und Fördermaßnahmen getroffen werden, die zeitlichen Schwankungen unterliegen und unterschiedliche Wirksamkeit entfalten.¹⁰ Nicht antizipierte Verschärfungen von Zielen und Maßnahmen, die ihre Wirksamkeit entfalten, führen dann c.p. zu einer Senkung der Zertifikatspreise. Ähnliche negative Anreizwirkungen gehen von Maßnahmen aus, die bei der Festlegung der Obergrenze antizipiert, aber in der Folge dann nicht umgesetzt werden. Bislang gibt es im Emissionshandelssystem keine Vorkehrungen, um sich flexibel an aktuelle Entwicklungen bei den Fördermaßnahmen bzw. beim Ausbau erneuerbarer Energien anzupassen oder anderweitig preisstabilisierend einzugreifen. Die Zertifikatsnachfrage ist vielmehr unsicher, während das Zertifikatsangebot ex ante fixiert und damit rigide ist.

Die Frage, ob die zusätzliche Förderung erneuerbarer Energien zum Abbau anderer Marktversagen (neben den un-

¹⁰ Die Mitgliedstaaten müssen neuerdings nationale Aktionspläne zum Ausbau erneuerbarer Energien vorlegen, in denen sie unter Zuhilfenahme von Szenarioanalysen und Studien darlegen, in welchen Sektoren (Wärme/Kälte, Verkehr, Strom) welche Ausbauergebnisse nach aktuellem Stand erwartet werden.

mittelbaren Klimaexternalitäten) bzw. zur Überwindung (anderer) politischer Barrieren zu begründen ist, wurde bereits bei Vorliegen einer gegebenen Obergrenze diskutiert. Dort wurde begründet, dass mit der Förderung erneuerbarer Energien dynamische Effizienzpotenziale verbunden sein können, die aber über die Fortsetzung der bestehenden EEG-Förderung kaum realisiert werden können und kaum die statischen Effizienzverluste überkompensieren dürften. Die dort getroffenen Aussagen erscheinen bei Berücksichtigung der Wirkung von Fördermaßnahmen bei der Festlegung der Obergrenze in einem etwas positiveren Licht. Im Hinblick auf die Klimaschutzwirkungen ist dies insbesondere dann der Fall, wenn angenommen wird, dass die Fehler, die durch falsche Antizipation der Fördermaßnahmen entstehen nicht zu groß sind. Diese positivere ökologische Beurteilung ergibt sich allerdings nicht direkt aus ökonomischer Effizienzperspektive, sondern eher unter der Maßgabe, dass aus politischen Gründen die Fördermaßnahmen und Ziele notwendig sind, um zukünftig den Emissionshandel effektiver zu machen und insbesondere die CO₂-Obergrenze zu verschärfen (vgl. zu einer ähnlichen Argumentation OECD 2011; BMU 2010). Akzeptiert man diese politische Maßgabe, lassen sich nicht nur vorrangig Reformvorschläge zur Verbesserung des Emissionshandels, sondern auch Vorschläge zur Verbesserung – d.h. nicht nur zur bloßen Abschaffung – der bestehenden Form der Diffusionsförderung erneuerbarer Energien entwickeln. Dieser Weg erscheint zumindest auf weiteres ohnehin vorgegeben, solange die Ausbauziele für erneuerbare Energien nicht revidiert werden. Schließlich gehen vom Emissionshandel bislang kaum Anreize zugunsten erneuerbarer Energien aus. Zugleich wirken Reformen hier nur mittel- bis längerfristig.

Reformansätze zur Verbesserung der Politikkoordination

Reformen innerhalb des *Emissionshandelssystems* zielen vor allem darauf ab, den niedrigen Zertifikatspreis zu stützen und verstärkte Anreize zu Investitionen in CO₂-arme Energieerzeugungsanlagen sowie CO₂-mindernde Technologien zu setzen (vgl. Battles, Clò und Zoppoli 2012; Grubb 2012). Die Vorschläge setzen entweder bei der Festlegung der Emissionsobergrenze (also mengenbezogen) oder direkt auf der Ebene des Zertifikatspreises (preisbezogen) an. Zugleich sind sie zum Teil eher kurzfristig, zum Teil eher langfristig ausgerichtet. Derzeit im Zentrum der Diskussion stehen kurzfristig wirksame Maßnahmen, die auf eine Ex-post-Anpassung der ETS-Obergrenze hinauslaufen: Indem Emissionsberechtigungen »beiseitegelegt werden« (sog. *set asides*) bzw. die Versteigerung von Zertifikaten verschoben wird (backloading), könnte das Überangebot an Berechtigungen reduziert und der Zertifikatspreis gestützt werden. Ein derartiger Eingriff wird angesichts der Fehlentwicklungen im Emissionshandelssystem und des seit längerer Zeit sehr

niedrigen Zertifikatspreises auch von zahlreichen Ökonomen befürwortet (vgl. Auffhammer et al. 2013), ist jedoch vorerst im Europäischen Parlament gescheitert. Er würde als kurzfristige Intervention jedoch noch nicht die strukturellen Probleme im ETS beheben.

Komplementär werden daher – eher in mittelfristiger Perspektive – Maßnahmen diskutiert, die direkt am Zertifikatspreis ansetzen. Von besonderem Interesse sind in diesem Zusammenhang EU-weite Mindestpreise (sog. *price floors*). Bei sehr niedrigen Zertifikatspreisen (wie derzeit) würden zu diesem Zweck Mindestpreise als eine Art Steuer greifen. Neben einer Reduktion von Preisschwankungen und damit Unsicherheiten werden mit einem derartigen Ansatz die Interaktionseffekte aus dem Zusammenspiel von ETS und anderen, auf CO₂-Minderung ausgerichteten Instrumenten (Förderung erneuerbarer Energien, Förderung der Kraft-Wärme-Kopplung etc.) abgemildert bzw. ein Nachsteuern durch weitere *set-asides* vermieden. Umsetzen ließe sich dies über einen zu etablierenden Reservationspreis für öffentliche Auktionen. Das Angebot an Emissionsberechtigungen wird dabei indirekt rationiert, indem Gebote unterhalb des Reservationspreises automatisch abgelehnt oder an zukünftige Auktionen überführt werden. Die Höhe des Reservationspreises wäre dabei Gegenstand politischer Verhandlungen.¹¹ Als alternativen Preisstabilisierungsmechanismus könnte eine zentrale unabhängige Behörde eingerichtet werden, die den Zertifikatspreis anhand bestimmter Regeln so steuert, dass er sich auch bei wirtschaftlichen Verwerfungen innerhalb eines bestimmten Korridors bewegt.

Parallel bedarf es schließlich auch der Weiterentwicklung klimapolitischer Ziele und rechtlicher Vorgaben bis mindestens 2030 (vgl. auch SRU 2011). Dies betrifft zum einen die Verschärfung der ETS-Obergrenze und die Festlegung einer längerfristigen Minderungstrajektorie, zum anderen die Vorgabe von Treibhausgasminderungszielen für alle Sektoren (ETS, Nicht-ETS). Die Verschärfung der ETS-Obergrenze/Trajektorie würde zwar für sich gesehen nicht die derzeit niedrigen Zertifikatspreise stützen, könnte aber zukünftige Preisermwartungen stabilisieren und strategische Planungen in langfristige Investitionen zugunsten CO₂-armer Anlagen und Technologien begünstigen. Zugleich würde die regulatorische Unsicherheit auf Seiten langfristig orientierter Investoren (insbesondere im Energiesektor) gemildert. Die Weiterentwicklung der Treibhausgasziele bis 2030 würde nur indirekt dem ETS helfen, wenn sie mit einer Verschärfung der ETS-Obergrenze verbunden ist. Sie würde aber Signale für die internationalen Klimaverhandlungen setzen.

Konsequent wäre es dann nicht zuletzt, das Emissionshandelssystem mittel- bis langfristig auf alle Sektoren auszuweiten und im Sinne eines sog. Midstream- oder upstream-

¹¹ Grubb (2012) geht in seinen Berechnungen von einem Preis von 15 Euro/t CO₂ (2013) aus, der bis 2020 auf 22 Euro/t CO₂ steigt.

Ansatzes zu reformieren, der bereits beim Import bzw. Inverkehrbringen von fossilen Energieträgern anknüpft. Über den Marktpreismechanismus würden dann Anreize gesetzt, EU-weit über alle Treibhausgas- Emissionsquellen hinweg die kostengünstigsten Vermeidungsoptionen zu nutzen. Die derzeitigen Zusatzkosten segmentierter Regulierungsregime (ETS, zahlreiche Nicht-ETS Sektoren und Länder) sowie unkoordinierter bzw. schwer koordinierbarer Instrumente und Ziele würden damit abgebaut. Zumindest würde transparenter werden, welche zusätzlichen Markteingriffe neben dem ETS erforderlich und zielführend sind.

Reformvorschläge in Bezug auf die *Förderung erneuerbarer Energien* können zum einen im Hinblick auf das Verhältnis zwischen Diffusionsförderung und FuE-Förderung bzw. sog. Demand-pull- und Supply-push-Politik formuliert werden; zum anderen sind Reformmaßnahmen innerhalb der vom EEG dominierten Diffusionsförderung zu thematisieren.

Eine stärkere *Verlagerung von der Diffusionsförderung zur FuE-Förderung* wurde von ökonomischer Seite für Deutschland immer wieder angemahnt (vgl. Frondel et al. 2010; ifo Institut und FfE 2012; Peters et al. 2012). Zwar kann diesbezüglich kein ökonomisch optimales Verhältnis bestimmt werden. Dennoch zeigt – wie oben dargestellt – ein Zusammentragen von Fördersummen der verschiedenen Förderpolitiken ein extremes Ungleichgewicht (vgl. Tab. 1). Ökonomisch würde die Verschiebung des Verhältnisses zwischen EEG- und FuE-Förderung in erster Linie verdeutlichen, dass nach zwölf Jahren EEG- Förderung und 22 Jahren der Förderung über Einspeisevergütungen Adoptionsexternalitäten abnehmen, zugleich aber von weiterer grundlagenorientierter und angewandter Forschung erhebliche und tendenziell größere Kostensenkungen und Innovationspotenziale ausgehen dürften. Darüber hinaus ist auch unter dem Blickwinkel der Industriepolitik bzw. der intendierten Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit erneuerbarer Energien eine zu starke Gewichtung der Diffusions- gegenüber der FuE-Förderung angesichts länderübergreifender Innovations-Spill-overs und daraus sich ergebender Folgewirkungen riskant (vgl. Peters et al. 2012).

Die verstärkte öffentliche FuE-Förderung zugunsten erneuerbarer Energien findet auch unter Fachleuten hohe Resonanz. So ist etwa vor einiger Zeit das breit angelegte Forschungsvorhaben »Energietechnologien 2050 – Schwerpunkte für Forschung und Entwicklung« entstanden, das von 60 Wissenschaftlern aus sieben Instituten bzw. Forschungszentren und Vertretern aus drei großen Industrieunternehmen erstellt wurde (vgl. Wietschel et al. 2010). Für die Photovoltaik legt die Studie u.a. nahe, dass die Forschungsförderung in diesem Bereich verstärkt die gesamte Wertschöpfungskette abdecken und vor allem die »intelligente Systemintegration« (Gebäudeintegration, Netzein-

bindung) in Zukunft ein stärkeres Gewicht bekommen sollte. Bei der Onshore-Windenergie sollte die öffentliche Förderung sich auf konkrete Optimierungsansätze konzentrieren, da es sich um ein relativ reifes Technologiefeld handelt. Bei der Offshore- Windenergie gibt es dagegen noch eine ganze Reihe förderungswürdiger Forschungsthemen wie z.B. die Anpassung der Windenergieanlage (Größe, Zuverlässigkeit); die Entwicklung und Verbesserung von Tragstrukturen, Installations- und Wartungskonzepten (bei großen Wassertiefen, bei Großserieneinsatz); Fragen des Zugangs und der Arbeitssicherheit und die ökologische Begleitforschung. Ähnlich wie bei der Photovoltaik besteht auch bei der intelligenten Integration von Windenergie ins elektrische Versorgungsnetz noch großer Forschungsbedarf. Als unzureichend wird auch die Verknüpfung zu anderen Industriezweigen und deren Forschung angesehen (z.B. Flugzeugbau, Mikrosystemtechnik).

Die stärkere FuE-Förderung im Bereich der erneuerbaren Energien, die sich in den letzten Jahren bereits abzeichnet und vor allem für die Jahre 2013 und 2014 anvisiert wird, steht allerdings auf einem wackligen Fundament. So basiert der Zuwachs der FuE-Förderung nahezu ausschließlich auf Mitteln aus dem Sondervermögen »Energie- und Klimafonds«, der sich aus Versteigerungserlösen aus dem Emissionshandel speist (vgl. BMU 2012). Das Mittelaufkommen wird jedoch angesichts der derzeit geringen Zertifikatspreise und der nur partiellen Versteigerung von Zertifikaten geschmälert. Die Erhöhung und Verstetigung der FuE-Mittel macht daher die beim ETS anvisierten Reformmaßnahmen (inklusive der kurzfristigen Maßnahmen) besonders dringlich.

Reformmaßnahmen innerhalb der *Diffusionsförderung* bieten verschiedene Möglichkeiten, dem ökonomischen Effizienzanliegen stärker Rechnung zu tragen. Grundlegend müssen zunächst die politischen Rahmenbedingungen auf internationaler Ebene berücksichtigt werden. Vor allem sollten Reformmaßnahmen mit Entwicklungen auf der EU-Ebene kompatibel sein. Zum einen stellt sich die Frage nach separaten Instrumenten und der Anpassung von Ausbauzielen vor dem Hintergrund der weiteren Entwicklung im ETS. Zum anderen ermöglicht eine stärkere europäische Harmonisierung von Fördersystemen zugunsten erneuerbarer Energien Effizienzpotenziale.

Die Einführung eines Systems von Grünstromzertifikaten als mengenbasiertes Förderinstrument und als Alternative zum EEG würde grundlegende Veränderungen mit sich bringen (vgl. SVR 2011; Frondel, Schmidt und aus dem Moore 2012). Den Energieversorgungsunternehmen wird in einem solchen System zur Auflage gemacht, dass eine bestimmte Menge des von ihnen an die Letztverbraucher gelieferten Stroms aus erneuerbaren Quellen stammt (Grünstromquote). Den Nachweis, dass sie diese Verpflichtung erfüllen, müssen sie durch Vorlage einer äquivalenten Menge von Zertifikaten erbringen,

die sie von den Betreibern der Grünstromanlagen erwerben. Letztere erhalten wiederum Zertifikate von den Netzbetreibern als Gegenleistung für den eingespeisten erneuerbaren Strom. Auf dem Markt, auf dem diese Grünstromzertifikate gehandelt werden, bildet sich ein einheitlicher Preis, der im Prinzip dafür sorgt, dass die Grenzkosten der verschiedenen zum Einsatz kommenden erneuerbaren Energietechnologien übereinstimmen und somit anders als derzeit eine statisch kosteneffiziente Lösung erreicht wird. Investitionen werden folglich in die jeweils nach Gestehungskosten kostengünstigste Technologie an den dafür geeigneten Standorten getätigt. Zugleich wird im Prinzip Wettbewerb zwischen den verschiedenen Arten erneuerbarer Energietechnologien angeregt. Im Hinblick auf die Stromeinspeisung würden sich die Produzenten von Strom aus erneuerbaren Energien zudem am Spotmarktpreis für Strom orientieren, wodurch sie insbesondere einen Anreiz erhalten, ihr Angebot an die jeweilige Nachfragesituation anzupassen (z.B. möglichst Verzicht auf Einspeisung in Zeiten hinreichend negativer Strompreise). Zudem erhöht sich insgesamt der Anreiz, in Speichertechnologien zu investieren, die es den Produzenten ermöglichen, den Produktionszeitpunkt vom Einspeisezeitpunkt des Stroms zu trennen.

