Ökonomische Chancen und Struktureffekte einer nachhaltigen Energieversorgung

von Jürgen Blazejczak, Frauke G. Braun, Dietmar Edler und Wolf-Peter Schill

Erneuerbare Energien und eine Steigerung der Energieeffizienz können nicht nur entscheidend dazu beitragen, Treibhausgasemissionen und andere negative Effekte der konventionellen Energieversorgung zu vermindern, sie eröffnen auch enorme wirtschaftliche Chancen. Im Bereich der erneuerbaren Energien sind in den letzten Jahren bedeutende und stark wachsende Branchen entstanden. Im Jahr 2010 wurden in Deutschland 26,6 Milliarden Euro in Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien investiert. Insgesamt ging von erneuerbaren Energien ein Nachfrageimpuls für die deutsche Wirtschaft von 35,5 Milliarden Euro aus. Die Bruttobeschäftigung im Bereich der erneuerbaren Energien wird für das Jahr 2010 auf 367 400 Personen geschätzt.

Auch die ökonomische Nettobilanz des Ausbaus der erneuerbaren Energien fällt positiv aus. Modellrechnungen des DIW Berlin zufolge liegt das Bruttoinlandsprodukt in einem „Ausbauszenario" im Jahr 2030 um 2,9 Prozent höher als in einem „Nullszenario" ohne Ausbau. In Abhängigkeit von den Verhältnissen auf dem Arbeitsmarkt ergeben sich schwache bis moderate, aber durchweg positive Nettobeschäftigungseffekte. Die Szenariorechnungen verdeutlichen auch, dass sich der Ausbau unterschiedlich auf die Beschäftigung in den einzelnen Wirtschaftszweigen auswirkt. Darüber hinaus bedingt der Umbau der Energieversorgung hin zu hohen Anteilen erneuerbarer Energien und einer erhöhten Energieeffizienz einen Strukturwandel in Wirtschaft und Arbeitswelt, der künftig verstärkt beachtet werden muss.

Die Energieversorgung in Deutschland beruht derzeit noch überwiegend auf fossilen Energien. Mittel- und langfristig wird jedoch angestrebt, in allen Nutzungsbereichen (Strom, Wärme und Kraftstoffe) weitgehend auf erneuerbare Energiequellen umzusteigen und auf Atomenergie zu verzichten. Erneuerbare Energien verringern den Verbrauch endlicher Energieressourcen und reduzieren die Emission von Treibhausgasen. Die Nutzung inländisch verfügbarer erneuerbarer Energiequellen vermindert außerdem die Abhängigkeit von Importen nuklearer und fossiler Energieträger. Nicht zuletzt erhofft man sich vom Ausbau der erneuerbaren Energien auch positive ökonomische Effekte durch eine wachsende Wertschöpfung in zukunftsfähigen Branchen, zu der auch die Erschließung neuer Exportmärkte beiträgt.

Mehrere Studien haben gezeigt, dass ein grundlegender Umbau der Energieversorgung in Deutschland technisch möglich ist. Insbesondere im Stromsektor könnte der Bedarf bis zur Mitte des Jahrhunderts weitgehend durch emissionsarme erneuerbare Energien gedeckt werden.[1]

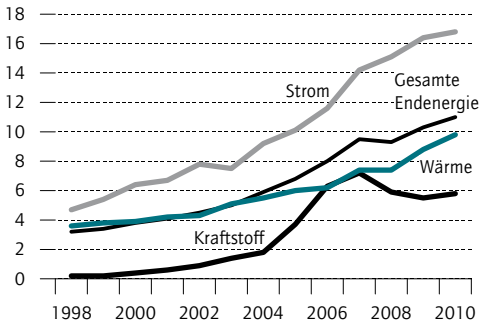
Der Beitrag erneuerbarer Energien zum gesamten Endenergieverbrauch ist seit 1998 kontinuierlich gestiegen (Abbildung 1). Im Jahr 2010 wurde ein Anteil von elf Prozent erreicht. Der Anteil am Kraftstoffverbrauch konnte – nach einem Rückgang in den Jahren 2008 und 2009 – auf 5,8 Prozent gesteigert werden. Im Wärmebereich ergab sich von 1998 bis 2010 eine Steigerung von 3,6 auf 9,8 Prozent. Der Anteil erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch hat in dieser Zeit sogar von 4,7 Prozent auf 16,8 Prozent zugenommen.

Die Bedeutung erneuerbarer Energien soll in Deutschland künftig weiter stark zunehmen. Nach dem Ener-

1 Sachverständigenrat für Umweltfragen: Wege zur 100 Prozent erneuerbaren Stromversorgung. Sondergutachten. Januar 2011; Greenpeace International, European Renewable Energy Council: Energy [R]evolution. A sustainable world energy outlook. 3rd Edition World Energy Scenario. 2010; Öko-Institut, Prognos: Modell Deutschland Klimaschutz bis 2050: Vom Ziel her denken, Studie im Auftrag des WWF. Basel, Berlin 2009.

Abbildung 1

Anteile erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch in Deutschland von 1998 bis 2010



Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien bezogen auf den gesamten Bruttostromverbrauch. Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien bezogen auf den gesamten Endenergieverbrauch für Wärme. Kraftstoffbereitstellung aus erneuerbaren Energien bezogen auf den gesamten Kraftstoffverbrauch (bis 2002 Bezugsgröße Kraftstoffverbrauch im Straßenverkehr; ab 2003 der gesamte Verbrauch an Motorkraftstoff, ohne Flugkraftstoff).

Quellen: BMU: Erneuerbare Energien in Zahlen: Internet-Update ausgewählter Daten. Berlin, Dezember 2010; sowie BMU: Erneuerbare Energien 2010. Vorläufige Angaben, Stand 23. März 2011. Berlin.

