

VOLKSWIRTSCHAFTLICHE EFFEKTE DER ENERGIEWENDE:

Erneuerbare Energien und Energieeffizienz



ifeu – Institut für Energie-
und Umweltforschung



**Gesellschaft für Wirtschaftliche
Strukturforschung mbH**

Dr. Ulrike Lehr, Dr. Christian Lutz

Heinrichstr. 30

D-49080 Osnabrück

Tel: 0541 / 40933-280; -120

Email : lehr@gws-os.com; lutz@gws-os.com

**ifeu – Institut für Energie- und
Umweltforschung Heidelberg**

Dr. Martin Pehnt

Wilckensstraße 3

D-69120 Heidelberg

Tel: 06221 / 4767-0

E-Mail: martin.pehnt@ifeu.de

Osnabrück, Heidelberg

2012

1

Zusammenfassung

Energieeffizienz, Energieeinsparung und erneuerbare Energien sind die Grundpfeiler eines zukünftigen Energiesystems, das Deutschland mit der Energiewende ansteuert. Ergebnisse aktueller Studien zeigen, dass sowohl verstärkte Energieeffizienz als auch der Ausbau der erneuerbaren Energien mit **positiven gesamtwirtschaftlichen Effekten in Form höherer Wirtschaftsleistung und zusätzlicher Arbeitsplätze** verbunden sind. Sie führen zum einen zu zusätzlichen Investitionen und **senken** zum anderen langfristig die **Energiekosten**. Auf regio-

ner Ebene schaffen sie **zusätzliche Wertschöpfung** und Arbeitsplätze. Viele Chancen eröffnet die internationale Dimension. Weltweit werden die Staaten über kurz oder lang ihre Energiesysteme umbauen. Der damit verbundene Wechsel eröffnet hervorragende **Exportmöglichkeiten**. Wenn Deutschland in den kommenden Jahren beweisen kann, dass die Energiewende in einem führenden Industrieland bei weiter wachsendem Wohlstand gelingen kann, werden viele andere Länder die deutschen Lösungen nachfragen.

2

Einleitung

Wettbewerbsfähigkeit, Energiesicherheit und Klimaschutz sind die Zielgrößen europäischer und nationaler Energiepolitik, beispielsweise des Energiekonzepts vom Herbst 2010 mit Anpassungen im Sommer 2011 oder der nationalen Klimaschutzinitiative. Die Einsparung von Energierohstoffen, deren effizientere Umwandlung und der Umstieg auf erneuerbare Energieträger sind Kernbestandteile des Energiekonzepts. Die Europäische Union verfolgt langfristig vergleichbare Ziele. Und auch global ist auf Dauer ein entsprechender Wandel notwendig, um die Erderwärmung auf maximal 2 °C gegenüber dem vorindustriellen Niveau zu begrenzen und gleichzeitig allen Menschen den Zugang zu Energie zu gewährleisten. Dies ist bei der Klimakonferenz in Durban im Dezember 2011 im Grundsatz von allen Staaten anerkannt worden.

Wenngleich die Ziele also gesetzt sind, wird über den Weg dorthin und die Implikationen der verstärkten Energieeffizienz und des Ausbaus erneuerbarer Energien für die gesamtwirtschaftliche Entwicklung in Deutschland trefflich gestritten. Wer trägt die zusätzlichen Kosten? Wird alles nicht viel zu teuer? Wem nutzt die Energiewende? Bieten sich neue Chancen? Diese Fragen gilt es für verschiedene mögliche Politiken und Zukunftsszenarien zu beantworten.

Energieeffizienz als Maßnahme zur Senkung des notwendigen Energieeinsatzes bei der Produktion von Gütern und Dienstleistungen, der Gewährleistung von Mobilität und der Befriedigung von Konsumbedürfnissen, und der Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energieträger zur Deckung des verbleibenden Energiebedarfs sind unabdingbar miteinander verknüpft. Dennoch sind diese beiden Säulen der Energiewende bislang überwiegend einzeln betrachtet worden. Möglichkeiten, Akteure, Maßnahmen und Hemmnisse im Bereich der Energieeffizienz unterscheiden sich bei näherem Hinsehen erheblich vom Bereich der erneuerbaren Energien. Dennoch sind gerade mit Blick auf die gesamtwirtschaftlichen Wirkungen auch Ähnlichkeiten in den Chancen und Möglichkeiten sowie in den Wirkungsmechanismen festzustellen.

Daher wird im Folgenden eine Zusammenschau der wesentlichen Einflussfaktoren der gesamtwirtschaftlichen Wirkungen einer verstärkten Energieeffizienz und des Ausbaus erneuerbarer Energien versucht. Diese Zusammenschau basiert auf Ergebnissen zweier im Jahr 2011 abgeschlossener Forschungsprojekte für das BMU. In beiden Projekten wurde das makroökonomische Modell PANTA RHEI der GWS eingesetzt, mit dem im Jahr 2010 auch die gesamtwirtschaftlichen Effekte im Rahmen der Energieszenarien bestimmt wurden (Prognos, EWI, GWS 2010).

Ein Konsortium von GWS, Osnabrück, DIW, Berlin, DLR, Stuttgart, ISI, Karlsruhe und ZSW, Stuttgart hat die „kurz- und langfristigen Auswirkungen des Ausbaus der erneuerbaren Energien auf den deutschen Arbeitsmarkt“ ermittelt (BMU 2011a). Dabei wird zum einen jährlich die Beschäftigung im Sektor „Herstellung und Betrieb von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien“ ermittelt. Ebenfalls jährlich werden die Kosten und Nutzen des Ausbaus erneuerbarer Energien in einem Konsortium aus FhG-ISI, DIW, IZES und GWS untersucht (BMU 2010b). Zum anderen wird die zukünftige Entwicklung inklusive der internationalen Märkte für die jeweiligen Technologien abgeschätzt.

Im Rahmen der Weiterentwicklung der Nationalen Klimaschutzinitiative hat ein Konsortium aus IFEU, Heidelberg, Fraunhofer ISI, Karlsruhe, Prognos, Berlin und GWS, Osnabrück volkswirtschaftliche Effekte der Energieeffizienz ermittelt (IFEU et al. 2011). Auch hier wurden die zukünftige Steigerung der Energieeffizienz und die zukünftigen Chancen auf den Weltmärkten abgeschätzt. Die deutsche Wirtschaft ist traditionell exportorientiert und wettbewerbsfähig auf den internationalen Märkten.

Eine wichtige Frage in beiden Untersuchungen war daher: Was kann es der Volkswirtschaft bringen, wenn deutsche Unternehmen es schaffen, auch bei neuen Technologien ihre derzeitige Marktführerschaft zu erhalten oder sogar auszubauen?

Bevor wir auf die Ergebnisse der Untersuchungen im Einzelnen eingehen, vorab ein Hinweis zur Vergleichbarkeit der analysierten Effekte und Resultate. Gesamtwirtschaftliche Effekte von Politikmaßnahmen werden grundsätzlich durch den Vergleich zweier Szenarien analysiert, von denen eines die Maßnahmen enthält und das andere als Referenz ohne die zu analysierenden Maßnahmen dient. Bei den erneuerbaren Energien bietet es sich an, ein Ausbauszenario mit einer hypothetischen, rein auf fossilen Energieträgern basierten Welt zu vergleichen, da in der Vergangenheit und nahen Zukunft der Ausbau erneuerbarer Energien nicht ohne politische Zielsetzungen und Willensbildung geschehen ist und geschehen wird. Ein ähnlicher Vergleich für gesteigerte Energieeffizienz ist ungleich schwieriger, da in den meisten Fällen bereits die Referenzentwicklung eine zunehmende Effizienz enthält. Wir betrachten deshalb üblicherweise den kompletten Ausbau erneuerbarer Energien und eine gegenüber der ohnehin im Zuge des technologischen Fortschritts wachsende zusätzlich gesteigerte Energieeffizienz. Mit dem Vergleich zu einem hypothetischen „Frozen Efficiency“-Szenario sind aber zumindest für Teilbereiche die gesamtwirtschaftlichen Effekte der autonomen Effizienzsteigerungen quantifiziert. Daher kommt es im Folgenden auch nicht darauf an, die absolute Höhe der Effekte zu vergleichen, sondern die verschiedenen Wirkungskanäle zu analysieren und eventuell gemeinsame Wirkungsrichtungen festzustellen.

3

Gesamtwirtschaftliche Effekte auf nationaler Ebene

3.1 Vorgehensweise

Gesamtwirtschaftliche Effekte energie- und umweltpolitischer Maßnahmen werden mit komplexen Modellsystemen erfasst. Dies gilt für die Energieszenarien für das Energiekonzept der Bundesregierung ebenso wie für energie- und klimapolitische Entscheidungen der EU. Zur Beurteilung der Auswirkungen politischer Maßnahmen oder veränderten Verhaltens der Wirtschaftssubjekte werden dazu, wie erwähnt, zwei unterschiedliche Zukunftsentwicklungen gegenübergestellt: Die gesamtwirtschaftliche Entwicklung mit allen vorgeschlagenen Maßnahmen und Veränderungen wird mit einer Referenzentwicklung ohne diese verglichen, um die Effekte der Maßnahmen

anhand der Nettogrößen nach allen Anpassungsprozessen ableiten zu können. Dabei werden neben den direkten Effekten der mit den Maßnahmen verbundenen Investitionen und Ausgaben sowie Energieeinsparungen auf die Budgets der Unternehmen und der privaten und öffentlichen Haushalte auch sogenannte Zweittrundeneffekte berücksichtigt, die sich in vor- und nachgelagerten Bereichen der Volkswirtschaft ergeben.

Zur Untersuchung dieser Effekte ist in den weiter oben zitierten Untersuchungen das Modell PANTA RHEI eingesetzt worden. Das Modell ist eine zur Analyse umweltökonomischer Fragestellungen erweiterte Version des makroökonomischen Simulations- und Prognose-

modells INFORGE der GWS mbH. PANTA RHEI erfasst den langfristigen Strukturwandel in der wirtschaftlichen Entwicklung sowie die umweltökonomischen Interdependenzen. Neben der umfassenden ökonomischen Modellierung wird der Energieeinsatz mit einem besonderen Schwerpunkt auf dem Einsatz erneuerbarer Energien detailliert erfasst. Alle Modellteile sind konsistent miteinander verknüpft. Die Nutzung eines umfassenden gesamtwirtschaftlichen Modells, das auch die Vorleistungsstruktur der Wirtschaft abbildet, hat den Vorteil, dass das komplexe Zusammenwirken verschiedener Effekte vollständig in den Kategorien der amtlichen Statistik erfasst wird, und dabei keine Auswirkungen unberücksichtigt bleiben.