Der Übergang zu einem solchen Fördersystem könnte zunächst in einer technologie- und größenneutralen Ausgestaltung der Fördersätze im EEG für alle zukünftig zu installierenden Anlagen auf einem einheitlichen Niveau erfolgen (Harmonisierung der Mindestvergütungssätze). Altanlagen würden demgegenüber weiterhin über das EEG-Regime gefördert. In einem zweiten Schritt könnte dann der Umstieg auf eine marktbasierende Mengensteuerung in Form von Grünstromzertifikaten erfolgen. In einem dritten Schritt könnten durch einen grenzüberschreitenden Zertifikatehandel die Handelsvorteile und Skalenvorteile für erneuerbare Energien innerhalb Europas nutzbar gemacht werden. Die Handelsvorteile ergeben sich dabei vor allem aus den unterschiedlichen meteorologischen und topographischen Verhältnissen zwischen den EU-Mitgliedsländern bzw. Erzeugungsstandorten. Zudem könnten auf diese Weise Schwankungen im europäischen Stromverbund – bei Vorhandensein einer entsprechenden Netz- und Speicherinfrastruktur – besser ausgeglichen werden.

Nach der Vorstellung des Sachverständigenrates für Wirtschaft würde auf diese Weise die Politikkoordination zwischen Energie- und Innovationspolitik erleichtert. Die Ausbauziele für erneuerbare Energien würden über ein marktbasierendes Quotensystem nach dem Prinzip strikter Kosteneffizienz angesteuert und von technologie- und innovationspolitischen Zielen getrennt. Letztere wird vielmehr flankierend eingesetzt und zielt insbesondere auf eine angemessene Infrastruktur für Wissenschaft und Forschung und gezielte, ergänzend wirkende technologiepolitisch motivierte Eingriffe und Demonstrationsprojekte ab.

Ob sich die theoretischen Effizienzpotenziale eines Grünstromzertifikatesystems in der Praxis realisieren lassen, erscheint jedoch zumindest kurz- bis mittelfristig fragwürdig (vgl. kritisch jüngst auch Diekmann et al. 2013). Als schwierig erweist sich der Übergang zu einem derartigen System sowohl auf nationaler und erst recht auf europäischer Ebene. Ähnlich wie beim Emissionshandelssystem könnte der Zertifikatepreis zumindest anfänglich sehr volatil und schwer prognostizierbar sein. Investoren könnten sich zum einen dazu veranlasst sehen, erhebliche Risikozuschläge einzufordern und die Kapitalkosten für den Neubau von Erzeugungsanlagen erhöhen. Für die Anlagenbetreiber würden sich zum anderen erhebliche Planungsunsicherheiten ergeben. Beides zusammen genommen könnte wiederum gerade bei weniger kapitalkräftigen Unternehmen zu einer Zurückhaltung bei Investitionen und Innovationen führen. Um diesen Risiken zu begegnen, müssen demzufolge verschiedene begleitende Regelungen getroffen werden (z.B. Einführung eines periodenübergreifenden Handels und eines Terminmarktes oder Einbau von Preisunter- und Preisobergrenzen).

Als problematisch erweisen sich auch die durch Quotensysteme erzeugten Produzentenrenten, die zudem mit steigender Quote zunehmen. Da der Grünstromzertifikatepreis immer durch die Kosten der letzten und damit am teuersten produzierten Einheit erneuerbaren Stroms gesetzt wird, werden Anlagenbetreiber mit geringeren Erzeugungskosten über das für einen wirtschaftlichen Betrieb notwendige Maß entlohnt. Dies ist insbesondere dann problematisch, wenn sich die erneuerbaren Technologien, die sich im Marktprozess als die effizientesten durchsetzen, etwa aufgrund physischer Begrenzungen oder Implementationsproblemen vor Ort nicht in beliebigem Umfang installieren lassen. Bei den kostengünstigeren Anlagen fällt damit zwangsläufig und nicht nur Übergangsweise eine Differentialrente an, die allein durch Standortvorteile bedingt sind und sich somit nicht wegkonkurrieren lassen. Erfahrungen in Schweden und Großbritannien zeigen, dass auf diese Weise die Kosten für die Energieverbraucher ansteigen (vgl. Bergek und Jacobsson 2010).

Zu vermuten ist, dass die erwähnten Produzentenrenten in erster Linie etablierten Akteuren der Energiewirtschaft zugutekommen, die in reife erneuerbare Erzeugungstechnologien investieren. Zusätzliche Gewinne dieser Akteure würden c.p. mit steigender Grünstromquote zunehmen und wären bei einem europaweiten System angesichts größerer Kostendifferenziale zwischen den Standorten noch erheblicher. Sie wären aber nicht (unbedingt) das Ergebnis von Investitionen in innovative Technologien. Zugleich würden bei Einführung eines Grünstromzertifikatesystems Investitionen in marktferne Technologien nicht mehr bzw. kaum angereizt.¹² Damit kön-

¹² Erst wenn ein europaweites System tatsächlich implementiert sein sollte, wäre ein breiteres Erzeugungsportfolio, das auf die Standortbedingungen abstellt, vermutlich tragfähig (z.B. Photovoltaik in Spanien, Windkraft in Dänemark etc.).

nen Markteintrittsbarrieren für neue Energieanbieter geschaffen und die bestehende Marktmacht großer Energieunternehmen erhöht werden (vgl. Battle et al. 2012). Zweifelhaft erscheint auch, ob die relativen Nachteile marktferner Technologien durch die vom Sachverständigenrat angedachten Forschungs- und Demonstrationsprojekte kompensiert werden können. Im Sinne des Innovationssystemansatzes, der die Wechselwirkungen zwischen Technologie- und Marktentwicklung (learning by interacting u.Ä.) betont, könnte vielmehr eine Lücke zwischen der Grundlagenforschung (inklusive Demonstrations- und Pilotprojekte) und der Förderung durch das Quotensystem eintreten. Darüber hinaus wären Folgewirkungen für bzw. über die betroffenen Industriezweige hinaus zu bedenken (z.B. Abschreibung bisheriger Planungen in derzeit noch teure erneuerbare Energieanlagen, mögliche Abwanderung innovativer Technologieanbieter im Investitionsgütersektor, Verlust an Humankapital u.Ä.). Ähnlich wie bei einem allein auf das bisherige CO₂-Emissionshandelssystem abstellenden Ansatz könnte sich ein Konflikt zwischen statischer und dynamischer Effizienz ergeben, der sich darin ausdrückt, dass langfristige und tragfähige Innovationen nicht in hinreichendem Maße bzw. zu spät induziert werden. Dieser Gefahr könnte entgegengewirkt werden, indem erneuerbare Technologien mit derzeit noch höheren Erzeugungskosten mehr Grünstromzertifikaten pro erzeugte Kilowattstunde zugewiesen werden (sog. Banding-Verfahrens). Allerdings sind dabei wie bei der Festlegung der derzeitigen Einspeisevergütungen im EEG diskretionäre Entscheidungen zu Gunsten der Förderwürdigkeit alternativer Erzeugungstechnologien notwendig.

Schließlich ist insbesondere die Implementation eines EU-weiten Handelssystems mit erheblichen Anpassungsmaßnahmen und Transaktionskosten verbunden. Problematisch ist etwa das derzeit noch nicht von einem voll funktionsfähigen europäischen Strommarkt auszugehen ist. Ohne einen Abbau von Hemmnissen bei der Infrastruktur (Netzausbau, Interkonnektoren etc.) und mangelnder Konvergenz der Strompreise würden ansonsten die (theoretischen) Effizienzpotenziale eines Grünstromzertifikatesystems unterminiert bzw. Investitionsentscheidungen in die Standorte verzerrt. Ähnliches gilt, solange die Förderregime der EU-Länder zugunsten erneuerbarer Energien und begleitende Rahmenbedingungen (Genehmigungsverfahren, Raumplanung etc.) nicht einheitlichen Regelungen unterworfen werden.

Vor diesem Hintergrund sind daher Reformvorschläge aufzugreifen, die sich enger an dem bestehenden Fördersystem zugunsten erneuerbarer Energien orientieren. Relativ einfach wäre es etwa, die politisch definierten Zeitpfade für den Ausbau der verschiedenen Arten erneuerbarer Energien als gegeben zu nehmen und die Förderung weiterhin über feste, staatlich festgelegte Vergütungssätze umzusetzen, die zu fördernden Anlagen aber auf der Basis von Aus-

schreibungen zu bestimmen. Auf diese Weise könnte zumindest eine Kontrolle der Ausbaumengen einzelner erneuerbarer Technologien gewährleistet werden (sog. Kapazitätsdeckelung, wie bereits bei der Fotovoltaik jüngst implementiert).

Alternativ könnten Mengen an erneuerbaren Erzeugungskapazitäten gebündelt oder separat für einzelne Bereiche ausgeschrieben und im Rahmen von Auktionsverfahren mit hinreichend langer Vorlaufzeit an Investoren vergeben werden. Bei diesem Verfahren könnte im Vergleich zu einer administrativen Bestimmung der Einspeisevergütungen darauf verzichtet werden, die längerfristigen Kosten der zu fördernden Technologien abzuschätzen. Die Politik wäre weniger stark mit dem Problem asymmetrischer Information konfrontiert und könnte die Gefahr einer Überforderung vermindern. Bei einem Übergang zu einem derartigen Auktionsmodell könnten auch die in den sog. Leitszenarien politisch definierten Ausbauziele für die verschiedenen Arten erneuerbarer Energien kritisch überprüft werden, da sie ohnehin nicht direkt auf allgemein akzeptierten Oberzielen basieren («Zielkritik»). Vielmehr könnte sich das Verhältnis der Ausbauziele stärker an der langfristigen CO₂-Kosteneffizienz einzelner Arten erneuerbarer Energien, ihrer Verfügbarkeit bzw. ihrem technischen Potenzial und den mit den verschiedenen erneuerbaren Energien verbundenen unerwünschten Nebenwirkungen bzw. Kosten orientieren. So legt die Analyse von ifo Institut und FfE (2012) nahe, dass Onshore-Windenergie zumindest mittelfristig zum einen die kostengünstigste Form erneuerbarer Energien bleiben wird, zum anderen ihr in Deutschland vorhandenes Potential zur Deckung des Strombedarfs prinzipiell ausreicht. Eine zu einseitige Ausrichtung auf die Onshore-Windenergie sollte jedoch angesichts (anderer) umweltpolitischer und raumplanerischer Ziele (Lärm- und Sichtbeeinträchtigungen, Natur- und Landschaftsschutz) vermieden werden. Gegen eine zu einseitige Ausrichtung auf die Onshore-Windenergie sprechen auch die (schwer messbaren) Vorteile, die ein Mix verschiedener erneuerbarer Energieträger mit sich bringt. Angesichts der unterschiedlichen Charakteristika der einzelnen erneuerbaren Energieträger kann auf diese Weise insbesondere der Speicher- und Regelenergiebedarf verringert und die Versorgungssicherheit verbessert werden. Schließlich bietet sich ein separater Ausschreibungswettbewerb insbesondere für die Offshore-Windenergie an, da sie in Deutschland eine vergleichsweise neue Technologien mit noch geringer Marktdurchdringung ist, die voraussichtlich noch entsprechende Lernkurven und damit erhebliche Kostensenkungspotenziale aufweisen dürfte. Analog könnte sie erheblich zur Erreichung längerfristiger Ziele bei den erneuerbaren Energien beitragen (vgl. Perner und Riechmann, 2013).

Mit Auktionen ggf. kombinieren lässt sich das sog. Marktprämienmodell. Es zielt einerseits auf die Marktintegration erneuerbarer Energien. Diese Marktintegration erfordert,

dass die Anlagenbetreiber von Grünstrom zum einen überhaupt in den Strommarkt (und die Regelenergiemärkte) eingebunden werden und Marktsignale erhalten. Im Gegensatz zum Festpreissystem und institutionellen Einspeisevorrang – wie es im Kern das EEG vorsieht – würden diese Signale Auskunft über den Wert von Strom im Versorgungssystem in zeitlicher und ggf. räumlicher Hinsicht geben. Andererseits zielt das Modell darauf, die Marktpreise in möglichst effizienter Weise zu ergänzen, so dass die Anlagenbetreiber ihrer Lieferverpflichtung nachkommen können.¹³ Erste Ansätze in diese Richtung sind bereits im EEG implementiert. Allerdings schöpfen sie aufgrund der Berechnungsmethode und Optionalität des Modells die Effizienzgewinne nicht aus und führen zu Mitnahmeeffekten. Zweckmäßig ist daher ein alternatives, vor allem auf Erzeugungskapazitäten zielendes Marktprämienmodell für Neuanlagen anstelle der nur noch für Bestandsanlagen geltenden EEG-Regelungen. Zur Festlegung der Marktprämie bietet es sich vor dem Hintergrund staatlicher Informationsdefizite an, wettbewerbliche Auktionen durchzuführen. Basis dafür wäre eine über einen längeren Zeitraum festzulegende Kapazitätsmenge (in Euro/kW), die aufzubauen ist und ggf. zusätzlich eine festzulegende Stromeinspeisung in Euro/kWh. Den Zuschlag und die vertragliche Zusage der Abnahme erhalten, in aufsteigender Reihenfolge, diejenigen Anbieter, die die niedrigsten Gebote abgeben, bis der Kapazitätspool ausgeschöpft ist. Mit Inbetriebnahme der Anlage werden die von der Anlage erzeugten Strommengen dann am Strommarkt angeboten. Über einen vorab definierten Zeitraum werden die Prämienzahlungen auf den Marktpreis in fixierter Höhe gewährt, so dass sowohl die Signalfunktion der Marktpreise als auch der Leistungsanreiz zur Maximierung der Stromeinspeisung aus erneuerbaren Energien erhalten bleiben.

Im Rahmen des Auktionsverfahrens könnte in begrenztem Maße bzw. übergangsweise eine Ausschreibung technologiespezifischer Kapazitätsmengen erfolgen.¹⁴ In diesem Sinne wäre es denkbar, in der Ausschreibung zwischen dargebotsabhängigen Grünstromtechnologien (z.B. Wind) und dargebotsunabhängigen Grünstromtechnologien (z.B. Biomasse) zu unterscheiden, da diese sich in ihren Auswirkungen auf den Strommarkt grundlegend unterscheiden, sich aber gut ergänzen können. In dem sog. Mengen-Marktmodell von Bode und Groscurth (2011) wäre für dargebotsabhängige Technologien eine Kapazität in GW bzw. MW bei einer vorgegebenen Zahl an Volllaststunden die Basis für die zu liefernde Strommenge, während bei dargebotsun-

abhängigen Technologien eine sog. Verfügbarkeitsprämie in GW bzw. MW gewährt wird. Die separate Behandlung dargebotsunabhängiger Technologien setzt damit Anreize dahingehend, dass die Anlagen dann produzieren, wenn die Residuallast größer null ist bzw. die Erzeugung aus anderen Quellen (inklusive über Speicher und flexible Nachfrage) nicht ausreichend ist. Bei den dargebotsabhängigen Technologien kann u.a. wegen meteorologischer Schwankungen nicht genau prognostiziert werden, wann produziert wird, so dass die Anpassungsmöglichkeiten an Preissignale begrenzt sind bzw. hohe Risiken entstehen können, wenn vor allem Spotmarktpreise maßgeblich sind. Zu überlegen wäre daher, ob unabhängig vom Spotmarktpreisen eine vergleichsweise hohe fixe Prämie (ähnlich wie die derzeitige Einspeisevergütung) festgelegt wird. Um dennoch Anreize zu setzen, die Kosten der Systemintegration zu verringern und etwa die Windprognosegüte zu verbessern, könnten dargebotsabhängige Anbieter dagegen verstärkt in den Regelenergiemarkt einbezogen werden (vgl. ifo Institut und FfE 2012). Die Vorabfestlegung der abzunehmenden Strommenge könnte im Vergleich zum EEG dennoch die Gesamtkosten verringern, weil sich bei starker Einspeisung der Abnahmezeitraum verkürzt. Außerdem kann bei der Ausschreibung auch die jeweilige Netzanschlusszone einbezogen werden, so dass möglichst die Gesamtkosten aus Kapazitätsausbau und Netzausbau minimiert wird. Unter dem Gesichtspunkt der Implementations- und Transaktionskosten erscheint ein Marktprämienmodell schließlich auf absehbare Zeit geeigneter als ein – langfristig denkbare – Grünstromzertifikatesystem.