© DIW Berlin 2011

Der Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch steigt kontinuierlich.

giekonzept der Bundesregierung aus dem Jahr 2010 soll der Anteil am Bruttostromverbrauch bis 2020 35 Prozent, bis 2030 50 Prozent und bis 2050 80 Prozent erreichen.[2] Auch die Anteile in den Bereichen Wärme und Kraftstoffe sollen bis 2020 in etwa verdoppelt und danach weiter erhöht werden.

Rahmenbedingungen für den weiteren Ausbau erneuerbarer Energien verbessern

Für den weiteren Umbau des Energiesystems müssen vor allem im Strombereich noch einige Voraussetzungen geschaffen werden.[3] Auch in Zukunft ist eine Förderung durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) notwendig, das im Jahr 2011 novelliert wird. Es müssen ausreichende Investitionsanreize erhalten bleiben, damit der Ausbau erneuerbare Energien nicht ins Stocken gerät. Dabei sollen allerdings Mitnahmeeffekte nach Möglichkeit vermieden werden. Angesichts weiter steigender Anteile fluktuierender Stromerzeugung ist auch eine Fortentwicklung der Förderung hin zu einer bedarfsgerechteren Einspeisung erforderlich.

2 BMWi, BMU: Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung. Berlin, 28. September 2010.

3 Traber, T., Kemfert, C.: Nachhaltige Energieversorgung: Beim Brückenschlag das Ziel nicht aus dem Auge verlieren. Wochenbericht des DIW Berlin Nr. 23/2010.

Damit erneuerbare Energien sicher und effektiv in das Stromsystem integriert werden können, müssen auch die Übertragungs- und Verteilungsnetze ausgebaut werden.[4] Außerdem werden zunehmend Stromspeicher erforderlich, deren notwendige Kapazitäten auch von anderen Integrationsmaßnahmen wie dem Lastmanagement abhängen. Weiterhin sind institutionelle und organisatorische Maßnahmen zu ergreifen, die auch die Strommarktgestaltung betreffen.[5]

Die angestrebten sehr hohen Anteile erneuerbarer Energien lassen sich nur erreichen, wenn auch die Energieeffizienz (das heißt die Energieproduktivität) der Volkswirtschaft deutlich erhöht wird. Zwischen 1995 und 2010 sank der auf das Bruttoinlandsprodukt (BIP) bezogene (bereinigte) Primärenergieverbrauch jährlich um durchschnittlich 1,3 Prozent.[6] Der auf das BIP bezogene Bruttostromverbrauch sank im gleichen Zeitraum um lediglich 0,5 Prozent, während der Stromverbrauch pro Kopf jährlich sogar um 0,7 Prozent gestiegen ist (Abbildung 2). Um bis zum Jahr 2050 eine weitge-

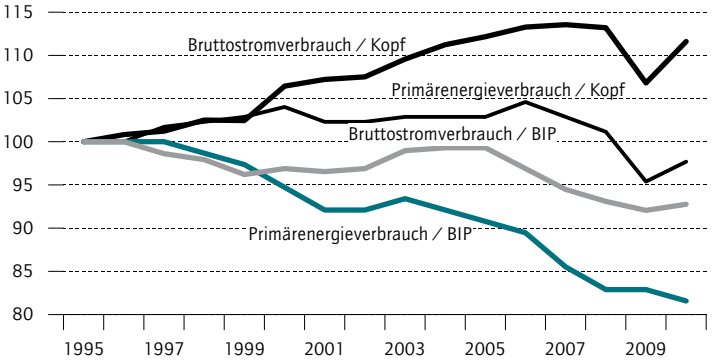
4 So besteht der Dena-Netzstudie II zufolge bis zum Jahr 2020 ein Ausbaubedarf bei den deutschen Übertragungsnetzen von 3 600 Kilometern. Deutsche Energieagentur: Dena-Netzstudie II – Integration erneuerbarer Energien in die deutsche Stromversorgung im Zeitraum 2015–2020 mit Ausblick 2025. Berlin 2010.

5 Zu diesem Aspekt siehe auch den nächsten Artikel im gleichen Heft.

6 AG Energiebilanzen: Ausgewählte Effizienzindikatoren zur Energiebilanz Deutschland Daten für die Jahre von 1990 bis 2010. Berlin, März 2011.

Abbildung 2

Primärenergieverbrauch und Bruttostromverbrauch in Deutschland 1995 bis 2010
1995 = 100



Primärenergieverbrauch bereinigt um Temperatur- und Lagerbestandseffekte.
Bruttoinlandsprodukt (BIP) in realen Größen.
Quelle: AG Energiebilanzen: Ausgewählte Effizienzindikatoren zur Energiebilanz Deutschland:

Daten für die Jahre von 1990 bis 2010. Berlin, März 2011.

© DIW Berlin 2011

Die Effizienzerfolge beim Stromverbrauch sind geringer als beim Primärenergieverbrauch.

hend auf erneuerbaren Energien beruhende Stromversorgung zu erreichen, sind in Zukunft deutlich kräftigere Effizienzsteigerungen notwendig.

Bereits starke Wachstumsimpulse durch den Ausbau erneuerbarer Energien

In der öffentlichen Debatte standen in letzter Zeit die volkswirtschaftlichen Kosten der Energiewende im Vordergrund, insbesondere die Aufwendungen zur Förderung erneuerbarer Energien sowie die Kosten des Ausstiegs aus der Atomtechnik in Form steigender Strompreise.[7] Ein umfassendes Bild ist jedoch nur zu gewinnen, wenn neben einer Betrachtung der Kosten auch die ökonomischen Chancen diskutiert werden.