3.2 Erneuerbare Energien

Die gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen des Ausbaus der erneuerbaren Energien auf das Bruttoinlandsprodukt, die Investitionen, das Preisniveau sowie die Beschäftigung werden immer wieder kontrovers diskutiert.

Zunächst ergibt sich aus den Investitionen in Anlagen und deren Betrieb die direkte Beschäftigung bei Herstellern, Betreibern und Dienstleistungsunternehmen. Diese fragen ihrerseits Güter in anderen Wirtschaftssektoren nach und schaffen so indirekte Beschäftigung in den Vorleistungs- und Zulieferunternehmen. Aus der Summe

der direkten und indirekten Beschäftigung resultiert die sog. Bruttobeschäftigung, die seit einigen Jahren jährlich veröffentlicht wird (vgl. BMU 2008, 2009a, 2010a, 2011b).

Diesen positiven Impulsen steht eine Reihe von negativen Einflüssen aus Substitutions- und Budgeteffekten gegenüber. Zum einen ersetzen Investitionen in erneuerbare Energien oder Energieeffizienz z.B. Investitionen in konventionelle Strom- und Wärmekraftwerke. Zum zweiten haben etwa Verbraucher zunächst höhere Kosten für Strom oder Wärme aus erneuerbaren Energien im Rahmen ihrer begrenzten Budgets, im Strombereich etwa durch die Umlage aus dem EEG. Entsprechende Ausgaben gehen zurück. Positiv können sich mit Blick auf den Außenhandel neue Exportchancen auswirken, ebenso wie Importe konventioneller Energieträger zurückgedrängt werden. Nettoeffekte, mit denen die Frage beantwortet wird, was denn „unterm Strich“ herauskommt, lassen sich letztlich nur durch Modellsimulationen berechnen.

Im Jahr 2010 waren mit der Herstellung von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien (EE), deren Betrieb und Wartung, der Bereitstellung biogener Brenn- und Kraftstoffe sowie in der Forschung, Beratung und Verwaltung mehr als 367.000 Personen beschäftigt. Diese Zahl hat sich damit seit der ersten systematischen Abschätzung für 2004 (160.500) mehr als verdoppelt.

Abb. 1 Methodische Übersicht: Beschäftigungseffekte der erneuerbaren Energien (BMU 2006)

Der Ausbau erneuerbarer Energien löst eine Vielzahl von Nachfrage-, Substitutions- und Budgeteffekten aus. Die Bilanz dieser Effekte kann nur im Rahmen integrierter Modelle bestimmt werden.

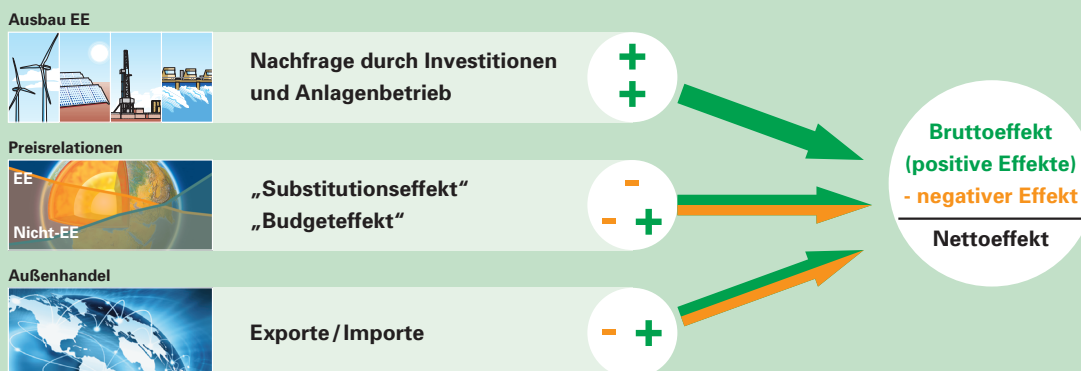
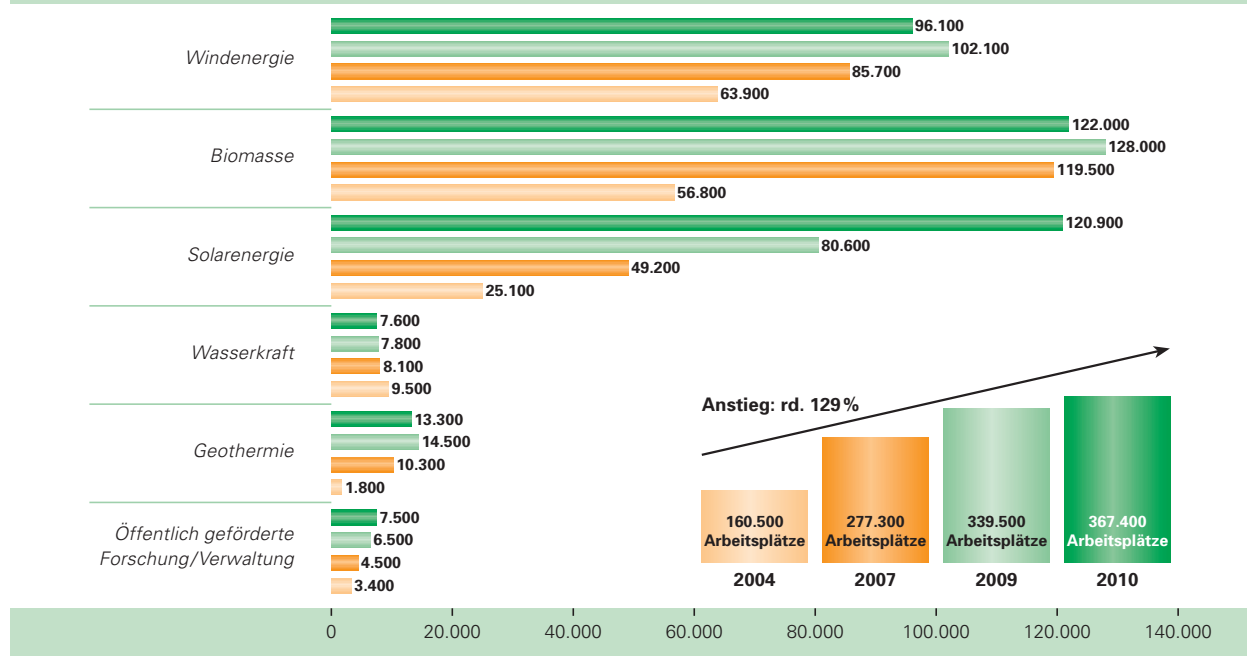


Abb. 2 Entwicklung der Bruttobeschäftigung durch erneuerbare Energien in Deutschland



Angaben für 2009 und 2010 Abschätzungen; Abweichungen in den Summen durch Rundungen;
 Quelle: O'Sullivan/Edler/van Mark/Nieder/Lehr: „Bruttobeschäftigung durch erneuerbare Energien im Jahr 2010 – eine erste Abschätzung“,
 Stand: März 2011; Zwischenbericht des Forschungsvorhabens „Kurz- und langfristige Auswirkungen des Ausbaus erneuerbarer Energien auf
 den deutschen Arbeitsmarkt“; Bild: BMU/Christoph Busse/transit

Damit war im Jahr 2010 etwa jeder 100. Arbeitsplatz in Deutschland von den erneuerbaren Energien abhängig. Bis zum Jahr 2030 lässt sich unter den in den Szenarien gegebenen Annahmen die Bruttobeschäftigung durch erneuerbare Energien in einer Größenordnung von 500.000 bis 600.000 Personen abschätzen. Zu den Rahmenbedingungen gehören unter anderem auch bestimmte Annahmen zum weltweiten Ausbau erneuerbarer Energien sowie zur Realisierung von Exportchancen (vgl. weiter unten). Darüber hinaus müssen die inländischen Rahmenbedingungen stabil und verlässlich bleiben. Dieser Bruttoeffekt des Ausbaus der erneuerbaren Energien zeigt die wachsende Bedeutung der noch jungen Branche für den deutschen Arbeitsmarkt.

Für die Ermittlung der **Nettowirkungen** werden dieselben Annahmen getroffen. Über weite Strecken wurde auf die in (BMU 2009b) abgeleiteten Szenarien zurückgegriffen. Dies gilt insbesondere für das erwartete Preisniveau der fossilen Energieträger, den Ausbau der erneuerbaren Energien im Inland und die Exporttätigkeit (vgl. Kapitel 5) der Hersteller von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien.

1. Preisniveau fossiler Energieträger:

Hier wurden zwei unterschiedliche Preispfade betrachtet: Preispfad A weist ein höheres Niveau der Preise

für importiertes Öl, Erdgas und importierte Steinkohle auf als Preispfad B. Das Preisniveau der fossilen Energieträger führt zu unterschiedlichen Strompreisen. Der jeweilige Preispfad beeinflusst somit die Differenzkosten der erneuerbaren Energien zu konventionellen Energieträgern: hohe fossile Energieträgerpreise verringern die Differenzkosten. Im Folgenden werden beide Preispfade betrachtet.

2. Ausbau der erneuerbaren Energien:

Der Zubau folgt im Wesentlichen den Annahmen des EE-Leitszenarios 2009 (BMU 2009b), das allerdings beim PV-Zubau an die aktuelle Entwicklung angepasst wurde (vgl. BMU 2011d). Die Differenzkosten zu allen Mengengerüsten wurden mit beiden Preispfaden unterlegt.

Das „Nullszenario“ beschreibt eine konsistente hypothetische Entwicklung der Energieerzeugung ohne erneuerbare Energien ab dem Jahr 2000 und umfasst den dann notwendigen Zubau fossiler Kraftwerke und Wärmeerzeuger und die hiermit verbundenen Investitionen. Erneuerbare Energien liefern in diesem Szenario nur einen sehr begrenzten Beitrag zur Wärme- und Stromversorgung, beim Strom vornehmlich über die sogenannte große Wasserkraft, die bereits vor Inkrafttreten des EEG (Erneuerbare-Energien-Gesetz) wettbewerbsfähig war.

Dem Nullszenario mit Preisbasis A oder B wird nun eine Entwicklung mit unterschiedlichem inländischem Ausbau auf derselben Preisbasis gegenübergestellt, um die gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen verschiedener Umsatzentwicklungen aus der Differenz der Simulationsergebnisse zu ermitteln. Abbildung 3 zeigt die Entwicklung der Beschäftigung im Vergleich zu den jeweiligen rein fossil basierten Referenzszenarien für den hohen und den niedrigen Preispfad für fossile Energieträger. Die Nettobeschäftigungswirkungen, die für das Jahr 2010 mit rund 80.000 abgeschätzt werden (vgl. BMU 2011d, S.32), gehen mit dem unterstellten Rückgang des PV-Zubaus und den damit verbundenen Investitionsimpulsen auf eine Größenordnung von 10.000 bis 35.000 Beschäftigten in den Jahren 2015 und 2020 zurück. Im weiteren Verlauf der Entwicklung steigen die Nettoeffekte deutlich auf eine Größenordnung von 100.000 Beschäftigte im Jahr 2025 bzw. 160.000 im Jahr 2030.

