

BAND 8

# Strukturwandel und Klimaschutz

Wie Klimapolitik Wirtschaft und Arbeitswelt  
verändert

Eine Studie von **Jürgen Blazejczak** und **Dietmar Edler**





# **STRUKTURWANDEL UND KLIMASCHUTZ**



**HEINRICH BÖLL STIFTUNG  
SCHRIFTEN ZU WIRTSCHAFT UND SOZIALES  
BAND 8**

# **Strukturwandel und Klimaschutz**

Wie Klimapolitik Wirtschaft und Arbeitswelt  
verändert

**Eine Studie von Jürgen Blazejczak und Dietmar Edler**

**Im Auftrag und herausgegeben von der Heinrich-Böll-Stiftung**

## Die Autoren

**Jürgen Blazejczak** (jblazejczak@diw.de), Jahrgang 1948, war nach dem Studium des Wirtschaftsingenieurwesens und Promotion zum Dr. rer. oec. an der Technischen Universität Berlin von 1978 bis 1998 wissenschaftlicher Referent und Projektleiter im DIW Berlin, danach Professor für Allgemeine Volkswirtschaftslehre und Umweltökonomie an der Hochschule Merseburg. Er ist Forschungsprofessor des DIW Berlin in der Abteilung Energie, Verkehr, Umwelt. Seine Forschungsschwerpunkte sind modellgestützte Analysen langfristiger wirtschaftlicher Entwicklungen, insbesondere Wirkungsanalysen von Umweltpolitik.

**Dietmar Edler** (dedler@diw.de), Jahrgang 1954, hat an der Universität Bielefeld Volkswirtschaftslehre studiert und promovierte an der Freien Universität Berlin zum Dr. rer. pol. Forschungs- und Studienaufenthalte führten ihn an die University of Georgia, Athens GA, an das Institute for Economic Analysis (IEA) at New York University, NY, und an das Rensselaer Polytechnic Institute (RPI), Troy NY. Er ist seit 1980 Mitarbeiter am Deutschen Institut für Wirtschaftsforschung (DIW Berlin), zuletzt in der Abteilung Innovation, Industrie und Dienstleistungen. Seine Forschungsschwerpunkte sind Untersuchungen zu den Arbeitsmarktwirkungen von Technologien und die Analyse der ökonomischen Wirkungen von umweltpolitischen Strategien



Diese Publikation wird unter den Bedingungen einer Creative-Commons-Lizenz veröffentlicht: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/de/>

Eine elektronische Fassung kann heruntergeladen werden. Sie dürfen das Werk vervielfältigen, verbreiten und öffentlich zugänglich machen. Es gelten folgende Bedingungen: Namensnennung: Sie müssen den Namen des Autors/Rechteinhabers in der von ihm festgelegten Weise nennen (wodurch aber nicht der Eindruck entstehen darf, Sie oder die Nutzung des Werkes durch Sie würden entlohnt). Keine kommerzielle Nutzung: Dieses Werk darf nicht für kommerzielle Zwecke verwendet werden. Keine Bearbeitung: Dieses Werk darf nicht bearbeitet oder in anderer Weise verändert werden.

Strukturwandel und Klimaschutz. Wie Klimapolitik Wirtschaft und Arbeitswelt verändert  
Eine Studie von Jürgen Blazejczak und Dietmar Edler

Band 8 der Reihe Wirtschaft und Soziales  
Herausgegeben von der Heinrich-Böll-Stiftung 2011

Gestaltung: graphic syndicat, Michael Pickardt (nach einem Entwurf von blotto Design, Berlin)  
Coverphoto: Alberto Rigamonti, 123RF  
Druck: agit-druck

ISBN 978-3-86928-064-6

Heinrich-Böll-Stiftung, Schumannstraße 8, 10117 Berlin

**T** +49 30 28534-0 **F** +49 30 28534-109 **E** buchversand@boell.de **W** www.boell.de

# INHALT

Vorwort	7
Abriss	9
Kurzfassung	10
<b>1 Hintergrund, Ziel, Vorgehensweise</b>	<b>16</b>
<b>2 Strukturwandel in Deutschland</b>	<b>18</b>
2.1 Treiber des Strukturwandels	18
2.2 Sektoraler Strukturwandel	23
2.3 Strukturwandel der Arbeitswelt	24
<b>3 Klimapolitik-Szenarien</b>	<b>26</b>
3.1 Orientierungen der Klimapolitik	26
3.2 Reduktionsszenarien	30
<b>4 Wirtschaftliche Impulse forcierter Klimaschutzpolitik</b>	<b>39</b>
4.1 Vermeidungskosten	40
4.2 Sektorale Kosten- und Lieferstrukturen	44
4.3 Folgewirkungen für die Produktion	45
<b>5 Folgewirkungen für Beschäftigung und Arbeitswelt</b>	<b>47</b>
5.1 Beschäftigung	47
5.2 Qualifikation	53
5.3 Arbeitsbedingungen	60
5.4 Intrasektoraler Strukturwandel	61
<b>6 Fazit</b>	<b>63</b>
Literatur	66





# VORWORT

Der Klimawandel stellt die Menschheit vor eine der größten Herausforderungen ihrer Geschichte. Um die Erderwärmung auf maximal 2 Grad Celsius zu begrenzen, muss der CO<sub>2</sub>-Ausstoß bis zum Jahr 2050 weltweit um 95% sinken.

Die Bundesregierung, die Europäische Union und die 194 Mitgliedsstaaten der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen bekennen sich zum 2-Grad-Ziel, ohne darauf eine ausreichend konsequente Politik folgen zu lassen. Warum? Der prominenteste Einwand lautet, dass Klimaschutz auf Kosten der wirtschaftlichen Prosperität geht, Arbeitsplätze vernichtet und drastische Wohlfahrtseinbußen erzeugt.

In der vorliegenden Literaturstudie dokumentieren Jürgen Blazejczak und Dietmar Edler den Stand der Forschung zu ökonomischen Folgen einer forcierten Klimaschutzpolitik. Das Hauptaugenmerk der Autoren liegt auf der künftigen Entwicklung der Arbeitswelt unter den Vorzeichen eines Strukturwandels, der durch konsequente Maßnahmen der Dekarbonisierung vertieft und beschleunigt wird.

Blazejczak und Edler zeichnen ein differenziertes Bild der Kosten, Chancen und Unwägbarkeiten, die der ökologische Umbau der Industriegesellschaft mit sich bringt. Ihr wichtigstes Ergebnis: Die Beschäftigungsbilanz einer forcierten Klimapolitik fällt positiv aus. Die ökologische Wende wird per Saldo keine Jobs kosten; es werden vielmehr bis zu einigen Hunderttausend neue Arbeitsplätze entstehen. Das ist die gute Nachricht.

Ganz ohne Härten wird eine forcierte Klimapolitik nicht vonstattengehen. Drei Punkte sind besonders hervorzuheben: Erstens entstehen der Allgemeinheit durch forcierte Klimapolitik tatsächlich erhebliche Kosten. Sie werden verursacht durch zusätzliche Investitionen in die Infrastruktur. Die Folgekosten eines ungebremsten Klimawandels fielen jedoch erheblich höher aus. Zweitens kann eine Politik des forcierten Klimaschutzes den Trend zu prekärer Beschäftigung eher verstärken. Drittens erfordern die neuen Arbeitsplätze im Schnitt höhere Qualifikationen. In der Folge werden sich die Beschäftigungsmöglichkeiten für Geringqualifizierte weiter verschlechtern.

Die Energiewende ist machbar, technisch wie ökonomisch. Ehrgeizige Reduktionsziele werden Arbeitsplätze insgesamt nicht reduzieren, sondern – in bescheidenem Umfang – neue Stellen schaffen. Eine forcierte Klimaschutzpolitik wird den wirtschaftlichen Strukturwandel beschleunigen und die Arbeitswelt verändern. Wie dramatisch diese Veränderungen ausfallen werden und welche Kosten der Gesellschaft entstehen, hängt zu einem erheblichen Teil von der Wahl der klimapolitischen Instrumente ab. Der Gestaltungsspielraum ist enorm. Die

beiden Autoren bereiten mit ihrer Arbeit den Boden für die politischen Debatten, die über die Ausgestaltung einer forcierten Klimapolitik zu führen sind. Dafür möchten wir uns bei Jürgen Blazejczak und Dietmar Edler recht herzlich bedanken.

Berlin, Dezember 2011

Ralf Fücks  
*Vorstand der  
Heinrich-Böll-Stiftung*

Ute Brümmer  
*Referentin für  
Wirtschaft und Soziales*

## ABRISS

Zur Eindämmung des Klimawandels müssen die Treibhausgase in den Industriestaaten bis zur Mitte des Jahrhunderts drastisch reduziert werden. Damit ist eine Verstärkung des wirtschaftlichen Strukturwandels verbunden. Die vorliegende Studie trägt das Wissen über den klimapolitisch bedingten Strukturwandel von Wirtschaft und Arbeitswelt in Deutschland zusammen. Es zeigt sich, dass der Informationsstand darüber begrenzt ist. Zwar lassen sich Sektoren identifizieren, die in besonderem Maße entweder durch Vermeidungskosten belastet werden oder von zusätzlicher Nachfrage profitieren, aufgrund einer Vielzahl von komplexen Wirkungszusammenhängen sind aber die Beschäftigungseffekte nur mit großen Unsicherheiten abzugreifen: Aus bedeutenden Arbeitsplatzgewinnen und -verlusten einzelner Sektoren ergibt sich für die Gesamtwirtschaft ein eher geringer Nettobeschäftigungsgewinn. Der zusätzlich induzierte intersektorale Strukturwandel der Beschäftigung dürfte hinter den intrasektoralen Anpassungserfordernissen zurückbleiben. Die Qualifikationsanforderungen werden eher steigen, völlig neue Qualifikationen sind jedoch nicht erforderlich. Notwendige Zusatzqualifikationen können meist durch Fortbildung erworben werden. Die Zusammenhänge einer forcierten Klimaschutzpolitik mit weiteren Dimensionen der Arbeitsplatzqualität sind bisher nicht systematisch untersucht worden.

## KURZFASSUNG

Die vorliegende Studie trägt das Wissen über den durch eine forcierte Klimaschutzpolitik bedingten Strukturwandel von Wirtschaft und Arbeitswelt in Deutschland zusammen.

Die absehbaren Trends der Globalisierung, der technologischen und demographischen Entwicklung lösen weitgehende Strukturveränderungen der Wirtschaft aus.

Ob sich die Globalisierung im bisherigen Tempo fortsetzt, ist unsicher. Auch bei einer weniger dynamischen Internationalisierung ist in Deutschland mit einem verstärkten Bedarf an höherqualifizierten Arbeitskräften zu rechnen. Die verstärkte Einbindung von Schwellenländern in internationale Wertschöpfungsketten, verbunden mit einer Internationalisierung von Know-how kann die traditionellen Handelsvorteile von Industrieländern gefährden.

Für Deutschland stellt sich die Frage, ob die starke Exportorientierung seiner Wirtschaft auf der Basis niedriger Lohnstückkosten auf Dauer trägt. Eine solche Politik ist nicht ohne Gefahren und kann international auf Ablehnung stoßen.

Absehbare technologische Trends werden schon im nächsten Jahrzehnt in erheblichem Umfang zur Umstrukturierung der Produktion in den Industrieländern führen.

Bis 2050 wird in Deutschland die Bevölkerung kräftig zurückgehen; die Altersstruktur wird sich hin zu einem deutlich höheren Anteil von Älteren verschieben. Eine Konsequenz ist ein trotz steigender Erwerbsbeteiligung von Frauen und Älteren schrumpfendes Arbeitskräfteangebot. Auch die Haushaltsstruktur verändert sich: Haushalte werden kleiner und älter, aber ihre Zahl geht nicht zurück; damit sind veränderte Konsumausgaben verbunden. Der Bedarf an öffentlichen Investitionen bleibt aufgrund von Ersatz- sowie nicht demographisch begründetem Erweiterungs- und Nachholbedarf hoch.

Mit einer Re-Industrialisierung ist in Deutschland nicht zu rechnen. Auch wenn sich die industrielle Produktion – und hier insbesondere die des Maschinenbaus – dynamischer entwickelt als die Dienstleistungsproduktion, kann erwartet werden, dass bei der Beschäftigung das Gewicht der Dienstleistungssektoren weiter zunimmt.

Die Arbeitswelt ist durch einen Rückgang der Unterbeschäftigung und die Zunahme atypischer Beschäftigung geprägt.

Schon bis 2025 könnte die Unterbeschäftigung in Deutschland von 4,9 Mio. Personen in 2010 auf 1,9 Mio. Personen zurückgehen. Das hat Konsequenzen für die Lohnentwicklung und die Arbeitszeiten und kann Rationalisierungstendenzen verstärken. Die sektorale Beschäftigungsstruktur wird sich wie in der

Vergangenheit zulasten der Land- und Forstwirtschaft, der Industrie und der produktivitätsstarken Branchen des Dienstleistungssektors und zugunsten der übrigen Dienstleistungsbereiche, insbesondere für Unternehmen und für die Gesundheitspflege, verschieben.

Atypische Beschäftigungsformen, die vom Normalarbeitsverhältnis abweichen, haben in Deutschland an Bedeutung gewonnen. Teilzeitbeschäftigung und Niedriglohnbeschäftigung von Frauen spielen im europäischen Vergleich eine große Rolle. Da atypische Beschäftigung nach Wirtschaftssektoren ungleich verteilt ist, ist damit zu rechnen, dass sektoraler Strukturwandel Konsequenzen für Umfang und Struktur atypischer Beschäftigung hat.

Eine forcierte Klimaschutzpolitik löst zusätzlichen Strukturwandel in Wirtschaft und Arbeitswelt aus. Ausmaß und Form dieses Strukturwandels hängen nicht zuletzt von den grundsätzlichen Orientierungen der Klimapolitik ab.

Neben technologischen Lösungen können bei einer forcierten Klimaschutzpolitik Verhaltensänderungen eine Rolle spielen. Sie können durch Änderungen der relativen Preise infolge der Internalisierung externer Kosten ausgelöst werden oder auf Verzicht basieren. Das Emissionsreduzierungspotenzial durch Verhaltensänderungen – meist preisinduziert – ist eher begrenzt. Das Zustandekommen breit wirksamer Verzichtsstrategien ist wenig wahrscheinlich, jedoch könnten sie bedeutende Strukturwirkungen zeitigen.

Auch bei weitreichenden Vermeidungsanstrengungen werden Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel erforderlich sein. Durch Anpassung werden andere Sektoren belastet oder begünstigt als durch Vermeidung. Erstere konzentriert sich auf besonders verletzbare Sektoren. Dazu gehören die Land- und Forstwirtschaft und der Binnen-Tourismus. Begünstigt wird in erster Linie die Bauwirtschaft.

Die Wahl der klimapolitischen Instrumente hat nicht nur Einfluss auf die Höhe der Kosten des Klimaschutzes, sondern bestimmt auch mit, welche Sektoren in welchem Ausmaß belastet oder begünstigt werden. Im Hinblick auf die zeitliche Gestaltung von Klimaschutzmaßnahmen ist davon auszugehen, dass Verzögerungen per Saldo zu höheren Kosten führen.

Instrumente, die Anreize zur Generierung und Adaption von Innovationen schaffen, die in Zukunft eine kostengünstigere Vermeidung von Klimagasemissionen ermöglichen sollen, lösen nicht nur für sich genommen einen Strukturwandel aus, sondern können über Wettbewerbswirkungen auch indirekt den strukturellen Wandel breiter Bereiche der Wirtschaft mitbestimmen.

Instrumente wie Steuern oder versteigerte Zertifikate führen zu erheblichen Staatseinnahmen. Aus der Verwendung dieser Einnahmen können deutliche Strukturwirkungen resultieren.

In jüngerer Zeit ist in einer Reihe von Studien für Deutschland gezeigt worden, wie bis zum Jahr 2050 eine weitgehende Dekarbonisierung erreicht werden kann.

Der Ausbau erneuerbarer Energien spielt in Dekarbonisierungsszenarien eine zentrale Rolle. Das BMU-Leitszenario 2009 sieht den Anteil der erneuerbaren Energien am Endenergieverbrauch im Jahr 2050 bei 54% (84% Anteil am Bruttostromverbrauch).

Energieeffizienzsteigerungen spielen in allen Dekarbonisierungsstrategien eine zentrale Rolle und führen zu einem deutlichen Rückgang des Primärenergieverbrauchs bis zum Jahr 2050. Es besteht aber Unsicherheit, durch welche Instrumentierung diese deutliche Steigerung der Energieeffizienz erreicht werden kann.

Das Energiekonzept der Bundesregierung zielt auf eine Minderung von Treibhausgasemissionen von 80% im Jahr 2050. Es setzt auf einen weiteren kräftigen Ausbau der erneuerbaren Energien (mit Fokus auf Offshore-Wind) und auf eine deutliche Steigerung der Energieeffizienz (mit einer beabsichtigten Forcierung der energetischen Gebäudesanierung). Insgesamt werden neun Handlungsfelder benannt.

Ein umfassendes Reduktionsszenario – wie in einer von WWF Deutschland beauftragten Studie untersucht – umfasst einen breiten Maßnahmenkatalog, der in allen Bereichen der Wirtschaft Anpassungen anstößt. Übergeordnete Kernelemente der Strategie sind der dynamische Ausbau der erneuerbaren Energien sowie eine deutliche Steigerung der Energieeffizienz.

Dazu sind erhebliche Mehrinvestitionen notwendig. Sie erreichen im Jahr 2030 mit jährlich 30 Mrd. Euro ihr Maximum. Die größten Summen müssen in die energetische Gebäudesanierung investiert werden, andere wichtige Investitionsfelder sind die Elektromobilität und der Ausbau der Bahninfrastruktur sowie Energieeffizienzmaßnahmen in der Industrie.

Die wirtschaftlichen Wirkungen des Klimaschutzes werden durch die Impulse bestimmt, die von der Höhe und Struktur der Vermeidungskosten ausgehen. Schätzungen der Höhe der Vermeidungskosten basieren auf Verhaltensmodellen oder auf der Analyse technologischer Maßnahmen. Gegengerechnet sind jeweils Minderaufwendungen, etwa für fossile Energieträger.

Die Höhe der Netto-Vermeidungskosten zur Erreichung eines Konzentrationsziels von 500 bis 550 ppm in 2050 wird auf -3 bis +3% des Welt-BIP geschätzt mit einem Durchschnittswert von 1% (Stern Review). Die Spanne ergibt sich aufgrund von Unsicherheiten etwa bezüglich der erforderlichen Emissionsreduzierung, des technologischen Fortschritts, der zukünftigen Preise für fossile Energieträger, der anzuwendenden Diskontierungsraten und der Instrumentierung. Auch bei per Saldo kostensparenden Maßnahmen sind im Vorhinein hohe Investitionen erforderlich.

Die größten Belastungen durch Vermeidungsmaßnahmen betreffen die Sektoren mit hohen Treibhausgasemissionen. Hohe direkte Emissionen weisen vor allem die Elektrizitätserzeugung, die Landwirtschaft und einige Industriesektoren auf. Hohe indirekte Emissionen sind Gütergruppen wie Mineralölerzeugnissen sowie Erdöl und Erdgas zuzurechnen.

Im Detail hängt die Verteilung der Belastungen und Chancen von der Maßnahmengestaltung im Einzelnen ab. Bei den Beschäftigungswirkungen des Klimaschutzes ist zwischen Brutto- und Nettobeschäftigungswirkungen zu unterscheiden. Die Bruttobeschäftigungswirkungen beschreiben den direkten und indirekten Arbeitskräfteeinsatz für den Klimaschutz, hauptsächlich in Form der Produktion von Klimaschutzgütern. Die Nettobeschäftigungswirkungen berücksichtigen darüber hinaus positive und negative Folgewirkungen über eine Vielzahl von ökonomischen Wirkungsmechanismen.

Die Bruttobeschäftigungseffekte des Klimaschutzes sind erheblich. Allein durch den Ausbau der erneuerbaren Energien wird in Deutschland bis zum Jahr 2030 eine Bruttobeschäftigung von 500 bis 600 Tausend Beschäftigten erwartet (Ist: 340 Tausend im Jahr 2009). Auch der energetischen Gebäudesanierung wird ein hohes Bruttobeschäftigungspotenzial zugesprochen.

Die Nettobeschäftigungseffekte werden – neben der Produktion von Klimaschutzgütern – hauptsächlich durch Wirkungsmechanismen wie Multiplikator- und Akzeleratoreffekte und durch Verdrängungseffekte bestimmt. Außerdem spielen Auswirkungen auf die internationale Wettbewerbsfähigkeit eine bedeutende Rolle. Hierfür ist auch die zukünftige Entwicklung der internationalen Klimapolitik von Bedeutung. Entscheidend ist auch, ob ein ausreichendes Arbeitskräfte- und Arbeitszeitreservoir vorhanden ist.

Die Spanne der Schätzungen der Nettobeschäftigungseffekte ist erheblich. Darin spiegeln sich unterschiedliche Annahmen bezüglich der Impulse, aber auch Unsicherheiten über Wirkungsmechanismen. In der Tendenz wird von eher bescheidenen Nettobeschäftigungseffekten von 100 Tausend bis zu einigen 100 Tausend zusätzlichen Arbeitsplätzen ausgegangen.

Schon die klimaverträglichere Umstrukturierung der Wirtschaft bei unveränderter Produktion – z.B. die Substitution von Mineralöl durch Biokraftstoffe – führt per Saldo zu zusätzlicher Beschäftigung. Das erklärt sich durch unterschiedliche Vorleistungsstrukturen und Arbeitsproduktivitäten der positiv und negativ betroffenen Sektoren sowie durch die Verlagerung von Wertschöpfung ins Inland.

Eher geringe Netto- bei hohen Bruttobeschäftigungseffekten weisen auf einen durch Klimapolitik beschleunigten Strukturwandel hin. Dies wird durch Modellrechnungen bestätigt, die zeigen, dass die Unterschiede in den Wachstumsraten der Produktion der einzelnen Wirtschaftssektoren bei forcierter Klimaschutzpolitik größer werden. Allerdings ist der zusätzlich induzierte sektorale Strukturwandel gemessen an der Gesamtbeschäftigung und am durch andere Treiber ausgelösten Wandel eher gering.

Chancen ergeben sich vor allem für die Bauwirtschaft, den Fahrzeugbau, den Maschinenbau und die Elektrotechnik. Die Beschäftigung in der Land- und Forstwirtschaft dürfte aufgrund der erhöhten Biomassenachfrage eher zunehmen.

Von der Mindernachfrage nach fossilen Energieträgern ist unmittelbar hauptsächlich die Energiewirtschaft betroffen.

Im Detail hängt die Verteilung der Belastungen und Chancen von der Maßnahmengestaltung im Einzelnen ab.

Bei technischen Berufen und Facharbeiterqualifikationen bestehen in Deutschland weder aktuell Engpässe, noch sind sie in den kommenden 5 Jahren zu erwarten.

Mittelfristig (bis 2020/25) wird der Bedarf an gut qualifizierten Arbeitskräften deutlich steigen, während der Anteil der Arbeitsplätze ohne Berufsabschluss zurückgeht, verstärkt durch einen Trend zum «Upskilling» in allen Tätigkeitsgruppen. Die Qualifikationsstruktur des Arbeitskräfteangebots verschiebt sich zugunsten von Arbeitskräften mit Hochschulabschluss und zulasten von Arbeitskräften mit abgeschlossener Berufsausbildung, während der Anteil von Arbeitskräften ohne Berufsausbildung nur wenig zurückgeht. Flexibilitäten im Bildungssystem können in begrenztem Umfang zu einer Höherqualifizierung beitragen, allerdings nur mit deutlicher Verzögerung

Die Klimapolitik ist ein wichtiger Treiber zukünftiger Qualifikationsbedarfe, zunächst durch den sektoralen Strukturwandel, den sie auslöst. Aber auch innerhalb der Sektoren wird bei forcierter Klimaschutzpolitik mit höheren Qualifikationsanforderungen gerechnet. Allerdings entstehen auch Arbeitsplätze mit geringeren Qualifikationsanforderungen.

Auch bei einer forcierter Klimaschutzpolitik bleibt die Bedeutung spezifischer Qualifikationen begrenzt. Völlig neue Kompetenzen werden kaum erforderlich sein, aber branchenspezifische Ergänzungen im Rahmen klassischer Fachausbildungen, durch Fortbildungsmaßnahmen oder durch Erwerb im Arbeitsprozess.

Eine forcierter Klimaschutzpolitik schafft innovative, schnell wachsende Tätigkeitsfelder und verstärkt so die Bedeutung von Querschnittsqualifikationen.

Klimaschutzbezogene Kompetenzen – als Wissen, Fertigkeiten, Haltungen und Werte – werden einen Bestandteil nahezu aller Qualifikationsprofile ausmachen, sowohl in Form praktischer als auch prozessbezogener als auch strategischer Kompetenzen.

Eine forcierter Klimaschutzpolitik kann Einfluss auf die Qualität der Arbeitsplätze haben. Neben den Qualifikationsanforderungen unterscheiden sich auch der Einsatz atypischer Beschäftigungsformen, die Arbeitsplatzsicherheit und die Entlohnung nach Tätigkeitsfeldern und in den Wirtschaftsbereichen.

Es wird geschätzt, dass der intrasektorale Strukturwandel innerhalb der in üblicher Weise abgegrenzten Wirtschaftssektoren – gemessen etwa durch die Zahl der Arbeitsplatzwechsel – erheblich umfangreicher ist, als der sektorale Strukturwandel.

Ein starker intrasektoraler Strukturwandel ist in der Energiewirtschaft zu erwarten. Im Kern ist eine Dezentralisierung der Energiewirtschaft mit erheblichen Wirkungen auf den intrasektoralen Strukturwandel abzusehen.

Innerhalb des Verkehrssektors hätten Politiken, die den Individualverkehr zugunsten des öffentlichen Verkehrs dämpfen und die Verkehrsnachfrage zum



Schienenverkehr verschieben würden, einen erheblichen Strukturwandel der Beschäftigten zur Folge.