Durch die Nutzung erneuerbarer Energien werden in beträchtlichem Maß negative externe Effekte der konventionellen Energieversorgung vermieden.[8] Darüber hinaus eröffnet der Ausbau erneuerbarer Energien große Chancen für die wirtschaftliche Entwicklung. Besonders große Wachstumspotentiale bieten sich für die deutsche Wirtschaft, die eine Vorreiterrolle bei erneuerbaren Energien und Effizienztechnologien spielt. Dabei stellt der erhebliche wirtschaftliche Umstrukturierungsbedarf eine Herausforderung für eine vorausschauende Politik dar.

Die zunehmende Nutzung erneuerbarer Energien erfordert hohe Investitionen. Diese haben sich in Deutschland von 10,3 Milliarden Euro im Jahr 2005 auf 26,6 Milliarden Euro im Jahr 2010 erhöht (Tabelle 1).[9] Damit sind die Investitionen für erneuerbare Energien in fünf Jahren um 158 Prozent gewachsen. Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien sind somit einer der am schnellsten wachsenden Investitionsbereiche der Volkswirtschaft. Zuletzt haben vor allem die Investitionen in Photovoltaikanlagen stark expandiert. Als Folge des Booms machten sie im Jahr 2010 knapp drei Viertel der gesamten Investitionen in erneuerbare Energien in Deutschland aus, während Anlagen zur Nutzung von

7 Traber, T., Kemfert, C., Diekmann, J.: Strompreise: Künftig nur noch geringe Erhöhung durch erneuerbare Energie. Wochenbericht des DIW Berlin Nr. 6/2011. Siehe auch den vorhergehenden Artikel in diesem Heft.

8 Vgl. Breitschopf, B., Diekmann, J.: Vermeidung externer Kosten durch Erneuerbare Energien – Methodischer Ansatz und Schätzung für 2009 (MEEEK). Untersuchung im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) im Rahmen des Projekts „Einzel- und gesamtwirtschaftliche Analyse von Kosten- und Nutzenwirkungen des Ausbaus Erneuerbarer Energien im deutschen Strom- und Wärmemarkt" – Arbeitspaket 3. 2010.

9 Die Angaben zur wirtschaftlichen Entwicklung der erneuerbaren Energien beruhen auf Studien, die das DIW Berlin gemeinsam mit anderen Instituten durchgeführt hat. Vgl. GWS, DIW, DLR, ISI, ZSW: Kurz- und langfristige Auswirkungen des Ausbaus erneuerbarer Energien auf den deutschen Arbeitsmarkt, Forschungsvorhaben im Auftrag des BMU, Osnabrück, Berlin, Karlsruhe, Stuttgart 2011 sowie O'Sullivan, M., Edler, D., van Mark, K., Nieder, T., Lehr, U.: Bruttobeschäftigung durch erneuerbare Energien in Deutschland im Jahre 2010 – eine erste Abschätzung. Forschungsvorhaben im Auftrag des BMU, März 2011.

Tabelle 1

Ökonomische Kenngrößen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien (EE) in Deutschland

	2005	2006	2007	2008	2009	2010[4]	Veränderung 2010/2005 in Prozent	
							Gesamt	Jährlich
	In Milliarden Euro (laufende Preise)							
Investitionen in Deutschland	**10,3**	**11,1**	**11,6**	**16,8**	**20,2**	**26,6**	**158**	**21**
Umsätze mit kompletten Anlagen[1]	7,9	10,6	11,8	15,5	16,8	19,7	149	20
Exporte von Komponenten[2]	0,7	0,7	3,4	4,1	4,6	5,6	67	52
Nachfrage durch Betrieb und Wartung[3]	2,5	2,6	3,9	4,3	4,7	5,2	110	16
Nachfrage nach Biomassebrennstoffen und Biokraftstoffen[3]	2,6	3,6	5,6	6,1	5,6	4,9	94	14
Gesamter Nachfrageimpuls durch EE	**13,7**	**17,6**	**24,8**	**30,1**	**31,7**	**35,5**	**160**	**21**
	In 1 000 Personen							
Beschäftigung	**194**	**236**	**277**	**322**	**340**	**367**	**89**	**14**

1 Von in Deutschland ansässigen Herstellern einschließlich Exporte von kompletten Anlagen.
2 Veränderung der Berechnungsgrundlage im Jahr 2007, darum Veränderung für den Zeitraum 2007 bis 2010 ausgewiesen.
3 In Deutschland wirksame Nachfrage.
4 Vorläufige Angaben.

Quellen: DIW Berlin; DLR; GSW; ZSW.

© DIW Berlin 2011

Die wirtschaftliche Bedeutung erneuerbarer Energien hat stark zugenommen.

Windkraft und Biomasse auf jeweils rund ein Zehntel kamen (Abbildung 3).

Von der vor allem durch das EEG getriebenen Investitionstätigkeit in Deutschland und von der weltweit gestiegenen Nachfrage nach Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien haben Unternehmen in Deutschland in den letzten Jahren erheblich profitiert. Sie haben sich inzwischen als stark wachsender Wirtschaftsbereich etabliert. Ihre Umsätze (einschließlich Export von Komponenten) sind von 8,6 Milliarden Euro im Jahr 2005 auf 25,3 Milliarden im Jahr 2010 gestiegen, also in ähnlichem Tempo wie die oben genannten Investitionen in erneuerbare Energien. Beim Umsatz lagen Photovoltaik-Hersteller im Jahr 2010 mit 48 Prozent des gesamten Branchenumsatzes an der Spitze, gefolgt von Windkraftanlagenherstellern mit 32 Prozent und Herstellern im Biomassebereich mit 11 Prozent.