Literatur

Auffhammer, M. et al. (2013), »Offener Brief zum europäischen Emissionshandel«, 18. März 2013, online verfügbar unter: <http://www.cesifo-group.de/de/ifoHome/policy/Spezialthemen/Policy-Issues-Archive/Energie-und-Umweltpolitik.html>.

Battle, C. et al. (2012), »Regulatory Design for RES-E Support Mechanisms: Learning Curves, Market Structure, and Burden-sharing«, *Energy Policy* 41, 212–220.

Battles, S., S. Clò und P. Zoppoli (2012), »Policy Options to Stabilize the Carbon Price within the European Emissions Trading System: Framework for a Comparative Analysis«, Working Paper, online verfügbar unter: <http://ssrn.com/abstract=2062753>.

Bergek, A. und S. Jacobsson (2010), »Are Tradable Green Certificates a Cost-Efficient Policy Driving Technical cChange or a Rent-generating Machine? Lessons from Sweden 2003–2008«, *Energy Policy* 38, 1255–1271.

Bode, S. und H.M. Groscurth (2011), »Das Mengen-Markt-Modell – Ein Vorschlag zur Schaffung bzw. Sicherstellung von Investitionsanreizen beim Ausbau der erneuerbaren Energien in der Stromerzeugung unter Nutzung markt-orientierter Instrumente«, Discussion Paper 4.

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) (2010), »BMU-Stellungnahme zur erneuten RWI-Kritik am EEG: Altbekannt und längst widerlegt«, online verfügbar unter: http://www.bmu.de/erneuerbare_energien/downloads/doc/45090.php.

Böhlinger, C. und K.E. Rosendahl (2009), »Green Serves the Dirtiest. On the Interaction between Black and Green Quotas«, Discussion Papers 581,

¹³ Die Begründung für eine derartige ergänzende Förderung liegt nicht nur in den weiter oben aufgeführten Argumenten (Adoptionsexternalitäten, Mängel im ETS etc.), sondern auch in den Schwierigkeiten in einem liberalisierten Strommarkt die Finanzierung von Anlagen auf Basis erneuerbarer Energien mit ihrer spezifischen Kostenstruktur sicherzustellen (sog. Missing-Money-Problem) (vgl. z.B. ifo Institut und FfE 2012).

¹⁴ Bei den Auktionen könnten auch Vorgaben zugunsten neuer Anbieter getroffen werden, um neue Marktteilnehmer nicht gegenüber etablierten Firmen zu benachteiligen.

- Statistics Norway, Discussion Papers in Economics V-315-09, Oldenburg University und CESifo Working Paper No. 2837.
- Breitschopf, B. et al. (2011), *Einzel- und gesamtwirtschaftliche Analyse von Kosten- und Nutzenwirkungen des Ausbaus erneuerbarer Energien im deutschen Strom- und Wärmemarkt* – Untersuchung im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Berlin.
- BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft (2012), »Erneuerbare Energien und das EEG: Zahlen, Fakten, Grafiken (2011)«, online verfügbar unter: www.bdew.de.
- BMU Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2011), *Innovation durch Forschung*, Jahresbericht 2010 zur Forschungsförderung im Bereich der erneuerbaren Energien, Berlin.
- BMU Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2012), *Innovation durch Forschung*, Jahresbericht 2011 zur Forschungsförderung im Bereich der erneuerbaren Energien, Berlin.
- Calel, R. und A. Dechezleprêtre (2012), »Environmental Policy and Directed Technological Change: Evidence from the European Carbon Market«, Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment Working Paper No. 75, London School of Economics, London.
- Del Rio, P. (2008), »Policy Implications of Potential Conflicts between Short-term and Long-term Efficiency in CO₂ Emission Abatement«, *Ecological Economics* 65, 292–303.
- Diekmann, J. et al. (2013), »Erneuerbare Energien: Quotenmodell keine Alternative zum EEG«, *DIW Wochenbericht* (45).
- European Commission (2008), »Impact Assessment on the Internalisation of External Costs«, Commission staff working document, SEC(2008) 2209, Brussels.
- Expertenkommission Forschung und Innovation (EFI) (2013), *Gutachten zur Forschung, Innovation und technologischer Leistungsfähigkeit Deutschlands*, online verfügbar unter: www.e-fi.de.
- Fischer, C. und L. Preonas (2010), »Combining Policies for Renewable Energy: Is the Whole Less than the Sum of its Parts?«, *International Review of Environmental and Resource Economics* 4, 51–92.
- Frondel, M. et al. (2010), »Economic Impacts from the Promotion of Renewable Energy Technologies: The German Experience«, *Energy Policy* 38, 4048–4056.
- Frondel, M., C. Schmidt und N. aus dem Moore (2012), *Marktwirtschaftliche Energiewende: Ein Wettbewerbsrahmen für die Stromversorgung mit alternativen Technologien*, Studie im Auftrag der Initiative Neue Soziale Marktwirtschaft, Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung, RWI Projektbericht, Essen.
- Grubb, M. (2012), *Strengthening the EU ETS: Creating a Stable Platform for EU Energy Sector Investment*, Climate Strategies Report, London.
- International Energy Agency (IEA) (2011), *World Energy Outlook*, International Energy Agency, Paris.
- Ifo Institut – Leibniz Institut für Wirtschaftsforschung an der Universität München und Forschungsstelle für Energiewirtschaft (ifo Institut und FfE) (2012), *Die Zukunft der Energiemärkte – Ökonomische Analyse und Bewertung von Potentialen und Handlungsmöglichkeiten*, ifo Forschungsberichte 57, ifo Institut, München.
- Matthes, F. (2010), *Der Instrumenten-Mix einer ambitionierten Klimapolitik im Spannungsfeld von Emissionshandel und anderen Instrumenten*, Bericht für das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Öko-Institut e.V., Freiburg.
- Neuhoff, K. (2005), »Large-scale Deployment of Renewables for Electricity Generation«, *Oxford Review of Economic Policy* 21, 88–110.
- OECD (2011), *Interactions between Emission Trading Systems and other Overlapping Policy Instruments*, General Distribution Document, Environment Directorate, Paris.
- Perner, J. und C. Riechmann (2013), »Das zukünftige EEG – wieviel Reform ist erforderlich?«, *Energiewirtschaftliche Tagesfragen* 63, 8–13.
- Peters, M. et al. (2011), »The two Faces of Market Support – How Deployment Policies Affect Technological Exploration and Exploitation in the Solar Photovoltaic Industry«, in: M. Peters (2011), *The Role of Technology Policy in Fostering Technical Change – Lessons from the Cases of Solar and Wind Power*, Dissertation submitted to ETH Zürich.
- Peters, M. et al. (2012), »The Impact of Technology-Push and Demand-Pull Policies on Technical Change – Does the Locus of Policies Matter?«, *Research Policy* 41, 1296–1308.
- Rave, T., U. Triebswetter und J. Wackerbauer (2013), *Koordination von Innovations-, Energie- und Umweltpolitik*, Studie im Auftrag der Expertenkommission Forschung und Innovation (EFI), ifo Forschungsberichte 61, ifo Institut, München.
- Rogge, K. und V. Hoffmann (2010), »The Impact of the EU ETS on the Sectoral Innovation System of Power Generation Technologies – Findings for Germany«, *Energy Policy* 38, 7639–7652.
- Rogge, K., M. Schneider und V. Hoffmann (2010), »The Innovation Impact of the EU Emission Trading System, Findings of Company Case Studies in the German Power Sector«, *Ecological Economics* 70, 513–523.
- SRU – Sachverständigenrat für Umweltfragen (2011), *Wege zur 100% erneuerbaren Stromversorgung*, Sondergutachten, Berlin.
- SVR – Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung (2011), *Verantwortung für Europa wahrnehmen – Jahresgutachten 2011/2012*, Wiesbaden.
- Umweltbundesamt (2007), *Ökonomische Bewertung von Umweltschäden, Methodenkonvention zur Schätzung externer Umweltkosten*, Berlin.
- Wietschel, M. et al. (2010), *Energietechnologien 2050 – Schwerpunkte für Forschung und Entwicklung*, Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie, ISI Schriftenreihe Innovationspotenziale, Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung, Karlsruhe.

Klimawandelinduzierte Verletzlichkeitsanalyse von Unternehmen und Branchen für 2030

Konzeptioneller Bezugsrahmen und empirische Befunde

In deutschen Unternehmen und Wirtschaftsbranchen zeichnet sich bereits heute eine Betroffenheit durch Klimafolgen und Extremwetterereignisse ab. Unternehmen werden sich aber in Zukunft noch stärker auf die Auswirkungen des Klimawandels einstellen müssen. Sie erwarten, dass direkte und/oder indirekte Betroffenheiten durch das Klimawandelphänomen bis 2030 zunehmen, und zwar in negativer Weise. Das geht aus einer bundesweiten Unternehmensbefragung des Instituts der deutschen Wirtschaft Köln (IW) hervor. Ob und inwieweit die negativen Betroffenheiten auch zu einer Verletzlichkeit der Betroffenen führen bzw. führen könnten, hängt insbesondere von deren Anpassungskapazität im Sinne der finanziellen, personellen, technologischen, infrastrukturellen, institutionellen und wissensbasierten Ressourcen und Kompetenzen sowie den bereits implementierten oder geplanten Anpassungsmaßnahmen zur Reduzierung der negativen Betroffenheit durch die Klimafolgen ab.

Der Klimawandel hat schon heute Eingang in die Unternehmenspraxis gefunden. Er gewinnt angesichts der damit verbundenen unternehmensrelevanten Auswirkungen zunehmende Aufmerksamkeit. Diese Relevanz ist insbesondere vor dem Hintergrund der Erwartungen der Unternehmen bezüglich der potenziellen Chancen und Risiken des Klimawandels zu sehen. Die Auswirkungen des Klimawandels sind bereits heute für die betrieblichen Funktionen und Prozesse in unterschiedlicher Art und Intensität spürbar.¹ Die Ergebnisse einer IW-Unternehmensbefragung aus dem Jahr 2011 bestätigen eine starke Präsenz des Themas in der Unternehmenspraxis. Der Befragung zufolge setzen sich bereits heute rund 61% der 1 040 befragten deutschen Unternehmen mit dem Thema Klimawandel auseinander. Jedes dritte Unternehmen schätzt den Klimawandel oder zumindest die damit in Verbindung stehenden Extremwetterereignisse für sich bereits heute als relevant ein (vgl. Mahammadzadeh, Chrischilles und Biebler 2013).

In die Einschätzung der Unternehmen bezüglich ihrer eigenen Betroffenheit fließen vornehmlich nicht nur die langfristig zu erwartenden Klimaveränderungen wie etwa veränderte Durchschnittstemperaturen oder Niederschlagsverhältnisse ein, welche weit über den unternehmerischen Pla-

nungshorizont hinaus wirksam werden, sondern vielmehr sind es die mit dem Klimawandel in Verbindung stehenden Extremwetterereignisse und sich wandelnde Wetterbedingungen. Zudem spielen bei der Wahrnehmung der Klimabetroffenheit nicht nur die direkte Betroffenheit² bedingt durch natürlich-physikalische Klimawandelphänomene (extreme Temperaturen, Stürme und Starkregenereignisse) eine Rolle, sondern ebenso auch die indirekten Wirkungen bedingt durch marktliche und regulatorische klimawandelinduzierte Auswirkungen.

Nach den heutigen Erwartungen von Unternehmen ist von einer zunehmenden negativen direkten oder indirekten Betroffenheit durch Klimafolgen und Extremwetterereignisse in der Zukunft auszugehen. Eine derartige Betroffenheit wird für 2030 von rund 43% der Unternehmen (doppelt so viele gegenüber dem Jahr 2011) vermutet. Die bereits erzeugten oder künftig erwarteten negativen Betroffenheiten müssen jedoch nicht zwingend eine Verletzlichkeit (Vulnerabilität) der Betroffenen zur Folge haben. Nur im Extremfall führt die negative Betroffenheit zu einer Verletzlichkeit, und zwar immer dann, wenn keine hinreichenden Kapazitäten zur Anpassung an die Klimafolgen vorhanden sind. Verletzlichkeit ist somit erst dort gegeben, wo keine ausreichenden Anpassungskapazitäten und vor allem keine finanziellen, personellen, technologischen, infrastrukturellen, institutionellen und wissensba-

* Dr. Mahammad Mahammadzadeh ist wissenschaftlicher Mitarbeiter des Instituts der deutschen Wirtschaft Köln, Kompetenzfeld Umwelt, Energie, Ressourcen.

¹ Vgl. zu einer detaillierten Analyse der Chancen und Risiken des Klimawandels für die betrieblichen Funktionen Mahammadzadeh (2012, S. 165 ff.).

² Zur direkten Betroffenheit der Unternehmen durch Klimaereignisse vgl. auch Bardt, Chrischilles und Mahammadzadeh (2012, S. 29 ff.).

sierten Ressourcen zu ihrer Bewältigung zur Verfügung stehen. Wenn auch finanzielle und personelle Schlüsselressourcen bei vielen Unternehmen als schwach eingestuft werden, schätzen die deutschen Unternehmen ihre Ressourcen, Kompetenzen und Fähigkeiten insgesamt jedoch als stark ein. Aufgrund der schwach ausgeprägten negativen Betroffenheiten und der starken Anpassungskapazitäten schätzt sich die deutsche Wirtschaft derzeit im Schnitt als nicht verletzlich ein. Vor dem Hintergrund der erhöhten negativen Betroffenheit für 2030 besteht allerdings eine wachsende Verletzlichkeitsgefahr für Unternehmen und Wirtschaftsbranchen, sofern keine Anpassungsmaßnahmen zur Reduzierung der Betroffenheit durchgeführt oder die gegenwärtigen Anpassungskapazitäten nicht weiter ausgebaut werden. Hierbei besteht jedoch insbesondere Bedarf an klimarelevanten Informationen und Klimawissen sowie Problemlösungen beispielsweise bezüglich der angepassten betrieblichen Infrastruktur und der Versicherung gegen die Folgen von Extremwetterereignissen.

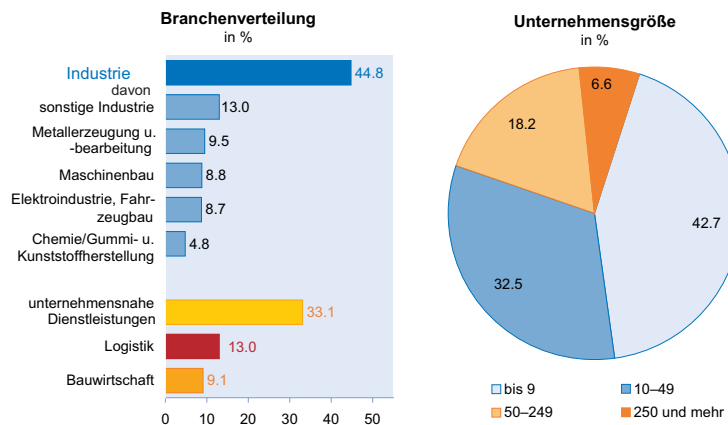
Die Analyse der künftigen Betroffenheits- und Verletzlichkeitssituation von Unternehmen und untersuchten Wirtschaftsbranchen ist der Gegenstand des vorliegenden Beitrags. In die Analyse fließen die Ergebnisse und Erkenntnisse einer breit angelegten bundesweiten IW-Unternehmensbefragung ein.