Maßnahmen zur Erleichterung des klimaschutzbedingten Strukturwandels sind in der vorliegenden Studie nicht untersucht worden. Es erscheint sinnvoll, neben spezifischen Anpassungsmaßnahmen die generellen Voraussetzungen für Strukturwandel auf den Güter- und Arbeitsmärkten zu verbessern. Dabei sollten als Ziele Dynamik und Sozialverträglichkeit gleichberechtigt nebeneinander stehen.

# 1 Hintergrund, Ziel, Vorgehensweise

Die Bedrohungen durch den Klimawandel stellen eine der zentralen ökologischen Herausforderungen dar. Die internationale Staatengemeinschaft hat sich darauf geeinigt, die Konzentration von Treibhausgasen auf einem Niveau zu stabilisieren, bei dem ein gefährlicher Klimawandel eingedämmt wird (UNFCCC 1997). Weitgehend ist akzeptiert, dass dazu der Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur gegenüber dem vorindustriellen Niveau auf 2°C begrenzt werden muss (UNFCCC 2010). Allerdings ist bei Fortsetzung bisheriger Trends ein Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur um bis zu 6°C bis zum Ende dieses Jahrhunderts nicht ausgeschlossen (IPCC 2007).

Eine wirkungsvolle Klimaschutzpolitik verlangt in den Industrieländern – neben Anpassungsmaßnahmen, die in dieser Studie nicht näher betrachtet werden sollen – die Reduzierung von Treibhausgasemissionen gegenüber den Werten von 1990 in der Größenordnung von mindestens 30% bis 2020 und von mindestens 80% bis 2050. Der Europäische Ministerrat hat im Jahr 2009 für die EU ein Reduktionsziel von 80-95% bis 2050 gegenüber 1990 angenommen (Council of the European Union 2009). Die Bundesrepublik Deutschland hat dieses Ziel übernommen (BMW, BMU 2010). Schon bis zum Jahr 2020 will Deutschland seine Treibhausgasemissionen um 40% bezogen auf das Basisjahr 1990 reduzieren, wenn die EU-Staaten einer Reduzierung der europäischen Emissionen um 30% im gleichen Zeitraum zustimmen.

Mit einer Reduzierung der Treibhausgasemissionen ist ein Strukturwandel der Wirtschaft verbunden. Der Strukturwandel, der sich aus der Klimapolitik ergibt, trifft dabei mit einem Strukturwandel zusammen, der aus anderen Treibern wie demographischen Entwicklungen, einer fortschreitenden Globalisierung, technologischen Umbrüchen und einem Wandel der Arbeitswelt resultiert.

Ziel der vorliegenden Studie ist es, das Wissen über den wirtschaftlichen Strukturwandel, der bei einer forcierten Klimaschutzpolitik in Deutschland zu erwarten ist, und seine Auswirkungen auf die Arbeitswelt im Zusammenwirken mit anderen strukturellen Veränderungen zusammenzutragen.

Eine vorausschauende Analyse dieses Strukturwandels ist unter zwei Gesichtspunkten von Bedeutung. Erstens ist sie die Voraussetzung für frühzeitige Anpassungsmaßnahmen, mit denen Friktionen vermieden werden können, die den Wandel verlangsamten und verteuern könnten. Zweitens ermöglichen sie

Maßnahmen zur Abfederung sozialer Härten und Ungleichheiten bei den vom Strukturwandel Betroffenen und tragen so zur sozial nachhaltigen Gestaltung der Klimaschutzpolitik bei. Die Untersuchung der Frage, wie solche Anpassungs- und Abfederungsmaßnahmen aussehen könnten, ist allerdings nicht Gegenstand dieser Studie.

Die Studie ist folgendermaßen gegliedert: Im Kapitel 2 werden die wichtigsten Treiber, die den Strukturwandel in Deutschland in den kommenden Jahren bestimmen werden, und ihre Konsequenzen für die Bedeutung der Wirtschaftssektoren und für die Arbeitswelt charakterisiert. Diese Tendenzen stellen den Rahmen dar, in dem sich der Strukturwandel vollzieht, der mit einer forcierten Klimaschutzpolitik verbunden ist, wie sie im Kapitel 3 dargestellt wird. Dabei wird zunächst gezeigt, dass ihre wirtschaftlichen Auswirkungen maßgeblich durch ihre grundsätzlichen Orientierungen bestimmt werden. Anschließend werden Szenarien dargestellt, die die Machbarkeit einer weitgehenden Reduktion von Klimagasemissionen belegen. Eine forcierte Klimaschutzpolitik ist mit Kosten verbunden, die die Wirtschaftssektoren in unterschiedlichem Ausmaß belasten. Das Spiegelbild dieser Kosten sind aber neue Absatzchancen, die ebenfalls über die Wirtschaftssektoren ungleich verteilt sind. Das 4. Kapitel zeigt die Kosten forciertem Klimaschutzpolitik und die Belastungen und Chancen, die sich daraus ergeben und in den Wirtschaftssektoren zu Mehr- oder Minderproduktion führen. Im 5. Kapitel werden die Folgewirkungen aufgezeigt, die sich daraus für die Beschäftigung und die Arbeitswelt ergeben. Dabei wird deutlich, dass diese Folgewirkungen sich in viel stärkerem Maße auf der Mikroebene vollziehen und auf gesamtwirtschaftlicher und selbst sektoraler Ebene nur in Umrissen zu erkennen sind.

# 2 Strukturwandel in Deutschland

Die Klimapolitik entfaltet ihre Auswirkungen auf Wirtschaft und Arbeitsmarkt in einem wirtschaftlichen Umfeld, das sich – geprägt durch welt- und binnenwirtschaftliche Einflussfaktoren – in ständigem Wandel befindet.

## 2.1 Treiber des Strukturwandels

Wesentliche Treiber des Strukturwandels von Wirtschaft und Arbeitswelt sind die Globalisierung, technologische Entwicklungen und demographische Trends.

### 2.1.1 Globalisierung

In den vergangenen Jahrzehnten haben sich die internationalen wirtschaftlichen Verflechtungen aufgrund des Wegfalls von Barrieren ständig verstärkt. Der internationale Handel mit Waren und Dienstleistungen ist dabei deutlich schneller gewachsen als die weltweite Wirtschaftsleistung; ein immer größerer Anteil der Produktion wird also in internationaler Arbeitsteilung erstellt. Noch viel schneller als die internationalen Güterströme haben die internationalen Kapitalströme expandiert. Auch bei den Arbeitskräften sind – allerdings differenzierte – Internationalisierungstendenzen zu erkennen; insbesondere ist eine erhöhte internationale Mobilität von Studenten und Wissenschaftlern festzustellen.

Die Globalisierung ist zunehmend durch internationale Wertschöpfungsketten geprägt, in jüngerer Zeit auch bei der Produktion von Dienstleistungen (OECD 2010a). Der Intrafirmenhandel von multinationalen Unternehmen spielt dabei eine bedeutende und zunehmende Rolle. Damit ist auch eine Internationalisierung der Generierung und Verbreitung von Wissen und Technologien verbunden.

Die Wirtschafts- und Finanzkrise der Jahre 2008 und 2009 hat – als Kehrseite der Globalisierung – eine erhöhte Anfälligkeit des globalen Wirtschaftssystems gezeigt, die zu einem drastischen Rückgang von internationalem Handel und Auslandsinvestitionen geführt hat (OECD 2010a).

Für Industrieländer wie Deutschland war die Globalisierung mit einem Wandel der Produktionsstruktur hin zu wissensintensiven Waren und Dienstleistungen und mit der Ausweitung der Spanne zwischen niedrigen und hohen Einkommen verbunden. Strittig ist, ob durch Standortverlagerungen per Saldo Arbeitsplätze verlorengegangen sind. Jedoch dürften die Spielräume nationaler Politik durch die erhöhte Mobilität von Kapital geringer geworden sein.

Für die Zukunft kann damit gerechnet werden, dass sich der drastische Rückgang der Transportkosten, der die Globalisierung wesentlich angetrieben hat, nicht in gleichem Maße fortsetzt. Das gilt insbesondere bei einer forcierten Klimaschutzpolitik, die mit steigenden Energiepreisen einhergeht. Dem stehen allerdings weiter sinkende Kommunikationskosten entgegen. Ein wesentlicher Impuls für die Globalisierung war in der Vergangenheit auch der Abbau von Handelshemmnissen. Noch ist nicht zu erkennen, ob sich das Tempo der Handels- und Finanzmarktliberalisierung nach der Finanz- und Wirtschaftskrise der Jahre 2008/2009 dauerhaft verlangsamen wird. Absehbar sind aber Tendenzen zu regionalen statt globalen Vereinbarungen zum Abbau von Handelshemmnissen.

Unabhängig vom zukünftigen Tempo der Globalisierung wird sich das Muster der internationalen Arbeitsteilung aber aufgrund der zunehmenden Einbindung der Schwellenländer in die internationale Arbeitsteilung und dabei vor allem auch in internationale Wertschöpfungsketten erheblich verändern (OECD 2010b).<sup>1</sup> In der Konsequenz werden Schwellenländer schneller und in größerem Umfang als bisher Zugang zu fortgeschrittenen Technologien erlangen. Für die Industrieländer stellt sich dann die Frage, wie sie sich Handelsvorteile, die bisher hauptsächlich auf wissensintensiver Produktion beruhen, sichern können.

Die deutsche Volkswirtschaft ist im internationalen Vergleich durch eine besonders hohe und wachsende Exportorientierung gekennzeichnet, die Exportquote nahm von 24% im Jahr 1995 auf 47% im Jahr 2008 zu.<sup>2</sup> Die Importe wuchsen ebenfalls, aber weniger dynamisch, so dass der Leistungsbilanzüberschuss auf 8% im Jahr 2008 zunahm. Besonders hohe Überschüsse bestehen gegenüber Ländern im Euroraum, die mit einer Lohnstückkosten bedingten Zunahme der preislichen internationalen Wettbewerbsfähigkeit bei konstanten Wechselkursen erklärt werden können. Die Nachhaltigkeit und die dauerhafte ökonomische Vorteilhaftigkeit eines exportgetriebenen Wachstumsmodells werden angezweifelt.<sup>3</sup> Auch in der internationalen wirtschaftspolitischen Diskussion wird auf die Probleme großer Ungleichgewichte im Außenhandel hingewiesen.

### 2.1.2 Technologie

Die Metapher der «schöpferischen Zerstörung» (Schumpeter) weist auf den engen Zusammenhang von Innovationen und damit auch von technologischen Entwicklungen mit dem Strukturwandel hin. Weltweit gibt es eine Vielzahl von Initiativen zur Vorausschau auf zukünftige Technologien. Dabei fokussieren aktuelle Studien auf die Themen Energie, Nachhaltigkeit und Umwelt sowie

- 1 Für Umwelt- und Klimaschutzgüter zeigen das Blazejczak, Edler 2008. Siehe auch Blazejczak, Braun, Edler 2009.
- 2 Vgl. Joebges 2010. Im Gefolge der globalen Finanz- und Wirtschaftskrise nahm die Exportquote zwischenzeitlich ab, derzeit ist in Deutschland wiederum eine starke Exportdynamik zu beobachten.
- 3 Vgl. Joebges, Schmalzbauer, Zwiener 2009.

Gesundheit und Ernährung (Holtmannspötter u.a. 2010). In Deutschland hat das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) einen «Technology-Foresight»-Prozess zur Identifikation zukünftiger Technologien und Forschungsfelder initiiert (ISI, IAO 2009). Auf der Basis der Beschreibung von Zukunftsthemen in etablierten Zukunftsfeldern wie Produktion, Umwelt, I&K usw. wurden dabei auch 7 Zukunftsfelder neuen Zuschnitts identifiziert, von denen bedeutende Ausstrahleffekte auf andere Zukunftsthemen erwartet werden, die die wirtschaftliche Entwicklung fördern, die Umwelt entlasten und die Lebensqualität verbessern können: Mensch-Technik-Kooperation, Das Altern entschlüsseln, Zukunftsfähige Lebensräume, Produzieren/Konsumieren 2.0, Transdisziplinäre Modelle und Multiskalensimulation, Zeitforschung und Zukunftsfähige Energielösungen.

Häufig werden in prospektiven Technologiestudien auch sozioökonomische Aspekte behandelt.<sup>4</sup> Informationen über die Art des technologieinduzierten Strukturwandels können jedoch schon deswegen kaum abgeleitet werden, weil die Studien stärker auf die Generierung von Technologien als auf deren Diffusion ausgerichtet sind. Deutlich wird jedoch, dass das aufgrund technologischer Entwicklungen zu erwartende Ausmaß an Strukturwandel erheblich sein wird.

Eine Studie, die die Technologietrends bis 2020 analysiert, ermittelt ein davon ausgehendes Umstrukturierungspotenzial von 15% der europäischen und US-Produktion (McKinsey 2008).<sup>5</sup> Zu den durch technologische Entwicklungen angestoßenen Umwälzungen gehören etwa neue Geschäftsmodelle auf der Basis der Nutzung von Informationen und Produktentwicklungen in unternehmensübergreifenden Netzwerken oder in Interaktion mit Konsumenten. Zu den am stärksten betroffenen Branchen gehören die Automobilindustrie, Hightech-Industrien, der Handel und der Medien- und Unterhaltungssektor.

### 2.1.3 Demographie

Für Deutschland sind in den nächsten Jahrzehnten demographische Veränderungen absehbar, die einschneidende Konsequenzen in vielen Bereichen haben werden. Die Bevölkerung im erwerbsfähigen Alter wird sich verringern und sie wird älter werden, dadurch ist mit Anpassungsreaktionen bei der Erwerbsbeteiligung und der Arbeitszeit zu rechnen. Veränderungen des Bevölkerungsniveaus und der Struktur zusammen mit der Tendenz zu kleineren und älteren Haushalten werden die Konsummuster und den Bedarf an Infrastruktur verändern. Darüber hinaus wird es zu Belastungen der sozialen Sicherungssysteme kommen, die hier allerdings nicht näher betrachtet werden. Ausgeblendet bleiben hier auch regionale Strukturveränderungen.<sup>6</sup>

4 Holtmannspötter u.a. 2010 machen bei ihrem Vergleich internationaler Technologieprognosen die Behandlung sozioökonomischer Aspekte zu einem Auswahlkriterium.

5 Die genannte Studie berücksichtigt im Wesentlichen nur das oben genannte Zukunftsfeld Produzieren/Konsumieren 2.0.

6 Siehe dazu BBR 2008 und BBSR 2010.

Vom Statistischen Bundesamt liegt für Deutschland die 12. koordinierte Bevölkerungsvorausberechnung vor (StaBuA 2009). Sie stellt in 12 Varianten sowie zusätzlichen Modellrechnungen, die sich nach ihren Annahmen über Geburtenhäufigkeit, Lebenserwartung und Wanderungssaldo unterscheiden, mögliche Entwicklungen von Bevölkerungsniveau und -struktur bis zum Jahr 2060 dar. Nach einer mittleren Variante wird die Bevölkerung von rund 82 Millionen im Jahr 2008 bis 2060 auf gut 70 («Obergrenze» – Wanderungssaldo 200.000 Personen pro Jahr) bis 64,7 Millionen («Untergrenze» – Wanderungssaldo 100.000 Personen pro Jahr) zurückgehen, das sind 85,5 bzw. 78,8% des Niveaus von 2008. Dabei beschleunigt sich der Bevölkerungsrückgang im Laufe der Zeit. In den Jahren von 2010 bis 2030 beträgt er 4,2 Millionen, von 2030 bis 2060 12,7 Millionen («Untergrenze»). Noch dramatischer erscheint die zu erwartende Veränderung der Altersstruktur der Bevölkerung. Gegenwärtig kann für die über 45-Jährigen noch von einer – wenn auch besonders steilen – Bevölkerungspyramide die Rede sein, während die Darstellung der Altersstruktur für die Jüngeren schon einer umgekehrten Pyramide gleicht. Im Jahr 2060 wird sie eher einer Säule gleichen, die für die unter 70-Jährigen immer schlanker wird und nur für die noch Älteren die Pyramidenform zeigt.

Besonders bedeutend für das Niveau und noch mehr für die Struktur der zukünftigen Bevölkerung und zudem besonders unsicher sind die Wanderungen. In den Jahren 2008 und 2009 war der Saldo der Außenwanderungen mit 56.000 Personen bzw. 13.000 Personen negativ (StaBuA 2010 und 2010a). Bei den erhöhten Fortzügen dieser Jahre dürften allerdings Melderegisterbereinigungen der Kommunen im Zuge der Einführung der Steueridentifikationsnummer eine Rolle spielen (StaBuA 2010 und 2011). Für 2010 schätzt das Statistische Bundesamt einen Zuwanderungsüberschuss aus dem Ausland von 80.000 bis 100.000 Personen (StaBuA 2011). Seit dem Jahr 2005 ist der Saldo der Außenwanderungen durch Netto-Fortzüge von Deutschen geprägt; sie sind bis zum Jahr 2008 auf rund 66.000 Personen angestiegen, im Jahr 2009 aber wieder auf 40.000 Personen zurückgegangen (StaBuA 2010a und Liebau, Schupp 2010). Nach den Befragungsergebnissen des Sozioökonomischen Panels (SOEP) waren 1998 etwa ein Viertel der Deutschen und 43% der in Deutschland lebenden Ausländer auswanderungsbereit (Liebau, Schupp 2010). Allerdings setzte von den Deutschen nur ein kleiner Teil (4%) diese Absicht um, bei den Ausländern waren es 30%. Bei den auswanderungswilligen Deutschen sind Hochqualifizierte überproportional vertreten, allerdings streben sie häufiger einen nur zeitweiligen Auslandsaufenthalt an.

Bei der Bevölkerungsvorausschätzung des Statistischen Bundesamtes ergibt sich aus der Annahme eines Wanderungssaldos von 200.000 Personen pro Jahr ab 2020 anstelle von 100.000 Personen pro Jahr ab 2014 im Jahr 2060 eine um fast 5,5 Millionen höhere Bevölkerung; bei einem Wanderungssaldo von Null wäre sie mit rund 58,2 Millionen um 6,5 Millionen niedriger. Das DIW schätzt, dass bei einem Wiederanstieg des Wanderungssaldos auf das langfristige Mittel von

200.000 Personen jährlich die Einwohnerzahl bis 2050 nur moderat auf rund 76 Millionen zurückgehen würde (Schulz, Hannemann 2007).

Niveau und Struktur der Bevölkerung bestimmen das Arbeitskräfteangebot. In der mittleren Variante–Untergrenze der Bevölkerungsvorausschätzung des Statistischen Bundesamtes wird die Bevölkerung im Erwerbsalter von 20 bis 65 Jahren von 50 Millionen im Jahr 2008 um ein Drittel auf 33 Millionen im Jahr 2060 zurückgehen. Unter Berücksichtigung der Altersstruktur und des alters- und geschlechtsspezifischen Erwerbsverhaltens<sup>7</sup> wird das Arbeitskräfteangebot (Erwerbbspersonenpotenzial) nach Schätzung des IAB (2005a) ohne Netto-Zuwanderungen von Ausländern bei unveränderter Erwerbsbeteiligung von rund 45 Millionen im Jahr 2004 bis zum Jahr 2050 auf rund 26 Millionen zurückgehen.<sup>8</sup> Selbst bei einem Zuwanderungssaldo von 200.000 Personen pro Jahr wäre bis 2050 immer noch mit einem Rückgang des Erwerbbspersonenpotenzials auf gut 35 Millionen zu rechnen. Der Effekt, der von einer höheren Erwerbsbeteiligung der Älteren – nicht zuletzt aufgrund der Erhöhung des Renteneintrittsalters auf 67 Jahre – und der Frauen zu erwarten ist, erscheint mit 1,6 Millionen im Jahr 2025 gegenüber dem zu erwartenden Rückgang gering (IAB 2010; siehe auch IAB 2006).

Trotz des Bevölkerungsrückgangs könnte die Zahl der Haushalte im Jahr 2050 mit rund 39 Millionen um 100.000 über dem heutigen Niveau liegen<sup>9</sup> (Buslei u.a. 2007). Der Grund dafür ist der fortgesetzte Trend zu kleineren Haushalten. Im Jahr 2050 werden im Durchschnitt weniger als 2 Personen in einem Haushalt leben; das bedeutet, dass die Haushalte von Alleinlebenden und Paaren ohne Kinder im Anteil stark zunehmen werden. Gleichzeitig werden die Bezugspersonen der Haushalte im Durchschnitt älter; der Anteil der Haushalte mit einer Bezugsperson im Alter von über 75 Jahren wird sich mehr als verdoppeln.

Die demographische Entwicklung wirkt sich für sich genommen dämpfend auf die Höhe der Konsumausgaben aus. Der Rückgang betrifft alle Gütergruppen mit Ausnahme der Gesundheitspflege. Allerdings ist der Rückgang unterschiedlich stark, so dass die Veränderung der Konsumstruktur moderat ausfällt. Dabei nehmen die Ausgabenanteile für Wohnen und Energie neben denen für Gesundheitspflege zu. Von größerer Bedeutung für Niveau und Struktur des zukünftigen Konsums sind allerdings der Anstieg der Einkommen in Verbindung mit unterschiedlichen Einkommenselastizitäten der Gütergruppen und der Kohorteneffekt, der erfasst, dass Personen, die zu unterschiedlichen Geburtsjahrgängen gehören, ein unterschiedliches Konsumverhalten aufweisen. Insgesamt wird mit zunehmenden Ausgaben insbesondere für Gesundheitspflege und Freizeit

---

7 Außerdem wird das Erwerbsverhalten von Ost- und Westdeutschen und von Ausländern differenziert berücksichtigt. Der Familienstand der Frauen wird aufgrund beschränkter Datenverfügbarkeit nur indirekt als zusätzliche Erklärungsgröße berücksichtigt (IAB 2005a).

8 Die dieser Projektion zugrunde liegende Vorausschätzung der Erwerbsbevölkerung findet sich in IAB 2005b.

9 Dabei wird von einer Bevölkerung von 76,4 Millionen im Jahr 2050 ausgegangen.



gerechnet sowie mit abnehmenden Ausgaben insbesondere für Nahrung und Bekleidung.

Auch für Höhe und Struktur der öffentlichen Nachfrage, insbesondere der Investitionen der Gebietskörperschaften, dürften die Entwicklungen von Bevölkerung und Haushalten neben dem Wirtschaftswachstum von Bedeutung sein. Für den kommunalen Investitionsbedarf im Zeitraum von 2006 bis 2020, der mit rund 700 Mrd. Euro in Preisen des Jahres 2000 beziffert wird, spielt die demographische Entwicklung eine nur untergeordnete Rolle, zum einen weil sich in diesem Zeitraum die Bevölkerung nur wenig verändert, zum anderen weil sich der größte Teil des Bedarfs (rund 70%) aus der Notwendigkeit zum Ersatz nicht mehr tauglicher Bauten und Ausrüstungen oder zum Abbau von Investitionsrückständen ergibt (Reidenbach u.a. 2008). Soweit demographische Veränderungen einen Rückbau begründen, erhöhen sie zunächst sogar den Bedarf an kommunalen Investitionen.

## 2.2 Sektoraler Strukturwandel

Von 1991 bis zum Jahr 2002 ist der Anteil des verarbeitenden Gewerbes an der Bruttowertschöpfung kontinuierlich gesunken (von 27,5% auf 22,4%), spiegelbildlich dazu stieg der Anteil des Dienstleistungssektors (StaBuA 2010c). Im darauffolgenden Zeitraum bis 2007 stieg der Anteil des verarbeitenden Gewerbes auf 23,8% an. Daran knüpften sich Überlegungen über eine mögliche Re-Industrialisierung der deutschen Wirtschaft (Grömling, Lichtblau 2006). Im Zuge der Finanz- und Wirtschaftskrise ist der Wertschöpfungsanteil des verarbeitenden Gewerbes bis 2009 allerdings deutlich auf 19,1% zurückgegangen.

Längerfristig ist aufgrund der oben skizzierten Entwicklungen in den Bereichen Internationalisierung, Technologie und Demographie mit einer Fortsetzung des Prozesses der De-Industrialisierung zu rechnen. Zwar ist die größte Wachstumsdynamik der Produktion in der Industrie zu erwarten, dies ist aber mit einer weiter abnehmenden Fertigungstiefe verbunden, so dass die Wertschöpfung am stärksten in den Dienstleistungsbereichen zunehmen wird. Bis 2020 könnte der Anteil der Dienstleistungssektoren an der Bruttowertschöpfung zulasten der Anteile des primären Sektors und der Industrie von knapp 70% auf 72% ansteigen (GEFRA, GWS, IAB 2010). In Bezug auf die Beschäftigung wird die Tendenz zu einem größeren Anteil des Dienstleistungssektors durch arbeitssparenden technischen Fortschritt im verarbeitenden Gewerbe verstärkt. Dessen Beschäftigtenanteil könnte im Jahr 2020 in einer Größenordnung von 76% liegen; im Jahr 2002 waren es rund 70% (Blazejczak, Gornig, Schulz 2008). Allerdings schlägt sich in der statistisch gemessenen Zunahme der Beschäftigung im Dienstleistungssektor auch die dort verbuchte Verleihung von Arbeitskräften nieder, die zu einem erheblichen Anteil in der Industrie tätig sind.

Die chemische Industrie, der Maschinenbau, der Fahrzeugbau und die elektrotechnische Industrie sind die Kernbereiche des verarbeitenden Gewerbes. Zusammen kamen sie 2008 für 56,2% der Wertschöpfung des verarbeitenden

Gewerbes auf. Es wird erwartet, dass der Anteil des Maschinenbaus als «Schlüsselindustrie» der deutschen Volkswirtschaft seinen Anteil bis zum Jahr 2020 noch steigern wird, während die Anteile der übrigen genannten Sektoren stagnieren oder – im Fall der chemischen Industrie – zurückgehen (GEFRA, GWS, IAB 2010).

### 2.3 Strukturwandel der Arbeitswelt

Globalisierungstendenzen, technologische Entwicklungen und demographische Veränderungen führen zu einem Wandel der Arbeitswelt, auf den die Wirkungen einer forcierten Klimaschutzpolitik sozusagen «aufsetzen».