Die aus der Vorreiterrolle Deutschlands beim Ausbau der erneuerbaren Energien resultierenden günstigen Absatzbedingungen auf dem Inlandsmarkt schufen die Voraussetzungen dafür, dass sich Deutschland in diesen Technologiefeldern zu einem Leitmarkt entwickeln konnte. Für die Auslandsnachfrage nach Anlagen spielen neben nationalen Förderregimen auch die internationale Klimaschutzpolitik und die Verteuerung fossiler Energieträger eine wichtige Rolle. Obwohl es in einzelnen Ländern zu einer volatilen Nachfrageentwicklung gekommen ist, hat sich das weltweite Investitionsvolumen in erneuerbare Energien innerhalb weniger Jahre fast vervierfacht. Im Jahr 2009 wurden in diesem Bereich weltweit 150 Milliarden US-Dollar investiert. Der Schätzwert für 2005 beträgt lediglich 40 Milliarden US-Dollar.[10]

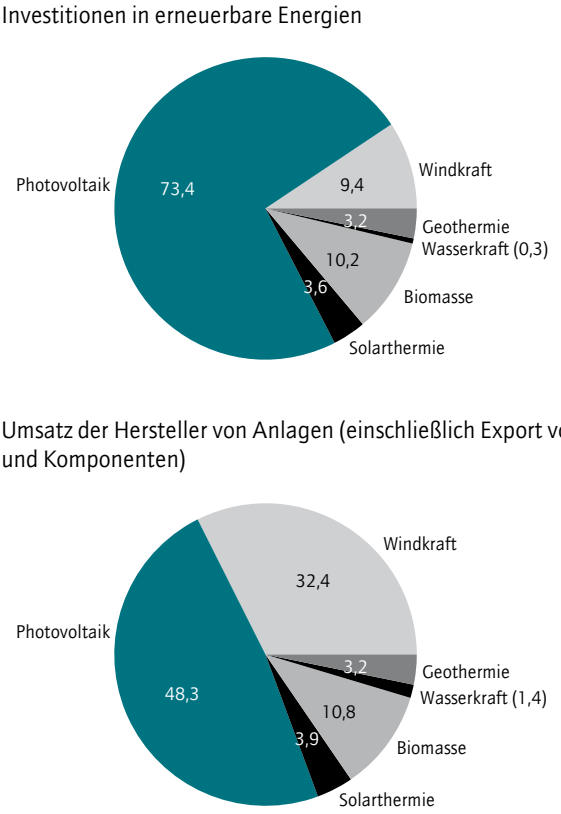
In Deutschland ist es bisher vor allem Herstellern von Windenergieanlagen sowie von spezialisierten, wertschöpfungsintensiven Anlagenkomponenten gelungen, erhebliche Teile ihrer Produktion auf dem Weltmarkt abzusetzen. Zunehmend erzielen auch spezialisierte Unternehmen in der Ausrüstungsindustrie und dem Maschinen- und Anlagenbau, die beim Aufbau von Fertigungslinien für Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland technisches Know-how sammeln konnten, beachtliche Absatzerfolge auf Auslandmärkten.[11]

Mit wachsendem Anlagenbestand in Deutschland gewinnen auch Betrieb und Wartung immer mehr an Gewicht. Wurden für diesen Bereich im Jahr 2005 Umsätze von 2,5 Milliarden Euro erzielt, so verdoppelte sich das Volumen dieses Nachfragebereichs bis zum Jahr 2010 auf 5,2 Milliarden Euro. Darüber hinaus ist auch die Nachfrage nach Biomassebrennstoffen und Biokraftstoffen gestiegen. In Deutschland wurde sie im Jahr 2005 bereits mit 2,6 Milliarden Euro produktionswirksam; im Jahr 2010 betrug sie 4,9 Milliarden Euro. Insgesamt ging von erneuerbaren Energien ein Nachfrageimpuls für die deutsche Wirtschaft von 35,5 Milliarden Euro aus.

Die starke Zunahme der gesamten Umsätze hat auch zu einer erheblich steigenden Beschäftigung im Bereich erneuerbarer Energien geführt. Im Jahr 2005 be-

Abbildung 3

Investitionen und Herstellerumsätze im Bereich erneuerbare Energien 2010
In Prozent



Quelle: O'Sullivan, M., Edler, D., van Mark, K., Nieder, T., Lehr, U.: Bruttobeschäftigung durch erneuerbare Energien in Deutschland im Jahre 2010 – eine erste Abschätzung. Forschungsvorhaben im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), März 2011.

© DIW Berlin 2011

Bei den Investitionen und beim Umsatz dominierte im Jahr 2010 die Photovoltaik.

10 REN 21: Renewables 2010, Global Status Report. Paris 2010. Zusätzlich wurden noch 40 bis 45 Milliarden US-Dollar in große Wasserkraftprojekte investiert. Die Länder mit den höchsten Investitionsvolumina sind China und Deutschland.

11 Für den Bereich Photovoltaik vgl. Grau, T., Huo, M., Neuhoff, K.: Survey of photovoltaic industry and policy in Germany and China. CPI Report. Berlin, March 2011, 15–17.

trug die mit erneuerbaren Energien verbundene Bruttobeschäftigung in Deutschland rund 194 000 Personen. In den Folgejahren ist die Beschäftigung kontinuierlich gestiegen. Dank der stabilen Förderbedingungen und einer robusten Auslandsnachfrage setzte sich die Expansion auch in den Jahren der weltweiten Finanz- und Wirtschaftskrise fort, so dass der Ausbau erneuerbarer Energien in dieser Phase stabilisierend wirkte. Für 2010 wird die Beschäftigung in diesem Bereich (einschließlich Forschung und Entwicklung) auf 367 400 Personen geschätzt. Dies entspricht einem Zuwachs von 89 Prozent gegenüber 2005 und einer durchschnittlichen jährlichen Wachstumsrate von fast 14 Prozent. Im Jahr 2010 entfiel der Hauptteil der Beschäftigten auf die Bereitstellung von Biomasse (33 Prozent)[12] und auf Solarenergie (33 Prozent), gefolgt von Windkraft (26 Prozent) (Abbildung 4).