Im Ergebnis lässt sich festhalten, dass der Ausbau erneuerbarer Energien im Vergleich zu einem Szenario ohne diesen Ausbau positive Wirkungen auf Bruttoinlandsprodukt und Beschäftigung über den gesamten Betrachtungszeitraum bis zum Jahr 2030 hat.

Dies wird vor allem durch drei Wirkungskanäle ausgelöst:

- **Zusätzliche Investitionen** im Vergleich zu einem alternativen (konventionellen) Energiesystem lösen vielfache positive Effekte über sogenannte Multiplikatoreffekte aus. Auch Betrieb und Wartung von Anlagen führen über den gesamten Einsatzzeitraum zu Wertschöpfung vor Ort.

- Über die nächsten Jahre sind die **Kosten** der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern zunächst höher als im konventionellen Kraftwerkspark. Langfristig werden diese Erzeugungskosten aber weiter deutlich sinken, sodass – je nach Annahmen – ab etwa 2027 damit zu rechnen ist, dass die Nutzung der erneuerbaren Energien die Stromkosten senken wird. Nimmt man die Wärme hinzu, tritt der Energiekosten senkende Einfluss bereit 2023 ein. Eine schnelle Marktintegration der erneuerbaren Energieträger wird diesen Prozess beschleunigen.

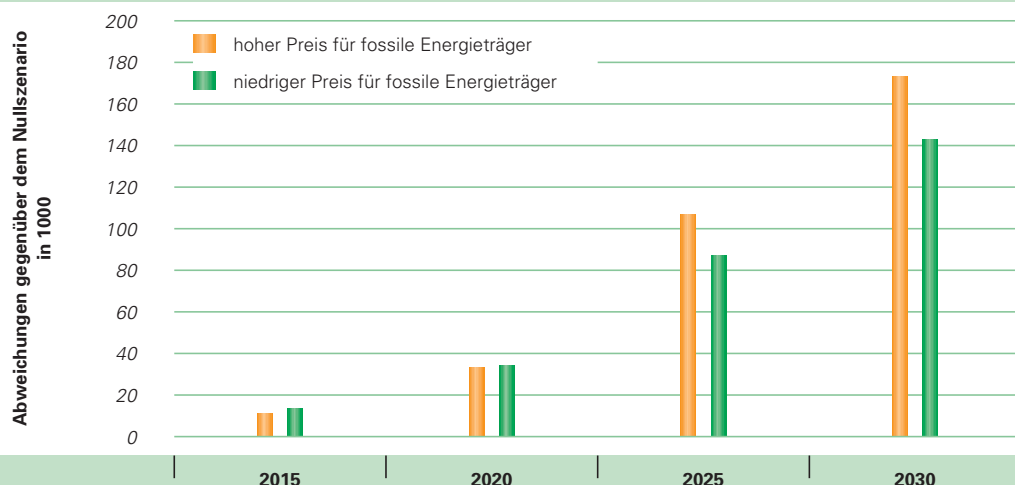
- Damit verbunden ist ein deutlicher **Rückgang der Importe** fossiler Energieträger, die durch den Einsatz der heimisch bereitgestellten erneuerbaren Energieträger ersetzt werden.

Die positiven Beschäftigungseffekte werden in allererster Linie in den Branchen der EE auftreten, daneben werden aber auch in einigen Zulieferindustrien wie der Metallherzeugung und unternehmensbezogenen Dienstleistungen weitere Arbeitsplätze entstehen.

Wichtig ist die Bedeutung der politischen Rahmenbedingungen für die weitere positive Entwicklung der erneuerbaren Energien. Nur bei Fortsetzung der Förderung der EE bleiben auch die ökonomischen Vorteile bestehen. Dabei wird es in Zukunft vor allem auf die Marktintegration der erneuerbaren Energien ankommen.

Abb. 3

Nettobeschäftigungseffekte des Ausbaus erneuerbarer Energien bei unterschiedlichen Preispfaden und verhaltenem Exportpfad



3.3 Energieeffizienz

Energieeffizienz bedeutet, den zur Erbringung einer Dienstleistung, zur Produktion von Waren oder Bereitstellung von Energie notwendigen Energieeinsatz in ein System zu reduzieren. Es gibt nicht ausgeschöpfte wirtschaftliche Potenziale in großem Umfang. Diese Tatsache ist zunächst verblüffend, da man sich auch vorstellen kann, dass ineffizienter Umgang mit Energie unnötige Mehrkosten verursacht, die Verbraucher und Unternehmen aus eigenem Antrieb reduzieren sollten. Es liegen jedoch unzählige Hemmnisse vor, beispielsweise Informationsdefizite, Zuständigkeitsprobleme und gespaltene Anreizsysteme („Mieter-Vermieter“- oder „Investor-Nutzer“-Dilemma), die in vielfältigen Studien untersucht wurden.

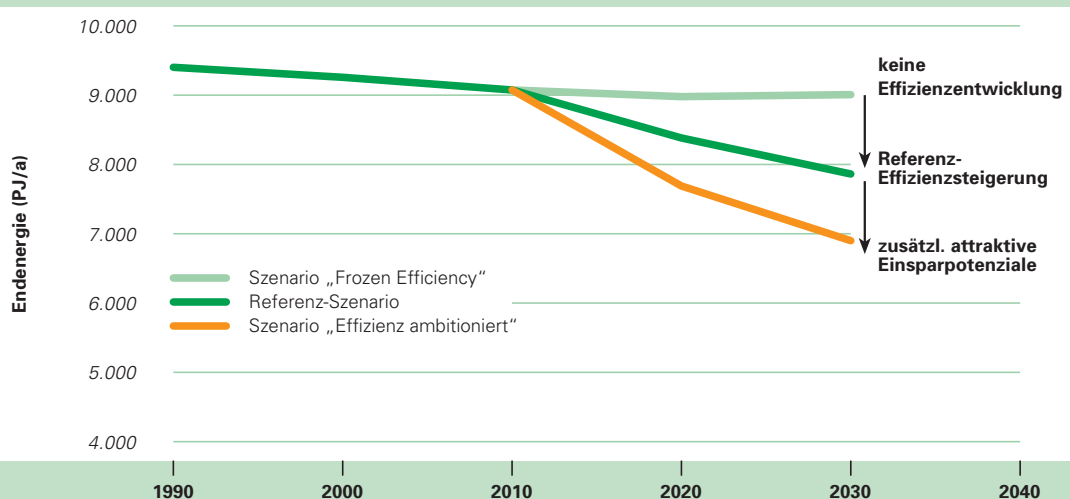
Aus theoretischer Sicht ist die Existenz von einzelwirtschaftlich sinnvollen Effizienzmaßnahmen, die nicht ergriffen werden, nicht unumstritten. In einer idealen Modellwelt, in der jedes Wirtschaftssubjekt, also Haushalte und Unternehmen, seinen Nutzen bzw. Gewinn bei vollkommener Information maximiert, kann es keine ungenutzten wirtschaftlichen Effizienzpotenziale geben. „There is no such thing as a free lunch“, wie Volkswirte betonen. Nun

ist nicht erst seit Ausbruch der Wirtschafts- und Finanzkrise offensichtlich, dass die reale Welt von der Modellwelt „ohne Luftwiderstand“ deutlich abweicht. Im Bereich der Energiepolitik ist dies schon seit vielen Jahren bekannt.

Das Szenario „Effizienz ambitioniert“, also das zur Analyse untersuchte Szenario mit ehrgeizigen Energieeffizienz-Maßnahmen, setzt diese mit einer beschleunigten Geschwindigkeit unter der Voraussetzung optimaler politischer Rahmenbedingungen um, ohne dass die Investoren ökonomisch irrational handeln. Verglichen wird das Potenzial mit einer Referenzentwicklung, die ebenfalls bereits eine zunehmende Effizienz enthält. Vergleichbar wurde auch in den Energieszenarien zum Energiekonzept der Bundesregierung vorgegangen.

Stellt man sich hingegen die Frage nach den gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen von Effizienzanstrengungen „überhaupt“, so muss man die Referenzentwicklung durch eine – hypothetische – Entwicklung ersetzen, bei welcher ausgehend vom heutigen Stand keinerlei weitere Effizienzsteigerung mehr stattfinden wird. Hierzu wird ein „Frozen Efficiency“-Szenario definiert, also ein Szenario, in dem keine zusätzliche Effizienzsteigerung erfolgt.

Abb. 4 Endenergiebedarf in den drei betrachteten Szenarien



Tab. 1 **Ökonomische Kenngrößen im Szenario „Effizienz ambitioniert“,
Abweichungen zur Referenz**

Szenario „Effizienz ambitioniert“	Absolutwerte					Abweichung in %				
	2011	2015	2020	2025	2030	2011	2015	2020	2025	2030
Komponenten des preisbereinigten BIP										
	Abweichung in Mrd. €									
Bruttoinlandsprodukt	6,4	9,9	17,8	21,0	23,6	0,3	0,4	0,7	0,8	0,8
Privater Konsum	2,0	5,4	10,6	13,5	16,2	0,2	0,4	0,8	1,0	1,2
Staatskonsum	0,1	-0,1	-0,1	-0,2	-0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,1
Ausrüstungen	3,6	3,8	5,7	6,9	8,1	1,4	1,4	1,9	2,2	2,4
Bauten	3,0	3,2	5,1	3,9	2,8	1,4	1,5	2,5	2,0	1,5
Exporte	0,1	0,3	0,5	0,6	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Importe	2,4	2,7	3,9	3,6	3,8	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2
Arbeitsmarkt										
	absolute Abweichungen									
Erwerbstätige (Inland) in 1.000	67	83	128	130	128	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3
Energieverbrauch										
	Abweichungen in PJ									
Primärenergieverbrauch	-96	-417	-773	-986	-1094	-0,7	-3,2	-6,2	-8,7	-10,2
Endenergieverbrauch	-69	-305	-591	-800	-921	-0,8	-3,5	-7,1	-10,0	-11,7
Bruttostromerzeugung	-21	-95	-168	-193	-208	-1,0	-4,2	7,7	-9,6	-11,0

Für die Erschließung der Effizienz-Maßnahmen des Szenarios „Effizienz ambitioniert“ sind zusätzliche Investitionen gegenüber der Referenz von jährlich rund 12 Mrd. Euro (2010-2020) bzw. 18 Mrd. Euro (2020-2030) erforderlich, kumuliert rund 300 Mrd. Euro. Diese Mehrinvestitionen sind nicht mit Mehrkosten zu verwechseln. Durch die Energiekosteneinsparungen führen die meisten Maßnahmen über die gesamte Abschreibungs- bzw. Lebensdauer der Produkte gerechnet zu Kostenentlastungen.