Zum Tragen kommen viele dieser Faktoren in der Arbeitsmarktbilanz. Das Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB 2010) rechnet damit, dass die Unterbeschäftigung von 4,8 Millionen Personen im Jahr 2010 bereits im Jahr 2025 auf 1,4 Millionen zurückgeht. Das ergibt sich bei nur wenig veränderter Beschäftigung aus dem Rückgang des Erwerbspersonenpotenzials von 44,7 auf 41,1 Millionen Personen. Die Erwerbstätigenquote steigt dabei von 77,3 auf 86,5% an. Durch die zunehmende Anspannung auf dem Arbeitsmarkt kommt es zu Veränderungen in der Arbeitswelt: die Löhne steigen stärker an (es werden Reallohnsteigerungen um rund 1,5% pro Jahr angenommen), die durchschnittliche Arbeitszeit wird ausgeweitet und die Unternehmen streben womöglich eine weniger beschäftigungsintensive Produktion an.

Gleichzeitig ändert sich die sektorale Beschäftigungsstruktur; dabei setzen sich die Trends der Vergangenheit fort. Abnehmende Beschäftigungsanteile werden für die Land- und Forstwirtschaft (um 0,5 Prozentpunkte), das verarbeitende Gewerbe (2,3 Prozentpunkte) und die produktivitätsstarken Branchen des Dienstleistungsbereichs wie das Kredit- und Versicherungsgewerbe, den Verkehr, die Nachrichtenübermittlung, den Handel und das Kfz-Gewerbe sowie den öffentlichen Bereich erwartet. Mit Anteilsgewinnen an der Beschäftigung wird für die unternehmensbezogenen Dienstleistungen einschließlich der Zeitarbeitsbranche (4 Prozentpunkte) und für Gesundheits- und Sozialdienstleistungen (1,6 Prozentpunkte) gerechnet.

Im vergangenen Jahrzehnt haben sich atypische Beschäftigungsformen ausgebreitet, die nicht dem sogenannten Normalarbeitsverhältnis mit unbefristeter Vollzeitarbeit entsprechen, häufig nicht tarifvertraglich geregelt sind und arbeitsrechtlich und sozial weniger gut geschützt sind. Dazu gehören befristete und Zeitarbeits-(Arbeitnehmerüberlassungs-)beschäftigungsverhältnisse, Minijobs, quasi-selbständige Tätigkeiten und geringfügig entlohnte Beschäftigung.

Der Anteil befristeter Beschäftigungsverhältnisse (an allen abhängig Beschäftigten) betrug im Jahr 2008 in Deutschland ca. 15% und lag damit etwas höher als im europäischen Durchschnitt (14%); gegenüber dem Jahr 2001 hat er um 2,3 Prozentpunkte zugenommen (Eichhorst, Marx, Thode 2010). Allerdings machen Auszubildende einen großen Teil der befristet Beschäftigten aus: ohne diese

Gruppe beträgt der Anteil 6,3% (gegenüber 11,1% in Europa); aber auch hier ist ein Anstieg festzustellen (um 1,9 Prozentpunkte gegenüber 2001).

Im Jahr 2007 waren in Deutschland (gemessen in Vollzeitäquivalenten) 1,6% der Arbeitnehmer in Zeitarbeit tätig; gegenüber dem Jahr 2000 ist dieser Anteil um 0,8 Prozentpunkte angestiegen (Eichhorst, Marx, Thode 2010). Im europäischen Vergleich nimmt Deutschland damit eine mittlere Position ein. Auch der Anteil der Selbständigen (außerhalb der Landwirtschaft) ist in Deutschland von 2001 bis 2008 um 1,2 Prozentpunkte auf 5,5% gestiegen; die Zuwächse sind vor allem in Dienstleistungsbereichen außerhalb der etablierten freien Berufe zu verzeichnen.

Vor allem Frauen arbeiten häufig in Teilzeitarbeitsverhältnissen; im Jahr 2007 betrug die Teilzeitquote der Frauen in Westdeutschland 53,3% und in Ostdeutschland 43,5%; bei den Männern betrugen die entsprechenden Anteile gut 16 bzw. 19% (IAB 2009). In der hohen Teilzeitquote der Frauen liegen erhebliche Potenziale zur Ausweitung des Arbeitskräfteangebots. Teilzeitarbeit ist nicht notwendigerweise eine prekäre Beschäftigungsform, bei geringer Stundenzahl und niedriger Entlohnung liegt eine solche Vermutung aber nahe, und ebenso, wenn ein Zweitjob ausgeübt wird. In Deutschland betrifft das im Jahr 2008 2,7% der Beschäftigten, gegenüber 2001 ist dieser Anteil um 1,3 Prozentpunkte angestiegen.

Seit Anfang der 1990er-Jahre ist in Deutschland die Niedriglohnbeschäftigung<sup>10</sup> stark angestiegen; sie betrug 2005 17,5% gegenüber 12,9% im Jahr 2000. Frauen sind von Niedriglohnbeschäftigung fast 3,5-mal so stark betroffen wie Männer (Eichhorst, Marx, Thode 2010). Niedriglohnbeschäftigung findet sich vor allem in personenbezogenen Dienstleistungsbereichen wie dem Gastgewerbe und der Gebäudereinigung, aber auch im Transportwesen.

Ebenso wie bei der Niedriglohnbeschäftigung findet sich bei den verschiedenen atypischen Beschäftigungsformen ein ausgeprägtes sektorales Muster. So variiert der Anteil der befristeten Beschäftigungsverhältnisse zwischen 12% im Bereich Erziehung, Gesundheit, Kultur, Verbände und jeweils 4% im produzierenden Gewerbe sowie bei Handel und Verkehr. Der Anteil der Minijobs ist bei den personenbezogenen Dienstleistungen mit 26% am höchsten und mit 3% in der öffentlichen Verwaltung und 6% im produzierenden Gewerbe am niedrigsten.

---

**10** Entlohnung unter 2/3 des Medianlohns. Der Medianlohn belief sich Ende 2009 nach Berechnungen der Bundesagentur für Arbeit auf 2.676 Euro brutto.

# 3 Klimapolitik-Szenarien

In mehreren Studien ist in jüngerer Zeit dargelegt worden, dass in Deutschland eine Reduzierung der Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2050 gegenüber dem Wert von 1990 in der Größenordnung von 80% oder mehr technisch, organisatorisch und wirtschaftlich realisierbar ist. In ihren makroökonomischen Dimensionen unterscheiden sich diese Szenarien nur wenig. Je kleinteiliger aber der damit verbundene Strukturwandel betrachtet werden soll, desto mehr kommt es auf die Ausgestaltung im Einzelnen an. Das gilt nicht nur für die Bedeutung, die einzelnen Sektoren und Handlungsbereichen zugewiesen wird, sondern auch für die grundsätzlichen Orientierungen bei der Implementierung der Klimapolitik.

## 3.1 Orientierungen der Klimapolitik

Eine forcierte Klimaschutzpolitik kann in verschiedenen Dimensionen unterschiedlich orientiert werden. Diese Orientierungen bestimmen die Höhe und Struktur der Kostenbelastungen durch Klimaschutzmaßnahmen und damit schließlich auch die negativen und positiven Auswirkungen auf Wirtschaft und Arbeitsmarkt.

### 3.1.1 Technologische Lösungen vs. Verhaltensänderungen

Die möglichen Strategien zur Verringerung der Klimagasemissionen lassen sich schematisch anhand der Kohlenstoffemissionen des Energiesystems verdeutlichen. Diese ergeben sich aus der Kohlenstoffintensität des Energieverbrauchs, der Energieintensität der Wirtschaftsaktivität und dem Niveau der Wirtschaftsaktivität. Die Reduzierung der Kohlenstoffintensität und der Energieintensität verlangt in der Regel technologische Lösungen, während die Dämpfung wirtschaftlicher Aktivitäten mit hoher Energie- und Kohlenstoffintensität meist Verhaltensänderungen verlangt. Soweit diese durch die Internalisierung bislang externer Kosten hervorgerufen werden, werden sie aus ökonomischer Sicht als wohlfahrtssteigernd betrachtet. Verhaltensänderungen unter Inkaufnahme von Nutzen- oder Komforteinbußen hingegen – häufig als Suffizienzstrategien bezeichnet – werden kontrovers gesehen. Insbesondere wird bezweifelt, dass sie «freiwillig» in großem Maße zustande kommen.

McKinsey (2009 S. 29) schätzt, dass im Jahr 2030 durch Verhaltensänderungen weltweit Emissionen von 3,5 bis 5 GtCO<sub>2</sub>e (Gigatonnen CO<sub>2</sub>-Äquiva-

lent) vermieden werden könnten.<sup>11</sup> Das sind weniger als 10% des gesamten Vermeidungspotenzials. Die größten Potenziale werden mit 1,5 Gt im Gebäudereich gesehen, z.B. durch eine Absenkung von Raumtemperaturen, verringerte Wohn- und Büroflächenansprüche und einen bewussteren Umgang mit Beleuchtung und Geräten.<sup>12</sup> Weitere Möglichkeiten gibt es etwa durch Vermeidung von Fahrten, den Umstieg auf öffentlichen Verkehr oder kleinere Fahrzeuge und verringerten Konsum von Fleisch. Verhaltensänderungen haben zusätzlich indirekte Auswirkungen; so werden durch die Wahl kleinerer Fahrzeuge auch die Emissionen der Eisen- und Stahlindustrie verringert.

Kontrovers wird auch die Frage diskutiert, ob und wie mit den Wachstums- einbußen umgegangen werden kann, mit denen bei weitgehenden Lebensstil- änderungen im Zuge von Verzichtsstrategien zu rechnen wäre. In diesen Diskussi- onen geht es unter anderem um die Frage, wie Verteilungsaueinandersetzungen gelöst und wie Unterentwicklung beseitigt werden können. Für die Arbeitswelt hätten Verzichtsstrategien sehr weitreichende Wirkungen, die aber in der vorlie- genden Studie nicht weiter untersucht werden.

### 3.1.2 Anpassung vs. Vermeidung

Auch wenn es gelingt, die weltweiten Klimagasemissionen schnell und drastisch zu reduzieren, ist aufgrund der langen Wirkungsverzögerungen im Klimasystem ein gewisses Ausmaß des Klimawandels unvermeidlich. Es ist deswegen sinnvoll, Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel zu planen. Auf europäischer und auf nationaler Ebene sind dazu Initiativen ergriffen worden (EC 2009, Bundesregie- rung 2008). Sowohl die Europäische Kommission als auch die Bundesregie- rung betonen dabei die Bedeutung von Vermeidungsmaßnahmen.

Der wissenschaftliche Beirat beim Bundesministerium der Finanzen (2010) plädiert dafür, Anpassungsmaßnahmen einen größeren Stellenwert als bisher einzuräumen. Dabei spricht er sich nicht gegen Vermeidungsmaßnahmen aus, wendet sich aber gegen nationale Alleingänge bei der Emissionsvermeidung. Er argumentiert, dass bei Anpassungsmaßnahmen anders als bei Vermeidungs- maßnahmen eine schwierige internationale Koordination erforderlich sei, weil bei ersteren im Gegensatz zu letzteren Nutznießer und Kostenträger tendenziell zusammenfallen. Anpassungsmaßnahmen könnten sogar die Chancen für ein Zustandekommen internationaler Klimaschutzabkommen verbessern. Schließlich könnte eine Anpassungsstrategie bei Unsicherheit über den Klimawandel die Notwendigkeit verringern, aus Vorsicht schnell weitgehende und damit teure Vermeidungsmaßnahmen zu ergreifen.

---

**11** Es wird in der Studie darauf hingewiesen, dass diese Schätzungen mit besonders hoher Unsicherheit verbunden sind und dass die Nennung von Beispielen keine Aussage über deren Wünschbarkeit impliziert.

**12** Überwiegend dürften die genannten Beispiele für Verhaltensänderungen am ehesten als Ergebnisse von veränderten Anreizen aufgrund der Internalisierung externer Kosten des Energieverbrauchs, z.B. durch Energiesteuern, zu erwarten sein.

Anpassungsmaßnahmen sind darauf gerichtet, die Verletzbarkeit natürlicher, gesellschaftlicher und ökonomischer Systeme durch den Klimawandel zu mindern. Damit sind wirtschaftliche Belastungen und Chancen verbunden. Dadurch ausgelöste Struktureffekte für Wirtschaft und Arbeitswelt sind bislang nicht systematisch untersucht worden. Als besonders verletzlich gelten die Land-, Forst- und Fischereiwirtschaft, der Tourismus, die Versicherungswirtschaft sowie die Energie- und Wasserwirtschaft, daneben bestehen Risiken und Anpassungsbedarfe auch für andere Wirtschaftszweige wie das produzierende Gewerbe, den Verkehr und das Gesundheitswesen. Absatzchancen durch Anpassungsmaßnahmen dürften sich hauptsächlich für die Bauwirtschaft und daneben für die Anlagentechnik sowie für die Vorleistungslieferanten dieser Sektoren bieten.

### 3.1.3 Instrumentierung

Die Wahl der Instrumente zur Erreichung weitgehender Emissionsreduzierungen beeinflusst die Höhe und Struktur der Kosten und damit die wirtschaftlichen Impulse und die Strukturwirkungen, die davon ausgehen. Die ökonomischen Kriterien, unter denen der Einsatz verschiedener Instrumente zu beurteilen ist, umfassen vor allem ihre Eignung zur Erreichung von Kosteneffizienz und zur Erzielung von Innovationswirkungen. Unter politökonomischen Aspekten spielen darüber hinaus die Möglichkeiten eine Rolle, die sie zur Implementierung und zur internationalen Koordination bieten. Da kein einzelnes Instrument unter allen Gesichtspunkten überlegen ist, liegt es nahe, eine Kombination von Instrumenten anzuwenden (OECD 2011; siehe auch Blazejczak u.a. 2000). Dagegen stehen Bedenken, dass bei Regulierungsüberlagerungen einzelne Instrumente wenig wirksam und kostspielig sein können (Böhringer 2010).

Instrumente wie Steuern oder versteigerte Zertifikate können erhebliche Staatseinnahmen generieren. Die Verwendung dieser Einnahmen, das «Revenue Recycling», kann neben den Einkommensverteilungs- auch die Beschäftigungswirkungen der Klimapolitik nach Höhe und Struktur beeinflussen (OECD 2011a; OECD 2010). Besonders hohe Beschäftigungseffekte in arbeitsintensiven Wirtschaftssektoren werden etwa von einer Verwendung zur Verringerung der Lohnnebenkosten erwartet. Eine gezielte Verwendung zur Förderung von Klimaschutztechnologien z.B. verstärkt den Strukturwandel zu den Herstellersektoren dieser Technologien.

#### 3.1.3.1 Kosteneffizienz

Kosteneffizienz bezeichnet das Prinzip, ein vorgegebenes Ziel mit den geringsten Kosten zu erreichen. Im Zusammenhang mit der Klimagasemissionsvermeidung läuft es darauf hinaus, die Maßnahmen mit den geringsten Vermeidungskosten pro Einheit CO<sub>2</sub>-Äquivalent zuerst zu ergreifen. Dieses Prinzip bezieht sich nicht nur auf die Wahl von emissionsarmen Verhaltensweisen oder Technologien (Wie-Effizienz). Da Klimagase globale Schadstoffe darstellen, bei denen die Schadenswirkungen unabhängig vom Ort der Emission sind, geht es auch

darum, Vermeidungsmaßnahmen zuerst in Ländern zu ergreifen, in denen kostengünstige Optionen bestehen (Wo-Effizienz). Die Möglichkeit zu Kostensenkungen durch Wo-Flexibilität beruht auf unterschiedlichen Ausstattungen der Länder mit natürlichen Ressourcen, dem unterschiedlichen Grad der Ausschöpfung kostengünstiger Vermeidungspotenziale und der unterschiedlichen Rate der Kapitalbildung. Schließlich kann Kosteneffizienz auch durch eine kostengünstige Verteilung von Vermeidungsmaßnahmen über die Zeit erreicht werden (Wann-Effizienz). Wenn Vermeidungsmaßnahmen im Laufe der Zeit billiger werden oder bei einer hohen Diskontierungsrate kann es sinnvoll sein, sie in die Zukunft zu verschieben. Argumente für frühe Aktionen hingegen sind, dass spätere Maßnahmen wegen der Trägheiten des Klimasystems kräftiger dosiert werden müssen und dann die Grenzvermeidungskosten stark ansteigen, und dass frühe Maßnahmen vermeidungskostensenkenden technischen Fortschritt induzieren (Stern 2007).

Klimaschutzbezogene Steuern und Zertifikate schaffen Anreize für kosteneffiziente Klimaschutzmaßnahmen. Die Emittenten ergreifen die Maßnahmen, deren spezifische Vermeidungskosten (pro Einheit CO<sub>2</sub>-Äquivalent) unter dem Steuersatz oder dem Zertifikatspreis liegen. Sind die Steuerregime oder Zertifikatshandelssysteme sektoral oder regional begrenzt oder enthalten sie – z.B. zur Sicherung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit – Ausnahmeregelungen, ist ihre Fähigkeit, für Kosteneffizienz zu sorgen, eingeschränkt. Subventionen und Instrumente wie direkte Regulierungen schaffen keine Anreize für Kosteneffizienz, sie sind aber politisch leichter zu implementieren, weil ihre Kosten oft weniger deutlich sichtbar sind (OECD 2011).

### 3.1.3.2 Innovationsorientierung

Innovationen sind von zentraler Bedeutung für den Erfolg einer forcierten Klimaschutzpolitik. Sie senken die Kosten bekannter Vermeidungsmaßnahmen und erschließen zusätzliche Vermeidungspotenziale (Bosetti u.a. 2009). Dabei müssen technische und organisatorische Neuerungen Hand in Hand gehen. Neben der Generierung neuer Lösungen kommt es auch auf deren schnelle und breite Diffusion an.

Innovationen bedeuten eine Re-Allokation von Ressourcen und damit Strukturwandel. Für eine weitgehende Reduzierung von Klimagasemissionen werden auch radikale, disruptive Innovationen erforderlich sein, mit denen ein hohes Ausmaß an Strukturwandel einhergeht. Sie sind erforderlich, um «lock-ins» von pfadabhängigen Technologien mit hohem Verbrauch fossiler Energien wie dem Kraftfahrzeugverkehr aufzubrechen.

Von 1996 bis 2006 stieg die Zahl der Patentanmeldungen bei erneuerbaren Energietechnologien mit 20% gegenüber allen Patentanmeldungen (+11%) überdurchschnittlich; dennoch hält die OECD die F&E-Aktivität bei Energietechnologien für unzureichend (OECD 2010c und IEA 2010). Deutschland rangierte im Jahr 2008 bei den Patentanmeldungen für Vermeidungstechnologien weltweit

an dritter Stelle hinter Japan und den USA, bei der Unterkategorie erneuerbarer Energietechnologien sogar an zweiter Stelle hinter den USA (OECD 2011).

Der Nutzen von Innovationsaktivitäten kommt auch Dritten zugute; das gilt nicht nur für Klimaschutz- oder andere Umweltschutzinnovationen. In besonderem Maße ist das bei Grundlagenforschung der Fall, aber auch bei anwendungsnaher Forschung und Entwicklung gibt es häufig Spillover-Effekte. Hinzu kommt bei Umwelt- und Klimaschutzinnovationen, dass es dabei in der Hauptsache um die Vermeidung von Schäden an öffentlichen Gütern oder gar für zukünftige Generationen geht, so dass die Anreize dafür weiter vermindert werden.

Staatliche Eingriffe mit dem Ziel, dieses doppelte Marktversagen zu überwinden, stoßen allerdings auf die Schwierigkeit, dass damit der Wettbewerb als Selektionsverfahren außer Kraft gesetzt wird und Lock-in-Effekte von ungeeigneten Technologien erzeugt werden können. Im Allgemeinen wird staatlichen Stellen nicht zugetraut, dass sie eher in der Lage sind als Private, erfolgreiche Innovationen im Vorhinein zu identifizieren.

Eine technologieoffene Förderung von Klimaschutzinnovationen wird durch Instrumente erreicht, die Emissionen mit einem Preis versehen. Das sind in erster Linie Steuern und Zertifikate. Allerdings gelten diese Instrumente als wenig geeignet zur Förderung disruptiver Innovationen (OECD 2011).

Weil Klimaschutzinnovationen in erheblichem Maße durch staatliche Vorgaben und nicht durch die Marktnachfrage getrieben werden, sind stabile und verlässliche Rahmenbedingungen notwendig, um Anreize für private Investoren zu schaffen, Forschung und Entwicklung zum Klimaschutz zu betreiben. Daneben kann der Staat Klimaschutzinnovationen durch Forschungsförderung, Finanzierungsschemata (z. B. eine Einspeisevergütung) und nachfrageseitige Politiken (z. B. öffentliche Beschaffungspolitik) fördern.

### **3.2 Reduktionsszenarien**

Näher in den Blick genommen werden zwei Reduktionsszenarien, die beide bis zum Jahr 2050 und auf dem Weg dorthin von der Notwendigkeit einer starken Reduzierung der Treibhausgase ausgehen. Betrachtet wird zum einen das Energiekonzept der Bundesregierung (BMW, BMU 2010 und Prognos, EWI, GWS 2010) als ein Szenario mit anspruchsvollen, aber im Ergebnis geringeren Reduzierungszielen und zum anderen das im Auftrag von WWF Deutschland entwickelte Reduktionsszenario MODELL DEUTSCHLAND (WWF 2009), welches von einer Reduzierung der Treibhausgase im Jahr 2050 um 95% ausgeht.



### 3.2.1 Energiekonzept der Bundesregierung

Das Energiekonzept<sup>13</sup> ist die energiewirtschaftliche Langfriststrategie der Bundesregierung bis zum Jahr 2050. Die Bundesregierung legt sich mit dem Konzept auf ehrgeizige Minderungsziele fest. Die angestrebte Minderung steigt von 40% im Jahr 2020 auf 80% im Jahr 2050 (jeweils gemessen gegenüber dem Stand im Jahr 1990).

Das Energiekonzept benennt neun Handlungsfelder, die zur Zielerreichung als prioritär eingestuft werden:

1. Erneuerbare Energien als tragende Säule
2. Schlüsselfrage Energieeffizienz
3. Kernenergie und fossile Kraftwerke
4. Leistungsfähige Netzinfrastruktur
5. Energetische Gebäudesanierung
6. Herausforderung Mobilität
7. Energieforschung
8. Energieversorgung im europäischen und internationalen Kontext
9. Transparenz und Akzeptanz

Die energiewirtschaftlichen Zielvorgaben sind ehrgeizig und gehen teilweise über frühere staatliche Zielvorstellungen hinaus. Der Anteil der erneuerbaren Energien am Bruttoendenergieverbrauch soll über 18% im Jahr 2020 auf 60% im Jahr 2050 ansteigen. Diese Anteilssteigerungen gehen mit einer deutlichen Senkung des gesamten Primärenergieverbrauchs einher; gegenüber 2008 ist bis zum Jahr 2020 eine Senkung um 20%, bis zum Jahr 2050 ist sogar eine Halbierung geplant. Möglich wird diese starke Absenkung des Energieeinsatzes in der Volkswirtschaft durch eine jährliche Steigerung der Endenergieproduktivität von 2,1%.

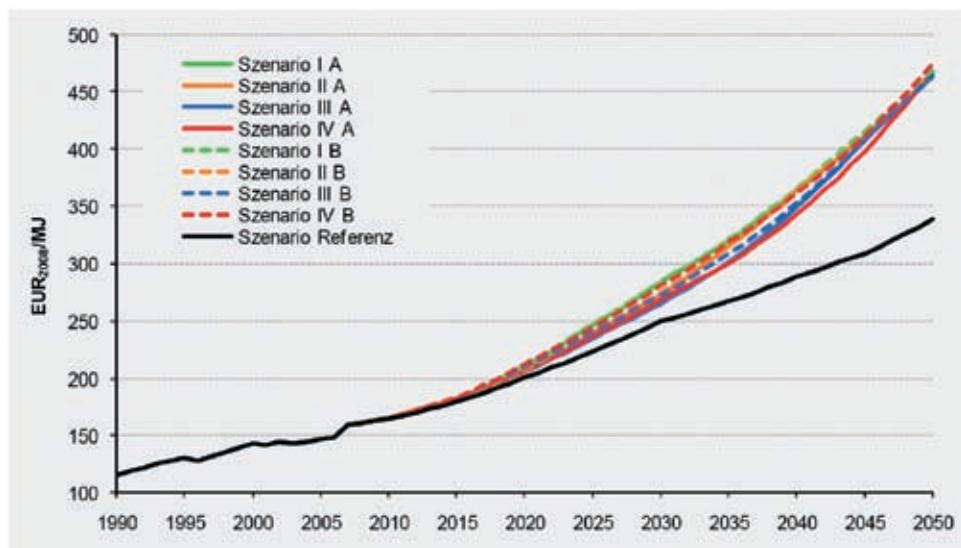
Aus handlungsorientierter Perspektive sind neben dem weiteren Ausbau der erneuerbaren Energien vor allem die Forcierung der energetischen Gebäudesanierung (Verdopplung der jährlichen energetischen Sanierungsrate von 1% auf 2% des Gebäudebestandes) sowie auch Investitionen in die Netzinfrastruktur im Strombereich zentrale Elemente des Energiekonzepts. Gerade aber die bisherigen Überlegungen zur instrumentellen Umsetzung im Bereich der energetischen Gebäudesanierung werden vielfach als unzureichend angesehen, so dass beim bisherigen Diskussionsstand eine Erreichung der formulierten klimapolitischen Ziele des Energiekonzepts nicht als gewährleistet angesehen werden kann.

---

**13** Vgl. zum Folgenden ausführlich BMWi, BMU 2010. Inzwischen ist das Energiekonzept der Bundesregierung vor dem Hintergrund des Atomausstiegs angepasst worden. Siehe BMWi 2011.