Untersuchungsdesign

Die erforderlichen Daten für die Analyse der klimawandelinduzierten Verletzlichkeit von Unternehmen, das heißt Daten zur negativen Klimabetroffenheit und Anpassungskapazität, werden mittels einer bundesweiten Unternehmensbefragung erhoben, die von März bis Mai 2011 durchgeführt wurde. Diese Befragung war Bestandteil der 16. Befragungswelle des IW-Zukunftspanels, an der Geschäftsführer von 3 020 deutschen Unternehmen teilnahmen. Neben dem Klimawandel waren noch weitere Themenkomplexe Gegenstand dieser Befragungswelle des IW-Zukunftspanels. Das Modul zum Klimawandel wurde nicht allen Befragten vorgelegt. Die Ergebnisse im Klimateil basieren auf den Antworten von 1 040 befragten Unternehmen verschiedener Größenklassen und Branchen (vgl. Abb. 1). Die Unternehmensbefragung wurde im Rahmen des Forschungsprogramms »KLIMZUG – Klimawandel in Regionen zukunftsfähig gestalten« durchgeführt, das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert wird.³

³ Vgl. zum Untersuchungsdesign Mohammadzadeh, Chrischilles und Biebeler (2013, S. 48 ff.).

Abb. 1
Verteilung der Stichprobe



Quelle: Darstellung des Autors auf Basis des IW-Zukunftspanels 2011.

Konzeptioneller Bezugsrahmen für die Verletzlichkeitsanalyse

Im Rahmen des hier vorgeschlagenen Verletzlichkeitskonzeptes⁴ bilden die negative Betroffenheit und die Anpassungskapazität einer Wirtschaftseinheit oder einer Branche die zwei wesentlichen konzeptionellen Bestandteile, welche zueinander in ein Verhältnis gesetzt werden sollen.⁵ Die Betroffenheit und Anpassungskapazität erfordern jedoch aufgrund der vielfältigen Einflussfaktoren eine weitere Konkretisierung.

Operationalisierung der klimawandelinduzierten Betroffenheit

Die potenziellen oder bereits eingetretenen Folgen, die sich aus einer Klimaveränderung bei einer vorhandenen Sensitivität (Empfindlichkeit) ergeben, werden in der Regel durch das Konstrukt Klimabetroffenheit zum Ausdruck gebracht, das sich sowohl positiv, aber auch negativ ausprägen kann. Hierbei handelt es sich um ein komplexes und mehrdimensionales Phänomen, das eine weitgehende Konkretisierung erfordert. In diesem Kontext sind vor allem die Bestimmungsfaktoren bzw. Dimensionen wie Art, Ort, Zeit, Intensität, Wirkungsrichtung, Häufigkeit, Objekt und Beurteilung der Betroffenheit zu berücksichtigen.⁶ Dabei nimmt insbe-

⁴ Vgl. im Folgenden und zur Methodik der Verletzlichkeitsanalyse Mohammadzadeh, Chrischilles und Biebeler (2013, S. 105 ff.).

⁵ Verletzlichkeit (Vulnerabilität) eines Systems ist grundsätzlich als eine Funktion mit drei zentralen Komponenten: »Exposition«, »Sensitivität« und »Anpassungskapazität« zu verstehen. Wird die Sensitivität ins Verhältnis zur Exposition (erwartetes Klimaereignis) gesetzt, ergibt sich dann die potenzielle negative aber auch positive Betroffenheit, vgl. zur Verletzlichkeit beispielsweise Gleich et al. (2010, S. 38) sowie Chrischilles (2011, S. 43 ff.) und die dort angegebene Quellen.

⁶ Vgl. zu einer detaillierten Analyse der Dimensionen und Ausprägungen der Mehrdimensionalen Betroffenheit Mohammadzadeh, Chrischilles und Biebeler (2013, S. 21 ff.) sowie Chrischilles und Mohammadzadeh (2011, S. 259 f.).

sondere die Art der Betroffenheit eine zentrale Rolle in der Betroffenheits- und Verletzlichkeitsanalyse ein. Sie bezieht sich auf die Ausprägungsformen des Klimawandels und der Klimafolgen. Dabei ist eine grundlegende Unterscheidung zwischen einer direkten und einer indirekten Betroffenheit vorzunehmen (vgl. Mahammadzadeh 2010, S. 309 ff.). Eine direkte Betroffenheit ergibt sich aus natürlich-physikalischen Klimafolgen (z.B. Betroffenheit durch veränderte klimatische Bedingungen und Wetterextreme wie Stürme und Starkregenereignisse), indirekte Betroffenheiten hingegen resultieren aus marktlichen (z.B. klimawandelinduzierte Nachfrageänderung) und regulatorischen Folgen des Klimawandels (z.B. Klimaschutz- und anpassungsbezogene Regulierungen). Weitere Einflussfaktoren wie etwa Reputation/Image werden in der Regel über marktliche und regulatorische Dimensionen des Klimawandels wirksam und finden insofern implizit Eingang in die Untersuchung. Die Notwendigkeit der Einbeziehung der indirekten Betroffenheiten resultiert insbesondere aus der Tatsache, dass sich bei den Unternehmen in Deutschland primär eine indirekte Betroffenheit von Klimafolgen abzeichnet. Die regulatorischen und marktbezogenen Betroffenheiten werden zeitlich häufig vor der natürlich-physikalischen Betroffenheit erzeugt und wirksam. Des Weiteren ist von Interesse zu erfahren, wie Unternehmen ihre Betroffenheit im Zeitablauf wahrnehmen. Wie im Folgenden noch zu zeigen ist, gehen die Unternehmen von einer wachsenden Betroffenheit in der Zukunft aus. Gerade für weltweit agierende Unternehmen ist der Ort der Betroffenheit ein weiteres wesentliches Element, das bei der Analyse der Betroffenheitssituation zu berücksichtigen ist.

Bestimmungsfaktoren der Anpassungskapazität

Die Anpassungskapazität stellt ein zweites maßgebendes Element eines Vulnerabilitätskonzeptes dar, wobei es sich ebenso wie bei der Betroffenheit um einen komplexen Sachverhalt handelt, der weiter zu konkretisieren ist. Eine Konkretisierung kann durch die Einbeziehung von wichtigen ressourcenorientierten Bestimmungsfaktoren vorgenommen werden, denn die Anpassungsprozesse und -handlungen auf einzelwirtschaftlicher Ebene werden maßgeblich von der Ressourcensituation und -ausstattung der Betroffenen beeinflusst. In diesem Kontext weisen strategische Ressourcen und insbesondere finanzielle, personelle, technologische, infrastrukturelle, wissensbasierte und organisatorische Ressourcen aufgrund ihres hohen Stellenwertes für die Unternehmen eine besondere Relevanz auf.⁷ Dabei gelten finanzielle Ressourcen als Basisressource, da sie die Ausstattung mit weiteren Ressourcen und damit auch die Ressourcensituation stark beeinflussen können. Die finanzstärkeren Unternehmen sind eher in der Lage, durch quan-

titative und qualitative Verbesserung von weiteren anpassungsbezogenen Ressourcen wie beispielsweise Technologien oder Infrastruktur ihre Anpassungskapazität auszubauen.

Eine wirksame Anpassung an den Klimawandel setzt oft personelle Ressourcen und Fähigkeiten voraus ebenso wie eine organisatorische Unterstützung, die auch als institutionelle Unterstützung bezeichnet werden kann. Institutionelle Unterstützung kann beispielsweise durch speziell für die Klimaanpassung verantwortliche organisatorische Einheiten, oder durch ein Klima- und Risikomanagement, aber auch durch etablierte Umweltmanagementsysteme geleistet werden. Durch fehlende derartige institutionelle Unterstützung kann die Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen in Unternehmen behindert werden. Ein gutes institutionelles Setting kann hingegen das Management der Klimaanpassung wesentlich begünstigen (vgl. hierzu auch Frommer 2009, S. 128 ff.). Die Planung und Implementierung von Anpassungsmaßnahmen benötigt häufig technologische Problemlösungen und Antworten. Das technologische Know-how wirkt sich positiv auf die Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen aus. Als ein weiterer wesentlicher Bestimmungsfaktor der Anpassungskapazität gilt die betriebliche Infrastruktur. Damit sind vor allem physische Ressourcen wie etwa Gebäude und Anlagen gemeint. Nicht zuletzt ist auf das Wissen über Klimafolgen als Einflussgröße hinzuweisen, denn der Wissensstand über den Klimawandel und seine Folgen kann den Prozess einer rechtzeitigen Anpassung fördern oder behindern.

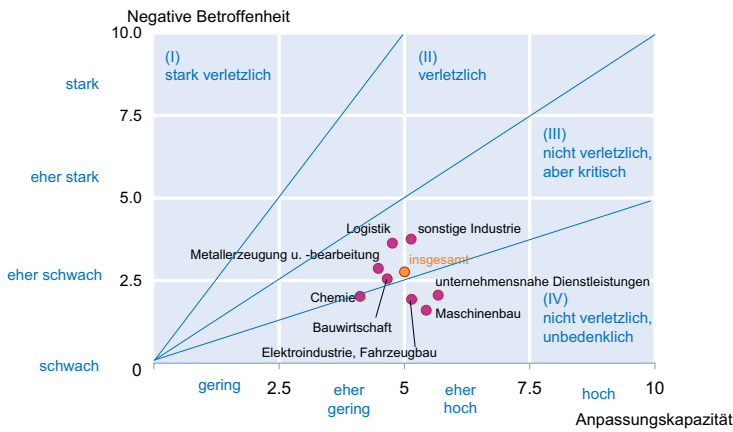
Verletzlichkeitsanalyse

Wie bereits erwähnt, werden im Rahmen der Verletzlichkeitsanalyse die negative Betroffenheit und die Anpassungskapazität einander gegenübergestellt. Dadurch ergibt sich ein »Verletzlichkeitsgrad« (VG), der zeigt, wie viel negative Betroffenheit auf eine Einheit Anpassungskapazität entfällt. Diese Vorgehensweise ermöglicht es, Aussagen darüber zu treffen, ob die negative Klimabetroffenheit eines Unternehmens oder einer Branche auch gleichzeitig zu einer Verletzlichkeit führt oder ob das Unternehmen angesichts der hohen Anpassungskapazität als nicht verletzlich betrachtet werden kann. Demzufolge liegt eine verletzliche Situation dann vor, wenn nicht genügend Kapazitäten zur Bewältigung der negativen Betroffenheiten zur Verfügung stehen.

Eine Visualisierung der unterschiedlichen Konstellationen erfolgt im Rahmen der vorliegenden Untersuchung mittels eines »Verletzlichkeitsportfolios« (vgl. Abb. 2). Werden auf der vertikalen Achse die negative Betroffenheit der betrachteten Einheiten und auf der horizontalen Achse die durchschnittliche Anpassungskapazität verortet, kann der Verletzlichkeitsgrad als Steigung einer Geraden interpretiert werden. Es wird davon ausgegangen, dass das Verhältnis

⁷ Zur Bedeutung und zu Klassifizierungsmöglichkeiten von Ressourcen vgl. beispielsweise Schreyögg und Koch (2010, S. 89 f.) sowie Welge und Al-Laham (2012, S. 87 ff.).

Abb. 2
Verletzlichkeitsportfolio der Unternehmen nach Branchen um 2030



Nur Unternehmen, für die der Klimawandel ein Thema ist und die eine direkte oder indirekte anpassungsinduzierte Betroffenheit haben.

Quelle: Darstellung des Autors auf Basis des IW-Zukunftspanels 2011.

der maximal möglichen Werte für die beiden Bestimmungsfaktoren – negative Betroffenheit und Anpassungskapazität – gerade noch eine unverletzliche Situation beschreibt. Das heißt, dass eine maximale negative Betroffenheit durch eine maximale Anpassungskapazität gerade bewältigt werden kann. Dieser aus den Maximalwerten abgeleitete Verletzlichkeitsgrad wird hier als »Verletzlichkeitsgrenze« bezeichnet. Bei einem maximalen Wert von 10 für die negative Betroffenheit und die Anpassungskapazität beträgt die Steigung der Verletzlichkeitsgrenze 1 und kann entsprechend in ein Verletzlichkeitsportfolio übertragen werden. Alle denkbaren Kombinationen von negativer Betroffenheit und Anpassungskapazität auf dieser Verletzlichkeitsgrenze weisen das gleiche Verhältnis von 1 auf und werden damit als gerade noch unverletzlich definiert. Bei den Kombinationen oberhalb der Verletzlichkeitsgrenze liegen die verletzlichen Situationen vor, da dort die vorhandene Anpassungskapazität nicht ausreicht, um die negative Betroffenheit auszugleichen. Die Kombinationen unterhalb dieser Grenze zeigen die nicht verletzlichen Situationen, in denen eine höhere Anpassungskapazität vorliegt, als zur Bewältigung der negativen Betroffenheit notwendig ist. Zwecks einer eingehenden Analyse der unterschiedlichen Verletzlichkeits-situationen kann noch eine weitere Differenzierung der Situationen innerhalb der zwei genannten grundsätzlichen Typen »verletzlich« und »nicht verletzlich« vorgenommen werden. Auf dieser Basis lassen sich vier grundlegende Situationen erkennen: »stark verletzlich« (Position I), »verletzlich« (Position II), »nicht verletzlich, aber kritisch« (Position III), »nicht verletzlich, unbedenklich« (Position IV) (zu Einzelheiten vgl. Mahamadzadeh, Chrischilles und Biebeler 2013, S. 105 f.).

Empirische Befunde

Negative Klimabetroffenheit von Unternehmen

Im Rahmen der Verletzlichkeitsanalyse werden sowohl die direkten als auch die indirekten negativen Klimaauswirkungen berücksichtigt. Auch der Ort der Betroffenheit spielt für die Analyse eine wichtige Rolle, denn eine negative Betroffenheit kann sowohl im Inland als auch im Ausland vorliegen. So wird eine negative Betroffenheit für 2030 von rund 43% in Deutschland und von rund 31% im Ausland erwartet. Die Betroffenheiten der Unternehmen auf den Beschaffungs- und den Absatzmärkten sind allerdings unterschiedlich ausgeprägt. Während auf dem Beschaffungsmarkt eher eine negative Betroffenheit wahrgenommen wird, zeichnet sich

auf dem Absatzmarkt vorwiegend eine positive Betroffenheit ab. Auffallend ist jedoch, dass bei der Frage nach Betroffenheiten die Antwortmöglichkeit »weder noch« eine große Zustimmung findet. Diese fällt bei den künftigen Erwartungen bezüglich der Klimabetroffenheit in Deutschland mit 38% vergleichsweise gering aus.

Des Weiteren fällt auf, dass die negative Betroffenheit in Deutschland höher wahrgenommen wird als im Ausland, obwohl in Deutschland relativ gute klimatische Bedingungen vorliegen. Ein möglicher Grund hierfür könnte darin liegen, dass der größte Teil der Antworten meist von kleinen und mittelständischen Unternehmen mit bis zu 50 Beschäftigten stammt, die keine Auslandsstandorte haben, die vom Klimawandel und den Folgen der Extremwetterereignisse direkt betroffen sind oder sie nicht in einer unmittelbaren Export- und Lieferbeziehung zum Ausland stehen.

Wie bereits erwähnt, ist bei der Verletzlichkeitsanalyse eine Gesamtbetrachtung der negativen Betroffenheit von Interesse. Daher sind auch die Fälle zu berücksichtigen, in de-

Tab. 1
Einschätzung der Unternehmen bezüglich ihrer direkten oder indirekten Betroffenheit
Unternehmen, für die der Klimawandel ein Thema ist (Mehrfachnennung, Rundungsdifferenzen, Angaben in %)

	Negativ	Weder noch	Positiv
in Deutschland			
2011	19,6	69,5	10,8
um 2030	42,8	38,0	19,2
im Ausland			
2011	17,1	79,1	3,8
um 2030	31,0	61,2	7,7

Quelle: Darstellung des Autors auf Basis des IW-Zukunftspanels 2011.