Insgesamt zeigt die Verbesserung der Effizienz ebenfalls positive ökonomische Effekte. Die Bruttoproduktion, das Bruttoinlandsprodukt und seine einzelnen Komponenten Konsum, Investitionen und Außenhandel liegen durch den verstärkten Einsatz von Effizienztechnologien im Szenario „Effizienz ambitioniert“ über den gesamten Zeitraum höher als im Referenzszenario. Natürlich überträgt sich die höhere Produktion nicht in gleichem Umfang in

eine höhere Wertschöpfung (BIP), da ein Teil der zusätzlichen Produktion und der zusätzlich eingesetzten Vorprodukte entsprechend der deutschen Produktions- und Handelsstruktur importiert wird (vgl. Anstieg der Importe). Ein erheblicher Teil des beobachteten zusätzlichen BIP-Aufkommens entfällt mit gut 16,2 Mrd. Euro im Jahr 2030 auf den privaten Konsum. Dies leitet sich zunächst aus dem zusätzlichen Konsum von energieeffizienten Gütern ab, beinhaltet jedoch darüber hinaus Zweitrundeneffekte durch die steigende Beschäftigung und den Anstieg der verfügbaren Einkommen durch die Einsparung von Energiekosten. Ausrüstungen und Bauten werden natürlich besonders angestoßen.

Abb. 5a Jährliche Energiekosten in den beiden Szenarien

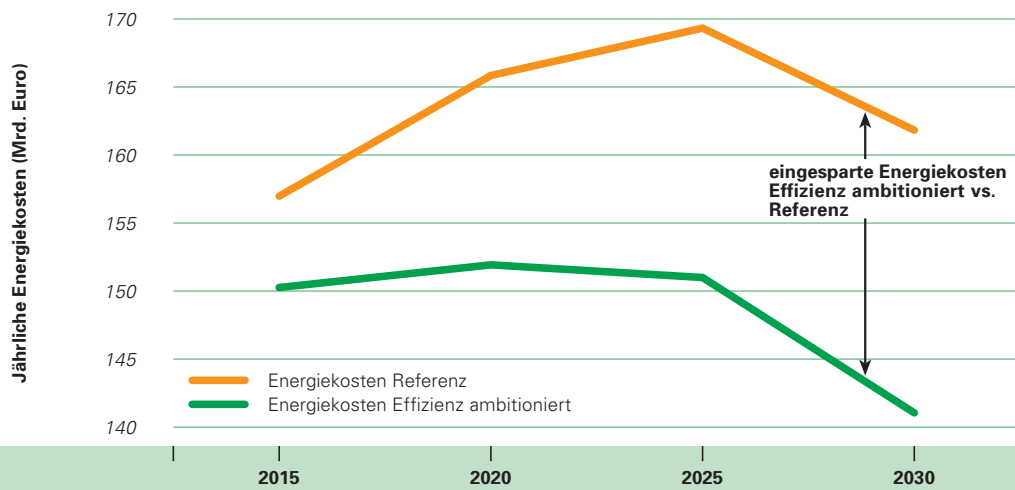
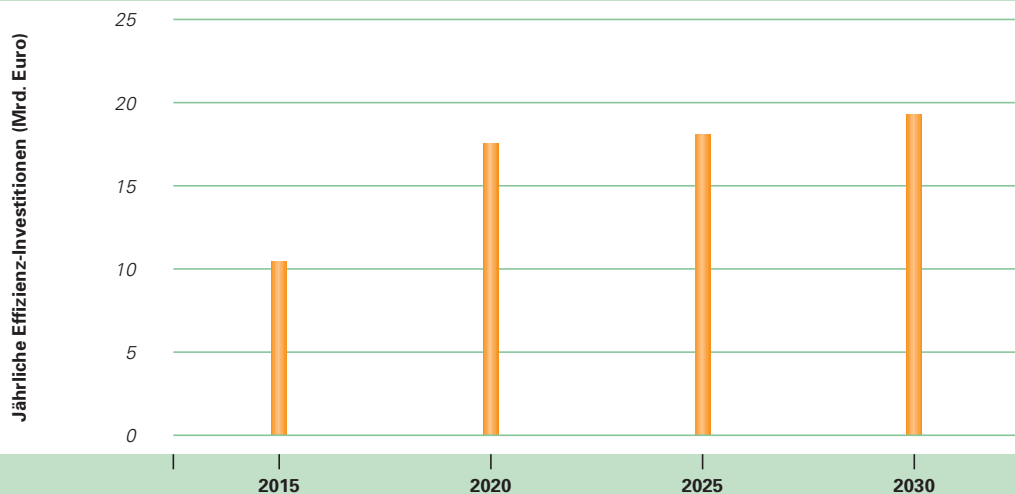


Abb. 5b Jährliche Differenz-Investitionen in Energieeffizienz (Zusatzkosten des Szenarios „Effizienz ambitioniert“ versus „Referenz“)



Die positiven Effekte lassen sich als Ergebnis verschiedener Wirkungsmechanismen interpretieren:

- Zusätzliche Investitionen bedeuten zusätzliche Produktion und somit zusätzliche Beschäftigung.
- Energieeinsatz wird durch Kapitaleinsatz ersetzt. Dieser wird teilweise auch aus dem Ersparnis entnommen (das langfristig durch die eingesparten Energiekosten wieder aufgefüllt wird).
- Auf der anderen Seite steigen die Abschreibungen und damit die Kapitalkosten der Unternehmen durch die höheren Investitionen. Die Haushalte und der Staat müssen höhere Investitionen und Ausgaben finanzieren.
- Teilweise wird Wertschöpfung im Ausland, beispielsweise in den Lieferländern von Erdöl, durch regionale Wertschöpfung beispielsweise im Baugewerbe oder Maschinenbau ersetzt. Energieimporte werden reduziert und somit langfristig die Energiesicherheit positiv beeinflusst.

- Durch die frühzeitige Etablierung eines Leitmarktes für Effizienztechnologien kann ein Wettbewerbsvorteil inländischer Firmen entstehen. Dies kann durch zusätzliche Chancen auf dem Weltmarkt und zusätzliche Exporte der betreffenden Produktionsbereiche abgebildet werden (vgl. Kapitel 5).
- Mit dem Baugewerbe und den unternehmensbezogenen Dienstleistungen, aber auch, wenngleich in etwas geringerem Maße, mit dem Maschinenbau, werden Impulse auf beschäftigungsintensive Wirtschaftsbereiche ausgeübt.
- Die eingesparten Energiekosten erhöhen die Produktivität und damit die Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen.
- Die eingesparten Energiekosten steigern das zur Verfügung stehende Budget der Haushalte und damit die Ausgabebereitschaft für andere Güter (Zweitundeneffekte).

Hauptimpuls sind dabei kurzfristig die zusätzlich ausgelösten Investitionen. Insbesondere im Gebäudebereich ist der inländische Wertschöpfungsanteil hoch, im Jahr 2020 liegt der Beschäftigungsimpuls im Vergleich zum Referenzszenario bei 35.000 Beschäftigten. Im Produzierenden Gewerbe profitieren vor allem der Fahrzeugbau sowie die Sektoren Maschinenbau, Elektrotechnik und Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik. Insgesamt erfährt das Produzierende Gewerbe einen Zuwachs an Beschäftigung von knapp 14.000. Die durch die zusätzlichen Energieeffizienzmaßnahmen ausgelöste Mehrbeschäftigung liegt in einer Größenordnung von 130.000 zusätzlichen Erwerbstätigen pro Jahr. Längerfristig steigt die Bedeutung der eingesparten Energiekosten für die Ergebnisse immer mehr an. Im Jahr 2030 werden Energiekosten in Höhe von ca. 21 Mrd. Euro eingespart, wobei der größte Teil dann auf den Verkehrsbereich entfällt.

Abb. 6 **Sektorale Arbeitsmarkteffekte im Maßnahmenzenario**
- absolute Abweichungen der Beschäftigung in 1000 zum Referenzszenario.



Die gesamtwirtschaftlichen Wirkungen des Szenarios „Effizienz ambitioniert“ können sogar noch besser ausfallen. Aus verschiedenen Gründen sind die oben genannten Zahlen eher als konservativ einzuschätzen. Erstens enthält bereits das Referenzszenario (insbesondere im Gebäudebereich) erhebliche Effizienzeffekte, die auch bereits Beschäftigung etwa in der Bauwirtschaft sichern. Für den Gebäudebereich werden diese positiven Beschäftigungseffekte der Referenz im Vergleich zum „Frozen Efficiency“ Szenario auf 60.000 bis 70.000 pro Jahr abgeschätzt. Zweitens erhoffen sich deutsche Unternehmen gerade im Bereich Energieeffizienz umfangreiche Exportchancen (vgl. Kapitel 5). Drittens sind eine ganze Reihe von Annahmen z.B. zur Entwicklung der internationalen Energiepreise getroffen worden. Je höher die Energiepreise tatsächlich steigen werden, desto größer werden die gesamtwirtschaftlichen Effekte ausfallen. Viertens liegen z.B. auch im Bereich der Verkehrsverlagerung zusätzliche Effizienzpotenziale, die noch erschlossen werden können. Nicht zuletzt reduziert eine ambitionierte Effizienzstrategie die Energiesteuerbelastungen der Nachfrager, was auch politischen Gestaltungsspielraum für neue zielgerichtete Instrumente schaffen wird.

Die Einsparungen im Szenario „Effizienz ambitioniert“ haben noch eine weitere volkswirtschaftliche Dimension:

4

Stärkung der regionalen Wertschöpfung

Der Ausbau erneuerbarer Energien führt auch zu einer Stärkung der Wertschöpfung vor Ort. Die Unternehmensgewinne, die Nettoeinkommen der vor Ort in Zusammenhang mit den EE-Anlagen Beschäftigten – vom Planer, Anlagenhersteller bis zum Betreiber einer Anlage – und die gezahlten Steuern sind Bestandteile dieser kommunalen Wertschöpfung (Hirschl et al. 2011).