Die wirtschaftlichen Auswirkungen wesentlicher Elemente des Energiekonzepts wurden in einer aktuellen Studie untersucht.<sup>14</sup> Es werden vier zielorientierte Reduktionsszenarien (Reduktionsziel 85% im Jahr 2050) und ein «Business-as-usual»-Szenario (Referenzszenario mit einer CO<sub>2</sub>-Reduktion von 62% im Jahr 2050) untersucht. Die Annahmen zu sozioökonomischen Rahmendaten sind in allen Szenarien gleich; die Weltmarktpreise von Energierohstoffen sind ebenfalls in allen Szenarien gleich, allerdings sind die Verbrauchspreise in Deutschland wegen der Zuschläge aus dem Zertifikatehandel unterschiedlich. Die vier untersuchten Reduktionsszenarien unterscheiden sich in den Annahmen zur Laufzeitverlängerung von Atomkraftwerken. Es wurde angenommen, dass die Steigerung der Energieeffizienz in den Szenarien mit Laufzeitverlängerung höher ausfällt als im Referenzszenario (vgl. nachfolgende Abbildung).

**Abbildung 1: Energieproduktivität 1990-2050, in EUR<sub>2008</sub>**



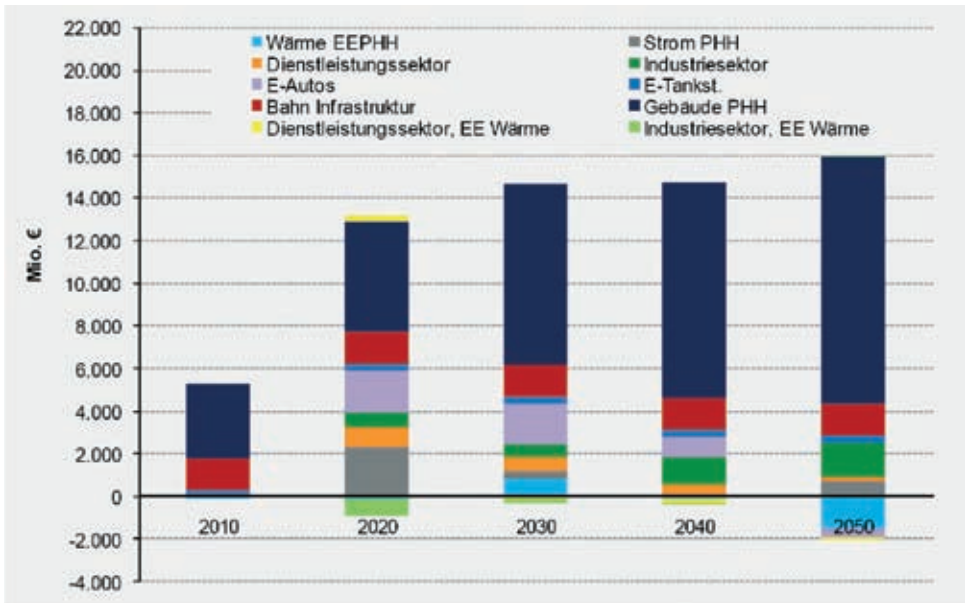
Die vier untersuchten Reduktionsszenarien weisen im Vergleich zum Referenzszenario höhere Investitionen aus. Den zeitlichen Verlauf für ausgewählte Stichjahre und die Aufteilung auf Nachfragebereiche zeigt die folgende Abbildung.<sup>15</sup> Ab dem Jahr 2020 bewegen sich die jährlichen Mehraufwendungen im Bereich von 12 bis 16 Mrd. Euro, dies entspricht rund 0,5% des Bruttoinlandsprodukts.

<sup>14</sup> Vgl. Prognos, EWI, GWS 2010. Die Untersuchung der ökonomischen Wirkungen erfolgt mit dem Modell PANTHA RHEI.

<sup>15</sup> Für die Reduktionsszenarien I bis IV werden zwei Varianten betrachtet, für die Variante A werden spezifische Nachrüstkosten von 25 Euro pro KW Kraftwerksleistung und Jahr der Laufzeitverlängerung angenommen, für die Variante B werden exogene Nachrüstkosten differenziert nach einzelnen Atomkraftwerken und Umfang der Laufzeitverlängerung vorgegeben. Hier werden Ergebnisse für die Variante A dargestellt.

In allen Stichjahren haben Investitionen für die energetische Gebäudesanierung ein hohes Gewicht, das nach 2020 zunimmt.

**Abbildung 2: Investitionsdifferenzen in den Nachfragesektoren im Zielszenario III A im Vergleich zur Referenz, 2010-2050 in Mio EUR**

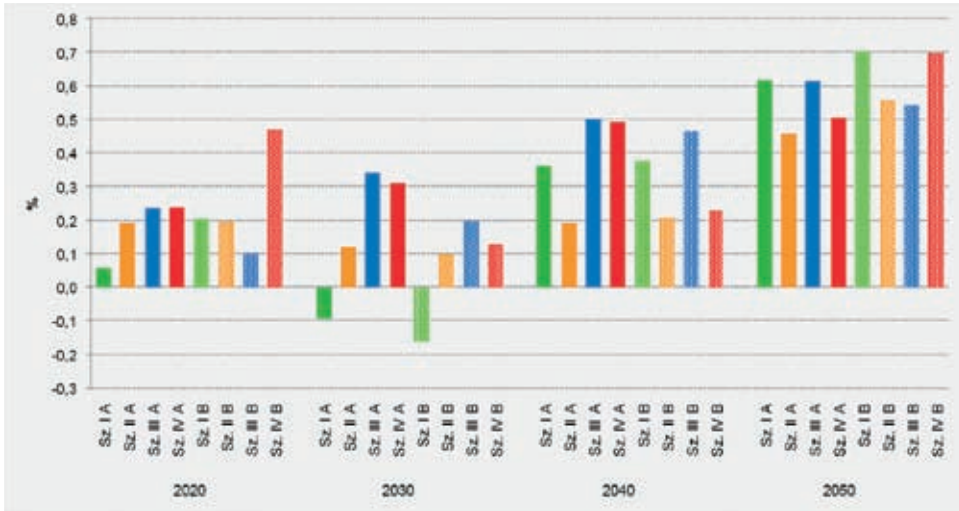


Die kumulierten Mehrinvestitionen bis zum Jahr 2050 bewegen sich in der Größenordnung von 500 Mrd. Euro, davon entfallen rund 300 Mrd. Euro auf die energetische Gebäudesanierung, ein anderer großer Posten sind Investitionen in die Bahninfrastruktur und in die Elektromobilität.

Im Jahr 2050 liegt das BIP in den Zielszenarien um 0,46 bis 0,72% höher als im Referenzszenario (siehe folgende Abbildung). Als Hauptgrund wird die deutliche Reduktion von Energieeinsatz und dadurch bedingt von fossilen Energieimporten genannt, ohne dass für die Stromerzeugung oder bei der Endenergienachfrage auf lange Sicht deutliche Mehrkosten anfallen.<sup>16</sup>

<sup>16</sup> Vgl. Prognos, EWI, GWS 2010, S. 147 ff.

**Abbildung 3: Abweichung des Bruttoinlandsprodukts (preisbereinigt) in den Zielszenarien von der Referenz 2020-2050, in %**



Entnommen aus: Prognos, EWI, GWS 2010, Seite 160.

### 3.2.2 Reduktionsszenario des WWF Modell Deutschland

Die von WWF Deutschland in Auftrag gegebene Studie<sup>17</sup> untersucht in umfassender Weise eine Strategie, die ausgehend vom Ziel der Begrenzung des globalen Temperaturanstiegs auf 2 Grad Celsius die notwendigen Minderungsziele für Deutschland definiert. Ein Fortschreiben der aktuellen Politik führt nach Ergebnissen der Studie nur zu einer Emissionsreduktion von 45% bis zum Jahr 2050, benötigt wird aber ein Minderungspfad, der 95% Minderung im Jahr 2050 erreicht.

Die Studie untersucht ein Referenzszenario («eine Fortführung der Welt, wie wir sie kennen»), ein Innovationsszenario (ein Reduktionsszenario mit an Effizienzzielen orientierter Neuentwicklung von Technologien) und als Ergänzung zum Innovationsszenario ein Bündel weiterer Maßnahmen (Modell Deutschland), die zusammengenommen ausreichen, das Minderungsziel von 95% in 2050 zu erreichen.<sup>18</sup>

Das Innovationsszenario wird vom Grundgedanken geleitet, dass der überwiegende Teil der Minderungspotenziale an langfristig orientierte Investitions- und Infrastrukturentscheidungen geknüpft ist. Aus dieser Überlegung folgt, dass nicht nur die kurzfristig kostengünstigsten Optionen gewählt werden können, sondern auch die langfristigen (Pfad-)Entscheidungen mit bedacht werden müssen.

<sup>17</sup> Vgl. zum Folgenden ausführlich WWF 2009 (Langfassung).

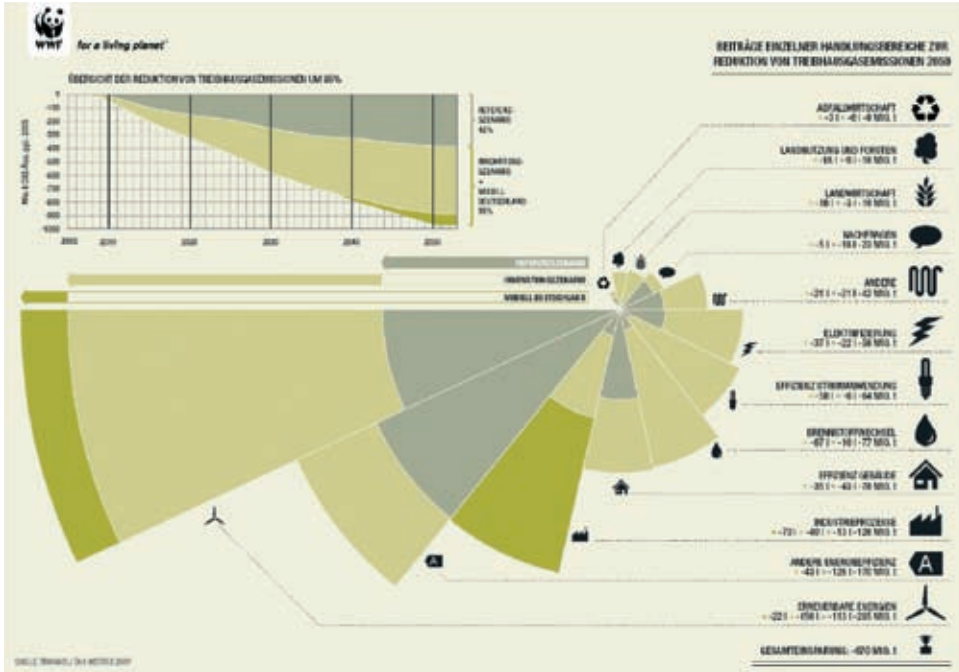
<sup>18</sup> Da Carbon Dioxide Capture and Storage (CCS) einerseits als wichtige Option zur Reduzierung von CO<sub>2</sub>-Emissionen gesehen wird, andererseits die Umsetzbarkeit derzeit unsicher ist, werden die energiewirtschaftlichen Szenarien jeweils mit und ohne den Einsatz von CCS gerechnet.

Gleichrangige tragende Eckpfeiler der Entwicklung sind der Ausbau der erneuerbaren Energien und die deutliche Steigerung der Energieeffizienz. Gleichzeitig ist es entscheidend, dass alle Sektoren der Volkswirtschaft schon frühzeitig in die Minderungsstrategien einbezogen sind. Im Fokus stehen die Stromerzeugung, der Gebäudesektor, der Verkehr, die Landwirtschaft und die Industrie. Bestandteil der Szenarioentwicklung ist neben übergreifenden Instrumenten (Weiterentwicklung des EU-Emissionshandelssystems, CO<sub>2</sub>-Steuer für die nicht im Handelssystem erfassten Bereiche, flexibles Mengensteuerungssystem für Energieeinsparungen mit Einsparzertifikaten) ein sektorspezifisches Maßnahmenpaket. Dieses Paket umfasst unter anderem gebäudebezogene Instrumente zur Erhöhung der Energieeffizienz (Neubaustandards, forcierte Förderprogramme, um eine Sanierungsrate von 2% erreichen), stromspezifische Energieeffizienzmaßnahmen (Verbrauchsgrenzwerte nach dem Toprunner-Prinzip), Instrumente im Bereich der Industrie (Energiemanagementsysteme), verkehrsbezogene Instrumente (Verdopplung der Kapazität des Schienennetzes, Investitionen in den öffentlichen Nahverkehr, verschärfte Flottengrenzwerte, Erhöhung von Mineralölsteuer und LKW-Maut, Tempolimit), Instrumente im Bereich der Stromerzeugung (Moratorium für Kohlekraftwerke ohne CCS, Fortentwicklung des EEG, langfristiger Stromspeicherausbau), abfallwirtschaftliche Maßnahmen, landwirtschaftliche Maßnahmen (u. a. Ausbau des ökologischen Landbaus), Maßnahmen im Bereich Landnutzung (nachhaltige, zertifizierte Forstwirtschaft, ordnungsrechtliche Beschränkung des Flächenverbrauchs). Sektorübergreifend werden auch innovationsorientierte Förderprogramme vorgeschlagen, wie zum Beispiel ein Innovationsprogramm für Biokraftstoffe und ein Innovations- und Markteinführungsprogramm für elektrische PKW. Um das Reduktionsziel von 95% im Modell Deutschland zu erreichen, sind zusätzlich weitere Maßnahmen notwendig: Einsatz von CCS für ausgewählte emissionsreiche Industrieprozesse einschließlich Verbringung von CO<sub>2</sub> in geologische Formationen, Erbringung industrieller Prozesswärme durch Biomethan, weitgehender Ersatz konventioneller Kraftstoffe im Flugverkehr durch Biokraftstoffe und Biomasse.

Für die Minderungserfolge notwendig ist auch, dass es gelingt, eine Reihe wichtiger effizienzsteigernder Technologien weiterzuentwickeln und am Markt zu verbreiten. Beispielhaft sind hier Hochleistungswärmedämmstoffe und neue Batteriesysteme und Stromspeichertechnologien zu erwähnen.

Eine Übersicht über die Beiträge der einzelnen Handlungsbereiche zur Treibhausgasminde- rung gibt die folgende Abbildung.

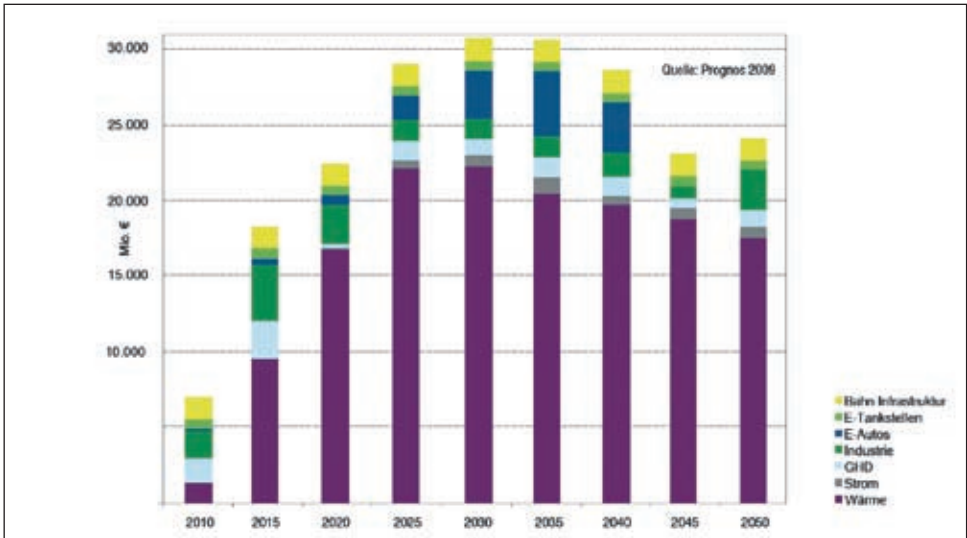
**Abbildung 4: Beiträge einzelner Handlungsbereiche zur Reduktion von Treibhausgasemissionen 2050**



Entnommen aus: WWF 2009, Infografik Modell Deutschland

Die vorgeschlagenen Maßnahmen erfordern in ihrer Umsetzung spürbar höhere volkswirtschaftliche Investitionen. Im Innovationsszenario ergeben sich im Zeitablauf erhebliche Mehrinvestitionen im Vergleich zum Referenzszenario. Diese erreichen im Jahr 2030 mit rund 30 Milliarden Euro (in Preisen von 2000) ihr Maximum. Im gesamten Zeitraum machen die Investitionen zur energetischen Sanierung von Wohngebäuden den bei weitem größten Anteil der Mehrinvestitionen aus. Relativ schwierig zu ermitteln sind die notwendigen Investitionen in der Industrie, sie werden auf Basis der erzielten Einsparungen bei fossilen Energieträgern ermittelt. Im Verkehrssektor sind vor allem Investitionen in die Schienenverkehrsinfrastruktur, aber auch die Förderkosten zur Markteinführung von elektrischen PKW von Bedeutung.

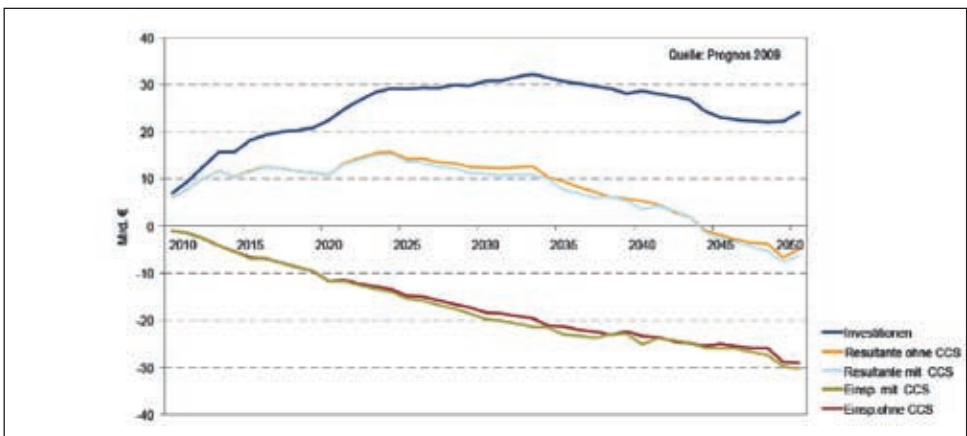
**Abbildung 5: Elemente der volkswirtschaftlichen Mehrkosten des Innovationsszenarien 2010-2050, in Mrd. Euro (real, 2000)**



Entnommen aus: WWF 2009, S. 25 (Kurzfassung)

Den Mehrinvestitionen im Innovationsszenario stehen Einsparungen aufgrund verringerter Importe an fossilen Energieträgern sowie vermiedene Investitionen in der Stromerzeugung (nicht gebaute Kraftwerkskapazitäten aufgrund geringerer Energienachfrage) gegenüber. Die möglichen Einsparungen unterscheiden sich geringfügig danach, ob die Einführung von CCS in Deutschland gelingt oder nicht. Nach den vorgelegten Schätzungen übersteigen die Einsparungen die Mehrinvestitionen ab dem Jahr 2044.

**Abbildung 6: Volkswirtschaftliche Mehrkosten des Innovationsszenarien vs. eingesparte Ausgaben für importierte fossile Energieträger 2010-2050, in Mrd. Euro (real, 2000)**



Entnommen aus: WWF 2009, S. 25 (Kurzfassung)

Die größten (Netto-)Mehrbelastungen gibt es im Jahr 2024, dort machen sie 0,62% des BIP aus. Über den gesamten Zeitraum ergeben sich (abdiskontiert) Netto-Mehrkosten von 0,3% des BIP.

### 3.2.3 Ein synoptischer Vergleich der Reduktionsszenarien

Energiekonzept	WWF Modell Deutschland
<b>Minderungsziel Treibhausgasemissionen gegenüber 1990</b> 2020: -40 % 2030: 2040: 2050: -80 %	<b>Minderungsziel Treibhausgasemissionen gegenüber 1990</b> 2020: -40 % 2030: -60 % 2040: -80 % 2050: -95 %
<b>Ausbauziele erneuerbare Energien (Anteil am Bruttoendenergieverbrauch)</b> 2020: 18 % 2030: 30 % 2040: 2050: 60%	<b>Ausbauziele erneuerbare Energien (Anteil am Primärenergieaufkommen)</b> 2020: 20 % 2030: 35 % 2040: 55 % 2050: > 75 %
<b>Steigerung der Energieeffizienz (pro Jahr)</b> 2,1 %	<b>Steigerung der Energieeffizienz (pro Jahr)</b> 2,6 %
<b>Innovationsfelder (Handlungsfelder)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Ausbau erneuerbarer Energien als tragende Säule</li> <li>– Schlüsselfrage Energieeffizienz</li> <li>– Kernenergie und fossile Kraftwerke</li> <li>– Leistungsfähige Netzinfrastruktur</li> <li>– Energetische Gebäudesanierung</li> <li>– Herausforderung Mobilität</li> <li>– Energieforschung</li> <li>– Energieversorgung im europäischen und internationalen Kontext</li> <li>– Transparenz und Akzeptanz</li> </ul>	<b>Innovationsfelder (Handlungsfelder)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Energieeffizienz</li> <li>– Ausbau erneuerbarer Energien</li> <li>– Elektromobilität</li> <li>– Nutzung Biomasse</li> <li>– CCS (ja/nein)</li> <li>– Stromspeicherung</li> <li>– Neue Materialien (Dämmstoffe)</li> </ul>
<b>Volkswirtschaftliche Kosten</b>	<b>Volkswirtschaftliche Kosten</b> 0,3 bis 0,6% des BIP



# 4 Wirtschaftliche Impulse forciertes Klimaschutzpolitik

Aus ökonomischer Perspektive stellen Maßnahmen zur Vermeidung von Klimagasemissionen wie sie im vorhergehenden Kapitel beschrieben worden sind eine Re-Allokation von volkswirtschaftlichen Ressourcen dar. Zusätzlichen Vermeidungskosten eines forcierten Klimaschutzes – d.h. einem Mehreinsatz von Ressourcen – in einigen Bereichen wie der Herstellung von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien stehen Einsparungen – d.h. ein Mindereinsatz von Ressourcen – in anderen Bereichen wie der fossilen Energieerzeugung gegenüber. Aus einzelwirtschaftlicher Sicht, d.h. ohne Berücksichtigung externen Nutzens in Form vermiedener Klimaschäden, die im Folgenden unberücksichtigt bleiben, gehen allerdings die Vermeidungskosten oft über die Kosteneinsparungen hinaus.<sup>19</sup>

Die Vermeidungskosten haben eine Kehrseite. Im wirtschaftlichen Kreislauf stellen die Kosten des einen für den anderen Erlöse dar. Anders ausgedrückt: Den Belastungen mancher Unternehmen und Sektoren durch zusätzliche Kosten stehen neue Absatzchancen anderer Unternehmen und Sektoren gegenüber, die die Leistungen erstellen, die für Klimaschutzmaßnahmen erforderlich sind.

Das wirtschaftliche System ist durch komplexe Interdependenzen gekennzeichnet. Die Impulse verstärkter Anstrengungen zum Klimaschutz haben eine Vielzahl von Folgewirkungen, indem sie die wirtschaftlichen Entscheidungen der Akteure und somit auch den Entwicklungsprozess der Volkswirtschaft beeinflussen. Zu den Folgewirkungen gehören die Käufe von Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffen der Sektoren, die Waren und Dienstleistungen für den Klimaschutz herstellen, aber beispielsweise auch die Konsequenzen, die sich bei den Konsumenten durch Einpreisung der Vermeidungskosten ergeben.<sup>20</sup> Ebenso kann es zu einer Beeinträchtigung der preislichen Wettbewerbsfähigkeit kommen; allerdings können sich auch neue Exportchancen ergeben.

Die ökonomischen Folgewirkungen schlagen sich in Änderungen des Niveaus der wirtschaftlichen Aktivitäten nieder, in der Regel gemessen als Veränderungen in der Wachstumsrate des Bruttoinlandsprodukts. Sie zeigen sich aber nicht nur in den gesamtwirtschaftlichen Größen, sondern umfassen auch Änderungen in

<sup>19</sup> Im Zusammenhang mit erneuerbaren Energien werden die Nettokosten als «Differenzkosten» bezeichnet.

<sup>20</sup> Im Zusammenhang mit erneuerbaren Energien als «Budgeteffekt» bezeichnet.

der strukturellen, gütermäßigen Zusammensetzung der erbrachten Wirtschaftsleistung. Die Komposition der zukünftig produzierten Gütermenge und der erbrachten Dienstleistungen ändert sich, wenn forcierter Klimaschutz auf der Agenda steht; er löst also sektoralen Strukturwandel aus. Gemessen wird dieser Strukturwandel üblicherweise als Veränderung des wirtschaftlichen Beitrages einzelner Wirtschaftsbereiche zum gesamtwirtschaftlichen Output oder zur gesamtwirtschaftlichen Wertschöpfung.

## 4.1 Vermeidungskosten

Eine Möglichkeit zur Ermittlung von Vermeidungskosten bieten Modelle, die das Verhalten von Konsumenten und Produzenten, insbesondere soweit es für Klimagasemissionen relevant ist, abbilden. Die Kosten zur Vermeidung von Klimagasemissionen können aber auch als Mehraufwendungen zur Entwicklung, zur Installation und zum Unterhalt eines Portfolios von kohlenstoffarmen oder -freien und energieeffizienten Technologien ermittelt werden.

### 4.1.1 Modellbasierte Kostenschätzungen

Ein Vergleich der Ergebnisse einer Vielzahl von Szenariorechnungen mit einer Reihe verschiedener Modelle kommt zu dem Schluss, dass die Vermeidungskosten zur Stabilisierung der Konzentration von Treibhausgasen in der Atmosphäre bei 500 bis 550 ppm CO<sub>2</sub>e um das Jahr 2050 in der Größenordnung von 1% des Weltsozialprodukts liegen könnten (Stern 2007). Allerdings weisen die Schätzungen eine große Bandbreite auf. Die meisten liegen in einem Bereich von +/-3% um den genannten Wert; es werden also Einkommensgewinne von bis zu 2%, aber auch Einkommensverluste von 4% für möglich gehalten. Einzelne Szenarien kommen auch zu Gewinnen von 4%, andere zu Verlusten von 15%.