Tab. 2
Branchenbezogene negative direkte oder indirekte Betroffenheit der Unternehmen im In- oder Ausland
 Nur Unternehmen, für die der Klimawandel ein Thema ist (Angaben in %)

Branche	2011	2030
Chemie / Gummi- und Kunststoffherstellung	20,0	33,3
Metallerzeugung und -bearbeitung	24,2	52,9
Maschinenbau	9,1	31,8
Elektroindustrie, Fahrzeugbau	14,7	32,4
Sonstige Industrie	43,3	57,1
Bauwirtschaft	21,1	41,9
Logistik	30,9	63,6
Unternehmensnahe Dienstleistungen	20,8	36,8
Durchschnitt	25,3	47,3

Quelle: Berechnungen des Autors auf Basis des IW-Zukunftspanels 2011.

nen eine negative Betroffenheit entweder im Inland oder im Ausland vorliegt (Entweder-Oder-Situation). Unter diesem Aspekt ist zu konstatieren, dass sich heute 25,35 der Unternehmen entweder im Inland oder im Ausland negativ und stark negativ betroffen fühlen. Um 2030 erwarten 47,3% der Unternehmen eine negative und stark negative Betroffenheit in Deutschland oder im Ausland. Die branchenbezogenen Betroffenheitssituation ist, wie Tabelle 2 zu entnehmen ist, sehr unterschiedlich ausgeprägt. Dabei schätzen drei Wirtschaftsbranchen ihre negative Betroffenheit für das Jahr 2030 höher ein als andere Branchen: die Logistik, die sonstige Industrie (darunter beispielsweise die Branche Energie- und Wasserversorgung, das Ernährungsgewerbe und das Papiergewerbe) sowie die Metallerzeugung und -bearbeitung.

Stärke der Anpassungskapazität von Unternehmen

Bei der IW-Unternehmensbefragung wurden die finanziellen Ressourcen mit rund 58% überdurchschnittlich häufig von Klein- und Kleinunternehmen als schwach eingestuft. Ebenso schätzen rund 54% der Befragten ihre personellen Ressourcen und Fähigkeiten als gering ein. Bei der organisatorischen Unterstützung hielten sich jene, die die diesbezüglichen Fähigkeiten als gering einschätzen und jene, die diese als hoch einstufen fast die Waage (51,6 zu 48,5%). Mit Blick auf das Klimawissen geben die Ergebnisse der Unternehmensbefragung ein sehr optimistisches Bild ab. Über zwei Drittel der Befragten nehmen ihren derzeitigen Wissensstand über Klimafolgen als hoch wahr. Dabei sind die Unternehmen aus der Branche unternehmensnahe Dienstleistungen mit fast 81% federführend. Das ist auch nicht erstaunlich, da zu dieser Gruppe Unternehmen aus dem Kreditgewerbe, Datenverarbeitung und Datenbank, Grundstücks- und Wohnungswesen sowie Forschung und Entwicklung gehören, die aufgrund ihrer Tätigkeiten gut informiert sind. Unternehmen weiterer Branchen wie Maschinenbau, sonstige Industrie und Bauwirtschaft schätzen ihre dies-

bezüglichen Kompetenzen überdurchschnittlich häufig als hoch ein.

Über die Hälfte der deutschen Unternehmen schätzen ihre technologischen Fähigkeiten und Kompetenzen als hoch ein. Stark vertreten sind dabei Unternehmen aus den Branchen Maschinenbau mit 82% und Chemie mit 69%. Die betriebliche Infrastruktur gilt als ein weiterer wesentlicher Bestimmungsfaktor der Anpassungskapazität. Damit sind insbesondere physische Ressourcen wie etwa Gebäude und Anlagen gemeint. Mit Blick auf eine rechtzeitige Anpassung an die Klimafolgen und Extremwetterereignisse schätzen gut 53% der befragten Unternehmen, hierunter vor allem die Großunter-

nehmen, ihre Fähigkeiten und Kompetenzen im Bereich betrieblicher Infrastruktur als hoch ein. Hierzu gehören insbesondere Unternehmen aus den Branchen unternehmensnahe Dienstleistungen mit 78% und Maschinenbau mit 60%. Unter die Unternehmen, die ihre Fähigkeiten als gering einschätzen, fallen die Chemie mit 63%, die Bauwirtschaft mit 62% und die Logistik mit 52%. Die betriebliche Infrastruktur gewinnt zudem unter einem weiteren Aspekt an Bedeutung. Eine ausgebaute und funktionierende betriebliche Infrastruktur erleichtert nicht nur Anpassungsmaßnahmen erheblich, sondern durch vorhandene Infrastrukturen kann auch die Anpassungskapazität negativ beeinflusst werden. Das ist dann der Fall, wenn etwa Anlagen der technischen Infrastruktur wie Wasser- und Abwassersysteme, die auf lange Existenz- und Abschreibungszeiten hin ausgelegt wurden, nicht flexibel genug sind und daher eine rechtzeitige Anpassung an die Klimafolgen verhindern (vgl. auch Frommer 2009, S. 131; Frommer 2010, S. 19).

Tabelle 3 gibt die Einschätzung der befragten Unternehmen bezüglich ihrer Anpassungskapazitäten wieder, für die der Klimawandel ein Thema ist und die eine direkte oder indirekte anpassungsinduzierte Betroffenheit vorweisen.

Klimawandelinduzierte Verletzlichkeitsanalyse mit aggregierten Werten auf Branchenebene um 2030

Der Verletzlichkeitsanalyse für 2030 liegen Einschätzungen der Befragten bezüglich ihrer zu erwartenden negativen Betroffenheit im Jahr 2030 aber ihre heutigen Anpassungskapazitäten zugrunde. Dabei wird für die ermittelte negative Klimabetroffenheit und die Anpassungskapazität der untersuchten Branchen ein Index berechnet. Da zur Bestimmung der Verletzlichkeit allein die negative Betroffenheit von Interesse ist, wird nur der negative Pol der Antwortskala betrachtet, so dass der Wert 0 für »keine negative Betroffenheit« und je nach Intensität die Werte 5 und 10 für eine negative und stark negative Betroffenheit vergeben werden.

Tab. 3
Einschätzung der Befragten bezüglich ihrer Anpassungskapazität im Jahr 2011
 (Angaben in %)

Strategische Ressourcen	Gering (sehr gering + eher gering)	Hoch (sehr hoch + eher hoch)
Finanzielle Ressourcen	57,8	42,2
Personelle Ressourcen	53,7	46,2
Organisatorische Unterstützung	51,6	48,5
Betriebliche Infrastruktur	47,0	53,1
Technologien	45,9	54,0
Wissen über Klimafolgen	32,7	67,3

Quelle: Berechnungen des Autors auf Basis des IW-Zukunftspanels 2011.

Für den Betroffenheitsindex wird der Durchschnitt aus den negativen Betroffenheitswerten für das In- und Ausland verwendet. Aus den Betroffenheitswerten der Unternehmen einer Branche wird auf ihre mittlere negative Betroffenheit geschlossen. So weisen die Branchen der sonstigen Industrie mit 3,8 und der Logistik mit 3,6 sowie der Metallerzeugung und -bearbeitung mit 2,9 im Branchenvergleich eine überdurchschnittlich hohe negative Betroffenheit auf.

Analog zur negativen Betroffenheit wird auch für die Anpassungskapazität ein Index berechnet, wobei die finanziellen Ressourcen im Vergleich zu den übrigen Faktoren doppelt gewichtet und berechnet werden. Die übrigen Bestimmungsfaktoren werden alle als gleich wichtig erfasst und mit 1 gewichtet. Diese Vorgehensweise lässt sich primär mit der hohen Relevanz der finanziellen Ressourcen im Sinne von Basisressourcen rechtfertigen. Diese Ressourcen wirken sich auf die übrigen Faktoren und somit auch auf die gesamte Anpassungskapazität positiv oder negativ aus. Wie Tabelle 4 zu entnehmen ist, liegt die so ermittelte Anpassungskapazität aller befragten Branchen mit 5 sehr genau im mittleren Bereich auf einer Skala von 0 (keine Anpassungskapazität) bis 10 (sehr hohe Anpassungskapazität). Ein Vergleich der ermittelten Anpassungskapazitäten zwischen den Branchen zeigt, dass die befragten Branchen eine ähnliche Anpassungskapazität aufweisen und ganz dicht beieinander liegen. Die Chemiebranche besitzt mit 4,1 im Branchenvergleich die geringste und die Branche unternehmensnahe Dienstleistungen mit 5,7 gefolgt von Maschinenbau mit 5,4 die höchste Anpassungskapazität.

Die für die verschiedenen Wirtschaftsbranchen ermittelten Werte der durchschnittlichen negativen Betroffenheit und der Anpassungskapazität werden ins Verhältnis gesetzt

und auf diese Weise ein branchenspezifischer Verletzlichkeitsgrad bestimmt. Unter der Annahme einer konstanten durchschnittlichen Anpassungskapazität in gegenwärtiger Höhe von 5,0 und der erwarteten steigenden negativen Betroffenheit verdoppelt sich der Verletzlichkeitsgrad der untersuchten Branchen bis 2030 im Vergleich zu heute. Die Auswertungen zeigen, dass der aggregierte Verletzlichkeitsgrad über alle untersuchten Branchen in 20 Jahren 0,55 beträgt. Allerdings gibt es Unterschiede zwischen den Branchen, wie auch aus Tabelle 4 und dem Verletzlichkeitsportfolio (vgl. Abb. 2) ersichtlich ist. Ein Verletzlichkeitsgrad über 0,55 bedeutet, dass die Branche verletzlicher einzustufen ist als der Durchschnitt.

So lassen sich die untersuchten Branchen um 2030 in einer *nicht verletzlichen, unbedenklichen Situation (IV)* und *nicht verletzlichen, aber kritischen Verletzlichkeitssituation III* einordnen (vgl. Abb. 2). Um 2030 werden die heutigen Anpassungskapazitäten nicht ausreichen, angesichts der wachsenden negativen Betroffenheiten das Niveau des heutigen Verletzlichkeitskomforts zu halten. Dafür ist im Schnitt aller Branchen eine Erhöhung der heutigen Anpassungskapazitäten erforderlich. Um innerhalb eines gerade noch unverletzlichen, aber kritischen Bereichs (Position III) zu bleiben, reichen die heutigen Anpassungskapazitäten allerdings aus.

Für 2030 schätzen drei Wirtschaftsbranchen ihre Situation verletzlicher als die anderen Branchen ein. Die Logistikbran-

Tab. 4
Verletzlichkeitsgrad der untersuchten Branchen um 2030
 Nur Unternehmen, für die der Klimawandel ein Thema ist und die eine direkte oder indirekte anpassungsinduzierte Betroffenheit haben

Wirtschaftsbranche	Negative Betroffenheit (NB)	Anpassungskapazität (AK)	Verletzlichkeitsgrad (VG = NB/AK)
Chemie / Gummi- und Kunststoffherstellung	2,0	4,1	0,5
Metallerzeugung und -bearbeitung	2,9	4,5	0,6
Maschinenbau	1,6	5,4	0,3
Elektroindustrie / Fahrzeugbau	1,9	5,1	0,4
Sonstige Industrie	3,8	5,1	0,7
Bauwirtschaft	2,6	4,7	0,5
Logistik	3,6	4,8	0,8
Unternehmensnahe Dienstleistungen	2,1	5,7	0,4
Durchschnitt	2,76	5,0	0,55

NB: Von 0 (keine) bis 10 (starke); AK: von 0 (keine) bis 10 (hohe); VG über 0,55: verletzlicher als der Durchschnitt.

Quelle: Berechnungen des Autors auf Basis des IW-Zukunftspanels 2011.

che weist einen Verletzlichkeitsgrad von 0,8 auf, gefolgt von der sonstigen Industrie mit 0,7 und der Metallherzeugung und -bearbeitung mit 0,6. Damit sind diese Branchen der Verletzlichkeitssituation III zuzuordnen. Vor dem Hintergrund einer erhöhten negativen Betroffenheit ist der Verletzlichkeitsgrad der Logistikbranche mehr als doppelt so hoch im Vergleich zu 2011. Ebenso wie heute hat die Branche Maschinenbau um 2030 den geringsten Verletzlichkeitsgrad mit einem Wert von 0,3. Diese Branche weist mit 5,4 eine überdurchschnittlich starke Anpassungskapazität auf und erwartet zudem eine geringere negative Betroffenheit im Branchenvergleich. Sie schätzt über alle Funktionsbereiche der Wertschöpfungskette hinweg die Chancen durch den Klimaschutz und die Klimaanpassung am positivsten ein.

Klimawandelinduzierte Verletzlichkeitsanalyse mit individuellen Werten um 2030

Im Rahmen der vorangegangenen Verletzlichkeitsanalyse wurde die Positionierung der einzelnen untersuchten Branchen innerhalb des Portfolios auf Basis der ermittelten durchschnittlichen negativen Betroffenheit und der durchschnittlichen Anpassungskapazität einzelner Branchen vorgenommen. Die relative Branchenverletzlichkeit wurde anhand eines Vergleiches der aggregierten Verletzlichkeitsgrade aller Branchen und deren Abstand zur hypothetischen Verletzlichkeitsgrenze von eins bestimmt. Da die aggregierten Werte nur begrenzt Aussagen auf individuelle Verletzlichkeiten zulassen, wurde auch die Verteilung der negativen Betroffenheit und der Anpassungskapazität auf einzelne Unternehmen innerhalb einer Branche dargestellt. Hierzu wird als Indikator der Anteil verletzlicher Unternehmen innerhalb einer Branche ausgewiesen. Die negative Betroffenheit und Anpassungskapazität einzelner Unternehmen wurde gegenübergestellt. Eine Verletzlichkeit liegt dann vor, wenn die negative Betroffenheit eines Unternehmens größer als seine Anpassungskapazität ist. Auf dieser Basis

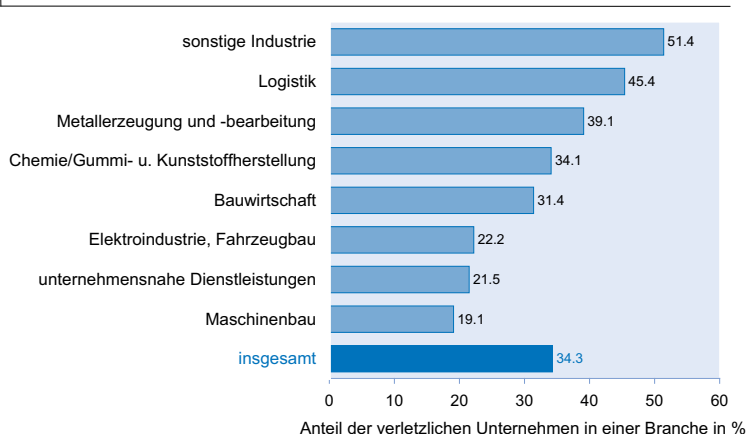
lässt sich feststellen, dass der Anteil der verletzlichen Unternehmen derzeit 16,5% beträgt. Dieser Anteil verdoppelt sich 2030. Dann werden es voraussichtlich 34,3% sein. Zwei Drittel der deutschen Unternehmen gelten aber auch für das Jahr 2030 als nicht verletzlich (vgl. Mahammadzadeh, Chrischilles und Biebeler 2013, S. 119 f.). In Abbildung 3 wird der Anteil der verletzlichen Unternehmen 2030 abgebildet, für die der Klimawandel ein Thema ist und die eine direkte oder indirekte anpassungsinduzierte Betroffenheit vorweisen. Für 2030 werden höhere individuelle Verletzlichkeitsanteile vor allem in den Branchen sonstige Industrie (51,4%), Logistik (45,4%) und Metallherzeugung und -bearbeitung (39,1%) angenommen.

Fazit

Die negativen Betroffenheiten bedingt durch Klimawandelphänomene und Extremwetterereignisse müssen bei den Betroffenen nicht zwingend eine verletzliche Situation erzeugen. Die Verletzlichkeit beschreibt eine Situation, in der die finanziellen, personellen, technologischen, infrastrukturellen, wissensbasierten und institutionellen Ressourcen sowie Fähigkeiten nicht ausreichen, die negative Betroffenheit zu bewältigen. Eine Gegenüberstellung der negativen Betroffenheit und der Anpassungskapazität ermöglicht es, auch Aussagen darüber zu treffen, ob eine erwartete negative Betroffenheit bei einem vorhandenen Bestand an heutigen Ressourcen und Fähigkeiten zu einer späteren Verletzlichkeit führt oder aber ob durch die bereits bestehende Anpassungskapazität die negative Betroffenheit wirksam bewältigt werden kann. Wie viel Anpassungskapazität künftig benötigt wird, um negative Betroffenheiten abzufedern, kann jedoch nicht genau gesagt werden.