Auch künftig überwiegen in Deutschland positive ökonomische Effekte

Das DIW Berlin hat kürzlich im Rahmen einer Studie eine wirtschaftliche Nettobilanz des Ausbaus der erneuerbaren Energien in Deutschland bis 2030 berechnet.[13] Für diesen Zweck wurde ein neuartiges Modell (Sectoral Energy-Economic Econometric Model, SEEEM) entwickelt und erstmals eingesetzt. Es erlaubt die Berechnung dynamischer volkswirtschaftlicher Wirkungen sowohl auf der gesamtwirtschaftlichen Ebene als auch hinsichtlich der Effekte in einzelnen Branchen.

Zur Bestimmung der volkswirtschaftlichen Nettobilanz wird ein Ausbauszenario mit einem hypothetischen Nullszenario verglichen, bei dem ab dem Jahr 2000 kein Ausbau erneuerbarer Energien erfolgt. Dem Ausbauszenario liegt das energiewirtschaftliche Leitszenario des BMU aus dem Jahr 2009 zugrunde.[14] Das Ausbauszenario enthält positive Impulse wie zusätzliche Investitionen, Betriebskosten, Minderimporte fossiler Energieträger sowie Exporte von Komponenten und Anlagen. Andererseits sind auch negative Impulse wie Minderinvestitionen in der konventionellen Energiewirtschaft und zusätzliche Kosten (Differenzkosten) berücksichtigt (Abbildung 5).

Die Modellrechnungen zeigen, dass der Ausbau erneuerbarer Energien in Deutschland zusammen mit Exporten von Anlagen und Komponenten zu einem erhöhten Wirtschaftswachstum führt. Im Jahr 2030 liegt das BIP im Ausbauszenario um 2,9 Prozent über dem Wert des Nullszenarios (Tabelle 2). Das höhere BIP umfasst verwendungsseitig sowohl höhere private Anlageinvestitionen (+6,7 Prozent im Jahr 2030) als auch einen höheren realen privaten Verbrauch (+3,5 Prozent). Die Nettobeschäftigung erhöht sich in der Basisvariante nur geringfügig.

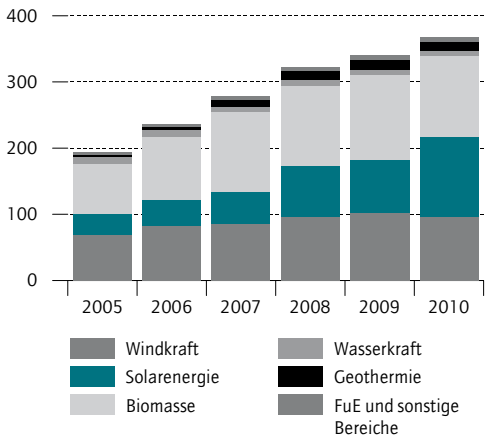
Den Modellergebnissen zufolge bringt der Ausbau unter dem Strich keine wirtschaftlichen Nachteile mit sich, sondern führt sogar zu leicht positiven Effekten. Dieses Ergebnis wird durch Sensitivitätsanalysen bestätigt. So wird in einer Variante angenommen, dass die im Vergleich zur konventionellen Energieversorgung erhöhten Kosten erneuerbarer Energien eine Lohn-Preis-Spirale anstoßen, die die internationale Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Wirtschaft einschränkt. Der wachstumssteigernde Effekt des Ausbaus der erneuerbaren Ener-

12 Der hohe Beschäftigungsumfang für Biomasse liegt darin begründet, dass die Versorgung mit Biomassebrennstoffen und Biokraftstoffen diesem Bereich zugeordnet wird.

Abbildung 4

Bruttobeschäftigung durch erneuerbare Energien in Deutschland 2005 bis 2010

In Tausend



Quellen: DIW Berlin; DLR; GSW; ZSW.

© DIW Berlin 2011

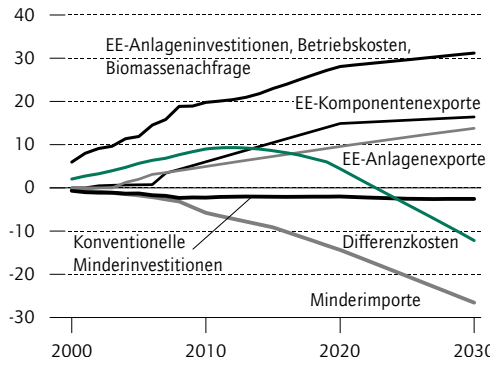
Die Bruttobeschäftigung im Bereich der erneuerbaren Energien ist im Jahr 2010 auf 367 400 Personen gestiegen.

13 Die Studie wurde im Rahmen des vom BMU geförderten Forschungsprojekts „Gesamtwirtschaftliche und sektorale Auswirkungen des Ausbaus erneuerbarer Energien" erstellt. Eine Zusammenfassung der Projektergebnisse findet sich in Blazejczak, J., Braun, F.G., Edler, D., Schill, W.-P.: Ausbau erneuerbarer Energien erhöht Wirtschaftsleistung in Deutschland. Wochenbericht des DIW Berlin Nr. 50/2010.

14 BMU (Hrsg.): Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau erneuerbarer Energien in Deutschland: Leitszenario 2009. Berlin 2009. Inzwischen hat das BMU eine aktualisierte Leitstudie vorgelegt, die insbesondere höhere Photovoltaik-Investitionen und erhöhte Differenzkosten enthält. Demnach wären sowohl die negativen als auch die positiven Wachstumsimpulse stärker als hier angenommen.