Die breite Streuung der Kostenschätzungen spiegelt die vielfältigen Unsicherheiten; der Vergleich der Modelle legt die Quellen dieser Unsicherheiten offen und gibt damit Hinweise auf Möglichkeiten, durch Politikgestaltung die Vermeidungskosten zu senken. Die wesentlichen Faktoren, die die Höhe der Kosten bestimmen, sind die angestrebten klimapolitischen Ziele im Verhältnis zu den Entwicklungen im jeweiligen Basisszenario, die Annahmen über den technologischen Wandel und die unterstellten Flexibilitätsspielräume bei den Vermeidungsmaßnahmen im Hinblick auf Wirtschaftssektoren, Vermeidungstechnologien und Klimagase (Wie-Flexibilität) sowie Länder (Wo-Flexibilität) und Zeitverlauf (Wann-Flexibilität). Die geschätzten Kosten hängen außerdem von den Annahmen der Modelle über weitere Einflussgrößen wie die Verwendung des Aufkommens aus Öko-Steuern oder der Versteigerungserlöse von Zertifikaten, den Grad der Voraussicht der Unternehmen und Haushalte, die Existenz von Skalenerträgen und das Ausmaß der Unterauslastung von Produktionsfaktoren ab.

Simulationen mit dem DYE-CLIP-Modell, das nur CO<sub>2</sub>-Emissionen abbildet, zeigen für 2020 nur geringfügige negative Auswirkungen der Einhaltung der auf der Klimakonferenz in Kopenhagen eingegangenen Verpflichtungen auf das Bruttoinlandsprodukt (Schleich, Duscha Peterson 2010). In Szenarien, in denen für 2050 Emissionsreduzierungen von 50% gegenüber 1990 angestrebt werden, ist das BIP im Jahr 2030 um 2 bis 3% niedriger als im Referenzszenario. Die Wachstumsabschwächung in Industrieländern fällt generell schwächer aus als in Entwicklungsländern; Länder mit geringer Energieintensität können sogar profitieren.

Für die EU geht die EU-Kommission in einem aktuellen Strategiepapier von Vermeidungskosten zur Erreichung der EU-Minderungsziele (80-95% bis 2050) von knapp 1,5% der Wirtschaftsleistung aus (FAZ.NET 17.2.2011).

In Deutschland würden Klimaschutzmaßnahmen zur Stabilisierung der Konzentration von Treibhausgasen bei 450 ppm CO<sub>2</sub>e nach Berechnungen mit dem WIAGEM-Modell (Kemfert 2002) im Jahr 2050 Kosten diskontiert auf das Jahr 2002 von rund 5,8 Mrd. US-Dollar verursachen (Kemfert 2005). Dieser Betrag läge in der Größenordnung von rund 2,5 Promille des Bruttoinlandsprodukts<sup>21</sup> und damit am unteren Rand des Spektrums von Kostenschätzungen. Würde der Beginn der Klimaschutzmaßnahmen um 20 Jahre hinausgeschoben, würden diese Kosten auf 6,4 Mrd. US-Dollar steigen.

In einer laufenden Untersuchung werden die Vermeidungskosten in Deutschland ermittelt, die sich bei Emissionsminderungen um 85% bis 2050 ergeben (WI, PIK 2010). Dazu wird ein gekoppeltes ökonomisches Wachstums- und Energiesystemmodell REMIND-D und ein technologisch differenziertes Energienachfragemodell DESSY eingesetzt. Bisher sind lediglich qualitative Einschätzungen veröffentlicht, die sich aus den Modellrechnungen ergeben. Sie bestätigen im Wesentlichen die Erkenntnisse des Stern-Reviews für Deutschland. Im ungünstigen Fall (ohne CCS, nur moderate Energieeffizienzsteigerungen und Verbrauchsminderungen, Erbringung der gesamten Emissionsminderung in Deutschland) wird das BIP des Jahres 2040 im Basisszenario erst im Jahr 2050 erreicht, weil ausreichende Minderungsoptionen nicht zur Verfügung stehen und es deswegen im Modell zu einer Wachstumsverringerung kommt.

#### 4.1.2 Technologiebasierte Kostenschätzungen

Technologiebasierte Kostenschätzungen ermitteln den Ressourcenaufwand zur Entwicklung, zur Installation und zum Betrieb eines Portfolios von Technologien zur Emissionsminderung. Sie schließen Opportunitätskosten entgangener Produktion z.B. durch Umwidmung landwirtschaftlicher Flächen ein. Üblicherweise werden auch eingesparte Kosten für alternative Technologien, z.B. einge-

<sup>21</sup> Das BIP Deutschlands betrug im Jahr 2002 rund 2.110 Mrd. Euro, der jahresdurchschnittliche Wechselkurs 0,97/USD.

sparte Kosten für konventionelle Kraftwerke und fossile Brennstoffe<sup>22</sup>, berücksichtigt. Unberücksichtigt bleiben vermiedene Klimaschäden.

Die im vorhergehenden Abschnitt diskutierten Unsicherheiten – insbesondere die, die sich aus den angestrebten klimapolitischen Zielen, den Annahmen über den technologischen Wandel und den unterstellten Wie-, Wo- und Wann-Flexibilitätsspielräumen ergeben – gelten auch für technologiebasierte Kostenschätzungen. Der technologische Wandel auf der Ebene von Einzeltechnologien kann durch Lernraten beschrieben werden. Sie geben an, in welchem Maße sich eine Outputeinheit bei einer Verdopplung der installierten Kapazität verbilligt. Die Lernraten verschiedener Technologien, die von der IEA untersucht wurden, lagen zwischen 3% (für superkritische Kohlekraftwerke) und 35% (für Photovoltaik) (IEA 2000).

Bei technologiebasierten Kostenschätzungen können Maßnahmen

- zur Dämpfung der Nachfrage nach energieintensiven Waren und Dienstleistungen, z.B. zum Umstieg auf verbrauchsärmere Autos,
- zur Verbesserung der Energieeffizienz, d.h. zur Reduzierung des Energieeinsatzes zur Erreichung bestimmter Leistungen wie einer festgelegten Raumtemperatur, z.B. durch Änderungen des Energiemix,
- zum verstärkten Einsatz emissions- und kohlenstoffarmer Technologien, insbesondere erneuerbarer Energietechnologien, aber auch von Kohlestoffrückhalte-Technologien, und
- zur Reduzierung von Emissionen aus nicht fossilen Quellen, insbesondere Landnutzungsänderungen, Landwirtschaft und Abfallentsorgung unterschieden werden (Stern 2007, insbesondere Annex 7.b bis g).

Die Technologien, die erforderlich wären, die Emissionen aus der Energieumwandlung bis 2050 gegenüber 2002 nach einem vorübergehenden Anstieg weltweit um 25% zu verringern, und die zusammen mit Maßnahmen zur Reduzierung von Emissionen aus nicht fossilen Quellen die Treibhausgaskonzentration in der Atmosphäre auf unter 550 ppm CO<sub>2</sub>e stabilisieren würden, könnten im Jahr 2050 Kosten von rund 1 Billion US-Dollar verursachen, das entspricht 1% des Weltsozialprodukts (Stern 2007; s. auch Anderson 2006). Gegenüber einem Basisszenario würden 43Gt CO<sub>2</sub> zu durchschnittlichen Vermeidungskosten von 22\$/t eingespart. Unter pessimistischen Annahmen über die technologische Entwicklung könnten die Kosten bis zu 3,3% des Weltsozialprodukts betragen, bei optimistischen Annahmen wären Kosteneinsparungen von 1% möglich. Zur Entwicklung der Technologien zur Erreichung des genannten Stabilisierungsziels veranschlagt die OECD F&E-Ausgaben von anfänglich 0,12% des Weltsozialprodukts, die dann auf dauerhaft 0,07% abnehmen würden (Bosetti et al. 2009; OECD 2010).

**22** Bei weltweiten Kostenschätzungen werden fossile Brennstoffe nur mit ihren Extraktionskosten bewertet. Bei nationalen Studien ist es sinnvoll, auch die in den Brennstoffpreisen enthaltenen Knappheitsrenten, die von den Verbraucher- zu den Förderländern umverteilt werden, zu berücksichtigen.

Technologiebasierte Szenarien der IEA für die Energiewirtschaft kommen zu noch wesentlich niedrigeren Kostenschätzungen. Zusätzlichen weltweiten Investitionen in kohlenstoffarme Technologien zur Elektrizitätserzeugung von 2006 bis 2050 von knapp 8 Billionen US-Dollar stehen 4,5 Billionen US-Dollar Einsparungen in konventioneller Kraftwerkstechnik gegenüber (IEA 2006). Weitere Einsparungen bei Treibstoff- und Verteilungskosten würden die Nettokosten auf lediglich 100 Mrd. US-Dollar über den 45-Jahreszeitraum reduzieren.

Die Unternehmensberatung McKinsey hat die weltweiten Potenziale und die Kosten zur Vermeidung von Treibhausgasemissionen detailliert zusammengestellt (McKinsey 2009 und 2010). Die Analysen beziehen sich auf den Zeitraum bis 2030 mit einem Ausblick auf 2050. Dabei werden 10 Sektoren<sup>23</sup> und 21 Regionen und Länder betrachtet. Aufgrund der Finanz- und Wirtschaftskrise der Jahre 2008/2009 ist das Basisszenario revidiert worden<sup>24</sup>, außerdem wurden entsprechend den Annahmen der IEA höhere Preiserwartungen für fossile Energieträger angesetzt<sup>25</sup>. Im Jahr 2030 wird ausgehend von Treibhausgasemissionen von 66 Gt CO<sub>2</sub>e im BAU-Szenario ein Vermeidungspotenzial von 38 Gt CO<sub>2</sub>e (58%) durch technische Maßnahmen mit Vermeidungskosten von unter 80 \$/t CO<sub>2</sub>e ermittelt.<sup>26</sup> Darin sind Kohlenstoffrückhalte-Techniken enthalten.<sup>27</sup> Durch technische Maßnahmen mit Vermeidungskosten von 80 bis 100 \$/t CO<sub>2</sub>e ergeben sich zusätzliche Vermeidungspotenziale von 4 Gt CO<sub>2</sub>e. Weitere Einsparungen von 4 Gt CO<sub>2</sub>e können durch Verhaltensänderungen erreicht werden. Ein Anteil von 35% der Emissionsvermeidung<sup>28</sup> ist – unter Berücksichtigung von Einsparungen, vor allem fossiler Brennstoffe – kostensparend, weitere 40% verursachen Kosten von unter 20 \$/t, weitere 10% kosten 20 bis 40 \$/t. Die durchschnittlichen Vermeidungskosten betragen -6 \$/t<sup>29</sup>; das bedeutet, dass durch die untersuchten Maßnahmen insgesamt Kosten eingespart werden können. Dabei ist eine Diskontierungsrate von 4% angenommen<sup>30</sup> und Transaktionskosten sind nicht berücksichtigt. Um das Vermeidungspotenzial von 38 Gt im Jahr 2030 auszuschöpfen, sind in diesem Jahr zusätzliche Investitionen von 860 Mrd. US-Dollar

---

23 Strom, Öl und Gas, Zement, Eisen und Stahl, Chemie, Transport, Gebäude, Abfall, Wälder, Landwirtschaft.

24 Die BAU-Investitionen im Jahr 2030 sind 6% niedriger angesetzt als sie vor der Krise geschätzt wurden.

25 Im Jahr 2030 109\$/barrel statt 62\$/barrel (in Preisen von 2006).

26 Wenn die Maßnahmen zur Emissionsvermeidung erst in 2020 statt in 2010 beginnen, verringert sich dieses Vermeidungspotenzial auf 19 Gt.

27 Wegen des hohen Energieverbrauchs steigen die Vermeidungskosten dieser Technologien bei höheren Energiepreisen.

28 Bezogen auf die technischen Maßnahmen zur Emissionsreduzierung um 38 Gt CO<sub>2</sub>e.

29 Bei niedrigeren Energiepreisen ergaben sich durchschnittliche Vermeidungskosten von 4\$/t (McKinsey 2009).

30 Unternehmen dürften die Kosteneinsparungen, die teilweise mit erheblicher Verzögerung gegenüber den Investitionsausgaben anfallen, im Allgemeinen mit einer höheren Rate diskontieren.

erforderlich, das sind 5 bis 6% mehr im BAU-Szenario, davon entfallen 32% auf China und 25% auf Westeuropa und Nordamerika.<sup>31</sup>

Für Deutschland identifiziert McKinsey (2007) bis zum Jahr 2030 Vermeidungspotenziale<sup>32</sup> von 29% gegenüber den Emissionen von 1990 zu Vermeidungskosten von bis zu 20 Euro/t; der größte Teil davon (28% Vermeidungspotenzial) ist unter Berücksichtigung technologiespezifischer Lernraten sowie relevanter Steuern, Förderprogramme und Zölle bei Vollkostenrechnung, die Betriebskosten und Investitionsausgaben<sup>33</sup> umfasst und sektorübliche Diskontierungsraten anwendet, aus Entsichtersicht wirtschaftlich. Bei einer weitergehenden Umstellung des Energiemix – unter der Annahme einer Beibehaltung der damals geltenden Regelung zum Kernenergieausstieg – mit Vermeidungskosten von durchschnittlich 45 Euro/t ergibt sich ein Vermeidungspotenzial von 36%. Die Nutzung von CCS in Stromerzeugung und Industrie mit Vermeidungskosten von 30 bis 55 Euro/t würde – unter der Voraussetzung ihrer technischen Realisierbarkeit, rechtlichen Absicherung, kommerziellen Verbreitung und öffentlichen Akzeptanz – weitere Vermeidungspotenziale von rund 8% erschließen. Danach würden die Vermeidungskosten allerdings stark ansteigen: Alle weiteren Maßnahmen mit durchschnittlichen Vermeidungskosten von 500 Euro/t würden lediglich weitere 8% Vermeidung ermöglichen. In einem Szenario, das höhere Ölpreise (75 statt 59 \$(2005)/barrel in 2030) annimmt, ergeben sich geringere Vermeidungskosten für die meisten Maßnahmen.<sup>34</sup>

## 4.2 Sektorale Kosten- und Lieferstrukturen

Die Kostenbelastungen durch eine forcierte Klimaschutzpolitik betreffen die Wirtschaftssektoren in unterschiedlichem Maße. Ebenso sind die neuen Geschäftsfelder, die dadurch eröffnet werden, über die Wirtschaftssektoren ungleich verteilt. Einige Sektoren sind gleichzeitig durch hohe Vermeidungskosten belastet und durch zusätzliche Nachfrage begünstigt.

Fast drei Viertel der Investitionskosten zur Realisierung der von McKinsey (2010) identifizierten weltweiten<sup>35</sup> Vermeidungspotenziale entfallen auf die drei Bereiche Verkehr (28%), Gebäude (24%) und Elektrizität (21%). Mit Abstand folgen die Eisen- und Stahlerzeugung, die Forstwirtschaft und die chemische Industrie.

Für die Umsetzung des Meseberg-Programms der Bundesregierung ist für den Zeitraum von 2008 bis 2020 ein Investitionsvolumen von 314 Mrd. Euro<sup>36</sup> ermittelt worden, mit dem bis 2020 gegenüber 1990 eine Emissionsverringerung

31 Die Investitionsanteile müssen nicht mit den Finanzierungsanteilen übereinstimmen.

32 Alle Kyoto-Treibhausgase; ohne LULUCF-Emissionen.

33 Die anfänglichen Investitionsausgaben werden nicht gesondert ausgewiesen.

34 Eine Ausnahme ist die Substitution von Kohle durch Erdgas.

35 In der korrespondierenden Studie für Deutschland (McKinsey 2007) sind Investitionskosten nicht ausgewiesen.

36 Die Preisbasis, die dieser Angabe zugrunde liegt, wird nicht genannt.

von 34,2% erreicht werden kann (BMU 2008). Fast die Hälfte dieser Investitionen (47,8%) entfällt auf Maßnahmen im Gebäudebereich, davon auf Maßnahmen zur Umsetzung des EEWärmeG 12,4%. Gut ein Fünftel (21,3%) der Investitionen sind Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien. Auf CO<sub>2</sub>-Minderungsmaßnahmen bei Fahrzeugen entfallen 19,1%. Hohe Investitionskosten verursachen außerdem die Reduzierung von Fluor-Emissionen in der Industrie (3,8%), Energieeffizienzsteigerungen in der Industrie (2,3%) und die Einführung einer Energieverbrauchssteuerung (smart metering) (1,6%). Investitionen für zusätzliche Maßnahmen zur Erreichung von 40% Emissionsminderung konzentrieren sich auf die Industrie, den Gebäudebereich und die Energiewirtschaft.

Bereiche, die in Deutschland überproportional von der durch eine forcierte Klimaschutzpolitik ausgelösten Nachfrage profitieren könnten, sind die Bauwirtschaft und Gebäudetechnik, die Elektrotechnik, der Maschinen- und Anlagenbau, die Fahrzeugindustrie, außerdem die chemische, die NE-Metall- und die Stahlindustrie sowie schließlich die Land- und Forstwirtschaft (McKinsey 2007). Neue Geschäftsfelder können auch in Dienstleistungsbereichen entstehen, beispielsweise im Finanzwesen (Stern 2007) oder in der Forschung und Entwicklung (Bosetti et al. 2009; OECD 2010).

Den Kostenbelastungen – und spiegelbildlich dazu der Mehrnachfrage – durch eine forcierte Klimaschutzpolitik stehen Kostenentlastungen und damit eine Mindernachfrage in anderen Bereichen gegenüber. Das betrifft vor allem fossile Brennstoffe – und damit hauptsächlich die Importnachfrage – und Technologien zur Umwandlung fossiler Energieträger. Die Güterstruktur der Mindernachfrage, die dadurch zustande kommt, dass die Haushalte aufgrund höherer Preise insbesondere für Energie ihre Nachfrage nach anderen Gütern einschränken, wird durch die Einkommenselastizität der Nachfrage nach verschiedenen Gütergruppen bestimmt; die sektorale Verteilung dürfte aber nicht sehr pointiert ausfallen, sondern wird breit verteilt sein.

### **4.3 Folgewirkungen für die Produktion**

Neben den durch den Klimaschutz unmittelbar ausgelösten Impulsen spielen Folgewirkungen eine wesentliche Rolle. Sie beruhen auf wichtigen, theoretisch abgeleiteten und empirisch fundierten Wirkungsmechanismen, die unter dem Begriff dynamische Effekte oder Zweit-Runden-Effekte zusammengefasst werden. So generiert die Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen wirtschaftliche Nachfrage, die wiederum zu Produktion und Einkommen führen. Die zusätzlichen Einkommen werden ihrerseits wieder zu einem Teil verausgabt und lösen so Multiplikatoreffekte aus. Wird die ausgelöste Mehrproduktion als dauerhaft eingeschätzt, werden die Produktionskapazitäten angepasst und es kommt zu einer Belebung der Investitionstätigkeit (Akzeleratoreffekt).

Die Klimaschutzaktivitäten konkurrieren mit anderen wirtschaftlichen Aktivitäten, so dass es zu Substitutionseffekten kommen kann. Sind die realen oder die monetären Ressourcen der Volkswirtschaft bereits stark ausgelastet, kann es zu

Verdrängungseffekten kommen (reales und finanzielles crowding-out). Forcierter Klimaschutz kann auch starke Innovationsanreize auslösen und die Innovationsaktivität in der Volkswirtschaft erhöhen. Folgen andere Volkswirtschaften bei der Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen, so kann sich die Position inländischer Unternehmen im internationalen Wettbewerb verbessern (First-Mover-Advantage). Gerade im Hinblick auf Fragen der internationalen Wettbewerbsfähigkeit zeigt sich die Komplexität der zu untersuchenden Wirkungsmechanismen, da diese ohne Annahmen über die zukünftige Entwicklung der internationalen Klimapolitik nur schwerlich zu untersuchen sind.

Bei der Diskussion von Ergebnissen modellbasierter Analyse ist deshalb zu bedenken, dass aus der Vielzahl der theoretisch denkbaren Wirkungszusammenhänge je nach verwendetem Modelltyp und konkreter Modellierung nur ein unterschiedliches, aber immer unvollständiges Spektrum von dynamischen Folgewirkungen beziehungsweise Zweit-Runden-Effekten berücksichtigt werden kann.



# 5 Folgewirkungen für Beschäftigung und Arbeitswelt

Nach wie vor sind aus politischer Sicht die gesamtwirtschaftlichen Beschäftigungseffekte von Bedeutung, unter dem Gesichtspunkt möglicher Engpässe auf dem Arbeitsmarkt und im Hinblick auf soziale Nachhaltigkeitsziele werden aber auch strukturelle Verschiebungen der Beschäftigung zwischen und innerhalb der Wirtschaftssektoren und Veränderungen von Qualifikationsanforderungen und Arbeitsbedingungen diskutiert.

## 5.1 Beschäftigung

In der Debatte über die Beschäftigungswirkungen von umweltpolitischen Maßnahmen hat es sich als nützlich erwiesen, eine grundsätzliche Unterscheidung zwischen den Bruttobeschäftigungswirkungen einerseits und den Nettobeschäftigungswirkungen andererseits zu treffen.<sup>37</sup> Diese Unterscheidung ist auch bei der Untersuchung der Auswirkungen einer forcierten Klimaschutzpolitik bedeutsam.

Die *Bruttobeschäftigungswirkungen* des Klimaschutzes beschreiben den Umfang an Arbeitskräften, der gebraucht wird, um die Güter und Dienstleistungen zu produzieren, die für als notwendig erachtete oder tatsächlich durchgeführte Klimaschutzmaßnahmen nachgefragt werden. In diesem Sinne werden vorrangig die kurzfristigen, positiven Effekte von Klimaschutz ermittelt. Die Abschätzung der Bruttobeschäftigung erfolgt in der Regel mit einem nachfrageorientierten Ansatz, der methodisch auf der Anwendung des statischen offenen Input-Output-Modells beruht. Aus diesem Grund umfasst die Bruttobeschäftigung nicht nur die Beschäftigung/das Arbeitsvolumen, das in Unternehmen zu verzeichnen ist, die Klimaschutzgüter bereitstellen (direkter Arbeitskräfteeinsatz für den Klimaschutz), sondern auch jene Beschäftigung/jenes Arbeitsvolumen, das in den Unternehmen benötigt wird, um die Vorleistungen für die Produktion von Klimaschutzgütern bereitzustellen (indirekter Arbeitskräfteeinsatz für den Klimaschutz).

Die *Nettobeschäftigungswirkungen* des Klimaschutzes beschreiben dagegen die Gesamtbilanz der in allen Bereichen der Volkswirtschaft resultierenden

<sup>37</sup> Für eine Erörterung der inhaltlichen und methodischen Aspekte der Abschätzung von Umweltschutzmaßnahmen vgl. Edler, Blazejczak u.a. 2009.

Beschäftigungseffekte von klimapolitischen Maßnahmen. Schon die klima-verträglichere Umstrukturierung der Wirtschaft bei unveränderter Produktion insgesamt – z.B. die Substitution von Mineralöl durch Bio-Kraftstoffe – führt per Saldo zu zusätzlicher Beschäftigung (GHK 2007). Das erklärt sich durch unterschiedliche Vorleistungsstrukturen und Arbeitsproduktivitäten der positiv und negativ betroffenen Sektoren sowie durch die Verlagerung von Wertschöpfung ins Inland. Neben den positiven Effekten werden auch die negativen Folgewir-kungen in die Bilanz aufgenommen. Methodisch werden Nettobeschäftigungseffekte mit Hilfe von komplexen ökonomischen Modellen ermittelt. Da ökonomische Modelle immer nur einen Teil der tatsächlich relevanten Wirkungsmech-anismen berücksichtigen können, ist auch das Ergebnis zu Nettobeschäfti-gungswirkungen immer in Abhängigkeit von den eingesetzten Analysemodellen zu interpretieren. Die Netto-Ergebnisse von Klimaschutzmaßnahmen ergeben sich darüber hinaus in der Regel durch einen Szenarienvergleich, also durch den Vergleich eines Referenz- oder Basisszenarios mit einem PolitikszENARIO (zum Beispiel einem Szenario forcierten Klimaschutzes). Aus diesen Überlegungen wird deutlich, dass die Ergebnisse zu den Nettobeschäftigungswirkungen des Klimaschutzes eine erhebliche Variation aufweisen können, weil sie sowohl von den eingesetzten Analysemodellen wie auch von der spezifischen Gestaltung der untersuchten Szenarien beeinflusst werden.

### 5.1.1 Gesamtwirtschaftliche Wirkungen

#### *Bruttobeschäftigung durch Klimaschutz*

In zahlreichen Studien werden einzelne Maßnahmen des Klimaschutzes im Hinblick auf ihre wirtschaftlichen Effekte untersucht. Die Quantifizierung von Beschäftigungseffekten ist Bestandteil eines Teils dieser Untersuchungen. Es werden aber nicht alle Strategiebereiche des Klimaschutzes in gleicher Ausführlichkeit analysiert. Seit einiger Zeit werden insbesondere die mit dem Ausbau der erneuerbaren Energien verbundenen Beschäftigungseffekte differenziert untersucht. Nach aktuellen Untersuchungen können dem Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland im Jahr 2009 rund 340.000 Personen zugerechnet werden.<sup>38</sup> Nach dieser Untersuchung wird zum Jahr 2030 eine Bruttobeschäftigung von 500 bis 600 Tausend Beschäftigten erwartet.<sup>39</sup>

Auch der energetischen Gebäudesanierung als einem wichtigen Strategiebereich des Klimaschutzes wird ein hohes Bruttobeschäftigungspotenzial zugesprochen. Die Bruttobeschäftigung allein des durch die KfW geförderten CO<sub>2</sub>-Gebäudesanierungsprogramms werden aktuell auf rund 50.000 Personen geschätzt.<sup>40</sup> Insgesamt zeigen verschiedene Untersuchungen, dass die Bruttobeschäftigungseffekte des Klimaschutzes eine erhebliche Größenordnung aufweisen.

<sup>38</sup> Vgl. Lehr, Lutz, Edler u.a. 2011, Kapitel 3, und Edler, O'Sullivan 2010.