Auf Basis der ermittelten aggregierten Verletzlichkeitsgrade (definiert als Quotient von negativer Betroffenheit und Anpassungskapazität) konnten die untersuchten Branchen innerhalb eines »Verletzlichkeitsportfolios« positioniert werden. Den Ergebnissen der Unternehmensbefragung zufolge befinden sich die untersuchten Branchen in dem Verletzlichkeitsportfolio sowohl 2011 als auch 2030 grundsätzlich in einer nicht verletzlichen Situation. Bei den drei Branchen Logistik, sonstige Industrie sowie Metallherzeugung und -bearbeitung ist nach Angaben der Befragten eine überdurchschnittlich hohe Verletzlichkeit 2030 zu erwarten. Sie befinden sich in einer *nicht verletzlichen, aber kritischen Verletzlichkeitssituation III*. Innerhalb dieser Position ist die negative Betroffenheit zwar kleiner als die Anpassungskapazität, es ist jedoch zu bedenken, dass mit dem Verlust an Anpas-

Abb. 3
Verletzliche Unternehmen nach Branchen 2030



Quelle: Berechnungen des Autors auf Basis des IW-Zukunftspanels 2011.

sungskapazitäten oder bei zunehmender negativer Betroffenheit eine Erhöhung des Verletzlichkeitsgrades und damit auch eine Verschiebung der Position von III zu einer verletzlichen Position II innerhalb des Portfolios nicht auszuschließen ist. Daher kann die Position III als kritisch betrachtet werden, da hier die Gefahr verletzlich zu werden groß ist. Umgekehrt ist es aber auch möglich, mit dem Ausbau der Kapazitäten oder durch die Reduzierung der negativen Betroffenheiten beispielsweise durch Anpassungsmaßnahmen die bestehende zwar kritische aber nicht verletzliche Situation noch zu verbessern und in eine unbedenkliche Position IV zu kommen.

Insgesamt lässt sich – unter Annahme einer wachsenden negativen Betroffenheit und einer konstanten Anpassungskapazität – konstatieren, dass mit Blick auf die erwartete künftige negative Betroffenheit das heutige Niveau des Verletzlichkeitskomforts 2030 nur mit einer Erweiterung von gegenwärtigen Anpassungskapazitäten und/oder einer Reduzierung der negativen Betroffenheit durch Anpassungsmaßnahmen aufrechterhalten werden kann. In diesem Kontext spielen die anpassungsbezogene Bedarfsanalyse und Bedarfsdeckung insbesondere bei den KMUs eine immer größere Rolle. Neben dem Bedarf an klimarelevanten Informationen und Wissen lässt sich bei KMUs auch ein Bedarf an Konzepten, Instrumenten und Lösungsvorschlägen erkennen. Den Ergebnissen der IW-Unternehmensbefragung zufolge besteht derzeit bei jedem zweiten deutschen Unternehmen ein Bedarf an anpassungsrelevanten Tools, wobei die Bedarfs einschätzung der Wirtschaft unterschiedlich ausgeprägt und das Spektrum der angegebenen Bedarfsfelder breit ist. Die Bedarfsfelder strecken sich von Problemlösungen im Bereich betrieblicher Infrastruktur und Versicherung gegen die Klimafolgen und Extremwetterereignisse, über Frühwarn- und Informationssysteme bis hin zu Klimaberatungen und Klimarisikomanagement. Durch die Bereitstellung der anpassungsrelevanten Informationen und Problemlösungen können die Unternehmen auf dem Weg zu einer wirksamen Anpassung an den Klimawandel und damit auch bei der Vermeidung und Verminderung der Verletzlichkeit unterstützt werden.

Literatur

Bardt, H., E. Chrischilles und M. Mohammadzadeh (2012), »Klimawandel und Unternehmen«, *Wirtschaftsdienst* 92, Sonderheft, 29–36.

Chrischilles, E. (2011), »Anpassung an den Klimawandel, Reduzierung der Verletzlichkeiten durch internationale Kooperation«, *Ökologisches Wirtschaften* (3), 43–46.

Chrischilles, E. und M. Mohammadzadeh (2011), »Betroffenheiten von Unternehmen und Kommunen durch den Klimawandel und Handlungsoptionen«, *Wirtschaftsdienst* 91(4), 258–265.

Frommer, B. (2009), »Handlungs- und Steuerungsfähigkeit von Städten und Regionen. Der Beitrag strategischer Planung zur Erarbeitung und Umsetzung regionaler Anpassungsstrategien«, *Raumforschung und Raumordnung* 67(2), 128–141.

Frommer, B. (2010), *Regionale Anpassungsstrategien an den Klimawandel. Akteure und Prozess*, Schriftenreihe WAR, Nr. 207, Technische Universität Darmstadt, Darmstadt.

Gleich, A. von, S. Gößling-Reisemann, S. Stührmann, P. Woizeschke und B. Lutz-Kunisch (2010), »Resilienz als Leitkonzept – Vulnerabilität als analytische Kategorie«, in: K. Fichter, A. von Gleich, R. Pfriem und B. Siebenhüner (Hrsg.), *Theoretische Grundlagen für erfolgreiche Klimaanpassungsstrategie*, nordwest2050 Berichte, H. 1, Bremen, Oldenburg.

Mahammadzadeh, M. (2010), »Anpassung an den Klimawandel in der deutschen Wirtschaft. Ergebnisse aus Expertenbefragungen«, *Zeitschrift für Umweltrecht und Umweltpolitik* 33(3), 309–340.

Mahammadzadeh, M. (2012), »Klimaschutz und Klimaanpassung in Unternehmen: Eine SWOT-analytische Betrachtung der betrieblichen Funktionen«, *UmweltWirtschaftsForum* 20(2–4), 165–173.

Mahammadzadeh, M., E. Chrischilles und H. Biebeler (2013), *Klimaanpassung in Unternehmen und Kommunen – Betroffenheiten, Verletzlichkeiten und Anpassungsbedarf*, IW-Analysen Nr. 83, Köln.

Schreyögg, G. und J. Koch (2010), *Grundlagen des Managements, Basiswissen für Studium und Praxis*, Gabler Verlag, Wiesbaden.

Weige, M. K. und A. Al-Laham (2012), *Strategisches Management. Grundlagen – Prozess – Implementierung*, 6. Aufl., Gabler Verlag, Wiesbaden.

Kurz zum Klima: Schatzsuche im Ozean – liegt die Zukunft des Bergbaus am Meeresgrund?

Jutta Albrecht-Saavedra, Jana Lippelt und Leon Maierhofer

Angesichts stark wachsender Nachfrage nach Rohstoffen, insbesondere vonseiten der aufstrebenden Schwellenländer und entsprechend steigender Rohstoffpreise, richtet sich der Blick zunehmend auf die Tiefsee als enorme noch weitgehend unerschlossene Quelle reichhaltiger Rohstoffvorkommen.

Der Tiefseebergbau, der schon seit den 1960er Jahren in der Diskussion ist¹, war zwischenzeitlich bereits in greifbarer Nähe gerückt. Wirtschaftliche, politische, regulative und technische Faktoren bremsen jedoch die Weiterentwicklung auf diesem Gebiet. Lange Zeit war der Tiefseebergbau nicht wirtschaftlich, aber die technischen Möglichkeiten haben sich seitdem enorm weiterentwickelt, die Regulierung der Nutzung von Tiefseeressourcen ist vorangeschritten, der Nachfragedruck auf den Rohstoffmärkten wächst, und somit werden die Rohstoffe aus der Tiefsee zu einer immer attraktiveren Option.

Die Ausbeutung mariner Rohstoffe hat, z.B. im Bereich fossiler Energierohstoffe und Massenrohstoffe (Sande und Kiese im küstennahen Flachwasser), lange Tradition. Doch birgt der Ozean auch Erze, die wichtige Industriemetalle, Seltene Erden, Edelmetalle (vgl. Tab. 1) u.a. in teilweise weit höherer Konzentration als in Lagerstätten an Land enthalten und in drei Gruppen unterteilt werden können: *polymetallische Knollen*, *kobaltreiche Eisen-Mangan-Krusten* und *hydrothermale Sulfiderze* (vgl. BGR 2013). Diese metallischen Rohstoffe sind Gegenstand der nachfolgenden Betrachtung.

Polymetallische Knollen wurden erstmals 1868 im Karasee im Arktischen Ozean entdeckt. Im Laufe weiterer Expeditionen im 19. Jahrhundert stellte sich heraus, dass sie in fast allen Ozeanen und sogar in einigen Seen zu finden sind. Sie kommen grundsätzlich in sämtlichen Wassertiefen vor, die höchsten Konzentrationen sind aber in Tiefen von 4 000 bis 6 000 Metern zu finden. 1965 wurden die Vorkommen polymetallischer Knollen noch auf über 1,5 Billionen Tonnen geschätzt, in den 1980er Jahren wurde diese Schätzung allerdings auf 500 Mrd. Tonnen herunterkorrigiert (vgl. International Seabed Authority 2013). Jedoch sind nicht alle Vorkommen abbaufähig, und bislang sind nur wenige Gebiete mit hinreichend hohen Konzentrationen für einen wirtschaftlich lohnenden Abbau bekannt: das Clarion-Clipperton-Gebiet im Nordostpazifik sowie ein Gebiet

in der Mitte des nordindischen Ozeans (vgl. Abb. 1). Eine besonders hohe Belegungsdichte weist der sog. »Manganknollengürtel« in der Clarion-Clipperton-Zone auf, wo 10–20 kg Knollentrockenmasse pro Quadratmeter gefunden wurden und die Gesamtmenge der Knollen auf 25 bis 40 Mrd. Tonnen geschätzt wird (vgl. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe 2013).

Die Polymetallischen Knollen werden aufgrund ihres hohen Mangangehalts auch als »Manganknollen« bezeichnet. Ihre Größe schwankt zwischen mikroskopisch kleinen Exemplaren und Exemplaren mit bis zu 20 cm Durchmesser, typischerweise haben sie jedoch einen Durchmesser von 5 und 10 cm. Sie entstehen durch Ausfällung von Mangan- und Eisenoxiden aus dem Meerwasser und wachsen außerordentlich langsam – um nur etwa 1 cm in mehreren Millionen Jahren. Bei dieser Wachstumsgeschwindigkeit beträgt das Alter der Manganknollen im Pazifik zwischen 2 und 3 Millionen Jahre (vgl. International Seabed Authority 2013). Die in den Knollen enthaltenen Metalle – neben einem hohen Mangangehalt weisen sie zahlreiche weitere Metalle auf (z.B. Eisen, Kupfer, Nickel u.a., vgl. Tab. 1) – sind wichtige Inputs z.B. für die Stahlveredelung und die Elektroindustrie.

Kobaltreiche Eisen-Mangan-Krusten (Fe-Mn-Krusten) entstehen ebenfalls durch Ausfällung aus dem Meerwasser auf die Gesteinsoberfläche. Die Krustenschicht besitzt eine Dicke von bis zu 25 cm und bedeckt einer Schätzung zufolge etwa 6,35 Mill. km² des Meeresgrundes, und damit etwa 1,7% des gesamten Meeresgrundes, was einen Kobaltgehalt von insgesamt 1 Mrd. Tonnen bedeuten würde.

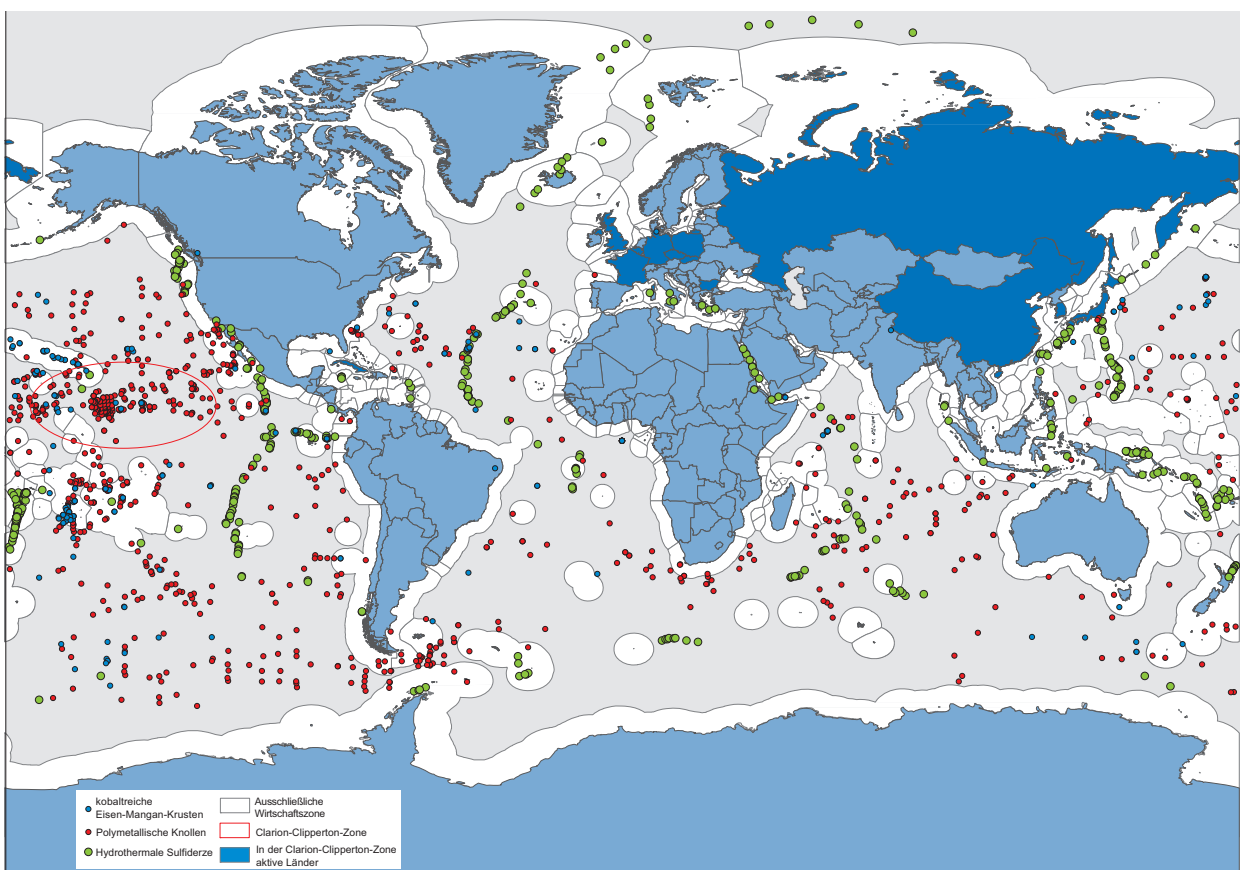
Tab. 1
Elementkonzentrationen in Manganknollen und Eisen-Mangan-Krusten

Element (Gewichtsprozent)	Polymetallische Knollen (Manganknollen)		Fe-Mn-Krusten
	Clarion- Clipperton-Zone	Östl. deutsches Lizenzgebiet	Pazifik- Seamounts
Mangan (%)	25,4	31,2	22,1
Eisen (%)	6,90	6,20	15,1
Kupfer (%)	1,02	1,17	0,11
Nickel (%)	1,28	1,36	0,54
Kobalt (%)	0,24	0,16	0,64
Titan (%)	0,53	0,25	0,77
Molybdän (µg/g)	520	604	455
Zirkon (µg/g)	350	300	172
Lithium (µg/g)	108	130	63
Tellur (µg/g)	5,1	3,4	50
Niob (µg/g)	34	19	44
Wolfram (µg/g)	76	65	74
Platin (µg/g)	0,124	0,109	0,705
Cer (µg/g)	428	249	1105
Neodym (µg/g)	112	128	162
Dysprosium (µg/g)	24	27	58

Quelle: BGR (2013); Hein et al. (2000; 2010).