Auf regionaler Ebene ist am Beispiel der Windenergie an Land durchgerechnet worden, in welchen Regionen welche Arbeitsmarkteffekte durch den EE-Ausbau ausgelöst werden (BMU 2011c). Erste Ergebnisse zeigen, dass die Bruttobeschäftigung durch die Nutzung von Windenergie an Land im Jahr 2009 von einem Nord-Süd-Gefälle geprägt ist, das auch die Windverhältnisse widerspiegelt. Allerdings zeigen sich Abweichungen von diesem Grundmuster. So profitieren die Bundesländer Sachsen-Anhalt und Brandenburg deutlich von der Entwicklung der

Deutschland stützt als ressourcenarmes Industrieland einen erheblichen Anteil seiner Energieversorgung auf Importe. Insgesamt beträgt der Anteil der Nettoimporte am Primärenergieverbrauch über 70%. Derzeit gibt Deutschland 11% seiner Importaufwendungen für Energie aus. In den Jahren 2009 belief sich diese Summe auf 76 Mrd. Euro, in 2010 waren es bereits 91 Mrd. Euro (Statistisches Bundesamt 2011). Im Vergleich zum Referenzszenario liegen die Energieimporte im Szenario „Effizienz ambitioniert“ im Jahr 2030 um rund 4 Mrd. Euro niedriger.

Wenngleich Importe an sich im Zuge internationaler Arbeitsteilung notwendig und sinnvoll sind, verbindet die öffentliche Diskussion mit dem Import von Öl und Gas die Abhängigkeit von Ländern, deren Zuverlässigkeit sie eher nach Konflikten beurteilt, wie etwa dem Gas-Streit zwischen Russland und der Ukraine. Diese Verunsicherung bezüglich der vom Ausland bereitgestellten Mengen wird erhöht durch eine erhebliche Preisunsicherheit, wie sie in den Preisanstiegen und -rückgängen der jüngeren Vergangenheit sichtbar wird. In der Nutzung von Effizienzpotenzialen steckt die sicherste „Energiequelle“, denn sie schützt vor Preis- und Mengenrisiken.

Windkraftindustrie an Land, was sich insbesondere in der relativen Bedeutung bemerkbar macht.

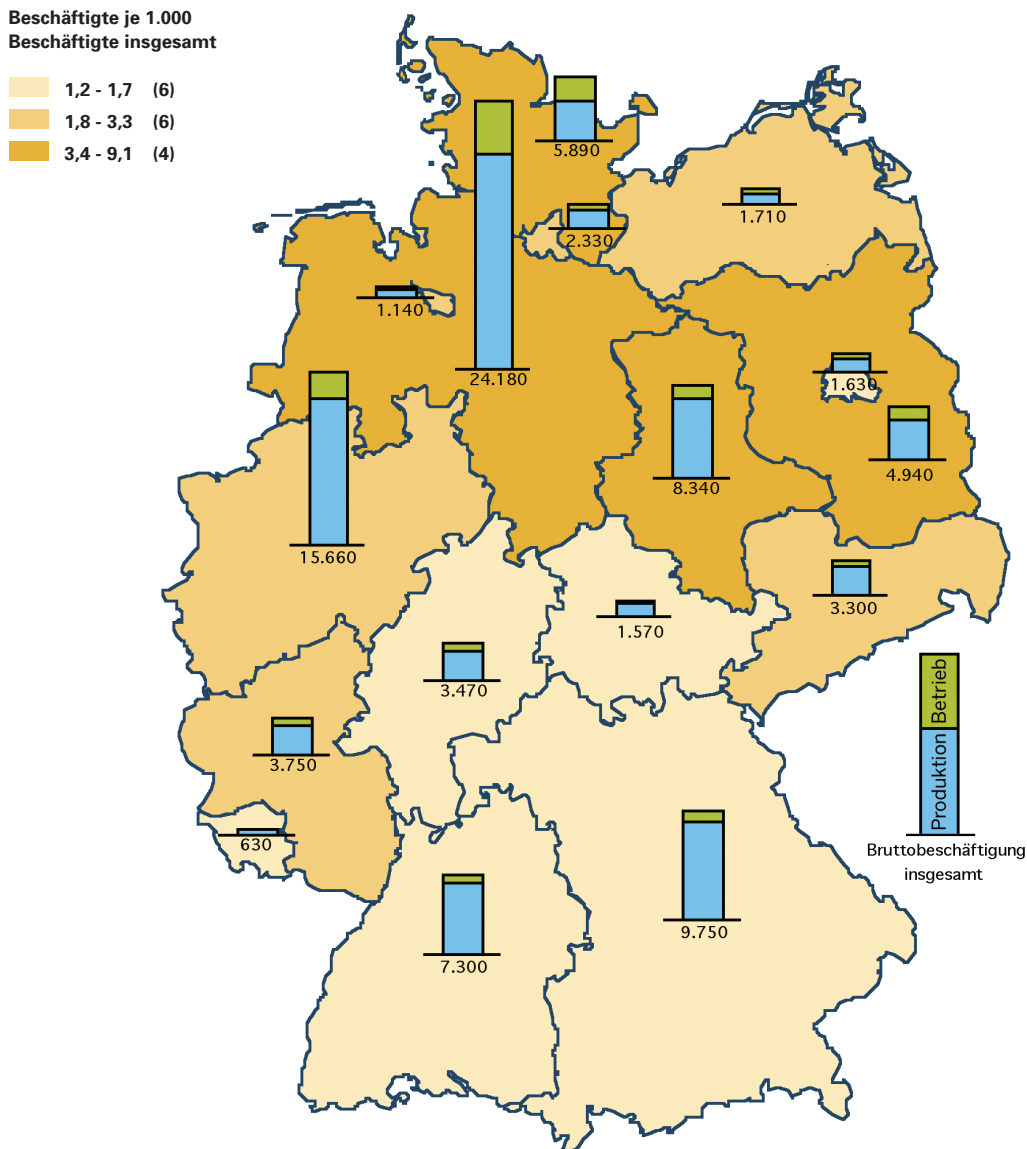
Zum anderen ist erkennbar, dass in den wirtschaftsstarken Bundesländern Nordrhein-Westfalen, Baden-Württemberg und Bayern die relative Bedeutung der Windkraft „on-shore“ zwar eher gering ist. Gleichwohl sind über ein Drittel der direkten und indirekten Beschäftigung diesen Bundesländern zuzuordnen. Deren Beteiligung an der Herstellung von Windkraftanlagen in Deutschland ist vor allem der Nachfrage nach Lieferungen von speziellen Komponenten und der hohen Wettbewerbsfähigkeit bei vielen Investitionsgütern und Vorleistungen zu verdanken. Nordrhein-Westfalen kann dabei besonders von der räumlichen Nähe zu den Herstellern und zusätzlich durch Spezialisierung im Bereich Metallerzeugnisse profitieren. Zu berücksichtigen ist jedoch auch, dass die installierten Leistungen in diesem Bundesland inzwischen gleichauf

mit Schleswig-Holstein sind. Auch andere Bundesländer wie Hessen, Rheinland-Pfalz, Sachsen und Thüringen heben sich dadurch hervor, dass viel dauerhafte Beschäftigung durch Betrieb und Wartung von Windkraftanlagen entsteht.

Derzeit wird die für die Windenergie an Land entwickelte Methodik zur Abschätzung der regionalen Arbeitsmarkteffekte durch den EE-Ausbau evaluiert und auf die übrigen Technologien übertragen. Hierbei zeigt sich, dass sich die EE-Technologien nicht nur im Hinblick auf die Standorte der Produzenten von Anlagen und Komponenten deut-

lich unterscheiden. Beispielsweise entfällt bei der Photovoltaik ein nicht unerheblicher Beschäftigungsimpuls auf die Installation der Anlagen, welche zu einem Großteil vom lokalen Handwerk vor Ort erbracht wird. Arbeitsmarkteffekte durch die Nachfrage nach Biomassebrennstoffen und Biokraftstoffen sind hingegen in erster Linie in ländlichen Regionen zu verorten. Ergebnisse der Forschungsarbeiten für eine daten- und modellbasierte Lokalisierung der Bruttobeschäftigung auf Ebene der Bundesländer für alle EE-Technologien werden für das laufende Jahr 2012 erwartet.

Abb. 7 Regionale Bruttobeschäftigung 2009 nach Bundesländern für Windkraft an Land (Distelkamp et al. 2011)



Bei der Energieeffizienz spielen regionale Unterschiede keine große Rolle. Wichtig ist allerdings auch hier die wachsende Erkenntnis, dass Maßnahmen vor Ort zu positiven Beschäftigungs- und Wertschöpfungseffekten führen. Besonders davon profitieren Maßnahmen im Gebäudesektor. Einerseits erfolgt hier eine Substitution von Energieverbrauch durch Investitionen in die Gebäudehülle, Anlagentechnik etc. Ein Großteil der Wertschöpfung verbleibt bei diesen Maßnahmen beim lokalen Handwerk. Andererseits ist insbesondere die Bauwirtschaft von einem niedrigen Importanteil, aber einer hohen Arbeitsintensität geprägt. Auch die Zweirunden- und Budget-

effekte durch mittelfristig eingesparte Energiekosten wirken sich bei allen wirtschaftlichen Effizienzmaßnahmen positiv auf die regionale Wirtschaft aus.

Zunehmend ergreifen Regionen und Kommunen die wirtschaftlichen Chancen, die sich aus Investitionen in erneuerbare Energien und Energieeffizienz ergeben. Der Grundgedanke von weitmöglichst geschlossenen Stoff- und Finanzierungskreisläufen durch Energieeffizienz und erneuerbare Energien wird beispielsweise in sog. „Null-emissionskommunen“ angestrebt (siehe IFEU et al. 2011).

5

Chancen für deutsche Unternehmen auf den Weltmärkten

Klimaschutz, knapper werdende Ressourcen und Planungen in aller Welt treiben die globalen Märkte für erneuerbare Energien und Energieeffizienz. Auf welchem Wege genau die Emissionen von Treibhausgasen reduziert werden sollen, ist zwar auch nach der Klimakonferenz in Durban weiter unklar. Zugleich signalisieren aber die hohen internationalen Energiepreise, dass Energieeinsparung und die Entwicklung neuer Energietechnologien auch aus einzelwirtschaftlichen Interessen zukünftig weiter vorangetrieben werden. China, das bereits heute bei der Installation erneuerbarer Energien führend ist, hat die Dringlichkeit der Thematik erkannt und sich im 12. Fünfjahresplan ehrgeizige Ausbauziele gesetzt. Der zuständige Siemens-Vorstand Barbara Kux sieht im Handelsblatt vom 15.12.2011 „mit und ohne Durban einen wachsenden Markt für grüne Technologien“.