<sup>39</sup> Vgl. Lehr, Lutz, Edler u.a. 2011, Kapitel 5.

<sup>40</sup> Vgl. Clausnitzer u.a. 2009.

### *Nettobeschäftigung durch Klimaschutz*

Die Spanne für die Schätzungen zu den Nettobeschäftigungswirkungen des Klimaschutzes ist erheblich. In diesen Unterschieden spiegeln sich – wie erläutert – einerseits unterschiedliche Szenarioannahmen bezüglich der durchgeführten Klimaschutzmaßnahmen, aber auch die unterschiedliche Berücksichtigung und Gewichtung von Wirkungsmechanismen in den eingesetzten Modellierungsinstrumenten.

Die ökonomische Untersuchung zum Energiekonzept der Bundesregierung<sup>41</sup> kommt zu dem Ergebnis, dass die ökonomischen Auswirkungen in den Reduktionsszenarien positiv sind. Im Jahr 2020 liegt das BIP unter unterschiedlichen Annahmen zum Klimaschutz um 0,05% bis 0,46% höher, im Jahr 2050 um 0,46% bis 0,72% höher als im Referenzszenario. Das höhere BIP geht einher mit zum einen höheren Investitionen und zum anderen niedrigerem Konsum, der Außenhandel weist nur geringe Veränderungen auf. Die Nettobeschäftigung liegt bei allen Reduktionsszenarien im Jahr 2050 um rund 100.000 Beschäftigte höher als im Referenzfall. In Zwischenjahren kommt es bei einigen Szenarien vorübergehend auch zu negativen Beschäftigungseffekten.

Eine aktuelle Studie zu den Nettobeschäftigungswirkungen des Ausbaus erneuerbarer Energien kommt zu dem Ergebnis, dass im Jahr 2030 die Nettobeschäftigung um 200 bis 300.000 Personen höher ausfällt als ohne Ausbau.<sup>42</sup> Entscheidend für die Größenordnung des positiven Beschäftigungseffekts sind zum einen Annahmen über die Exportchancen deutscher Anbieter von EE-Anlagen, zum anderen spielen die Kosten des Ausbaus, insbesondere der Photovoltaik, eine Rolle. Eine andere aktuelle Untersuchung zu den Beschäftigungswirkungen des Ausbaus der erneuerbaren Energien kommt ebenfalls zu positiven ökonomischen Effekten.<sup>43</sup> In den betrachteten Varianten induziert der Ausbau der erneuerbaren Energien positive Wachstums- und Einkommenseffekte, das Ausmaß der Nettobeschäftigungswirkungen wird davon bestimmt, in welchem Umfang es gelingt, zusätzliche Arbeitskräfte zu aktivieren. Falls dies gelingt, wird im Jahr 2030 eine Nettobeschäftigung von rund 270.000 Personen erwartet. Andernfalls ist der Beschäftigungseffekt ebenfalls positiv, aber im Umfang gering, die Wachstumsimpulse werden vorrangig in Produktivitätssteigerungen umgesetzt.

Zu erheblichen positiven Nettobeschäftigungswirkungen kommt eine Untersuchung zu Klimaschutz durch Energieeffizienzmaßnahmen in den Bereichen Gebäude, Unternehmen und Verkehr. Ausgewiesen werden erhebliche Beschäftigungsgewinne, rund 400.000 Personen im Jahr 2020, 700.000 Personen im Jahr 2030.<sup>44</sup> Eine Untersuchung von ausgewählten Maßnahmen zum Klimaschutz im Rahmen des Programms Integriertes Energie- und Klimaschutzprogramm (IEKP)

<sup>41</sup> Vgl. Prognos, EWI, GWS 2010.

<sup>42</sup> Vgl. Lehr, Lutz, Edler u.a. 2011.

<sup>43</sup> Vgl. Vgl. Blazejczak, Braun, Edler, Schill 2010.

<sup>44</sup> Vgl. ISI 2009.

kommt im Jahr 2008 zu positiven, aber deutlich geringeren Nettobeschäftigungswirkungen von rund 100.000 Personen im Jahr 2020.<sup>45</sup>

In der Zusammenschau der Ergebnisse wird deutlich, dass die ausgewerteten Untersuchungen in der Tendenz ganz überwiegend zu positiven Nettobeschäftigungswirkungen von Klimaschutzmaßnahmen gelangen. Die tatsächlich ausgewiesene Größe der Beschäftigungseffekte ist natürlich von den unterstellten Klimaschutzmaßnahmen und den mit ihnen verbundenen ökonomischen Impulsen abhängig. Auch das für die jeweilige Untersuchung eingesetzte Modellierungsinstrumentarium beeinflusst die Größe der Effekte. Es kann von Nettobeschäftigungseffekten ausgegangen werden, die sich in der Größenordnung von 100.000 Beschäftigten bis zu einigen 100.000 zusätzlichen Beschäftigten bewegen. Der Umfang der mit Klimaschutzmaßnahmen verbundenen Bruttobeschäftigung ist deutlich größer. Die Diskrepanz in der Größenordnung von Brutto- und Nettobeschäftigung gibt einen ersten Hinweis auf den mit forciertem Klimaschutz verbundenen beschleunigten ökonomischen Strukturwandel.

### 5.1.2 Sektorale Strukturwirkungen

Eine forcierte Klimaschutzpolitik wirkt nicht nur auf das Niveau der wirtschaftlichen Aktivitäten, sondern verändert auch die sektorale Struktur von Produktion und Wertschöpfung und damit von Beschäftigung. Soweit Maßnahmen der Klimaschutzpolitik auf eine Verteuerung fossiler Energien als Hauptverursacher der Emission von Treibhausgasen setzen, sind Branchen, die fossile Energien direkt gewinnen oder verarbeiten, wie der heimische Kohlebergbau und die konventionelle Stromgewinnung, sicher einem besonderen Strukturangepasstungsdruck unterworfen. Von höheren Energiepreisen besonders betroffen sind energieintensive Branchen, also zum Beispiel die grundstofforientierten Bereiche (Metall- und Stahlerzeugung, die Grundstoffchemie sowie Papier-, Zement- und Glaserzeugung).<sup>46</sup> Auf der anderen Seite profitieren einzelne Branchen unmittelbar von Maßnahmen eines forcierten Klimaschutzes. So entstehen mit dem Ausbau der erneuerbaren Energien neue Wirtschaftszweige, die solche Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien herstellen (zum Beispiel Wind- und Solarindustrie, die in der traditionellen Wirtschaftszweigsystematik zum Maschinen- und Anlagenbau zählen) oder Dienstleistungsunternehmen, die solche Anlagen planen und warten.<sup>47</sup> Auch in der Bauwirtschaft, insbesondere im Ausbaugewerbe, entstehen zum Beispiel durch die energetische Gebäudesanierung neue Beschäftigungschancen. Chancen ergeben sich in der Land-

<sup>45</sup> Vgl. Lutz, Meyer 2008.

<sup>46</sup> Soweit die Energiepreissteigerungen auf staatlich induzierten Belastungen basieren, bestehen für energieintensive Branchen häufig Sonderregelungen, die die Kostenbelastungen begrenzen.

<sup>47</sup> Im Jahr 2009 lassen sich der Herstellung von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien direkt und indirekt 210.000 Beschäftigte zurechnen, der Beschäftigung durch Wartung und Betrieb rund 66.000 Personen. Vgl. Edler, O'Sullivan 2010.

und Forstwirtschaft, deren Produktion aufgrund der erhöhten Biomassenachfrage eher zunehmen dürfte.

Es spricht einiges dafür, dass mit forciertem Klimaschutz auch ein beschleunigter sektoraler Strukturwandel verbunden ist, weil es zu einem Wandel des Energieversorgungssystems und zu zusätzlichen Anpassungen des Produktionssystems kommt. Eine Studie der OECD<sup>48</sup> kommt unter Anwendung des ENV Linkages-Modells<sup>49</sup> zu dem Ergebnis, dass in Klimaschutzszenarien ein größerer sektoraler Strukturwandel (der Produktion) zu beobachten ist als im «Business-as-usual»-(BAU)-Szenario. Es wird ein normierter Dispersionsindikator gebildet, der die Abweichungen der sektoralen Wachstumsraten (der Produktion) von der gesamtwirtschaftlichen Rate misst. Für die betrachteten Reduktionsszenarien ist der gemessene Strukturwandel deutlich höher als im BAU-Szenario, für Europa zum Beispiel etwa doppelt so hoch, für die USA gut dreimal so hoch. Geringere Produktionsanteile werden zum Beispiel für die Branchen fossile Energien und Verkehr, höhere vor allem für die Dienstleistungen erwartet.

In einer weiteren Untersuchung<sup>50</sup> mit dem ENV Linkages-Modell kommt die OECD zu dem Ergebnis, dass Klimaanpassungsstrategien unter unterschiedlichen Annahmen über die regionale Reichweite von Emissionshandelsregimen gemessen an einem BAU-Szenario zu deutlichen Änderungen der Beschäftigung in einzelnen Sektoren führen (Verluste bei der Nutzung fossiler Energien, Gewinne bei erneuerbaren Energien), dass die Bedeutung dieser Strukturänderungen gemessen an der Gesamtbeschäftigung aber relativ klein ist (für die OECD insgesamt sind 0,5% aller Beschäftigten betroffen). Dies wird mit dem relativ geringen Gewicht der besonders betroffenen Sektoren an der Gesamtbeschäftigung erklärt. Auch gemessen an der über einen 10-Jahreszeitraum gemessenen Schaffung und Vernichtung von Arbeitsplätzen im Zuge des normalen Strukturwandels werden die durch Klimaschutz ausgelösten Veränderungen der Beschäftigung als eher klein eingestuft.<sup>51</sup>

Auf Deutschland bezogene empirische Studien zu den sektoralen Strukturwirkungen einer forcierten Klimapolitik sind nicht zahlreich und kommen in Abhängigkeit von untersuchten Strategien und eingesetzten Analysemodellen zu uneinheitlichen Einschätzungen. Nach den ökonomischen Untersuchungen zum Energiekonzept der Bundesregierung ist nur mit mäßigen Veränderungen der sektoralen Nettobeschäftigung zu rechnen. Das spezifische Ausmaß der Beschäftigungsverluste und -gewinne auf der sektoralen Ebene hängt von den genauen Szenarioannahmen ab. Über alle betrachteten Varianten bewegen sich die Nettoeffekte bei den besonders stark betroffenen Sektoren für einzelne Stichjahre in der Größenordnung von +/- 60.000 Beschäftigten. Wegen des

<sup>48</sup> Vgl. de Serres, Murtin, Nicoletti 2010, insbesondere S. 48ff.

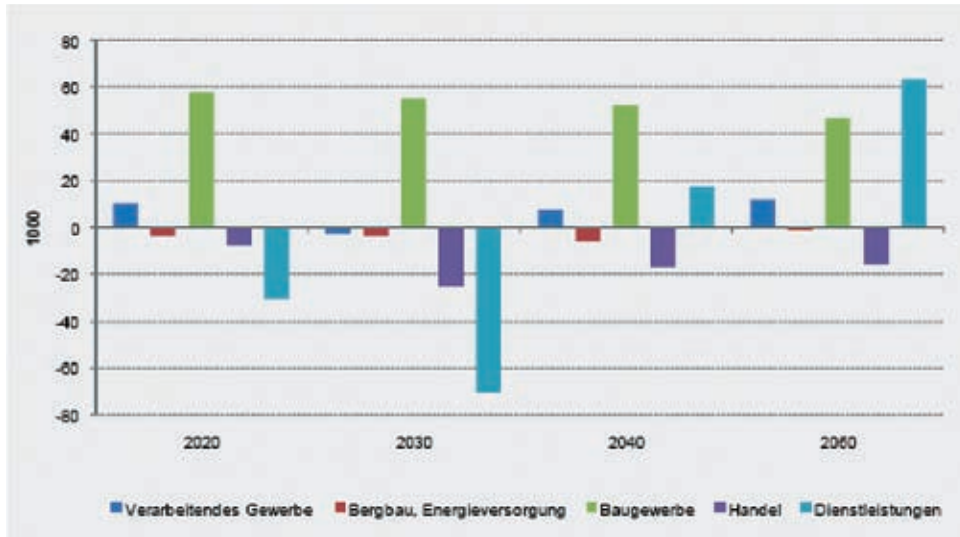
<sup>49</sup> Vgl. Burniaux, Chateau, Dellink 2010.

<sup>50</sup> Vgl. OECD 2011a.

<sup>51</sup> Es wird davon ausgegangen, dass in der OECD im Zeitraum 1995 bis 2005 rund 20% der Arbeitsplätze entweder neu geschaffen oder vernichtet wurden, davon die Hälfte durch sektoralen Strukturwandel.

hohen Gewichts von Maßnahmen zur energetischen Gebäudesanierung zählt das Baugewerbe in den betrachteten Szenarien jeweils zu den Gewinnerbranchen. Exemplarisch sind die Veränderungen in der folgenden Abbildung für ein Szenario dargestellt.

**Abbildung 7: Abweichung der Beschäftigung im Szenario I A im Vergleich zur Referenz in ausgewählten Wirtschaftsbereichen 2020-2050, in 1.000**

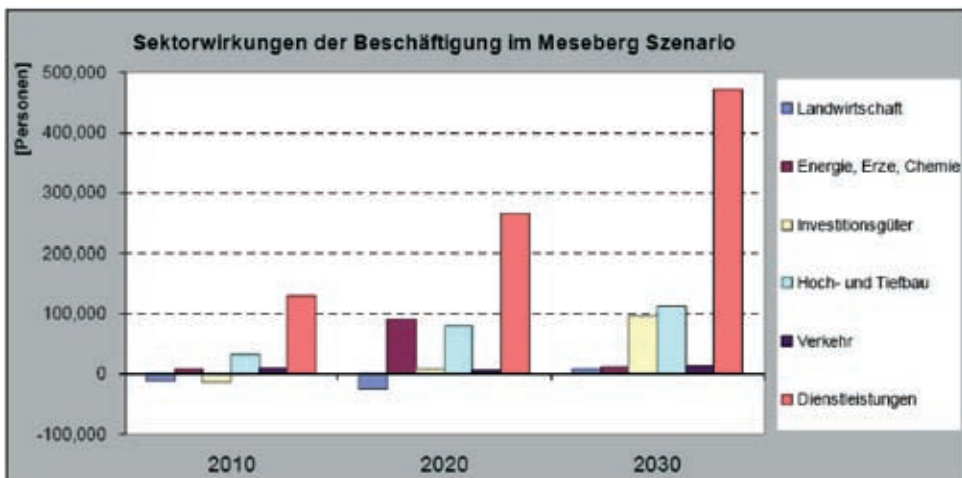


Entnommen aus: Prognos, EWI, GWS 2010, S. 165.

Eine Studie des Fraunhofer-Instituts für System- und Innovationsforschung (FhG-ISI) kommt für die Untersuchung des Integrierten Energie- und Klimaschutzprogramms (IEKP, sogenannte Meseberger Beschlüsse) zu deutlich höheren sektoralen Beschäftigungswirkungen.<sup>52</sup> Danach sind in einzelnen Sektoren deutliche Beschäftigungsgewinne von einigen 100 Tausend Personen denkbar, die sich vor allem bei den Dienstleistungen, aber auch im Baugewerbe und bei der Herstellung von Investitionsgütern niederschlagen (vgl. folgende Abbildung). Besonders Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz in Unternehmen und in geringerem Umfang Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz in Gebäuden wirken sich in sektoralen Strukturänderungen der Beschäftigung aus. Diese Einschätzungen bilden im Vergleich mit anderen Untersuchungen den oberen Rand möglicher sektoraler Strukturwirkungen auf dem Arbeitsmarkt.

<sup>52</sup> Vgl. Fraunhofer ISI 2009.

**Abbildung 8: Beschäftigungswirkung im Meseberg-Szenario**



Entnommen aus: Fraunhofer ISI 2009

Auf der anderen Seite des Spektrums ist unter ungünstigen Annahmen auch denkbar, dass Sektoren mit positiven Beschäftigungswirkungen fehlen und in den meisten Sektoren die Beschäftigung – wenn auch geringfügig – abnimmt. Eine Untersuchung<sup>53</sup> im Auftrag der RWE AG kommt im Jahr 2020 zu leicht negativen Auswirkungen auf die Beschäftigung in der Mehrzahl der Branchen, in der Summe ist der Beschäftigungsrückgang mit rund 55.000 Beschäftigten aber nicht gravierend.

Es lässt sich festhalten, dass die Verteilung der Belastungen und Chancen für die Entwicklung der Beschäftigung in den einzelnen Sektoren in erheblichem Umfang von der Ausgestaltung der Klimaschutzstrategien im Einzelnen abhängt.

## 5.2 Qualifikation

Qualifikationsengpässe können eine forcierte Klimapolitik behindern. Deswegen werden im Folgenden die Qualifikationsanforderungen bei forcierter Klimaschutzpolitik untersucht; dabei wird nach Qualifikationsniveaus und -inhalten unterschieden. Zuvor wird die Frage diskutiert, ob Qualifikationsengpässe bereits gegenwärtig zu erkennen oder mittelfristig zu erwarten sind.

### 5.2.1 Aktuelle Qualifikationsengpässe

Die Frage nach aktuellen Qualifikationsengpässen wird kontrovers diskutiert. Während Arbeitgeber- und Berufsverbände einen aktuellen Fachkräftemangel konstatieren, kommt eine Analyse des DIW Berlin (Brenke 2010) zu dem Schluss,

<sup>53</sup> GWS Prognos 2009.

dass bei naturwissenschaftlich-technischen Berufen und Facharbeiterqualifikationen, die die Industrie benötigt, Engpässe weder bestehen noch bis 2015 zu erwarten sind.<sup>54</sup> Allerdings bleibt die regionale Dimension ausgeblendet. Indikatoren, die die These des DIW stützen, sind zum einen Daten zur Entwicklung der Entgelte nach Gruppen von Fachkräften, die zeigen, dass die Bruttostundenlöhne von Fachkräften seit 2009 mit den allgemeinen Arbeitnehmerverdiensten kaum gestiegen sind. Zum anderen zeigen die Statistik der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten und die nach Berufen noch tiefer gegliederten Zahlen der Arbeitslosen und der offenen Stellen so gut wie keine Anzeichen einer angespannten Arbeitsmarktsituation. Zu den wenigen Ausnahmen gehören Elektroinstallateure; es wird vermutet, dass dies auch auf den Boom bei Solaranlagen zurückgehen könnte. Aufgrund der Studierendenzahlen in technisch-naturwissenschaftlichen Fächern wird auch auf mittlere Sicht selbst bei zunehmender Beschäftigung kein Mangel an Arbeitskräften erwartet. Im Bereich der beruflichen Ausbildung nahm die Zahl der neu abgeschlossenen Ausbildungsverträge in den Jahren 2008 und 2009 stärker ab als die sozialversicherungspflichtige Beschäftigung, besonders stark war der Rückgang bei den Fertigungsberufen. Dies spricht dagegen, dass die Unternehmen einen dringenden Fachkräftemangel empfinden. Im Bereich der beruflichen Ausbildung wird allerdings auf mittlere Sicht die Notwendigkeit gesehen, die Schwerpunkte weg von «Modeberufen» wie Friseurin oder KFZ-Instandhalter stärker bedarfsgerecht zu orientieren.

### 5.2.2 Tendenzen bis 2020/2025

Projektionen von Arbeitskräftebedarf und -angebot, die Qualifikationsdimensionen berücksichtigen, können in Deutschland auf eine längere Tradition zurückschauen.<sup>55</sup> Bei Unterschieden im Einzelnen stimmen die jüngeren Studien in den Grundaussagen weitgehend überein. Unberücksichtigt bleiben dabei bisher Ausgleichsprozesse, die auf der Bedarfs- und Angebotsseite durch Engpässe oder Überschüsse ausgelöst werden.

Bei insgesamt steigendem Arbeitskräftebedarf verlagert sich das Gewicht auf den tertiären Sektor. Bis zum Jahr 2020 wird mit einer Zunahme des Anteils der Erwerbstätigen<sup>56</sup> in Dienstleistungsbereichen von 37,6 (2003) auf 48,7% (2020) gerechnet (Bonin u.a. 2007, Tabellen 13 und 14). Dabei erhöht sich der Anteil der Finanzierungs- und Unternehmensdienstleistungen von 12,5 auf 15% (das entspricht 1,1 Millionen Stellen) und der der öffentlichen und privaten Dienstleistungen von 22,1 auf 25,8% (1,6 Millionen Stellen). In den primären und Grundstoffsektoren sowie im verarbeitenden und Baugewerbe, aber auch in der öffentlichen Verwaltung wird mit rückläufigen Erwerbstätigenanteilen gerechnet;

<sup>54</sup> Dabei wird argumentiert, dass die Aussagen von Wirtschafts- und Berufsverbänden über einen bestehenden Facharbeitermangel empirisch nicht fundiert sind (Brenke 2010, S. 4).

<sup>55</sup> Siehe BLK 1995, Weidig u.a. 1999, BLK 2002, Bonin u.a. 2007, Prognos 2008.

<sup>56</sup> Nur Kernerwerbstätige, d.h. ohne Auszubildende und geringfügig Beschäftigte.



im verarbeitenden Gewerbe von 23,5 auf 19,5% (das entspricht einem Abbau von 920.000 Stellen).

Der Bedarf an gut qualifizierten Arbeitskräften wird dabei deutlich steigen. Der Anteil der Arbeitsplätze, die einen Hochschulabschluss erfordern, steigt von 18,3% in 2003 auf 23,6% in 2020 (das entspricht gut 2 Millionen Stellen), bei Meistern, Technikern und Fachschulabsolventen von 10,8 auf 11,8% (rund 540.000 Stellen) (Bonin u.a. 2007, Tabelle 17 und Abbildung 25). Demgegenüber gehen die Anteile der Arbeitsplätze ohne Berufsabschluss von 12 auf 9% (rund 800.000 Stellen) zurück, die Zahl der Stellen mit Berufsabschluss nimmt geringfügig (um 50.000 Personen) ab.

Im Hinblick auf den zu bewältigenden Strukturwandel ist zu berücksichtigen, dass sich die Arbeitskräftebedarfe in West- und Ostdeutschland gegenläufig entwickeln. Einem Zuwachs um 2,7 Millionen Stellen in Westdeutschland steht eine Abnahme um 940.000 Stellen in Ostdeutschland gegenüber. Die Qualifikationsstruktur der Stellen in Ostdeutschland, die noch durch das stark ausgebaute Ausbildungssystem vor der Vereinigung geprägt ist, wird sich bis 2020 der in Westdeutschland annähern; das bedeutet in Ostdeutschland einen deutlichen Rückgang des Bedarfs an Erwerbstätigen mit abgeschlossener Berufsausbildung und mit einem Abschluss als Meister, Techniker und Fachschüler.

Die Qualifikationsstruktur des Arbeitskräfteangebots verschiebt sich zugunsten von Arbeitskräften mit Hochschulabschluss (Anstieg des Anteils an den Kernerwerbstätigen um 4,7 Prozentpunkte von 2003 bis 2020) und zulasten insbesondere von Arbeitskräften mit abgeschlossener Berufsausbildung (-3,8 Prozentpunkte); der Anteil von Arbeitskräften ohne Berufsausbildung geht nur wenig zurück. Besonders im zuletzt genannten Bereich nimmt also der «Mismatch» zu.

Flexibilitäten im Bildungssystem können in begrenztem Umfang zu einer Höherqualifizierung beitragen, allerdings nur mit deutlicher Verzögerung. Besonders wirksam wäre eine Halbierung der Abbrecherquoten aller Ausbildungen. Insbesondere der Anteil der Hochschulabsolventen würde ansteigen (in 2035 um 2,1 Prozentpunkte), weil hier die Abbrecherquote besonders hoch ist. Der Anteil der Arbeitskräfte ohne Berufsausbildung würde zurückgehen, im Jahr 2035 aber immer noch 10% (statt 13,5%) betragen. Über einen verstärkten Übergang von der betrieblichen Lehre und den Berufsfachschulen zu den Hochschulen sowie über eine Höherqualifikation der Absolventen einer betrieblichen Lehre könnte der Anteil der Hochschul- bzw. Fachschulabsolventen – zulasten der Personen mit abgeschlossener Berufsausbildung – spürbar angehoben werden. Die Einführung des Bachelor-/Masterstudien-systems hat längerfristig ebenfalls einen deutlichen Anstieg des Anteils der Hochschulabsolventen zur Folge, weil die Abbrecherquoten niedriger und die Studiendauer kürzer sind als bei traditionellen Universitätsstudiengängen.

Aufgrund alters- und geschlechtsspezifischer Ausscheidequoten lässt sich der Ersatzbedarf für Hochschulabsolventen nach Fächergruppen<sup>57</sup> ermitteln. Ein darüber hinaus gehender Zusatzbedarf ergibt sich aufgrund des Anstiegs der Stellen, für die ein Hochschulabschluss erforderlich ist, unter Berücksichtigung ihrer sektoralen Verteilung. Den größten Zusatzbedarf zwischen 2003 und 2020 gibt es bei den Wirtschafts- und Sozialwissenschaftlern (gut 480.000 Personen), die ihre Berufsfelder in den expandierenden Dienstleistungsbereichen finden, und bei Ingenieuren (450.000 Personen). In rechts-, wirtschafts- und sozialwissenschaftlichen sowie in den ingenieurwissenschaftlichen Fächern besteht in diesem Zeitraum auch der größte Ersatzbedarf (515.000 bzw. 654.000 Personen).

Aktuelle Qualifikationsangebots- und -bedarfsprojektionen des Bundesinstituts für Berufsbildung (BIBB) und des Instituts für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB)<sup>58</sup> bis zum Jahr 2025 berücksichtigen nicht nur die Erhöhung des Renteneintrittsalters auf 67 Jahre, sondern zusätzlich zu 4 Qualifikationsstufen auch eine Untergliederung nach 54 Berufsfeldern, die zu 12 Berufshauptfeldern und 3 Berufsoberfeldern zusammengefasst werden (Helmrich, Zika 2010; Helmrich, Zika 2010a, Helmrich u.a. 2010).<sup>59</sup> Dabei wird auf Basis einer Auswertung des Mikrozensus von 2005 die Flexibilität des Wechsels vom erlernten zum ausgeübten Beruf modelliert (Maier, Schandock, Zopf 2010). Dies kann Hinweise darauf geben, ob und wie Qualifikationsengpässe durch berufliche Flexibilität überwunden werden können.