¹ Im Jahre 1965 schrieb der Geologe John Meroe ein vielbeachtetes Buch mit dem Titel »The Mineral Resources of the Sea«, mit dem er Denkanstöße für die Weiterentwicklung des internationalen Seerechts gab (vgl. auch Mero 1968).

Abb. 1
Tiefseeresourcen



Die Karte erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit

Quellen: Eigene Darstellung auf der Basis von Daten aus US Geological Survey-NGDC; Interridge – Hydrothermal Vents Database; Marine Regions; International Seabed Authority.

»Eine eingehende Untersuchung des globalen und regionalen Auftretens von Eisen-Manganerzkusten und deren Metallgehalten ergab, dass vor allem die Vorkommen aus Wassertiefen von 800 bis 2500 m wirtschaftlich interessant sind. Etwa 66% der potenziellen Lagerstätten befinden sich im Pazifik (hier vor allem im westlichen Zentralpazifik), rund 23% im Atlantik und nur 11% im Indischen Ozean. Es wird eine Gesamtmenge an trockener Erzsubstanz von 40 Mrd. Tonnen abgeschätzt, von der etwa die Hälfte als potenziell gewinnungsfähig angesehen wird« (vgl. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe 2013). In Fe-Mn-Krusten enthaltene Metalle werden in der Stahlindustrie, der Luftfahrtindustrie sowie der chemischen- und der Elektroindustrie eingesetzt.

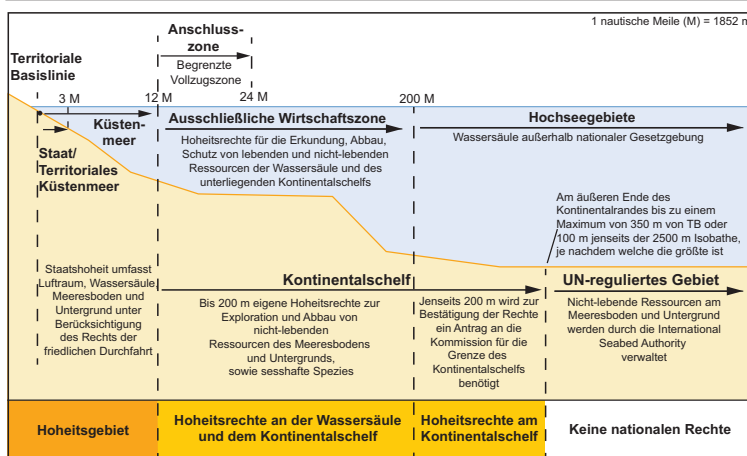
Tabelle 1 gibt einen Überblick über den Gehalt an verschiedenen Metallen, Seltenen Erden und Edelmetallen in Manganknollen und Eisen-Mangan-Krusten im Pazifik. Die Angaben sind jeweils Mittelwerte.

Hydrothermale Sulfiderze treten im Zusammenhang mit vulkanischen Strukturen auf dem Meeresboden auf. 1979 ent-

deckten Wissenschaftler im Ostpazifik erstmals sogenannte »Black Smoker«, dunkle Gesteinsformationen, die bis zu 400° C heiße hydrothermale Flüssigkeit ausstießen, nach deren Vermischung mit dem kalten Meerwasser der Umgebung es zu Ausfällung und Anlagerung von Metallsulfiden kam. Auf diese Weise können sich »... lokale Lagerstätten von einigen hundert Metern Durchmesser bilden. Von wirtschaftlichem Interesse sind neben den hohen Buntmetallgehalten (Kupfer, Blei und Zink) besonders die Edelmetalle Gold und Silber sowie die Hochtechnologiemetalle wie Indium, Germanium, Wismut und Selen« (vgl. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe 2013.) (Im Hinblick auf die Zahl der Vorkommen und die Tonnagen liegen anders als im Fall der Manganknollenvorkommen noch keine detaillierten Studien vor. »Zurzeit sind an die 150 Hochtemperaturaustritte mit Bildung massiver Metallsulfidangereicherungen in »Black Smokern« bekannt«, ebd.).

Manganknollen, kobaltreiche Eisen-Mangan-Krusten und hydrothermale Sulfiderze aus der Tiefsee können sich künftig als äußerst wichtige Rohstoffquelle erweisen, besonders für rohstoffarme Industrieländer wie Deutschland. An-

Abb. 2
Maritime Zonen und sie betreffende Hoheitsrechte



Quelle: Nach Symonds et al., 1998, Australian Government (2013), übersetzt ins Deutsche vom ifo Institut.

gesichts des riesigen zu hebenden Rohstoffpotenzials stellt sich die Frage nach den Zugriffsrechten und dem entsprechenden regulativen Rahmen. Die Rohstoffe der Tiefsee unterliegen nicht wie jene in Lagerstätten an Land nationaler Gesetzgebung, sondern gelten als Erbe der Menschheit und sind Gegenstand der UN-Verwaltung. Die rechtliche Grundlage für die Erkundung und die Erschließung der Tiefseerohstoffe wurde mit dem 1982 beschlossenen und 1994 in Kraft getretenen UN-Seerechtsabkommen (United Nations Convention on the Law of the Sea, UNCLOS) geschaffen. Es regelt die Hoheitsrechte über die einzelnen maritimen Zonen, wie in der Abbildung 2 schematisch veranschaulicht. Demnach gelten die küstennächsten seewärtigen 200 Meilen als ausschließliche Wirtschaftszone (Exclusive Economic Zone, EEZ) des jeweiligen Küstenanrainerstaates (vgl. Abb. 1). Das sich daran anschließende Hochseegebiet untersteht der Verwaltung der Vereinten Nationen.

Die Erkundung, Erschließung und Ausbeutung der hier lagernden Ressourcen muss bei der Internationalen Seabed Authority (ISA) mit Sitz auf Jamaika beantragt werden.² Bei der Bewerbung um eine Lizenz müssen ein Sponsoring durch einen Staat sowie die entsprechenden technischen und finanziellen Möglichkeiten für eine erfolgreiche Wahrnehmung der Lizenzrechte nachgewiesen werden. Die Gebühr für die Prüfung einer Bewerbung liegt bei 500 000 US-Dollar, danach ist eine jährliche Lizenzgebühr von 1 Million US-Dollar an die ISA zu entrichten. Darüber hinaus muss der Lizenznehmer bei Beginn der kommerziellen Nutzung der Ressource die ISA an den daraus entstandenen Einkünften beteiligen (UNCLOS, Article 13). Der Lizenznehmer erhält im Gegenzug für 15 Jahre die Nutzungsrechte am Lizenzgebiet mit einer Fläche von bis zu 150 000 km² mit der Möglichkeit einer Verlängerung um weitere fünf Jahre. Die Erkun-

² Wobei für die Ausbeutung derzeit noch kein abschließendes Regelwerk existiert.

dungs- und Erschließungslizenz kann später in eine Abbaulizenz übergehen.

Interessanterweise haben sich bislang nur verhältnismäßig wenige Länder Explorationslizenzen gesichert (vgl. Tab. 2), was in erster Linie sicherlich an den hohen Investitionskosten liegen dürfte. Unter den ersten waren Russland, Südkorea, Japan und China, Indien und Frankreich. Deutschland hat im Juli 2006 ebenfalls ein Lizenzgebiet im Manganknollengürtel im äquatorialen Nordostpazifik erworben.

Technologie

Der Abbau mineralischer Rohstoffe in der Tiefsee steckt bisher noch in den Kinderschuhen. So gibt es noch keine erprobten Lösungen im industriellen Maßstab, sondern lediglich Konzepte. Neben technischen Innovationen beziehen derzeitige Konzepte auch Technologien aus der Off-Shore-Öl- und -Gasförderung ein. Es handelt sich jedoch um Wassertiefen, in die selbst die Ölindustrie noch nicht vorgedrungen ist. Die Herausforderung liegt vor allem im zuverlässigen Betrieb der Abbautechnologie in großen Tiefen von 1 000 bis mehr als 6 000 Metern unter den dort herrschenden extremen Bedingungen. Die Abbausysteme sind hohen Belastungen ausgesetzt und müssen dennoch über einen langen Zeitraum mit einem möglichst geringen Wartungsaufwand funktionieren. Es gilt, die bestehenden Technologien und Konzepte zu einem im industriellen Maßstab durchführbaren System auszubauen, um so eine wirtschaftliche Förderung zu ermöglichen (vgl. Sharma 2011). Aktuelle Konzepte für den Manganknollenabbau gehen beispielsweise von zwei ferngelenkten oder autonom arbeitenden Kollektorsystemen mit hydraulischem Antrieb aus, die die lose am Boden liegenden Knollen mit Hilfe einer Fördertrommel mit Greiferelementen aufsammeln (vgl. Kuhn et al. 2011). Die Knollen werden dann mit Hilfe eines sog. Risersystems zur Förderplattform an die Wasseroberfläche befördert, wo sie entwässert und für den Transport an Land auf Bulkerschiffe verladen werden. Auch für den Abbau der Massivsulfide gibt es bis heute keine nachweislich funktionierende, effiziente Abbautechnologie, sondern lediglich Konzepte. Die kanadische Firma Nautilus Minerals Inc. stand schon mehrfach vor dem Start des ersten Tiefseebergbauprojekts und damit der Erprobung der ausgearbeiteten Konzepte, musste die Inbetriebnahme jedoch immer wieder aufgrund wirtschaftlicher Unsicherheiten und zuletzt Uneinigkeiten mit der Regierung von Papua-Neuguinea, in dessen Hoheitsgebiet der Abbau erfolgen soll, verschieben (vgl. Miner 2013). Auch der Abbau der Eisen-Mangan-Krusten stellt die Ingenieure vor eine schwierige Aufgabe. Sowohl die beträchtlichen Hangneigungen und die

Tab. 2
Lizenzverträge für die Erkundung von Manganknollen

Lizenznehmer	Inkrafttreten des Lizenzvertrages	Sponsoring-Staat(en)	Lizenzgebiet	Lizenzenddatum
Interoceanmetal Joint Organization	29. März 2001	Bulgarien, Kuba, Tschechische Republik, Polen, Russland, Slowakei	Clarion-Clipperton Fracture-Zone	28. März 2016
Yuzhmoregeologiya	29. März 2001	Russland	Clarion-Clipperton Fracture-Zone	28. März 2016
Regierung Südkoreas	27. April 2001	Südkorea	Clarion-Clipperton Fracture-Zone	26. April 2016
China Ocean Mineral Resources Research and Development Association	22. Mai 2001	China	Clarion-Clipperton Fracture-Zone	21. Mai 2016
Deep Ocean Resources Development Co. Ltd	20. Jun 2001	Japan	Clarion-Clipperton Fracture-Zone	19. Juni 2016
Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer	20. Juni 2001	Frankreich	Clarion-Clipperton Fracture-Zone	19. Juni 2016
Regierung von Indien	25. März 2002	Indien	Indischer Ozean	24. März 2017
Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe	19. Juli 2006	Deutschland	Clarion-Clipperton Fracture-Zone	18. Juli 2021
Nauru Ocean Resources Inc.	22. Juli 2011	Nauru	Clarion-Clipperton Fracture-Zone	21. Januar 2026
Tonga Offshore Mining Limited	11. Januar 2012	Tonga	Clarion-Clipperton Fracture-Zone	10. Januar 2017
Marawa Research and Exploration Ltd.	noch nicht unterzeichnet	Kiribati	Clarion-Clipperton Fracture-Zone	
UK Seabed Resources Ltd.	8. Februar 2013	Großbritannien	Clarion-Clipperton Fracture-Zone	7. Februar 2028
G-TEC Sea Mineral Resources NV	14. Januar 2013	Belgien	Clarion-Clipperton Fracture-Zone	13. Januar 2028

Quelle: International Seabed Authority (2013).

ausgeprägte Mikrotopographie der Fläche, auf der die Krusten vorkommen, als auch die technischen Methoden für das Abtragen der fest mit dem Untergrund verwachsenen Krusten stellen große technische Herausforderungen dar (vgl. Wiedicke et al. 2012). Ein weiteres ungelöstes Problem ist ein fehlendes, industriell etabliertes metallurgisches Aufbereitungsverfahren (vgl. Wiedicke et al. 2012). Lediglich für marine Massivsulfide gibt es ein erprobtes Extraktionsverfahren. Die bisher ausgearbeiteten Verfahren für Manganknollen und Eisen-Mangan-Krusten sind noch mit erheblichen Energie- und Umweltkosten verbunden. Auf sie entfallen in allen entwickelten Modellen mehr als die Hälfte der Gesamtinvestitionen (vgl. Yamazaki 2008; Rühlemann 2011; Kuhn et al. 2011).

Umweltauswirkungen

Neben technologischen Hindernissen spielen auch die Auswirkungen des Tiefseebergbaus auf die Ökosysteme der Tiefsee sowie die Einflüsse der umgebenden Umwelt auf den Bergbau eine entscheidende Rolle für dessen Entwicklung. Zu den Faktoren, welche die Arbeiten beeinflussen, zählen zum einen die hydrographischen und atmosphäri-

schen Bedingungen unter Wasser und an der Oberfläche. Zum anderen hat die Topographie des Meeresbodens einen Einfluss auf die Art der eingesetzten Geräte (vgl. Sharma 2011). Weiterhin spielen auch die vorliegenden Substrate und Charakteristika der Knollen bzw. Krusten eine wichtige Rolle. Erschwerend kommt hierbei hinzu, dass die für die Weiterentwicklung notwendige Forschungsarbeit, das Sammeln der Daten sehr zeit- und kostenintensiv und zudem ortsspezifisch ist. Das heißt, die Daten müssen für jeden Standort einzeln gesammelt und ausgewertet werden. Die Aufnahme der Daten über die vorherrschenden Bedingungen und die Bodenfauna nimmt in der Regel mehrere Jahre für die Kartierung und Beprobung in Anspruch.

Die Abbauarbeiten stellen einen großen Eingriff in die Ökosysteme der Tiefsee dar. Beeinträchtigte Gebiete sind hierbei u.a. der Meeresboden, die gesamte Wassersäule, die Meeresoberfläche und auch die Landflächen. Eine Beeinflussung findet insbesondere durch die von den Geräten aufgewirbelten Sedimentwolken sowie durch die Durchwirbelung des Wassers beim Auftauchen statt (vgl. Sharma 2011). Zudem können die Sedimente durch die Maschinen verfestigt werden. Auch der Transport an der Wasseroberfläche und der Abtransport der Sedimente an Land fließt hier ein. Die

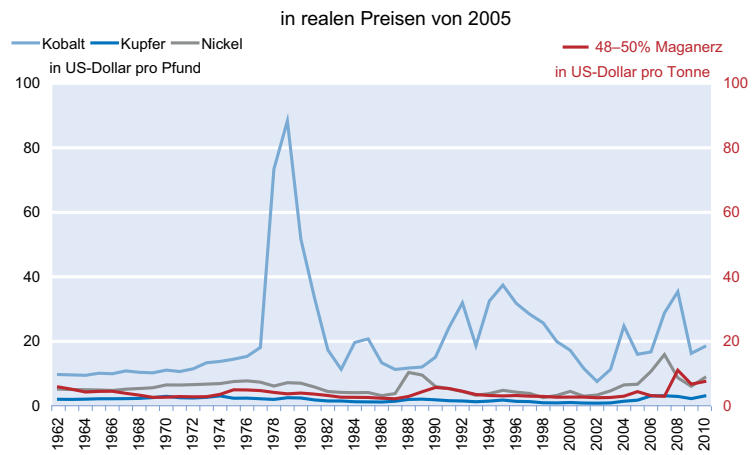
Intensität der Einflüsse hängt hierbei von der Größe der Abbaugelände ab, die von Ressource zu Ressource unterschiedlich groß sind (vgl. Wiedicke et al. 2012). Unsicherheit besteht vor allem in dem Ort der Ablagerung des Abraums, nachdem die Knollen, Krusten und Ablagerungen an Hydrothermalquellen abgebaut wurden. Laut Sharma (2011) ist der Abbau von einem Teil Knollen mit der Verfrachtung von neun Teilen Sedimentmassen verbunden. Bisher ist zudem nur wenig über vorherrschende Unterwasserströmungen bekannt, die den Abbau beeinträchtigen könnten. Weitere Gefahren gehen von dem Ausstreuen von Schadstoffen aus Pumpenrohren und Lecks an den Förderplattformen aus. Hinzu kommen mögliche Beeinträchtigungen durch die Einwirkung von Lärm und Lichtquellen unter Wasser sowie durch Abfälle der stationären Schiffe. Darüber hinaus besteht die Gefahr, dass Meerestiere mit den Geräten kollidieren und Bodenlebewesen durch den Abbau versetzt werden müssen (vgl. Nautilus Minerals 2008). Abgesehen davon ist bis heute zu wenig über die tatsächliche Zusammensetzung der Bodenfauna der Tiefsee bekannt.