Abbildung 5

Ökonomische Impulse im Ausbauszenario im Zeitraum 2000 bis 2030
Preisbasis 2000, in Milliarden Euro



EE = Erneuerbare Energien.
Minderimporte konventioneller Energieträger.
Investitionen, Betriebskosten und Exporte aus inländischer Produktion.
Differenzkosten = Mehrkosten der Energieversorgung aus erneuerbaren Energien.

Quelle: Berechnungen des DIW Berlin basierend auf BMU 2009 a.a.O.

© DIW Berlin 2011

Zunehmende ökonomische Impulse des Ausbaus erneuerbarer Energien.

Tabelle 2

Effekte des Ausbaus erneuerbarer Energien
Prozentuale Abweichungen zwischen Ausbauszenario (Basisvariante) und Nullszenario

	2010	2020	2030
Bruttoinlandsprodukt	1,7	2,6	2,9
Privater Verbrauch	1,0	2,3	3,5
Private Anlageinvestitionen	9,1	8,9	6,7
Exporte	0,9	1,2	0,9
Importe	1,0	1,0	1,0
Produktivität pro Erwerbstätigem	1,7	2,6	2,9
Erwerbstätige	0,1	0,0	0,0

BIP und Verwendungskomponenten in Preisen von 2000
Anlageinvestitionen ohne Wohnungsbau.

Quelle: Berechnungen des DIW Berlin mit dem Modell SEEEM.

© DIW Berlin 2011

Mehr Wachstum und Konsum durch den Ausbau erneuerbarer Energien.

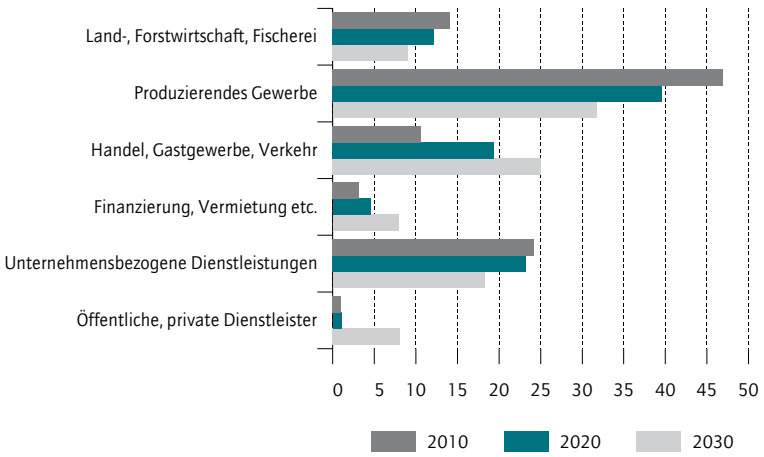
gien verringert sich in diesem Fall zwar, er bleibt aber immer noch positiv. In einer weiteren Variante „Aktivierung zusätzlicher Arbeitskräfte“ wird angenommen, dass es gelingt, Arbeitskräfte aus der Arbeitslosigkeit zu aktivieren. In diesem Fall steigt die Zahl der zusätzlichen Erwerbstätigen bis zum Jahr 2030 deutlich an. In den Szenariorechnungen hängen die Beschäftigungswirkungen stark von den Annahmen über die konkreten Verhältnisse auf dem Arbeitsmarkt ab, sind aber durchweg positiv.

Die Studie hat auch die sektoralen Effekte bis zum Jahr 2030 untersucht. Es zeigt sich, dass (selbst bei unveränderter Vorleistungsverflechtung) die veränderte Struktur der Endnachfrage einen Wandel der Beschäftigung in den Wirtschaftsbereichen bewirkt. Der in der Variante „Aktivierung zusätzlicher Arbeitskräfte“ ermittelte positive Nettobeschäftigungseffekt teilt sich unterschiedlich auf die einzelnen Sektoren auf.[15] Mehrheitlich kommt es zu positiven Beschäftigungswirkungen, in einzelnen Sektoren ist jedoch auch ein Rückgang der Beschäftigung zu verzeichnen. Abbildung 6 zeigt die Beschäftigungswirkungen für die nach Hauptgruppen zusammengefassten Wirtschaftsbereiche. Alle Hauptgruppen verzeichnen positive Nettobeschäftigungseffekte, wenn auch in unterschiedlichem Ausmaß.

15 Diesen Berechnungen liegt die Szenariovariante „Aktivierung zusätzlicher Arbeitskräfte“ zu Grunde. Das Szenario unterstellt, dass eine Aktivierung von Arbeitslosen gelingt und es somit zu einer Erhöhung der Erwerbstätigkeit statt der Arbeitsproduktivität kommt. Die Nettobeschäftigungseffekte betragen 98 000 Personen im Jahr 2010, 166 000 in 2020 sowie 270 000 in 2030 (vgl. Blazejczak, J. et al., a.a.O.).

Abbildung 6

Anteile der Wirtschaftsbereiche an den Nettobeschäftigungseffekten
In Prozent



Quelle: Berechnungen des DIW Berlin mit dem Modell SEEEM, Variante »Aktivierung zusätzlicher Arbeitskräfte«.

© DIW Berlin 2011

Das Gewicht der Nettobeschäftigungsgewinne im produzierenden Gewerbe nimmt im Lauf der Zeit ab.