Bei den Geringqualifizierten steht dem sinkenden Angebot ein Rückgang des Bedarfs gegenüber, so dass es mittelfristig bei einem Überangebot bleibt. Allerdings könnte sich eine Entlastung dadurch ergeben, dass ein Teil der 2 bis 2,5 Millionen Jobs, die von Schülern, Studenten und Auszubildenden ausgefüllt werden, in Zukunft aufgrund der demographischen Entwicklung von diesen nicht mehr wahrgenommen werden kann und dann teilweise mit Geringqualifizierten besetzt wird (Helmrich, Zika 2010, S. 21). Bei mittleren Qualifikationsniveaus sind Engpässe absehbar: während der Bedarf noch zunimmt, geht das Angebot zurück. Je nach den Annahmen über die Entwicklung von Demographie und Erwerbsbeteiligung sowie über die Trends zur Höherqualifizierung übersteigt der Bedarf das Angebot zwischen dem Ende dieses und der Mitte des nächsten Jahrzehnts. Bei den Hochqualifizierten kommt es auf das Angebot an. Je geringer das Angebot an Erwerbspersonen mit mittlerem Qualifikationsniveau desto höher das an Hochqualifizierten; dann kann es in dieser Gruppe sogar zu einem Überangebot kommen. Es ist jedoch auch möglich, dass der Arbeitsmarkt für Hochqualifizierte auf mittlere Sicht angespannt bleibt. Als zentrale bildungs-

---

57 Ausgangspunkt sind aufgrund des Mikrozensus geschätzte fächerspezifische Alters- und Geschlechtsverteilungen der Erwerbstätigen mit Hochschulabschluss des Jahres 2003.

58 Zusammen mit FIT und GWS.

59 Auf der Angebotsseite werden zwei verschiedene Modelle eingesetzt, die aufgrund unterschiedlicher Ausrichtung und unterschiedlicher Annahmen zu unterschiedlichen Ergebnissen kommen. Siehe Kalinowski, Quinke 2010 und Drosdowski, Wolter 2010.

politische Aufgabe zeichnet sich die Qualifizierung von Geringqualifizierten zu einem mittleren Qualifikationsniveau ab.

Bei der Gegenüberstellung von Arbeitskräfteangebot und -bedarf nach Berufsfeldern ist zu berücksichtigen, dass viele Arbeitskräfte vom erlernten Beruf oder auch als Ungelernte in einen anderen Beruf wechseln. Beispielsweise wurden knapp 18% der produktionsbezogenen Berufe und über 19% der primären Dienstleistungsberufe von Ungelernten ausgeübt, aber nur knapp 6% der sekundären Dienstleistungsberufe (Helmrich, Zika 2010, S. 28). Unter Berücksichtigung der Flexibilität, die sich dadurch ergibt, lassen sich Berufsfelder identifizieren, in denen das Arbeitskräfteangebot hinter dem -bedarf zurückbleibt. Hierzu zählen z.B. die Rechts-, Management- und wirtschaftswissenschaftlichen Berufe sowie die Gesundheits- und Sozialberufe und körperpflegerische Berufe. Zu den Berufsfeldern mit ausreichendem Angebot gehören etwa Maschinen und Anlagen steuernde und wartende Berufe. Bei technisch-naturwissenschaftlichen wie auch einigen anderen Berufen wird der Bedarf durch das Angebot jedenfalls rechnerisch gerade noch gedeckt.

Bei Zu- und Abwanderungen über die Grenzen Deutschlands von insgesamt über 1,2 Millionen Personen pro Jahr ergibt sich mittelfristig ein erhebliches Potenzial zur Umqualifizierung. Allerdings ist die Qualifikationsstruktur dieser Personen nicht bekannt (Bott u.a. 2010).

#### *Bedarf und Angebot an Qualifikationen in Europa*

Wie in Deutschland wird auch die Entwicklung des Qualifikationsbedarfs in Europa insgesamt bis 2020 entscheidend durch die Expansion des Dienstleistungssektors und hier insbesondere der unternehmensbezogenen Dienstleistungen geprägt (CEDFOP 2008). Insgesamt wird damit gerechnet, dass in der EU25<sup>60</sup> zwischen 2006 und 2020 neben einem Ersatzbedarf von 85 Millionen Arbeitskräften über 20 Millionen neue Arbeitsplätze entstehen, davon über 14 Millionen in unternehmensbezogenen und sonstigen marktorientierten Dienstleistungsbereichen (NACE 65-74, 90-99). Das bedeutet eine Beschäftigung von 224 Millionen Personen im Jahr 2020. Bei einer Bevölkerung im Erwerbsalter von 15 bis zu 64 Jahren von knapp 303 Millionen, müsste die Beschäftigungsquote fast 74% betragen, gegenüber einem in der Lissabon-Strategie festgelegten Ziel von 70%. Bereits ohne Friktionen auf der Qualifikations- und der regionalen Ebene ist also ohne die Ausnutzung von Flexibilitätsspielräumen mit Engpässen zu rechnen.

Der sektorale Strukturwandel führt zusammen mit intrasektorialem Wandel zu einem steigenden Bedarf an Tätigkeiten mit hohem und mittlerem Qualifikationsniveau. Der Trend zum «Upskilling» in allen Tätigkeitsgruppen, der auch durch Angebotstrends verursacht sein kann, verstärkt die Nachfrage nach höheren Qualifikationen (International Standard Classification of Education, ISCED 5-6). Ihr Anteil steigt von 25,3% in 2006 auf 31,5% in 2020, während der

---

60 EU25 und Norwegen und Schweiz.

Anteil niedriger Qualifikationen (ISCED 0-2) von 26,2% auf 18,5% zurückgeht und der Anteil mittlerer Qualifikationen (ISCED 3-4) von 48,6% auf 50% steigt. Der Umfang des Strukturwandels wird durch die Zahl der rund 105 Millionen zu besetzenden Stellen charakterisiert, die sich wie erwähnt aus einem Ersatzbedarf von 85 Millionen Stellen und einem Neubedarf von 20 Millionen Stellen ergibt. Bei den hohen Qualifikationen besteht Ersatz- und Neubedarf in einer Höhe von je rund 20 Millionen, bei den mittleren Qualifikationen beträgt der Neubedarf 13 Millionen und der Ersatzbedarf 42 Millionen Stellen. Bei den niedrigen Qualifikationen werden von den 22 Millionen Stellen, die frei werden, rund 12 Millionen nicht wieder besetzt.

### 5.2.3 Qualifikationsanforderungen durch forcierte Klimapolitik

Die Klimapolitik ist ein wichtiger Treiber zukünftiger Qualifikationsbedarfe (EC 2009b). Im Hinblick darauf wird zum einen diskutiert, wie sich die Anteile an Arbeitsplätzen mit verschiedenen Qualifikationsniveaus verändern, zum anderen stellt sich die Frage nach zu erwartenden Veränderungen von Qualifikationsinhalten.

#### 5.2.3.1 Qualifikationsniveau

Der sektorale Strukturwandel, der durch eine forcierte Klimaschutzpolitik ausgelöst wird, hat schon für sich genommen Auswirkungen auf die Qualifikationsstruktur der Beschäftigten, weil die Qualifikationsprofile der Wirtschaftssektoren sich unterscheiden und sich die Beschäftigtenanteile der Wirtschaftssektoren durch eine forcierte Klimaschutzpolitik ändern. Die Bedeutung des sektoralen Strukturwandels für die Qualifikationsstruktur wird anhand einer Komponentenzerlegung der Veränderung der Beschäftigung von Akademikern deutlich. Im Zeitraum von 2005 bis 2007 ging von der Veränderungsrate von 3,7% ein Anteil von 1,5% auf den sektoralen Strukturwandel zurück; von 2001 bis 2005 3,8 von 11,3%, von 1997 bis 2001 waren es 3,1 von 7,6% und (Leszczensky u.a. 2009).

Der höchste Anteil von Erwerbstätigen mit geringem Qualifikationsniveau findet sich 2008 im Primärsektor, der geringste im Tertiärsektor (Schmidt 2010). Umgekehrt ist der Anteil der Erwerbstätigen mit hohem Qualifikationsniveau im Tertiärsektor am höchsten und im Primärsektor am niedrigsten. Innerhalb des Tertiärsektors rangiert der Anteil der Hochqualifizierten zwischen über 60% in Forschung und Entwicklung und rund 8% im Gastgewerbe.

In wissensintensiven Wirtschaftszweigen des produzierenden Gewerbes beträgt die Hochqualifiziertenquote (gemessen als Anteil der Hochschulabsolventen an den Beschäftigten 2007) 15% und im Schwerpunkt Elektronik/IuK sogar 18,4%, während sie im Durchschnitt des produzierenden Gewerbes nur 8,8% ausmacht (Leszczensky u.a. 2009).

Es kann davon ausgegangen werden, dass sich bei forcierter Klimaschutzpolitik auch das Profil der Qualifikationsanforderungen jedes einzelnen Wirtschaftssektors verändert. So dürfte ein Ausbau der Elektromobilität im Automobilbau

zumindest vorübergehend zu höheren Qualifikationsanforderungen führen. Allerdings lassen sich diese Veränderungen kaum allgemein, unabhängig von spezifischen Klimaschutzmaßnahmen, bestimmen.

Für die Tätigkeiten im Zusammenhang mit der Nutzung erneuerbarer Energien, die in mehreren traditionell abgegrenzten Tätigkeitsfeldern enthalten sind, ist aufgrund einer Unternehmensbefragung für 2007 eine Qualifikationsstruktur ermittelt worden (Bühler u.a. 2007). Danach machen Facharbeiter 41% der Beschäftigten aus, kaufmännische Angestellte 27%, Akademiker 19% und Meister und Techniker 8%. Auffällig ist der für eine technologieintensive junge Branche relativ hohe Anteil Angelernter mit 5%.

Einen Vergleich der Qualifikationsprofile in Umweltschutzbereichen mit dem der Gesamtwirtschaft erlaubt eine Studie der OECD für das Jahr 2000 (OECD 2004). Danach beträgt der Anteil der Universitätsabsolventen im Öko-Consulting in Deutschland 54% gegenüber 14% im Durchschnitt aller Sektoren. In der Umweltschutzwirtschaft (Eco-Industry) betrug der Anteil von Akademikern hingegen nur 6% und bei der Abfallentsorgung 5%. Demgegenüber betragen die Anteile Geringqualifizierter im Öko-Consulting 2% und in der Umweltschutzwirtschaft 28% bei 14% in der Gesamtwirtschaft.

Insgesamt wird – wegen des hohen Innovationsgrades vieler Klimaschutztechnologien – mit einer Tendenz zu höheren Qualifikationsanforderungen innerhalb der Sektoren gerechnet (Dupressoir 2009, ETUC u.a. 2007). Allerdings entstehen auch Arbeitsplätze mit geringeren Qualifikationsanforderungen, z.B. bei der Wärmedämmung von Gebäuden und im Zusammenhang mit der Produktion von Biotreibstoffen.

### 5.2.3.2 Qualifikationsinhalte

Der Übergang zu einer kohlenstoffarmen Wirtschaft verlangt die Entwicklung vielfältiger Kompetenzen, die neben Wissen und Fertigkeiten auch Haltungen und Werte umfassen müssen. Sie können unterschieden werden nach praktischen Kompetenzen, mit denen der Übergang umgesetzt wird, prozessbezogenen Kompetenzen, durch die der Übergang ermöglicht wird, und strategischen Kompetenzen, die den Übergang initiieren und fördern (Turock, Taylor 2006; Rigg 2009). Auf allen Ebenen spielen sowohl spezifische Qualifikationen eine Rolle als auch Querschnittsqualifikationen.

Auch bei einer forcierten Klimaschutzpolitik bleibt die Bedeutung spezifischer Qualifikationen begrenzt. Völlig neue Kompetenzen werden kaum erforderlich sein. Für einen Teil der Klimaschutz-Beschäftigten spielen aber spezifische Qualifikationen eine Rolle als branchenspezifische Ergänzung im Rahmen einer klassischen Fachausbildung oder von Fortbildungsmaßnahmen. Vielfach können die spezifischen Kompetenzen auch im Arbeitsprozess erworben werden.

Eine umfassende Untersuchung der für eine forcierte Klimaschutzpolitik erforderlichen spezifischen Qualifikationen fehlt; sie wäre wohl nur auf der Ebene detaillierter Maßnahmen möglich und würde sich gravierenden methodischen Problemen gegenübersehen (ILO 2010). Bei einer Unternehmensbefra-

gung im Tätigkeitsfeld erneuerbare Energien zeigte sich, dass die Beschäftigten meist nicht branchenspezifisch, sondern in traditionellen Berufen ausgebildet sind (Bühler u.a. 2007). Allerdings spielen in diesem Tätigkeitsfeld *Training on the Job*, Schulung und Fortbildung eine bedeutende Rolle. Spezifische Qualifikationen, die in dieser Branche gefordert werden, umfassen u.a. die Beratung von Kunden über verfügbare technische Lösungen, Energiesparberatung, Ferndiagnose und -reparatur (Kuwana u.a. 2009).

Beim Tätigkeitsfeld erneuerbare Energien handelt es sich um eine junge, schnell wachsende Branche. Daraus ergibt sich eine verstärkte Bedeutung von überfachlichen Qualifikationen wie Kommunikations-, Kooperations- und Teamfähigkeit, Eigeninitiative, Lernbereitschaft, Flexibilität und Sprachkenntnissen (Bühler u.a. 2007). Zu ähnlichen Ergebnissen kommt ein Projekt zur Früherkennung von Qualifikationsbedarfen (Kuwana u.a. 2009). Es listet Kundenorientierung, die flexible Anpassung an wechselnde Anforderungen, permanente Lernbereitschaft, Übersicht über Unternehmensprozesse, unternehmerisches Denken und Informationsbeschaffung als wichtige Querschnittsqualifikationen auf.

Bei einer forcierten Klimaschutzpolitik, die längerfristig auf eine weitgehende Dekarbonisierung der Wirtschaft hinausläuft, werden klimaschutzbezogene Kompetenzen einen Bestandteil nahezu aller Qualifikationsprofile ausmachen müssen.

### 5.3 Arbeitsbedingungen

Die Arbeitsplatzqualität wird außer durch Qualifikationsanforderungen durch eine Reihe weiterer Kennzeichen geprägt, darunter die Entlohnung und die Arbeitsplatzsicherheit, aber auch durch Gleichheits- und Gerechtigkeitsaspekte. Nur wenige Studien haben Auswirkungen einer forcierten Klimaschutzpolitik auf die Arbeitsplatzqualität untersucht (EC 2010, S. 14).

Bereits durch den sektoralen Strukturwandel der Beschäftigung, der durch eine forcierte Klimaschutzpolitik ausgelöst wird, sind Auswirkungen auf die Arbeitsbedingungen in der Gesamtwirtschaft zu erwarten, weil der Einsatz verschiedener Beschäftigungsformen sich in den Wirtschaftsbereichen deutlich unterscheidet (Eichhorst, Marx, Thode 2010 und Eichhorst u.a. 2010). So beträgt der Anteil der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten im produzierenden Gewerbe 84% und bei den unternehmensnahen Dienstleistungen 75%, während er bei den personenbezogenen Dienstleistungen nur 57% ausmacht. Der Anteil der Zeitarbeit ist hingegen im produzierenden Gewerbe mit 3% vergleichsweise hoch, während sie bei den Dienstleistungen eine wesentlich geringere Rolle spielt. Eine Verlagerung der Beschäftigung zu den Dienstleistungen und weg vom produzierenden Gewerbe würde also für sich genommen den Anteil der sozialversicherungspflichtigen Beschäftigten in der Gesamtwirtschaft verringern und zu weniger Zeitarbeitsverhältnissen führen.

Nimmt man an, dass die Verteilung der männlichen und weiblichen Erwerbstätigen innerhalb der Sektoren unverändert bleibt, lässt sich ein sektoraler Struktureffekt der Klimapolitik für die Beschäftigungschancen nach Geschlecht ermitteln.

Für die Herstellung von Windkraftanlagen, «grünes Bauen» und Recycling findet eine Studie für die USA (Good Jobs First 2009) häufiger eine geringe Entlohnung. Zudem sind die Arbeitsplätze in derselben Weise wie in anderen Wirtschaftszweigen durch die Gefahr von Produktionsverlagerungen ins Ausland bedroht. Durch Klimaschutzmaßnahmen im Verkehr geschaffene Arbeitsplätze sind allenfalls von durchschnittlicher Qualität (Steininger u.a. 2007).

Eine Gefahr der Polarisierung besteht, wenn durch forcierte Klimapolitik im Zusammenspiel mit anderen Treibern des Strukturwandels in erheblichem Maße Arbeitsplätze mit hohen Qualifikationsanforderungen entstehen und Arbeitsplätze mit geringen Qualifikationsanforderungen wegfallen.

## 5.4 Intrasektoraler Strukturwandel

Die vorliegende Studie nimmt eine sektoral disaggregierte gesamtwirtschaftliche Perspektive ein. Der Strukturwandel von Wirtschaft und Arbeitswelt wird auf der Ebene von Wirtschaftssektoren betrachtet: es geht um Verschiebungen der Anteile der Wirtschaftssektoren an den gesamtwirtschaftlichen Aggregaten. Dies hat den Vorteil einer konsistenten gesamtwirtschaftlichen Einbettung – wesentliche Wirkungen einer forcierten Klimaschutzpolitik, die sich innerhalb der Wirtschaftssektoren abspielen, geraten dabei aber aus dem Blick.

Bei sektoral ausgerichteten empirischen Analysen des Strukturwandels der Beschäftigung hängt das ermittelte Ausmaß der Reallokation von Arbeitsplätzen – verstanden als Summe von weggefallenen und neu geschaffenen Arbeitsplätzen – von der gewählten Sektorklassifikation ab. Allerdings zeigt sich, dass der Übergang von einer 26-Sektoren- zu einer 52-Sektoren-Gliederung das gemessene Ausmaß der Reallokation von Arbeitsplätzen im Zeitraum 1995 bis 2005 in den OECD-Ländern nur wenig verändert (OECD 2011a). Das wird damit erklärt, dass der größte Teil der Arbeitsplatzgewinne auf den Dienstleistungssektor entfällt, der in beiden Klassifikationen nur wenig disaggregiert ist. Es wird aber darauf hingewiesen, dass das Ausmaß der Arbeitsplatzwechsel zwischen Unternehmen derselben Sektoren um eine Größenordnung höher ist als das Ausmaß intersektoraler Arbeitsplatzwechsel.

Eine Studie des Europäischen Gewerkschaftsbundes gemeinsam mit anderen Institutionen (ETUC u.a. 2007) kommt bei der Untersuchung von 4 Schlüsselsektoren – Energie, Verkehr, Stahl und Zement sowie Bau – zu dem Schluss, dass die Umgestaltung von Arbeitsplätzen infolge der Klimapolitik eher innerhalb von als zwischen Wirtschaftssektoren stattfindet. Dies wird insofern als vorteilhaft angesehen, als ein Arbeitsplatzwechsel innerhalb einer Branche im Allgemeinen mit geringeren Suchzeiten und Umqualifizierungsnotwendigkeiten verbunden ist.

Intrasektorale Wirkungen von Klimaschutzmaßnahmen treten auf der Leistungsseite auf, weil die Anbieter von Klimaschutztechnologien und -dienstleistungen sowie ihre Zulieferer in der amtlichen Statistik nicht als eigene Branche zusammengefasst, sondern quer über eine Reihe von Wirtschaftssektoren verteilt sind. Zudem nutzen einzelne Unternehmen die Chancen, die eine forcierte Klimaschutzpolitik bietet, in unterschiedlichem Maße und auf unterschiedliche Weise. Auf der Kostenseite treten intrasektorale Strukturverschiebungen auf, weil einzelne Unternehmen unterschiedlich gut gerüstet sind, die Risiken und Belastungen durch eine forcierte Klimaschutzpolitik zu bewältigen.

In der Energiewirtschaft ist ein starker intrasektoraler Strukturwandel zu erwarten. Ein dominierendes Merkmal dürfte der Übergang von zentralen zu überwiegend dezentral organisierten Versorgungsstrukturen sein. Damit sind nicht nur langfristige Veränderungen der Unternehmensstrukturen hin zu kleineren Einheiten, sondern auch spürbare regionale Verschiebungen des Arbeitsplatzangebots in der Energiewirtschaft zu erwarten. Auch die Arbeitsinhalte und qualifikatorischen Anforderungen an Beschäftigte in der Energiewirtschaft werden sich stark verändern. So dürfte der Wartungsaufwand von kleinteiligen Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien große Beschäftigungschancen für mittelständische, spezialisierte Handwerks- und Servicebetriebe bieten.

Im Verkehrssektor beispielsweise würden Klimaschutzpolitiken, die das Verkehrsaufkommen dämpfen und zugunsten des Bahnverkehrs verschieben, zu einer Zunahme der Beschäftigung im Personenverkehr zulasten des Güterverkehrs führen (ETUC u. a. 2007). Beim Güterverkehr würde im Vergleich zum Referenzszenario die Beschäftigung bei Eisenbahnen kräftig zunehmen und die beim LKW-Verkehr geringer ausfallen.



# 6 Fazit

Der Wissensstand über die Wirkungen einer forcierten Klimapolitik auf den Strukturwandel von Wirtschaft und Arbeitswelt hat sich in den letzten Jahren verbessert. Eine Reihe von nationalen und internationalen Studien hat unterschiedliche Facetten der Problemstellung beleuchtet und wichtige Anhaltspunkte geliefert. Der Kenntnisstand unterscheidet sich im Hinblick auf die untersuchten Strategieelemente deutlich. So liegen für die ökonomischen Wirkungen des Ausbaus der erneuerbaren Energien mehr Ergebnisse vor als für andere Handlungsbereiche. Insgesamt bestehen jedoch noch erhebliche Wissenslücken. Das liegt zum einen daran, dass viele Aspekte immer noch unzureichend untersucht sind, zu anderen aber auch daran, dass allgemein gültige Aussagen zu vielen Aspekten kaum gewonnen werden können, weil es dabei auf die Ausgestaltung der Klimapolitik im Detail ankommt. Ohne Zweifel aber steht fest, dass eine forcierte Klimaschutzpolitik den Strukturwandel von Wirtschaft und Arbeitswelt deutlich verstärken wird. Die Strukturwirkungen von Reduktionsstrategien interagieren dabei mit den Auswirkungen anderer Treiber des Strukturwandels; das genaue Ausmaß und die Interferenzen sind jedoch kaum einschätzbar.

Die Studien belegen, dass eine forcierte Klimapolitik mit ehrgeizigen Reduktionszielen auf Basis vorliegender Erkenntnisse und plausibler Annahmen über zukünftige Entwicklungen eine technologisch realisierbare Strategie ist, deren ökonomische Auswirkungen bewältigbar erscheinen.

Für die Wirkungen forcierten Klimaschutzes kommt es auch auf die grundsätzliche Orientierung der Klimapolitik an. Dabei spielen das Verhältnis von technischen Lösungen und Verhaltensänderungen und das Gewicht von Anpassungs- und Vermeidungsmaßnahmen eine Rolle. Auch die Wahl der Instrumente der Klimapolitik bestimmt die Kosten und damit die Strukturwirkungen entscheidend mit. Wird ein Instrumentenmix gewählt, der Anreize für Kosteneffizienz und Innovationen bietet, können die Kosten des Klimaschutzes wesentlich reduziert werden. Es bleibt aber auch dann bei signifikanten Strukturwirkungen.

Weitgehend unabhängig vom methodischen Vorgehen kommen Schätzungen der Vermeidungskosten bei einer forcierten Klimaschutzpolitik zu Größenordnungen von wenigen Prozent der Wirtschaftsleistung. Viele Maßnahmen sind unter Einbeziehung der Einsparungen an Energie sogar einzelwirtschaftlich vorteilhaft

Die Maßnahmen im Zuge einer forcierten Klimaschutzpolitik konzentrieren sich auf wenige Branchen, vor allem die Energiewirtschaft, den Gebäudereich sowie den Verkehr, daneben auf einige industrielle Sektoren wie die Eisen- und

Stahlindustrie und die chemische Industrie. Den höheren Kostenbelastungen dieser Wirtschaftsbereiche entsprechen aber zusätzliche Absatzchancen der Lieferanten von Investitionsgütern und Vorleistungen. Diese Mehrnachfrage ist über die Wirtschaftssektoren breiter verteilt, in besonderem Maße dürften aber die Bauwirtschaft, der Maschinen- und Fahrzeugbau und die Elektrotechnik begünstigt werden, daneben aber auch eine Reihe von Dienstleistungsbereichen. Von der Mindernachfrage nach fossilen Energieträgern ist unmittelbar hauptsächlich die Energiewirtschaft betroffen.

Die wirtschaftlichen Impulse durch eine forcierte Klimaschutzpolitik lösen durch die Vorleistungsverflechtung der Wirtschaftsbereiche untereinander, durch Kostenüberwälzungen, durch Multiplikator- und Akzeleratoreffekte und durch Verdrängungs- und Substitutionsprozesse eine Vielzahl von Folgewirkungen aus, die schließlich alle Wirtschaftsbereiche erreichen.

Die Bruttobeschäftigungseffekte eines forcierten Klimaschutzes sind erheblich. Durch den Ausbau der erneuerbaren Energien wird langfristig ein direkter und indirekter Bedarf von 500 bis 600 Tausend Beschäftigten erwartet, auch andere Handlungsbereiche wie die energetische Gebäudesanierung sind beschäftigungsintensiv. Im Vergleich dazu fallen die Nettobeschäftigungswirkungen geringer aus, weil in ihnen auch die beschäftigungsmindernd wirkenden Effekte in den übrigen Bereichen der Volkswirtschaft berücksichtigt sind. Die vorhandene Evidenz von empirischen Untersuchungen spricht für geringe positive Nettobeschäftigungswirkungen.