Wie genau sich die Marktchancen deutscher Unternehmen in Zukunft entwickeln werden, hängt von vielen Unsicherheiten ab. Aktuelle Zukunftsszenarien der Internationalen Energieagentur (2011) oder die Roadmap 2050 der Generaldirektion Energie der EU-Kommission (2011) verdeutlichen, dass unterschiedliche „Zukünfte“ denkbar sind. In allen diesen Zukunftsszenarien nehmen aber Energieeffizienz und erneuerbare Energien eine wichtige Rolle ein. Ihre Bedeutung steigt gegenüber heute überdurchschnittlich. Wichtig ist auch, dass es sich vielfach um Bereiche handelt, in denen Investitionsgüter den Einsatz fossiler Energieträger verdrängen. Hier sind deutsche Unternehmen in vielen Bereichen bereits heute her-

vorragend aufgestellt. Wenn also der Bedarf nach entsprechenden Gütern weltweit stark steigt, sind auch die Chancen für deutsche Unternehmen gut. Ein Blick auf traditionelle Exportbranchen wie Maschinenbau, Elektrotechnik oder Fahrzeugbau gibt auch Hinweise darauf, mit welcher Art von Produkten hohe Weltmarktanteile von deutschen Unternehmen erreicht und gehalten werden können. Die Produkte müssen innovativ und qualitativ hochwertig sein. Massenproduktion wird in den kommenden Jahrzehnten in den aufstrebenden asiatischen Volkswirtschaften günstiger bleiben als in Deutschland.

5.1 Erneuerbare Energien

Die Ausfuhr von Waren und Dienstleistungen hat in der Vergangenheit einen immer größeren Anteil an der Verwendung von Gütern ausgemacht. Exporte haben sich zunehmend zur tragenden Säule der wirtschaftlichen Entwicklung ausgebildet.

Als Datengerüst für den zukünftigen weltweiten Ausbau der erneuerbaren Energien wird das Szenario „Energy [R]Evolution“ (Krewitt et al. 2008) verwendet. Dieses Szenario stellt eine konsistente Entwicklung nach Weltregionen und EE-Technologien differenziert dar. Es baut auf den wirtschaftlichen Potenzialen der erneuerbaren Energien weltweit auf. Mit einem Primärenergieverbrauch aus erneuerbaren Energien von 271 EJ/a im Jahr 2050 liegt es in einer ähnlichen Größenordnung wie das BLUE Map Szenario der IEA (2010), welches etwa 268 EJ/a EE-PEV

in 2050 erreicht. Es überschreitet die im Kernenergie und CCS geprägten 450 ppm Szenario der IEA (2011) erreichten Anteile der erneuerbaren Energien, bleibt aber hinter einem Greenpeace Szenario von 2010 zurück. Letztlich stellt dieses Szenario einen guten Rahmen zur Abschätzung eines gemäßigt-optimistischen weltweiten Ausbaus dar.

Aus der mengenmäßigen Marktentwicklung können die zu erwartenden Investitionsvolumina eines wachsenden globalen Marktes erneuerbarer Energien abgeleitet werden. Bereits heute werden jährlich rund 150 Mrd. Euro_{2005/a} in EE-Technologien investiert. Davon fließt ein Teil mit rund 60 Mrd. Euro_{2005/a} in die (große) Wasserkraft, die oftmals nicht den neuen EE-Technologien zugerechnet wird. Weitere 30 Mrd. Euro_{2005/a} trägt die Windindustrie bei. Bis 2030 wird, bei etwa gleichbleibenden Investitionen für Wasserkraft, das jährliche Investitionsvolumen auf knapp 600 Mrd. Euro_{2005/a}, und bis 2050 auf knapp 900 Mrd. Euro_{2005/a} steigen. Den weitaus größten Anteil von 55% werden dann die solaren Technologien bewirken, gefolgt von der Windenergie (vgl. Abbildung 8).

Die regionale Struktur der Investitionen bildet eine wichtige Ausgangsbasis der Abschätzung des internationalen Handels mit EE-Anlagen und damit der Exportchancen Deutschlands in diesem Bereich. Deutschland hat durch räumliche Nähe, etablierte Handelsbeziehungen und politische Nähe in bestimmten Weltregionen vorteilhafte Beziehungen aufgebaut. Die wesentlichen EE-Investitionen werden derzeit in drei Regionen getätigt. Dies sind OECD-Europa mit besonderer Bedeutung von Deutschland, OECD-Nordamerika und -China. In diesen drei Regionen wurden im Jahr 2008 rund 87% der Windenergieleistung, 86% der Photovoltaikleistung und 93% der Solarkollektorleistung installiert. Rund zwei Drittel der Gesamtinvestitionen (einschließlich der „großen“ Wasserkraft) fallen auf diese Regionen. Die Einzelmärkte zeigen jedoch beträchtliche strukturelle Unterschiede.

Von zentraler Bedeutung für eine deutliche Steigerung des jährlichen EE-Zubaus ist eine rasche Ausweitung der EE-Investitionen auf die noch „unterentwickelten“ Marktregionen der Welt unter Beibehaltung des hohen Zubau-niveaus in den oben genannten Regionen.

Abb. 8 Jährliche globale Investitionsvolumina zur Strom- und Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien

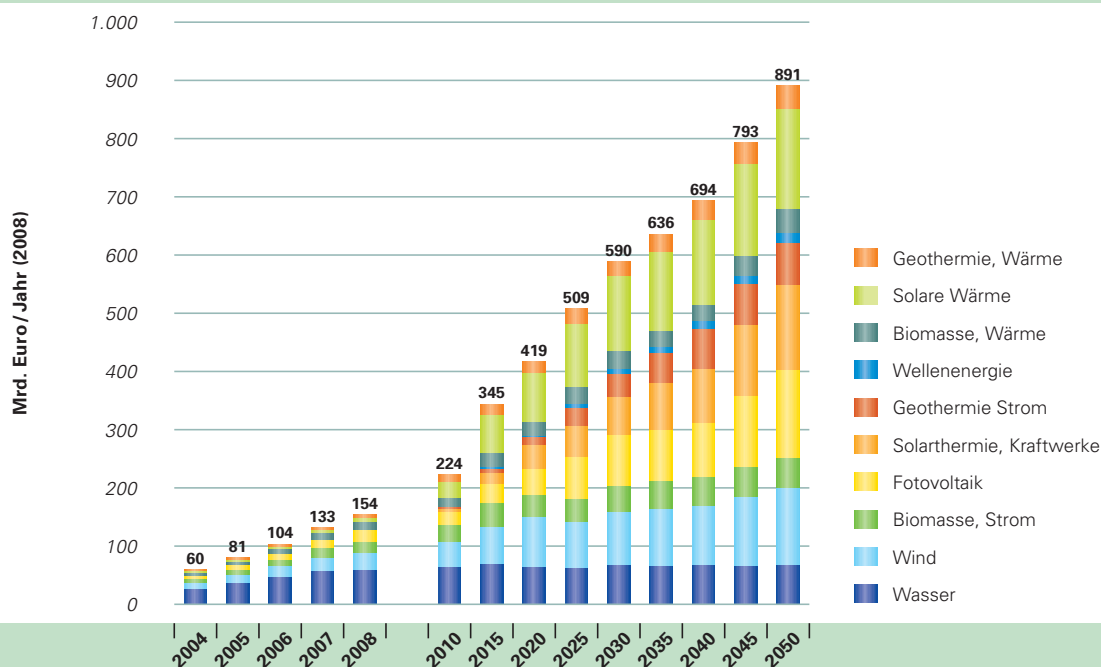
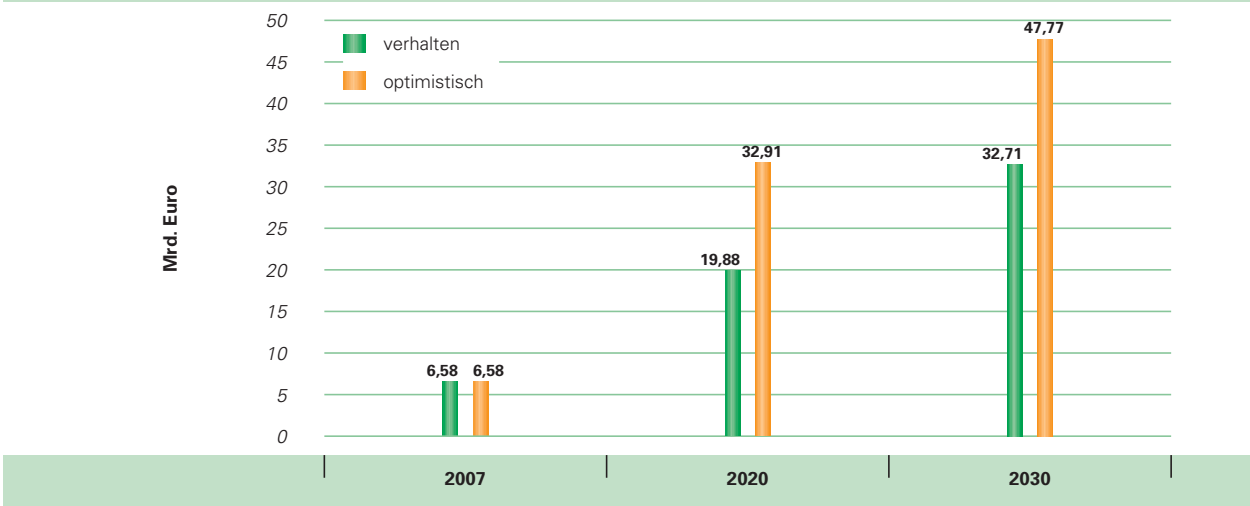


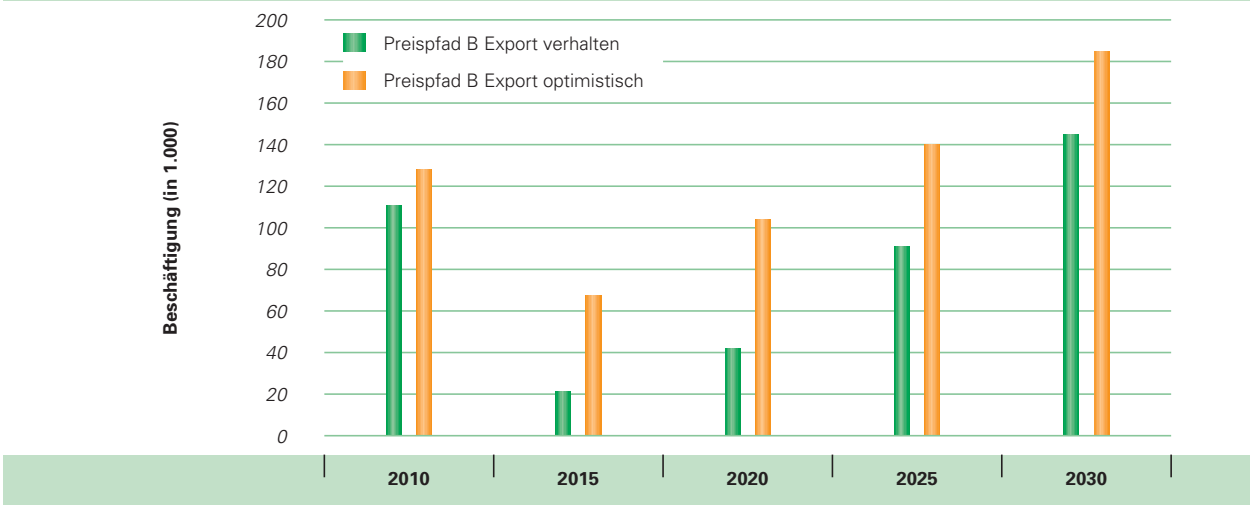
Abb. 9 EE-Technologieexporte im Zeitablauf, in Mrd. Euro 2005



Aus dem Vergleich der weltweiten Exporte im Zeitablauf in verschiedenen Szenarien wird die Bandbreite deutlich, zu der die verschiedenen Annahmen führen (Abbildung 9). Das verhaltene Szenario unterscheidet sich insgesamt um mehr als 10 Mrd. Euro vom optimistischen Szenario in 2020. In 2030 fallen diese Unterschiede bereits erheblich deutlicher aus. Die optimistische Variante liegt mit knapp 50 Mrd. Euro 2005 um ca. 16 Mrd. Euro über der verhaltenen Variante. Die optimistische Variante stellt mehr als eine Versiebenfachung des Exportniveaus von 2007 dar, bei einem Anwachsen des Welthandels auf das Neunfache.