Zwar sind die Ablagerungen in der Tiefsee in einer größeren Konzentration vorhanden, was eine relativ geringere Belastung in Relation zur Ausbeute bedeuten würde, da hierfür weitaus weniger Material bewegt werden muss (vgl. WHOI 2009). Dennoch stellt der Tiefseebergbau einen massiven Eingriff in die Unterwasserwelt dar. Die ISA besteht in ihrem Auftrag auf die Einhaltung von Umweltauflagen. Daher wurde im Juli 2012 ein Managementplan für die Clarion-Cliperton-Zone aufgestellt, der Gebiete von besonderem Umweltinteresse identifiziert. Nach Erscheinen der unvollständigen und umstrittenen Umweltverträglichkeitsstudie des Unternehmens Nautilus Minerals, der mangelnde wissenschaftliche Fakten vorgeworfen werden, wurde klar, dass die Einflüsse und Beeinträchtigungen auf die Umwelt der Tiefsee als weitaus größer sind, als bisher vermutet wurde (vgl. Mines and Communities 2011).

Wirtschaftliche Betrachtung

Die Entwicklung ausgewählter Rohstoffpreise zeigt Abbildung 3. Es ist damit zu rechnen, dass der Preisdruck aufgrund intensiver Nachfrage mittelfristig weiter zunehmen wird. Der jährliche Verbrauch der Rohstoffe Kobalt, Kupfer, Mangan und Nickel liegt momentan bei etwa 1–3% der bekannten Landreserven. Weitere potenzielle Ressourcen an Land sind für Mangan und Kupfer mittelfristig ausreichend vorhanden (vgl. U.S. Geological Survey 2013; vgl. auch Tab. 3). Angesichts eines erwarteten Anstiegs der Rohstoff-

Abb. 3
Preisentwicklung ausgewählter Rohstoffe 1962–2010



Quelle: Eigene Darstellung auf der Basis von Daten des USGS und der Weltbank (2013).

preise und globaler Verknappungsszenarien bei bestimmten Rohstoffen, rückt der Abbau mariner Rohstoffe aber dennoch immer mehr in den Fokus und wird mittel- bis langfristig an Bedeutung zunehmen. So wird davon ausgegangen, dass die marinen Rohstoffvorkommen die Nachfrage für das 21. Jahrhundert nach Metallen wie z.B. Mn, Fe, Ni, Co, Cu, wie auch u.a. Seltene Erden mehr als bedienen könnten (vgl. Sharma 2011). Die Kobaltvorkommen in der Tiefsee werden beispielsweise auf bis zu 1 Mrd. Tonnen geschätzt (vgl. U.S. Geological Survey 2013). Auch das Bevölkerungswachstum gekoppelt mit einer Verbesserung des Lebensstandards in aufstrebenden Industrienationen und Schwellenländern wird in Zukunft den Nachfragedruck nach Rohstoffen wie Kupfer und Nickel intensivieren. Ein deutsches Engagement in der Gewinnung mariner Rohstoffe würde die Rohstoffversorgung der deutschen Industrie weiter diversifizieren und so einen höheren Grad an Versorgungssicherheit gewährleisten. Des Weiteren bietet dieser »neue« Industriezweig enorme Chancen und Potenziale für den Hightech-Standort Deutschland als exportorientierte Wirtschaft.

Die Fläche des deutschen Lizenzgebiets im Manganknollengürtel beläuft sich auf rund 75 000 km² mit einer durchschnittlichen Dichte von 12 kg/m² (vgl. Rühlemann 2011). In den rohstoffreichsten Regionen des deutschen Lizenzgebiets (20% der Fläche) liegt die Manganknollendichte bei 20 bis 30 kg/m². Insgesamt werden die Rohstoffressourcen hier auf etwa 8 Mill. Tonnen Kupfer (6-mal so viel wie der deutsche Jahresverbrauch), 10 Mill. Tonnen Nickel (80-mal) und 1,2 Mill. Tonnen Kobalt (600-mal) geschätzt (vgl. Rühlemann 2011). Würden alle derzeitigen Lizenznehmer tatsächlich mit der kommerziellen Förderung von Manganknollen im Nordpazifik beginnen, hätte dies voraussichtlich deutliche Auswirkungen auf das weltweite Rohstoffangebot (20 Mill. Tonnen Manganknollen pro Jahr; vgl. Bundesre-

Tab. 3
Rohstoffvorkommen bedeutender Metalle

	Weltweit 2011 (Tsd. Tonnen)				
	Produktion	Verbrauch	Anteil Verbrauch/ Landreserven (in %)	Landreserven	Landressourcen
Kobalt	110	75	1,0	7 500	15 000
Kupfer	17 000	18 600	2,7	680 000	3 000 000
Mangan	17 200	16 500	2,6	630 000	–
Nickel	1 550	1 430	1,9	76 000	130 000

Quelle: U.S. Geological Survey (2012).

gierung 2012). Der Anteil der betreffenden Metalle am heutigen globalen Fördervolumen würde demnach rund 35% betragen. Für Mangan läge in diesem Szenario der Anteil an der Weltförderung bei rund 30%.

Für eine wirtschaftliche Förderung mariner Rohstoffe im Manganknollengürtel wird von einem Abbau von mindestens 2 Mill. Tonnen Manganknollen pro Jahr über einen Zeitraum von 20–25 Jahren ausgegangen. Hierfür müsste ein Konzentrationsgrad von mindestens 10 kg/m² gewährleistet sein, was einer Abbaufäche von 200 km² pro Jahr entspräche (vgl. Bundesregierung 2012). Die Wirtschaftlichkeit bzw. Rentabilität eines industriellen Bergbaus in der Tiefsee hängt neben der Verfügbarkeit der Metalle von terrestrischen Vorkommen und ihrem Preis auch von technoökonomischen Erwägungen in Bezug auf Kapital- und Betriebskosten ab. Aktuelle Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen gehen davon aus, dass durch die kleinere, mobile Abbaufähigkeit und die damit verbundenen niedrigen Einrichtungskosten ein Abbau in der Tiefsee potenziell sogar kostengünstiger als die Gewinnung in konventionellen Abbaustätten an Land ist (vgl. Sharma 2011). Hinzu kommt die hohe Konzentration, in der die Metalle an der Oberfläche des Meeresgrunds (bzw. oberflächennah) lagern. Dies erlaubt einen höheren Ertrag bei relativ geringerer Abbaufäche und geringeren Abbaumengen.

Da es noch keine nachweislich funktionierenden Abbautechnologien für die Tiefsee im industriellen Maßstab gibt, sondern lediglich Konzepte, sind noch viele Fragen zur Rentabilität des marinen Bergbaus offen. Die technoökonomischen Rahmenbedingungen sind noch mit vielen Unwägbarkeiten verbunden, und die Faktoren, die zur Ermittlung der Kosten bekannt sein müssen, können nur in grober Schätzung angegeben werden und führen somit zu einer starken Streuung der Ergebnisse (vgl. Kuhn et al. 2011).

John Wiltshire, Leiter des Hawaii Undersea Research Laboratory, schätzt die Anlaufkosten zum Abbau von Masivsulfiden auf 1–2 Mrd. US-Dollar pro Projekt (vgl. Goodier 2001). Hinzu kämen nach Schätzungen der französischen Ingenieursfirma Technip laufende Kosten von 145–162 US-Dollar pro Tonne (vgl. McLeod 2008). Laut Sharma (2011) könnten sich die jährlichen Gesamtkosten

für den Abbau auf bis zu 12 Mrd. US-Dollar belaufen. Dies schließt etwaige unabsehbare Risiken oder Probleme, die eine Explosion der Kosten mit sich bringen würden, nicht mit ein. Einer Schätzung Yamazakis (2008) zufolge könnten sich die Gesamtinvestitionen für den Abbau von Manganknollen auf 1,3 Mrd. US-Dollar plus rund 200 Mill. US-Dollar jährlicher Betriebskosten belaufen (Abbau von Mangankrusten 724 Mill. US-Dollar plus 78 Mill. US-Dollar Betriebskosten p.a.) bei einer Laufzeit von 25 Jahren. Bei den bisher veröffentlichten ökonomischen Modellrechnungen liegt der interne Zinsfluss, eine wichtige Entscheidungsgrundlage für Investoren, bei höchstens 25% (vgl. Kuhn et al. 2011). Trotz der hohen Risiken und Unsicherheiten zeigt eine aktuelle Wirtschaftlichkeitsstudie, die im Auftrag der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffen angefertigt wurde, dass der Tiefseebergbau bereits bei den aktuellen Rohstoffpreisen und den zu erwartenden Preisentwicklungen wirtschaftlich sein könnte. Hierfür müsste allerdings noch einiges an Grundlagenforschung betrieben werden. Ein umfassender »Pilot Mining Test« ist erforderlich, um die Technologien, die zur umweltgerechten, material- und energieeffizienten Gewinnung der Rohstoffe führen könnten, zu erarbeiten. Eine Wirtschaftlichkeits- und Umweltverträglichkeitsstudie muss ohnehin vor Beginn einer kommerziellen Förderung bei der ISA vorgelegt werden. Auch die Bundesregierung möchte eine Entscheidung zum Abbau erst gegen Ende der Explorationsphase (2021) fällen (vgl. Bundesregierung 2012).

Aufgrund der weltweit steigenden Nachfrage findet momentan eine verstärkte Explorationstätigkeit statt. Staaten unternehmen beträchtliche Anstrengungen zur Erkundung der marinen mineralischen Rohstoffe sowie zur Entwicklung von Abbau- und Aufbereitungstechnologien. Mittelfristig wird sich daher wahrscheinlich ein internationaler Markt zur Gewinnung mariner mineralischer Rohstoffe entwickeln, auch wenn eine Wirtschaftlichkeitsuntersuchung noch nicht abschließend möglich ist. Es bedarf weiterer erheblicher Anstrengungen und Investitionen, um die Potenziale des marinen Bergbaus zu heben. Diese wird nur durch beides, private und öffentliche Investitionen, erfolgen können. Mit einem industriellen Abbau innerhalb der nächsten zehn Jahre ist vorerst nicht zu rechnen.

Literatur

Australian Government (2013), online verfügbar unter: http://www.ga.gov.au/webtemimage_cache/GA13555.gif, aufgerufen am 7. Juni 2013.

Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (2013), *Tiefseebergbau*, online verfügbar unter: http://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Marine-Rohstoffforschung/Meeresforschung/Tiefseebergbau/tiefseebergbau_node.html, aufgerufen am 7. Juni 2013.

Bundesregierung (2012), »Antwort der Bundesregierung auf die Anfrage der Abgeordneten Oliver Krischer, Dr. Valerie Wilms, Krista Sager, weiterer Abgeordneter und der Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN«, Drucksache 17/8645, Auswirkungen des Tiefseebergbaus auf die marine Umwelt und Biodiversität, online verfügbar unter: <http://dip21.bundestag.de/dip21/btd/17/086/1708645.pdf>.

Goodier, R. (2011), »Why Deep-Sea Rare-Earth Metals Will Stay Right Where They Are—For Now«, *Popular Mechanics*, online verfügbar unter: <http://www.popularmechanics.com/science/environment/why-deep-sea-rare-earth-metals-will-stay-right-where-they-are-for-now>.

Hein, J.R., T.A. Conrad und H. Staudigel (2010), »Seamount Mineral Deposits. A Source of Rare Metals for High-Tech Industries«, *Oceanography* 23(1), 184–189.

Hein, J.R., A. Koschinsky, M. Bau, F.T. Mannheim, J.-K. Kang und L. Roberts (2000), »Cobalt-Rich Ferromanganese Crusts in the Pacific«, in: D.S. Cronau (Hrsg.), *Handbook of Marine Mineral Deposits*. CRC Press, Boca Raton, 239–279.

International Seabed Authority (2013), »Polymetallic Nodules«, online verfügbar unter: <http://www.isa.org.jm/files/documents/EN/Brochures/ENG7.pdf>, aufgerufen am 7. Juni 2013.

Kuhn, Th., C. Rühlemann, M. Wiedicke-Hombach, J. Rutkowsky, H.-J. von Wirth, D. Koenig, T. Kleinen und T. Mathy (2011), »Tiefseeförderung von Manganknollen«, *Schiff & Hafen*, online verfügbar unter: http://www.germanyattestbest.de/content/bp/5592b2653a0bc0c68c0d2af6a4d26cd4_54379702_schiffhafen_meeresbergbau.pdf

McLeod, J. (2008), »New Frontier Mining Under the Sea«, online verfügbar unter: [tp://www.mining-technology.com/features/feature46357](http://www.mining-technology.com/features/feature46357).

Mero, J. (1968), »Whose is the Bed of the Sea?«, *Proceedings of the American Society of International Law* 62, 216–229.

Miner, M. (2013), »Will Deep-sea Mining Yield an Underwater Gold Rush?«, *National Geographic*, online verfügbar unter: <http://news.nationalgeographic.com/news/2013/13/130201-underwater-mining-gold-precious-metals-oceans-environment/>.

Mines and Communities (2011), »Independent Scientific Review Slams Nautilus's Environmental Plan«, online verfügbar unter: <http://www.minesandcommunities.org/article.php?a=10707>.

Nautilus Minerals (2008), Environmental Impact Statement, Solwara 1 Project, online verfügbar unter: <http://www.cares.nautilusminerals.com/assets/documents/main%20document%20text.pdf>.

Rühlemann, C. (2011), »Das deutsche Lizenzgebiet zur Exploration polymetallischer Knollen: Manganknollen als potentielle zukünftige Rohstoffquelle. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover«, online verfügbar unter: http://www.futureocean.org/fileadmin/user_upload/content/technologietransfer/pdf/ruehleman-manganknollen.pdf.

Sharma, R. (2011), »Deep-sea Mining: Economic, Technical and Environmental Considerations for Sustainable Development«, *Marine Technological Society Journal* 45(5), 28–41, online verfügbar unter: http://drs.nio.org/drs/bitstream/2264/3943/1/Mar_Technol_Soc_J_45_28a.pdf.

U.S. Geological Survey (2012), USGS Minerals Yearbook, online verfügbar unter: <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/myb/>.

U.S. Geological Survey (2013a), »Mineral Commodity Summaries«, online verfügbar unter: <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/mcs/2013/mcs2013.pdf>.

U.S. Geological Survey (2013b), *USGS Minerals Yearbook*, online verfügbar unter: <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/myb/>.

Wiedicke, M., T. Kuhn, C. Rühlemann, U. Schwarz-Schampera und A. Vink (2012), »Marine Mineralische Rohstoffe der Tiefsee – Chance und Herausforderung«, *Commodity Top News* 40, online verfügbar unter: http://www.deutsche-rohstoffagentur.de/DE/Gemeinsames/Produkte/Downloads/Commodity_Top_News/Rohstoffwirtschaft/40_marine-mineralische-rohstoffe-tiefsee.pdf?__blob=publicationFile&v=3.

Woods Hole Oceanographic Institution WHOI (2009), »The Promises and Perils of Seafloor mining«, online verfügbar unter: <https://www.whoi.edu/oceanus/viewArticle.do?id=62986>.

Yamazaki, T. (2008), »Model Mining Units of the 20th Century and the Economies«, in: Proc. of The Seventh (Hrsg.), *ISOPE Ocean Mining Symposium*, Chennai, 1–9.

ifo Institut

im Internet:

<http://www.cesifo-group.de>