Das Ausmaß der intersektoralen Beschäftigungswirkungen hängt unter anderem von den Schwerpunktsetzungen der Klimaschutzstrategien ab. Insgesamt wird die Notwendigkeit von intersektoralen Arbeitsplatzwechseln als eher moderat eingeschätzt, gemessen an der Entwicklung in der Vergangenheit und daran, welcher Wandel durch andere Treiber der wirtschaftlichen Entwicklung ausgelöst wird.

Eine forcierte Klimaschutzpolitik führt auch innerhalb der Wirtschaftssektoren zu einem Strukturwandel. Die Zahl der Arbeitsplatzwechsel innerhalb der Sektoren war in der Vergangenheit wesentlich größer als Veränderungen zwischen Sektoren. Es ist zu erwarten, dass der intrasektorale Strukturwandel infolge einer forcierten Klimaschutzpolitik bedeutender ist als der intersektorale. Allerdings ist der intrasektorale Strukturwandel nur für sehr detailliert beschriebene Maßnahmen und auch dann nur grob zu fassen.

Wegen des hohen Innovationsgrades vieler Klimaschutztechnologien ist bei forciertem Klimaschutz überwiegend mit einem zusätzlichen Bedarf an höheren Qualifikationen zu rechnen. Allerdings entstehen in einzelnen Bereichen auch Arbeitsplätze mit geringen Qualifikationsanforderungen.

Völlig neue Kompetenzprofile werden auch bei forcierter Klimaschutzpolitik kaum erforderlich sein. Als Ergänzung zu klassischen Ausbildungsinhalten werden für einen Teil der im Klimaschutz Beschäftigten spezifische Qualifikationen, die «on the job» oder durch Fortbildungen erworben werden können, von

Bedeutung sein. Querschnitts- und überfachliche Qualifikationen werden in den dynamischen Geschäftsfeldern des Klimaschutzes an Bedeutung gewinnen.

Maßnahmen zur Erleichterung des klimaschutzbedingten Strukturwandels sind in der vorliegenden Studie nicht untersucht worden. Angesichts des begrenzten Wissens und der beschränkten Vorhersehbarkeit der Strukturveränderungen bei einer forcierten Klimaschutzpolitik erscheint es sinnvoll, neben spezifischen Anpassungsmaßnahmen die generellen Voraussetzungen für Strukturwandel auf den Güter- und Arbeitsmärkten zu verbessern. Dabei sollten als Ziele Dynamik und Sozialverträglichkeit gleichberechtigt nebeneinander stehen.

# LITERATUR

- Anderson, D. (2006): Costs and Finance of Abating Carbon Emissions in the Energy Sector. [http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/+;http://www.hm-treasury.gov.uk/d/stern\\_review\\_supporting\\_technical\\_material\\_dennis\\_anderson\\_231006.pdf](http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/+;http://www.hm-treasury.gov.uk/d/stern_review_supporting_technical_material_dennis_anderson_231006.pdf) (21.02.2011).
- BBR (Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung) (2008): Raumordnungsprognose 2025. BBR-Berichte KOMPAKT 2/2008, Bonn.
- BBSR (Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung) (2010): Wohnungsmärkte im Wandel. Zentrale Ergebnisse der Wohnungsmarktprognose 2025, BBSR-Berichte KOMPAKT 1/2010, Bonn.
- BBSR (Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung) (2009): Raumordnungsprognose 2025/2050. Berichte Band 29, Bonn.
- Blazejczak, J.; Braun, F.; Edler, D.; Schill, W-P. (2010): Ausbau der erneuerbaren Energien erhöht Wirtschaftsleistung in Deutschland. In: Wochenbericht des DIW Berlin Nr. 50/2010.
- Blazejczak, J.; Braun, F.; Edler, D. (2009): Weltweite Nachfrage nach Umwelt- und Klimaschutzgütern steigt: Gute Wachstumschancen für deutsche Anbieter. In: Wochenbericht des DIW Berlin Nr. 18/2009.
- Blazejczak, J.; Edler, D. (2008): Szenarien zur Entwicklung des Weltmarktes für Umwelt- und Klimaschutzgüter. In: UBA (Umweltbundesamt), BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit), Umwelt, Innovation, Beschäftigung 04/08, Dessau, Berlin.
- Blazejczak, J.; Gornig, M.; Schulz, E. (2008): Szenarien zur Demographie und Ökonomie in der Elbe-Region. Beitrag zum Endbericht des Teilprojekts «Regionalisierung sozioökonomischer Entwicklungspfade» des Verbundvorhabens «Wirkungen des globalen Wandels auf den Wasserkreislauf im Elbegebiet – Risiken und Optionen», Berlin (Veröffentlichung geplant).
- Blazejczak, J.; Edler, D.; Hemmelskamp, J.; Jänicke, M. (2000): Environmental Policy and Innovation: An International Comparison of Policy Frameworks and Innovation Effects. In: Hemmelskamp, J.; Rennings, K.; Leone, F. (eds.), Innovation Oriented Environmental Regulation. Theoretical Approaches and Empirical Analysis. ZEW Economic Studies 10. Heidelberg 2000, pp. 125-152.
- BLK (Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung) (1995): Beschäftigungsperspektiven der Absolventen des Bildungswesens. Analysen und Projektionen bis 2010 und Folgerungen für die Bildungspolitik. Materialien zur Bildungsplanung und zur Forschungsförderung, Heft 45, Bonn.
- BLK (Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung) (2002): Zukunft von Bildung und Arbeit. Perspektiven von Arbeitskräftebedarf und -angebot bis 2015. Materialien zur Bildungsplanung und zur Forschungsförderung, Heft 104, Bonn.
- BMU (2008): Investments for a Climate-Friendly Germany. Synthesis Report. Potsdam 2008.
- BMWi (2011): Der Weg zur Energie der Zukunft – sicher, bezahlbar und umweltfreundlich. Eckpunkte für ein energiepolitisches Konzept vom 6. 6. 2011. <http://www.bmwi.de/BMWi/Navigation/Energie/Energiepolitik/energiekonzept.html> (17.10.2011).
- BMWi, BMU (2010): Energiekonzept – für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung, Stand September 2010, Berlin.
- Böhringer, C.; (2010): 1990 bis 2010: Eine Bestandsaufnahme von zwei Jahrzehnten europäischer Klimapolitik. In: Perspektiven der Wirtschaftspolitik, vol. 11, Supplement, S. 56-74.

- Bonin, H.; Schneider, M.; Quinke, H.; Arens, T. (2007): Zukunft von Bildung und Arbeit. Perspektiven von Arbeitskräftebedarf und -angebot bis 2020. IZA Research Report No. 9, Bonn.
- Bosetti, V.; Carraro, C.; Duval, R.; Sgobbi, A.; Tavoni, M. (2009): The Role of R&D and Technology Diffusion in Climate Change Mitigation: New Perspectives Using the WITCH Model. OECD Economics Department Working Papers No. 664, Paris.
- Bosetti, V.; Carraro, C.; Duval, R.; Sgobbi, A.; Tavoni, M. (2009): The Role of R&D and Technology.
- Bott, P.; Helmrich, R.; Schade, H.-J.; Weller, S.-I. (2010): Datengrundlagen und Systematiken für die BIBB-IAB-Qualifikations- und Berufsfeldprojektionen. In: Helmrich, Zika 2010, S. 63-80.
- Brenke, K. (2010): Fachkräftemangel kurzfristig noch nicht in Sicht. In: Wochenbericht des DIW Berlin Nr. 46/2010.
- Bühler, T.; Klemisch, H.; Osterath, K. (2007): Ausbildung und Arbeit für Erneuerbare Energien. Statusbericht 2007. Bonn.
- Burniaux, J.; Chateau, J.; Dellink, R. (2010): An overview of the OECD ENV-Linkages model 2010, OECD ENV/EPOC (2010)16, Paris.
- Bundesregierung (2008): Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel.
- Buslei, H.; Schulz, E.; Steiner, V. (2007): Auswirkungen des demographischen Wandels auf die private Nachfrage nach Gütern und Dienstleistungen in Deutschland bis 2050. Endbericht zu einem Forschungsprojekt für das BMFSFJ. In: DIW Berlin Politikberatung kompakt 26, Berlin.
- CEDEFOP (Centre Européen pour le Développement de la Formation Professionnelle) (2009): Future Skill Needs for the Green Economy, Luxembourg.
- CEDEFOP (Centre Européen pour le Développement de la Formation Professionnelle) (2008): Skill Needs in Europe. Focus on 2020, Luxembourg.
- Clausnitzer u.a. (2009): Effekte des CO<sub>2</sub>-Gebäudesanierungsprogramms 2008, Gutachten im Auftrag der KfW-Bankengruppe, o.O.
- Council of the European Union (2009): 29/30 OCTOBER 2009 Presidency Conclusions, 15265/1/09 REV 1, Brussels.
- De Serres, A.; Murtin, F.; Nicoletti, G. (2010): A Framework for Assessing Green Growth Policies. OECD Economics Department Working Papers No.774, Paris.
- Drosdowski, T.; Wolter, M. I. (2010): Entwicklung der Erwerbspersonen nach Berufen und Qualifikationen bis 2025: Modellrechnung mit dem BIBB-DEMOS-Modell. In: Helmrich, Zika 2010, S. 125-152.
- Dupressoir, S. (2009): Climate Change Mitigation and EU Employment. In: CEDEFOP 2009, S. 18-23.
- EC (European Commission) (2010): Die Beschäftigungsdimension einer Ökologisierung der Wirtschaft. Bericht des Europäischen Beschäftigungsobservatoriums 2009, Luxemburg.
- EC (European Commission) (2009): Adapting to climate change: Towards a European framework for action. WHITE PAPER, Brussels.
- EC (European Commission) (2009b): Employment in Europe 2009, Brussels.
- EC (European Commission) (2008): Employment in Europe 2008, Brussels.
- Edler, D., Blazejczak, J. u.a. (2009): Beschäftigungswirkungen des Umweltschutzes in Deutschland: Methodische Grundlagen und Schätzung für das Jahr 2006, Texte des Umweltbundesamtes 26/2009, Dessau 2009.
- Edler, D.; O'Sullivan, M. (2010): Erneuerbare Energien – ein Wachstumsmarkt schafft Beschäftigung in Deutschland. In: Wochenbericht des DIW Berlin Nr. 41/2010.
- Eichhorst, W.; Marx, P.; Thode, E. (2010): Atypische Beschäftigung und Niedriglohnarbeit. Benchmarking Deutschland: Befristete und geringfügige Tätigkeiten, Zeitarbeit und Niedriglohnbeschäftigung. IZA Research Report No. 25, Bonn.
- Eichhorst, W.; Kuhn, A.; Thode, E.; Zenker, R. (2010): Traditionelle Beschäftigungsverhältnisse im Wandel. IZA Research Report No. 23, Bonn.

- ETUC (European Trade Union Confederation), ISTAS (Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud), SDA (Social Development Agency, Syndex, Wuppertal Institute (2007): Climate Change and Employment: Impact on Employment of Climate Change and CO<sub>2</sub> Emission Reduction Measures in the EU-25 by 2030. Synthesis, Brussels.
- GEFRA (Gesellschaft für Finanz- und Regionalanalysen), GWS (Gesellschaft für wirtschaftliche Strukturforchung), IAB (Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung) (2010): Strukturwandel in der deutschen Wirtschaft: Kommt es zu einer De- oder Re-Industrialisierung? Münster, Osnabrück, Nürnberg.
- GHK (2009): The Impacts of Climate Change on European Employment and Skills in the Short and Medium-Term: A Review of the Literature. Final Report Volume 2, London.
- GHK in association with Cambridge Econometrics and Institute of European Environmental Policy (2007): Links between the Environment, Economy and Jobs. Study on Behalf of EC DG Environment. London.
- Good Jobs First: High Road or Low Road. Job Quality in the New Green Economy, Washington DC.
- Grömling, M.; Lichtblau, K. (2006): Deutschland vor einem neuen Industriezeitalter? In: IW Analysen nr. 20, Köln.
- GWS Prognos (2009): Auswirkungen von verschärften Klimaschutzziele auf Wirtschaftsstruktur sowie Wachstum und Beschäftigung in Deutschland und in der EU, Studie im Auftrag der RWE AG, Basel Berlin Osnabrück.
- Helmrich, R.; Zika, G. (Hrsg.) (2010): Beruf und Qualifikation in der Zukunft – BIBB-IAB-Modellrechnungen zu den Entwicklungen in den Berufsfeldern und Qualifikationen bis 2025, Bonn.
- Helmrich, R.; Zika, G. (2010a): Beruf und Qualifikation in der Zukunft – BIBB-IAB-Modellrechnungen zu den Entwicklungen in den Berufsfeldern und Qualifikationen bis 2025. In: Helmrich, Zika 2010, S. 13-62.
- Helmrich, R.; Zika, G.; Kalinowski, M.; Wolter, M. (2010): BIBB-IAB-Qualifikations- und Berufshauptfeldprojektionen. Methodische Anmerkungen zu einem Kooperationsprojekt. [http://www.bibb.de/dokumente/pdf/Projektion\\_Methoden\\_201004x.pdf](http://www.bibb.de/dokumente/pdf/Projektion_Methoden_201004x.pdf) (14.12.2010).
- Herold, J.; von Hirschhausen, C. (2010): Hohe Unsicherheiten bei der CO<sub>2</sub>-Abscheidung: Eine Energiebrücke ins Nichts? In: Wochenbericht des DIW Berlin Nr. 36/2010.
- Holtmannspötter, D.; Rijkers-Defrasne, S.; Ploetz, C.; Thaller-Honold, S.; Zweck, A. (2010): Technologieprognosen. Internationaler Vergleich 2010, Düsseldorf.
- IAB (Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung) (2010): Arbeitsmarktbilanz bis 2025. Demografie gibt die Richtung vor. Von Fuchs, J. und Zika, G., IAB-Kurzbericht 12/2010.
- IAB (Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung) (2009): Erwerbsbeteiligung von Frauen. Mit halben Zeiten im Spiel. Von Wagner, S., IAB-Forum 1/2009.
- IAB (Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung) (2006): Rente mit 67. Neue Herausforderungen für die Beschäftigungspolitik. Von Fuchs J. IAB-Kurzbericht 16/2006.
- IAB (Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung) (2005a): Projektion des Erwerbsspersonenzpotenzials bis 2050. Annahmen und Datengrundlagen. Von Fuchs, J. und Dörfler, K., IAB-Forschungsbericht 25/2005.
- IAB (Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung) (2005b): Vorausschätzung der Erwerbssbevölkerung bis 2050. Von Fuchs, J. und Söhnlein, D., IAB-Forschungsbericht 16/2005.
- IEA (International Energy Agency) (2010): Energy Technology Perspectives 2010. Scenarios & Strategies to 2050, Paris.
- IEA (International Energy Agency) (2008): Energy Technology Perspectives 2008. Scenarios & Strategies to 2050, Paris.
- IEA (International Energy Agency) (2006): Energy Technology Perspectives 2006. Scenarios & Strategies to 2050, Paris.
- IEA (International Energy Agency) (2000): Experience Curves for Energy Technology Policy, Paris.

- ILO (International Labor Organization) (2010): Technical Expert Meeting on Qualitative and Quantitative Methods of Measuring Green Jobs at the Occupational and Skill Level. Meeting Conclusions. Mimeo. Geneva.
- IPCC (International Panel on Climate Change) (2007): Climate Change 2007: Synthesis Report, Geneva.
- ISI (Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung) (2009): Gesamtwirtschaftliche Wirkungen von Energieeffizienzmaßnahmen in den Bereichen Gebäude, Unternehmen und Verkehr, Untersuchung im Auftrag des Umweltbundesamtes, Reihe Climate Change 08/2009, Dessau-Roßlau.
- ISI (Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung), IAO (Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation) (2009): Foresight-Prozess des BMBF. Zukunftsfelder neuen Zuschnitts, Karlsruhe, Stuttgart.
- Joebges, H. (2010): Exporte um jeden Preis? Zur Diskussion um das deutsche Wachstumsmodell, WISO direkt, Bonn.
- Joebges, H.; Schmalzbauer, A.; Zwiener, R. (2009): Der Preis für den Exportweltmeister Deutschland: Reallohnrückgang und geringes Wirtschaftswachstum, IMK Studies 4/2009, Düsseldorf.
- Kalinowski, M.; Quinke, H. (2010): Projektion des Arbeitskräfteangebots bis 2025 nach Qualifikationsstufen und Berufsfeldern. In: Helmrich, Zika 2010, S. 103-123.
- Kemfert, C. (2005): Weltweiter Klimaschutz – sofortiges Handeln spart hohe Kosten. In: Wochenbericht des DIW Berlin Nr. 12-13/2005.
- Kemfert, C. (2002): An Integrated Assessment Model of Economy-Energy-Climate – The Model WIAGEM. In: Integrated Assessment, vol.3 no. 4, pp. 281-299.
- Kuwan, H.; Martinez, S.; Gensicke, M. (2009): Future Skill Needs in Renewable Energies in Germany: the ADeBar Project. In: CEDEFOP 2009, pp. 44-50.
- Lehr, U.; Lutz, C.; Edler, D. u.a. (2011): Kurz- und langfristige Auswirkungen des Ausbaus der erneuerbaren Energien auf den deutschen Arbeitsmarkt, Studie im Auftrag des BMU, Osnabrück, Berlin, Karlsruhe, Stuttgart.
- Leimbach, M.; Bauer, N.; Baumstark, L.; Edenhofer, O. (2009): Cost-optimized Climate Stabilization (OPTIKS). UBA-Climate Change 01/09, Dessau.
- Leszczynski, M.; Frietsch, R.; Gehrke, B.; Helmrich, R. (2009): Bildung und Qualifikation als Grundlage der technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands. HIS:Forum Hochschule 6/2009.
- Liebau, E.; Schupp, J. (2010): Auswanderungsabsichten: Deutsche Akademiker zieht es ins Ausland – jedoch nur auf Zeit. In: Wochenbericht des DIW Berlin Nr. 37/2010.
- Lutz, C.; Meyer, B. (2008): Beschäftigungseffekte des Klimaschutzes in Deutschland. Untersuchungen zu gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen ausgewählter Maßnahmen des Energie und Klimapakets, Untersuchung im Auftrag des Umweltbundesamtes, Reihe Climate Change 13/2008, Dessau-Roßlau.
- Maier, T.; Schandock, M.; Zopf, S. (2010): Flexibilität zwischen erlerntem und ausgeübtem Beruf. In: Helmrich, Zika 2010, S. 153-180.
- Martinez-Fernandez, C.; Hinojosa, C.; Miranda, G. (2010): Green Jobs and Skills: The Local Labour Market Implications of Addressing Climate Change. OECD CFE/LEED Working Document.
- McKinsey (2010): Impact of the Financial Crisis on Carbon Economics. Version 2.1 of the Global Greenhouse Gas Abatement Cost Curve.
- McKinsey (2009): Pathways to a Low-Carbon Economy. Version 2 of the Global Greenhouse Gas Abatement Cost Curve.
- McKinsey (2008): Bahnbrechende Technologietrends des nächsten Jahrzehnts. <http://it-republik.de/business-technology/artikel/Bahnbrechende-Technologietrends-des-naechsten-Jahrzehnts-1842.html?print=1> (22.10.2010).
- McKinsey (2007): Kosten und Potenziale der Vermeidung von Treibhausgasemissionen in Deutschland. Studie im Auftrag von «BDI initiativ – Wirtschaft für Klimaschutz».

- OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) (2011): Green Growth Strategy Synthesis Report (Draft 31-Jan-2011). Paris.
- OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) (2011a): Climate Change Mitigation Policies and Employment. ENV/EPOC/WPCID(2011)9, Paris.
- OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) (2010): Taxation, Innovation and the Environment. Paris.
- OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) (2010a): Measuring Globalisation.
- OECD Economic Globalisation Indicators, Paris.
- OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) (2010b): Perspectives on Global Development 2010. Shifting Wealth, Paris.
- OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) (2010c): Measuring Innovation. A New Perspective, Paris.
- OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) (2009): The Economics of Climate Change Mitigation: Policies and Options for Global Action Beyond 2012, Paris.
- OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) (2004): Environment and Employment: An Assessment, Paris.
- Prognos (2008): Arbeitslandschaft 2030. Projektion von Arbeitskräfteangebot und -nachfrage nach Tätigkeiten und Qualifikationsniveau, München.
- Prognos, EWI, GWS (2010): Energieszenarien für ein Energiekonzept der Bundesregierung, Projekt Nr. 12/10, Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie, Basel, Köln, Osnabrück.
- Reidenbach, M.; Bracher, T.; Grabow, B.; Schneider, S.; Seidel-Schulze, A. (2008): Investitionsrückstand und Investitionsbedarf der Kommunen. Berlin.
- Rigg, M. (2009): Skills for Sustainable Development: Necessary But Not Sufficient? In: CEDEFOP 2009, S. 26-34.
- Schill, W. (2010): Elektromobilität: Kurzfristigen Aktionismus vermeiden, langfristige Chancen nutzen. In: Wochenbericht des DIW Berlin Nr. 27-28/2010.
- Schleich, J.; Duscha, V.; Peterson, E. (2010): Environmental and Economic Effects of the Copenhagen Pledges and More Ambitious Emission Reduction Targets. Interim Report. Umweltbundesamt – Climate Change 05/2010.
- Schmidt, N. (2010): Auswirkungen des Strukturwandels der Wirtschaft auf den Bildungsstand der Bevölkerung. In: Wirtschaft und Statistik 6/2010.
- Schulz, E.; Hannemann, E. (2007): Bevölkerungsentwicklung in Deutschland bis 2050: Nur leichter Rückgang der Einwohnerzahl? In: Wochenbericht des DIW Berlin Nr. 47/2007.
- StaBuA (Statistisches Bundesamt) (2011): Leichte Bevölkerungsabnahme für 2010 erwartet. Pressemitteilung No. 012 vom 13.1.2011.
- StaBuA (Statistisches Bundesamt) (2010): Wanderungen 2009: Wieder mehr Personen nach Deutschland zugezogen. Pressemitteilung No. 185 vom 26.5.2010.
- StaBuA (Statistisches Bundesamt) (2010a): Bevölkerung und Erwerbstätigkeit. Wanderungen 2008. Fachserie 1, Reihe 1.2, Wiesbaden.
- StaBuA (Statistisches Bundesamt) (2010c): Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen. Inlandsproduktberechnung. Lange Reihen ab 1970. Fachserie 18, Reihe 1.5, Wiesbaden.
- StaBuA (Statistisches Bundesamt) (2009): Bevölkerung Deutschlands bis 2060. Ergebnisse der 12. Koordinierten Bevölkerungsvorausberechnung. Wiesbaden.
- StaBuA (Statistisches Bundesamt) (2009b): Umweltnutzung und Wirtschaft. Tabellen zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen. Teil 3. Berichtszeitraum 1995-2007. Wiesbaden.
- Steininger, K.; Berdnik, S.; Gebetsroither, B.; Getzner, M.; Hausberger, S.; Hochwald, J. (2007): Klimaschutz, Infrastruktur und Verkehr. Studie im Auftrag der AK Wien. Wissenschaftlicher Bericht des Wegener Zentrums für Klima und Globalen Wandel der Karl-Franzens-Universität Graz, Nr. 15-2007.
- Stern, N. (2006): The Economics of Climate Change. The Stern Review. New York.



- Turok, I.; Taylor, P. (2006): Skills Framework for Regeneration and Planning. In: Planning. Practice and Research vol. 21 no.4, pp. 497-509.
- UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change) (1997): Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen.
- UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change) (2010): Outcome of the work of the Ad Hoc Working Group on long-term Cooperative Action under the Convention. Draft decision -/CP.16.
- Weidig, I.; Hofer, P.; Wolff, P. (1999): Arbeitslandschaft 2010 nach Tätigkeiten und Tätigkeitsniveau. In: Beiträge zur Arbeitsmarkt- und Berufsforschung, Band 227, Nürnberg.
- WI (Wuppertal Institut für Umwelt, Klima, Energie), PIK (Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung) (2010): Kosten- und Modellvergleich langfristiger Klimaschutzpfade (bis 2050). Thesenpapier. Dessau.
- Wietschel, M.; Dallinger, D. (2008): Quo vadis Elektromobilität? In: Energiewirtschaftliche Tagesfragen 58/12, S. 8-15.
- Wissenschaftlicher Beirat beim Bundesministerium der Finanzen (2010): Klimapolitik zwischen Emissionsvermeidung und Anpassung, Berlin.
- WWF (2009): Modell Deutschland. Klimaschutz bis 2050: Vom Ziel her denken, Studie von Öko-Institut und Prognos und Dr. Ziesing im Auftrag von WWF Deutschland (Langfassung), Basel, Berlin.







Der Klimawandel stellt die Menschheit vor eine der größten Herausforderungen ihrer Geschichte. Um die Erderwärmung auf maximal 2 Grad Celsius begrenzen zu können, muss der CO<sub>2</sub>-Ausstoß bis zum Jahr 2050 weltweit um 95 Prozent sinken. Die Bundesregierung, die Europäische Union und weitere Industriestaaten bekennen sich zum 2-Grad-Ziel, ohne darauf eine ausreichend konsequente Politik folgen zu lassen. Warum? Der prominenteste Einwand lautet, dass Klimaschutz auf Ko-

sten der wirtschaftlichen Prosperität geht, Arbeitsplätze vernichtet und drastische Wohlfahrtseinbußen verursacht. Die Studie Strukturwandel und Klimaschutz dokumentiert den Stand der Forschung zu ökonomischen Folgen einer forcierten Klimaschutzpolitik. Ihr wichtigstes Ergebnis: Die Beschäftigungsbilanz einer forcierten Klimapolitik fällt positiv aus. Die ökologische Wende wird per Saldo keine Jobs kosten; es werden vielmehr neue Arbeitsplätze entstehen.

Heinrich-Böll-Stiftung e.V. Schumannstraße 8, 10117 Berlin  
Die grüne politische Stiftung Tel. 030 285340 Fax 030 28534109 info@boell.de www.boell.de

ISBN 978-3-86928-064-6