Vergleicht man die beiden Szenarien, die sich nur durch die Exportannahme des optimistischen Export und den verhaltenen Exports unterscheiden, so sieht man deutlich die positiven Auswirkungen der exportorientierten Szenarien auf die Beschäftigung (Abbildung 10). Insbesondere um 2015, wenn die zusätzlichen Kosten des Ausbaus noch recht hoch sind, spielt der Außenhandel eine bedeutende Rolle. Der Unterschied in der Beschäftigung liegt hier bei mehr als 50.000.

Abb. 10 Auswirkung verschiedener Exportszenarien auf die Beschäftigung (in 1.000)



5.2 Energieeffizienz

Bei der Energieeffizienz ist das Vorgehen zur Bestimmung der zukünftigen Exporte ähnlich wie bei den erneuerbaren Energien. Die Schätzung der Zukunftsentwicklung der Handelsanteile orientiert sich auch an den Erfahrungen herkömmlicher Wirtschaftsbereiche. Zum Beispiel liegen die Handelsanteile für den Maschinenbau je nach Zielregion zwischen 20% und 50%.

Die Handelsanteile Deutschlands an dem zukünftigen Weltmarkt für Effizienzprodukte werden in zwei Szenarien basierend auf einer Analyse des relativen Patentanteils (RPA) berechnet. In der optimistischeren Variante wird unterstellt, dass Deutschland – unter anderem durch den Ausbau von Energieeffizienz im Land – seinen technischen Wettbewerbsvorteil auf den Märkten für energieeffiziente Produkte halten und ausbauen kann. Im Bereich des Maschinenbaus sinken die Handelsanteile nur leicht, für die Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik werden leicht steigende Marktanteile unterstellt. Die weniger optimistische Variante geht von deutlich fallenden Handelsanteilen aus. Beispielsweise gehen die deutschen Handelsanteile im Maschinenbau von derzeit ca. 20% auf 15% in 2030 zurück, bei den Elektrogeräten sinken die Handelsanteile auf 8%.

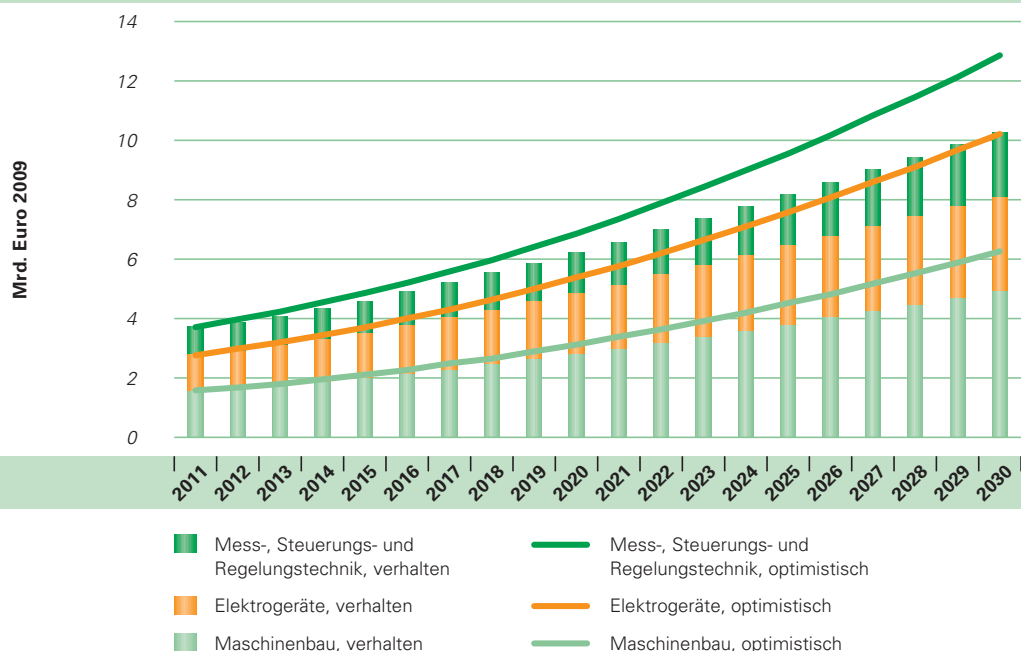
Das gesamte Handelsvolumen wird basierend auf Szenarien der IEA modelliert, die die zusätzlich notwendigen Investitionen in Energieeffizienz ableiten, um vom „Current Policy“-Szenario zum „450 ppm“-Szenario zu gelangen (bis 2035 Industrie 1400 Mrd. Dollar₂₀₀₉, Gebäude 5600 Mrd. Dollar₂₀₀₉). Dieses 450 ppm-Szenario bildet eine Entwicklung ab, in der das 2-Grad-Ziel erreicht werden kann.

Daraus ergibt sich ein preisbereinigtes Exportvolumen des optimistischen Szenarios von bis zu 12,5 Mrd. Euro in 2030, oder bis zu 10 Mrd. Euro zusätzlicher Exporte im pessimistischen Szenario (Abbildung 11). Insgesamt bedeutet das optimistische Szenario je nach Exportbereich Steigerungen von bis zu 7% im Exportvolumen.

Die Bruttoproduktion und das Bruttoinlandsprodukt liegen durch die zusätzlichen Exporte deutscher Unternehmen über die gesamte Zeit höher als in der Referenz. Jedoch lässt sich eine höhere Produktion nicht automatisch in eine gleiche Steigerung der Wertschöpfung (BIP) übersetzen. Zum einen wird ein Teil der zusätzlichen Produktion aus dem Ausland eingekauft, was in den höheren Importen sichtbar wird. Zum anderen steigt auch der Einsatz von Vorprodukten mit anderen Beschäftigungsintensitäten. Insgesamt nimmt die Nettobeschäftigung um 61.000 Erwerbstätige zu.

Abb. 11

Zusätzliche Exporte von Effizienzprodukten und -dienstleistungen nach Sektoren in Mrd. Euro 2009, optimistische und verhaltene Variante



6 Weitere positive Wirkungen

Energieeffizienz und erneuerbare Energien sind auch mit weiteren Effekten verbunden, die ihren Einsatz zusätzlich attraktiv machen. Zum einen führen sie zu **verringerten Emissionen** von Treibhausgasen und anderen Luftschadstoffen. Der Ausbau der Erneuerbaren wird allein im Jahr 2030 voraussichtlich insgesamt knapp 200 Millionen t CO₂ einsparen (BMU 2011a). Die energiebedingten Treibhausgasemissionen liegen im Szenario „Effizienz ambitioniert“ im Jahr 2030 um 20% oder 82 Millionen Tonnen niedriger als im Referenzszenario. Auch verschiedene Studien für Unternehmensverbände wie ZVEI (2010), VDMA (2009) oder McKinsey (2009) weisen vergleichbare wirtschaftliche Emissionseinsparpotentiale aus.

Die Vermeidung dieser sogenannten „externen Kosten“ fossiler Energieträger in Form zukünftigen Klimawandels, Gesundheitsgefährdung der Bevölkerung, Materialschäden, Lärm oder zusätzlicher Landnutzung erhöht die Wohlfahrt heutiger und vor allem zukünftiger Generationen (BMU 2010c, 2011f). Beispielsweise beziffern sich die vermiedenen Kosten des Ausbaus erneuerbarer Energien für 2010 auf 5,8 Mrd. Euro im Strombereich und 2,6 Mrd. im Wärmebereich.

Auch wenn heute noch nicht alle diese Wohlfahrtsaspekte angemessen betrachtet werden können, wird dies in Zukunft eine größere Rolle spielen. Bemühungen um eine verbesserte Wohlfahrtsmessung, wie sie von der Stiglitz-Kommission (2009) im Auftrag des französischen Präsidenten Sarkozy eingefordert worden sind, beschäftigen inzwischen eine Enquete-Kommission des deutschen Bundestages ebenso wie die Europäische Kommission, die OECD (2011) und die UNEP (2011), die alle an einer verbesserten Wohlfahrtsmessung arbeiten.

Nicht zu unterschätzen ist die steigende **Energiesicherheit**, die durch den vermehrten Einsatz von Energieeffizienz und erneuerbaren Energien erreicht wird. Zum einen sinkt die Abhängigkeit von den Energielieferungen aus dem Ausland, was sich unmittelbar in niedrigeren Importkosten niederschlägt (vgl. BMU 2011e). Zum anderen kann

sich Deutschland damit zunehmend von den Schwankungen bei den internationalen Energiepreisen abkoppeln. Wenn man bedenkt, dass starke Energiepreisaufschläge mit den meisten Rezessionen der letzten 40 Jahre in Verbindung gebracht werden, können Ausgaben in diesem Bereich durchaus als Versicherungsprämie betrachtet werden.

An dieser Stelle ist darauf hinzuweisen, dass die möglichen Effekte der EE-Förderung (vgl. Abbildung 1) auch von der allgemeinen Lage der Volkswirtschaft und den Finanzierungsmöglichkeiten bestimmt sind. In einer Krisensituation wie dem Jahr 2009 und generell in Phasen deutlicher Unterbeschäftigung einer Volkswirtschaft sind die Substitutionseffekte gering, d.h. die positiven Nettoeffekte der EE-Förderung besonders hoch. Das EEG hat im Krisenjahr 2009 ähnlich wie die Abwrackprämie die deutsche Volkswirtschaft massiv gestützt. In einer Phase der Vollbeschäftigung wäre die Verdrängung anderer Investitionen deutlich größer. Zugleich ist vor allzu mechanistischen Vorstellungen der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung zu warnen. Einzelwirtschaftlich attraktive Investitionen in erneuerbare Energien locken auch Kapitalgeber aus dem Ausland an. Vereinfachte Annahmen, dass EE-Investitionen nur andere Investitionen verdrängen, gelten wohl im Lehrbuch für eine geschlossene Volkswirtschaft, nicht aber in einer globalisierten Welt, in der Kapitalgeber attraktive Investitionsmöglichkeiten suchen.