Im Rahmen des mit dem Ausbau erneuerbarer Energien einhergehenden Strukturwandels nimmt die Beschäftigung am deutlichsten im produzierenden Gewerbe zu. Auf diesen Bereich entfallen im Jahr 2020 knapp 40 Prozent des Beschäftigungseffektes, im Jahr 2030 sind es noch 32 Prozent. Dieser hohe Anteil am Beschäftigungseffekt entsteht zum einen direkt durch die wirtschaftlichen Aktivitäten im Bereich der erneuerbaren Energien (Investition, Betrieb und Außenhandel), zum anderen indirekt über Vorleistungsverflechtung und gesamtwirtschaftliche Zweitrundeneffekte. Auch die unternehmensnahen Dienstleistungen verzeichnen mit 18 Prozent im Jahr 2030 einen großen Anteil am Nettobeschäftigungseffekt. Im Lauf der Zeit nimmt der Anteil der Beschäftigungswirkungen im Handel, Gastgewerbe und Verkehr zu. Von 19 Prozent im Jahr 2020 steigt er bis 2030 auf 25 Prozent. Zu den Gewinnern des Strukturwandels der Beschäftigung zählen somit nicht nur Sektoren, die unmittelbar Anlagen zu Nutzung erneuerbarer Energien herstellen oder betreiben, sondern es profitieren indirekt auch viele andere Sektoren.

Nachhaltige Energieversorgung bedeutet Strukturwandel in Wirtschaft und Arbeitswelt

Der Umbau der Energieversorgung hin zu hohen Anteilen erneuerbarer Energien und deutlich gesteigerter Energieeffizienz geht mit einem erheblichen Strukturwandel in Wirtschaft und Arbeitswelt einher.[16] Dieser Wandel betrifft nicht nur die Energiewirtschaft und energieintensive Sektoren, sondern die gesamte Volkswirtschaft. Insbesondere bei schrumpfendem Arbeitskräfteangebot müssen zusätzliche Ressourcen durch Innovationen mobilisiert werden. Eine vorausschauende Analyse des Strukturwandels kann dazu beitragen, mögliche Friktionen zu vermeiden. Außerdem können soziale Härten und Ungleichheiten gemildert und die Transformation somit ökonomisch und sozial nachhaltig gestaltet werden.

In Zukunft ist mit einer erheblichen Anspannung auf dem Arbeitsmarkt zu rechnen. Dies belegen auch Szenariorechnungen des DIW Berlin zur langfristigen Wirtschaftsentwicklung. Selbst wenn sich die Bevölkerung relativ günstig entwickelt,[17] könnten zur Erreichung einer durchschnittlichen jährlichen Wachstumsrate des realen BIP von 1,5 Prozent künftig deutlich steigende Erwerbstätigenquoten oder Arbeitszeiten erforderlich werden. Wenn die Personenproduktivität mit derselben Rate wachsen würde wie das BIP, die Zahl der Erwerbstätigen also unverändert bliebe, müsste die Erwerbstätigenquote (bezogen auf die Bevölkerung zwischen 15 und 65 Jahren) von 75,2 Prozent im Jahr 2010 auf 81,5 Prozent im Jahr 2025 steigen.[18] Wenn man für die Zukunft eine längere Erwerbsphase unterstellt und die Bevölkerung von 15 bis 67 Jahren als Bezugsgröße wählt, müsste die Erwerbstätigenquote immerhin noch auf 77,7 Prozent im Jahr 2025 steigen. Diese Zusammenhänge sind bei der Bewertung des mit dem Umbau der Energieversorgung verbundenen ökonomischen Strukturwandels zu berücksichtigen.

Auch bei mäßigen Nettobeschäftigungseffekten eines Ausbaus erneuerbarer Energien wird der Umfang des Strukturwandels bei der Beschäftigung erheblich sein. Einen Hinweis darauf geben die oben ausgewiesenen deutlichen Bruttobeschäftigungseffekte. Im Fall von geringen Nettobeschäftigungseffekten gilt, dass etwa in Höhe der Bruttobeschäftigungseffekte Tätigkeiten sowohl neu entstehen als auch wegfallen. Im Bereich indirekter Bruttobeschäftigung ist dies aber nur eingeschränkt mit einem Tätigkeitswechsel oder Strukturwandel verbunden.

Durch einen Umbau der Energieversorgung werden die Wohnungsvermietung, die Energiewirtschaft, der Fahrzeugbau, die Verkehrswirtschaft sowie einige energieintensive Bereiche der Industrie wie die Eisen- und Stahlerzeugung und die chemische Industrie besonders belastet. Sektoren, die davon profitieren können, dass neue Geschäftsfelder im In- und Ausland eröffnet werden, sind die Bauwirtschaft und die Gebäudetechnik, die Elektrotechnik, der Maschinen- und Anlagenbau sowie die Land- und Forstwirtschaft und einige Dienstleistungsbereiche wie Forschung und Entwicklung und Finanzdienstleistungen. In der Energiewirtschaft, dem Fahrzeugbau und der chemischen Industrie werden einzelne Sparten belastet, andere finden aber neue Absatzfelder. Über sektorale Interdependenzen – insbesondere durch Vorleistungslieferungen und Kostenüberwälzungen – sowie makroökonomische Wechselwirkungen sind die sektoralen Struktureffekte jedoch breit über alle Wirtschaftsbereiche verteilt.

Auch der Qualifikationsbedarf wird sich ändern. Damit ist schon deshalb zu rechnen, weil sich die Sektorstruktur der Beschäftigung wandelt und sich die Quali-

16 de Serres, A., Murtin, F., Nicoletti, G.: A Framework for Assessing Green Growth Policies. OECD Economics Department Working Papers No.774. Paris 2010.

17 Bei den Szenariorechnungen wird von der Obergrenze der mittleren Variante der 12. koordinierten Bevölkerungsvorausschätzung des Statistischen Bundesamtes ausgegangen. Statistisches Bundesamt: Bevölkerung Deutschlands bis 2060. Ergebnisse der 12. Koordinierten Bevölkerungsvorausberechnung. Wiesbaden 2009.