Schließlich hat die deutsche Energiewende auch **Vorbildfunktion** für viele Länder auf der Welt, die mit großem Interesse die deutsche Energiepolitik beobachten. Dass die wirtschaftlich erfolgreiche Industrienation Deutschland die umfassende Energiewende anstrebt, führt zwar auch zu Skepsis in anderen Teilen der Welt. Eine erfolgreiche Umsetzung der Energiewende im Inland wird aber die beste Werbung für vergleichbare Konzepte in vielen Teilen der Welt sein. Dann hat Deutschland in den kommenden Jahren bereits die Technologien zur Marktreife entwickelt, die andere Länder erst noch einführen möchten.

7

Ergebnis: Günstige Aussichten für die Zukunft

Energieeffizienz und erneuerbare Energien sind die Grundpfeiler des zukünftigen Energiesystems. Wie die Auswertung aktueller Forschungsprojekte zeigt, können sie dauerhaft unseren Wohlstand steigern. Sowohl eine Steigerung der Energieeffizienz als auch der Ausbau der Erneuerbaren Energien erhöhen das Bruttoinlandsprodukt und schaffen zusätzliche Arbeitsplätze. Dies wird insbesondere durch zusätzliche Investitionen und langfristig durch sinkende Energiekosten hervorgerufen. Während die Branchen der erneuerbaren Energien naturgemäß besonders profitieren, schaffen Effizienzmaßnahmen besonders im Baubereich zusätzliche Arbeitsplätze. Auch auf regionaler Ebene schaffen sie zusätzliche Wertschöpfung und Arbeitsplätze.

Besonders spannend ist die internationale Dimension. Weltweit werden die Staaten über kurz oder lang ihre

Energiesysteme umbauen. Der damit verbundene Wechsel von fossilen Energieträgern auf Investitionsgüter, sowohl auf erneuerbare Energien als auch auf Effizienztechnologien, kommt der deutschen Volkswirtschaft entgegen und eröffnet langfristig hervorragende Exportmöglichkeiten. Wenn Deutschland in den kommenden Jahren beweisen kann, dass die Energiewende in einem führenden Industrieland gelingen kann, werden viele andere Länder die deutschen Lösungen nachfragen.

Die Energiewende führt über die rein ökonomische Betrachtung hinaus zu einer ganzen Reihe positiver Nebenwirkungen auf den Wohlstand. Negative Begleiterscheinungen des bisherigen Energiesystems wie Klimawandel oder Gesundheitsgefährdung der Bevölkerung werden deutlich reduziert. Die Energiesicherheit steigt.

8

Literaturverzeichnis

- BMU (2006) Staiß, F., Kratzat, M. (ZSW), Nitsch, J., Lehr, U. (DLR), Edler, D. (DIW), Lutz, C. (GWS): Erneuerbare Energien: Arbeitsplatzeffekte – Wirkungen des Ausbaus erneuerbarer Energien auf den deutschen Arbeitsmarkt, Forschungsvorhaben im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), Juni 2006.
- BMU (2008) Kratzat, M. (DLR), Edler, D. (DIW), Ottmüller, M. (ZSW), Lehr, U. (DLR): Bruttobeschäftigung 2007 – eine erste Abschätzung, Forschungsvorhaben im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), März 2008.
- BMU (2009a) O’Sullivan, M. (DLR), Edler, D. (DIW), Ottmüller, M. (ZSW), Lehr, U. (GWS): Bruttobeschäftigung 2008 – eine erste Abschätzung, Forschungsvorhaben im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), März 2009.
- BMU (2009b) Nitsch, J. (DLR), Wenzel, B. (IfnE): Leitszenario 2009. Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau erneuerbarer Energien in Deutschland unter Berücksichtigung der europäischen und globalen Entwicklung. Untersuchung im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), August 2009. <http://www.erneuerbare-energien.de/inhalt/45026/40870/>.
- BMU (2010a) O’Sullivan, M. (DLR), Edler, D. (DIW), Ottmüller, M. (ZSW), Lehr, U. (GWS): Bruttobeschäftigung 2009 – eine erste Abschätzung, Forschungsvorhaben im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), März 2010.
- BMU (2010b) Breitschopf, B. (ISI), Klobasa, F. (ISI), Sensfuß, F. (ISI), Steinbach, J. (ISI), Ragwitz, M. (ISI), Lehr, U. (GWS), Horst, J. (IZES), Leprich, U. (IZES), Diekmann, J. (DIW), Braun, F. (DIW), Horn, M. (DIW): Einzel- und gesamtwirtschaftliche Analyse von Kosten- und Nutzenwirkungen des Ausbaus Erneuerbarer Energien im deutschen Strom- und Wärmemarkt.
- BMU (2010c) Breitschopf, B., Diekmann, J.: Vermeidung externer Kosten durch Erneuerbare Energien – Methodischer Ansatz und Schätzung für 2009 (MEEEEK), Karlsruhe, Berlin, Juni 2010.
- BMU (2011a) Lehr, U., Lutz, C. (GWS), Edler, D. (DIW), O’Sullivan, M., Nienhaus, K., Nitsch, J., Simon, S. (DLR), Breitschopf, B. (FhG-ISI), Bickel, P., Ottmüller, M. (ZSW): Kurz- und langfristige Auswirkungen des Ausbaus der erneuerbaren Energien auf den deutschen Arbeitsmarkt. Forschungsvorhaben im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), Februar 2011.
- BMU (2011b) O’Sullivan, M. (DLR), Edler, D. (DIW), van Mark, K. (ZSW), Nieder, T. (ZSW) Lehr, U. (GWS): Bruttobeschäftigung 2010 – eine erste Abschätzung, Forschungsvorhaben im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), März 2011.
- BMU (2011c) Distelkamp, M. (GWS), Bickel, P. (ZSW), Ulrich, P. (GWS), Lehr, U. (GWS): Erneuerbare beschäftigt in den Bundesländern: Ausgewählte Fallstudien sowie Pilotmodellierung für die Windenergie an Land. Osnabrück, Stuttgart, Berlin, Juli 2011.
- BMU (2011d) Lehr, U., Lutz, C., Distelkamp, M., Ulrich, P., Khoroshun, O., Edler, D., O’Sullivan, M., Nienhaus, K., Nitsch, J., Breitschopf, B., Bickel, P., Ottmüller, M.: Erneuerbar beschäftigt! Kurz- und langfristige Wirkungen des Ausbaus erneuerbarer Energien auf den deutschen Arbeitsmarkt, 2. Auflage, Berlin, Juli 2011.
- BMU (2011e) Lehr, U.: Methodenüberblick zur Abschätzung der Veränderungen von Energieimporten durch den Ausbau erneuerbarer Energien, Osnabrück, Mai 2011.

- BMU (2011f), Breitschopf, B., Klobasa, M., Sensfuß, F., Steinbach, J., Ragwitz, M. (ISI), Lehr, U. (GWS), Horst, J., Hauser, E., Leprich, U. (IZES), Diekmann, J., Braun, F., Horn, M. (DIW Berlin):
Einzel- und gesamtwirtschaftliche Analyse von Kosten- und Nutzenwirkungen des Ausbaus erneuerbarer Energien im deutschen Strom- und Wärmemarkt, Update der quantifizierten Kosten- und Nutzenwirkungen für 2010, Berlin 2011.
- European Commission (2011):
Communication Energy Roadmap 2050. SEC(2011) 1565, 1566 and 1569, Brüssel.
- IEA (2010):
Energy Technology Perspectives 2010, Paris.
- IEA (2011):
World Energy Outlook 2011, Paris.
- IFEU, Fraunhofer ISI, Prognos, GWS et al. (2011):
Pehnt, M. (IFEU), Schlomann, B. (ISI), Seefeldt, F. (Prognos), Lehr, U., Lutz C. (GWS) und Koautoren.
Energieeffizienz: Potenziale, volkswirtschaftliche Effekte und innovative Handlungs- und Förderfelder für die Nationale Klimaschutzinitiative. Endbericht des Projektes „Wissenschaftliche Begleitforschung zu übergreifenden technischen, ökologischen, ökonomischen und strategischen Aspekten des nationalen Teils der Klimaschutzinitiative“, Heidelberg, Karlsruhe, Berlin, Osnabrück, Freiburg.
- Hirschl, B., Aretz, A., Böther, T. (2011):
Wertschöpfung durch Erneuerbare: Ökonomischer Nutzen für Kommunen mit dezentraler Energieerzeugung, *Energiewirtschaftliche Tagesfragen* 61, S. 26-29.
- Krewitt, W., Teske, S., Pregger, T., Naegler, T., Simon, S., Graus, W., Blomen, E. et al., (2008):
“Energy (R)evolution – a Sustainable World Energy Outlook.” Study commissioned by Greenpeace Int. and the European Renewable Energy Council (EREC), Stuttgart, Utrecht, 2nd edition 2008.
- McKinsey & Company (2009):
Wettbewerbsfaktor Energie als Chance für die deutsche Wirtschaft. Düsseldorf.
- Prognos, EWI, GWS (2010):
Energieszenarien für ein Energiekonzept der Bundesregierung. Studie im Auftrag des BMWi, Basel, Köln, Osnabrück.
- OECD (2011):
Towards Green Growth, Paris.
<http://dx.doi.org/10.1787/9789264111318-en>
- Statistisches Bundesamt (2011):
Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung. Fachserie 18, Reihe 1.4 und zusätzliche Informationen. Stand Mai 2011.
- Stiglitz, J.E., Sen, A., Fitoussi, J.-P. (2009):
Report by the Commission on the Measurement of Economic Performance and Social Progress, Paris.
- UNEP (2011):
Towards a Green Economy. Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication.
www.unep.org/greeneconomy
- VDMA (2009):
Energieeffizienz durch den Maschinen- und Anlagenbau. Zusammenfassung der Ergebnisse zweier Studien von Roland Berger Strategy Consultants und der Prognos AG im Auftrag des VDMA, Frankfurt am Main.
- ZVEI (2010):
Weißbuch Energie-Intelligenz: Energie intelligent erzeugen, verteilen und nutzen, 2. vollständig überarbeitete Auflage, Frankfurt am Main.