18 Von 1991 bis 2000 und von 2000 bis 2010 ist die Personenproduktivität jeweils etwas langsamer gestiegen als das reale BIP. Siehe Statistisches Bundesamt: Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen. Inlandsproduktberechnung. Lange Reihen ab 1970. 2010. Fachserie 18, Reihe 1.5, Wiesbaden 2011.

fikationsanforderungen in den Sektoren unterscheiden. Darüber hinaus werden sich die Qualifikationsanforderungen in den hauptsächlich betroffenen Sektoren verändern. Schon aufgrund des hohen Innovationsgrades neuer Energietechnologien kann vermutet werden, dass die Qualifikationsanforderungen insgesamt steigen. Bei Tätigkeiten im Zusammenhang mit der Nutzung erneuerbarer Energien machten 2007 Facharbeiter 41 Prozent, kaufmännische Angestellte 27 Prozent, Akademiker 19 Prozent und Meister und Techniker 8 Prozent der Beschäftigten aus.[19] In einigen Bereichen entstehen auch Arbeitsplätze mit geringeren Qualifikationsanforderungen; der Anteil Angelernter lag in der genannten Untersuchung jedoch bei lediglich 5 Prozent. Im Bereich der Wärmedämmung könnte sich ein höherer Bedarf für Angelernte entwickeln. Generell ist bei Arbeitskräften ohne Berufsausbildung auch in Zukunft mit einem Überangebot zu rechnen.[20]

Neben neuen Qualifikationsinhalten werden häufig branchenspezifische Ergänzungen zu klassischen Fachausbildungen erforderlich sein. In dem Maß, wie innovative, schnell wachsende Geschäftsfelder entstehen, wird auch die Bedeutung von Querschnittsqualifikationen zunehmen.

Wenig erforscht sind bisher auch die Auswirkungen auf die Qualität der Arbeitsplätze. Es ist noch zu untersuchen, inwiefern sich hier der sektorale Strukturwandel bemerkbar macht, da sich die Verbreitung atypischer Beschäftigungsformen, die Arbeitsplatzsicherheit und die Entlohnung nach Wirtschaftsbereichen deutlich unterscheiden können.

Eine nachhaltige Energieversorgung mit hohen Anteilen erneuerbarer Energien und einer deutlichen Steigerung der Energieeffizienz führt auch zu einem Strukturwandel innerhalb der Wirtschaftssektoren, der – gemessen an der Zahl der Arbeitsplatzwechsel – möglicherweise bedeutender ausfällt als der sektorale Strukturwandel, aber nur schwer zu fassen ist. Unter sozialen Gesichtspunkten wird dieser intrasektorale Strukturwandel als weniger gravierend angesehen, weil ein Arbeitsplatzwechsel innerhalb einer Branche im Allgemeinen mit geringeren Suchzeiten und Umqualifizierungsnotwendigkeiten verbunden ist.

19 Bühler, T., Klemisch, H., Ostenrath, K.: Ausbildung und Arbeit für Erneuerbare Energien. Statusbericht 2007. Bonn 2007. Zu neueren Angaben vgl. Wissenschaftsladen 2010: Arbeitsmarktmonitoring Erneuerbare Energien 2010.

20 Helmrich, R., Zika, G. (Hrsg.): Beruf und Qualifikation in der Zukunft – BIBB-IAB-Modellrechnungen zu den Entwicklungen in den Berufsfeldern und Qualifikationen bis 2025. Bonn 2010.

Prof. Dr. Jürgen Blazejczak ist Professor an der Hochschule Merseburg (FH) und Forschungsprofessor am DIW Berlin | juergen.blazejczak@hs-merseburg.de

Dr. Frauke G. Braun ist Wissenschaftliche Mitarbeiterin in der Abteilung Energie, Verkehr, Umwelt am DIW Berlin | fbraun@diw.de

Dr. Dietmar Edler ist Wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Abteilung Innovation, Industrie, Dienstleistung am DIW Berlin | dedler@diw.de

Wolf-Peter Schill ist Wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Abteilung Energie, Verkehr, Umwelt am DIW Berlin | wschill@diw.de

JEL: Q43, Q52

Keywords: Renewable energy, economic impacts, structural change, Germany

DIW BERLIN

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

Herausgeber
Prof. Dr. Pio Baake (kommissarisch)
Prof. Dr. Tilman Brück
Prof. Dr. Christian Dreger
PD Dr. Joachim R. Frick
Prof. Dr. Martin Gornig (kommissarisch)
Prof. Dr. Peter Haan (kommissarisch)
Prof. Dr. Claudia Kemfert
Prof. Dr. Jürgen Schupp
Prof. Dr. Gert G. Wagner
Prof. Georg Weizsäcker, Ph. D.

Chefredaktion
Dr. Kurt Geppert
Carel Mohn

Redaktion
Renate Bogdanovic
Sabine Fiedler
PD Dr. Elke Holst

Lektorat
Prof. Dr. Anne Neumann
Dr. Jochen Diekmann
Prof. Dr. Christian von Hirschhausen

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

Vertrieb
DIW Berlin Leserservice
Postfach 7477649
Offenburg
leserservice@diw.de
Tel. 01805 – 19 88 88, 14 Cent/min.

Reklamationen können nur innerhalb von vier Wochen nach Erscheinen des Wochenberichts angenommen werden; danach wird der Heftpreis berechnet.

Gestaltung
Edenspiekermann

Satz
eScriptum GmbH & Co KG, Berlin

Druck
USE gGmbH, Berlin

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

Gedruckt auf 100 % Recyclingpapier.