



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und Reaktorsicherheit

Erneuerbar beschäftigt!

Kurz- und langfristige Wirkungen des Ausbaus erneuerbarer
Energien auf den deutschen Arbeitsmarkt



IMPRESSUM

- Herausgeber:** Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU)
Referat Öffentlichkeitsarbeit · 11055 Berlin
E-Mail: service@bmu.bund.de · Internet: www.bmu.de · www.erneuerbare-energien.de
- Redaktion:** Dr. Michael van Mark, Joachim Nick-Leptin, BMU, Referat E 1 1
(Allgemeine und grundsätzliche Angelegenheiten der erneuerbaren Energien)
- Fachliche Bearbeitung:** Ulrike Lehr, Christian Lutz, Martin Distelkamp, Philip Ulrich, Oleksii Khoroshun, Gesellschaft für Wirtschaftliche
Strukturforschung (GWS), Osnabrück;
Dietmar Edler, Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW), Berlin;
Marlene O'Sullivan, Joachim Nitsch, Kristina Nienhaus, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Stuttgart;
Barbara Breitschopf, Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI), Karlsruhe
Peter Bickel, Marion Ottmüller, Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW),
Stuttgart
- Gestaltung:** design_idee, büro_für_gestaltung, Erfurt
Druck: Bonifatius GmbH, Paderborn
- Abbildungen:** Titelseite: Paul Langrock
S. 5: Marcus Klepper/Fotolia.com
S. 10: Christos Georghiou
S. 11: goodluz/Fotolia.com
S. 16: Marina Lohrbach/Fotolia.com
S. 17: Miredi/Fotolia.com
S. 20: Roberto Mettifogo, Pedro Castellano/Getty Images
S. 22: Visions-AD/Fotolia.com
S. 23: Jörg Sarbach/photopool
S. 24: Thomas Ernsting/laif
S. 25: Ingo Bartussek/Fotolia.com
S. 29: Rainer Weisflog
S. 31: Paul Langrock/Zenit/laif
S. 34: Sophia Winters/Fotolia.com
S. 35: Rainer Weisflog
S. 39: Gerhard Seybert/Fotolia.com
S. 40: Monty Rakusen/Getty Images
- Stand:** August 2012
3. aktual. Auflage: 6.000 Exemplare

INHALT

1	VORBEMERKUNG	4
2	DIE WICHTIGSTEN ERGEBNISSE IM ÜBERBLICK	5
2.1	Methodische Ergebnisse	5
2.2	Ergebnisse kurzfristiger Analysen	5
2.3	Rahmenbedingungen und Ergebnisse langfristiger Analysen	6
3	HINTERGRUND	10
3.1	Brutto- und Nettobetrachtung	10
3.2	Frühere Ergebnisse	11
4	BRUTTOBESCHÄFTIGUNG GESTERN UND HEUTE	12
4.1	Unternehmensbefragung	12
4.2	Ergebnisse 2011	14
5	REGIONALE AUSWIRKUNGEN DES AUSBAUS ERNEUERBARER ENERGIEN	17
5.1	Methodisches Vorgehen	17
5.2	Ergebnisse der Abschätzungen für 2011	19
5.3	Zusammenfassung und Ausblick	23
6	ZUKÜNFTIGE CHANCEN FÜR DEUTSCHE UNTERNEHMEN - WELTWEITER AUSBAU ERNEUERBARER ENERGIEN	24
6.1	Nationale und internationale Entwicklung der Märkte auf der Basis von Szenarien	24
6.2	Vom Weltmarkt zum Welthandel	28
7	LANGFRISTIGE ENTWICKLUNG DER BESCHÄFTIGUNG DURCH DEN AUSBAU ERNEUERBARER ENERGIEN	33
7.1	Bruttoentwicklung bis 2030	33
7.2	Nettobeschäftigung	35
7.2.1	Szenarienvergleich	35
7.2.2	Nettowirkungen	37
7.2.3	Nettoeffekte für die Jahre 2010 und 2011	39
8	ZUSAMMENFASSENDE BEWERTUNG	40
9	LITERATUR	42

1 VORBEMERKUNG

Seit 2004 lässt das Bundesumweltministerium (BMU) wissenschaftlich untersuchen, welche Auswirkungen der Ausbau der erneuerbaren Energien (EE) auf den deutschen Arbeitsmarkt hat.

Die gleichermaßen komplexe wie politisch bedeutsame Thematik wird dabei aus unterschiedlichen Blickrichtungen analysiert: So wird zum Beispiel möglichst zeitnah jeweils zu Jahresbeginn abgeschätzt, wie sich der EE-Ausbau im Vorjahr auf die inländische Beschäftigung ausgewirkt haben könnte. Den Rahmen hierfür bieten mehrjährig angelegte, modelltheoretisch fundierte Untersuchungen, die unter anderem auf breit angelegte Unternehmensbefragungen sowie detaillierte Abschätzungen zur kurz- und langfristigen Entwicklung der weltweiten EE-Märkte zurückgreifen können. Dabei geht es nicht nur um die den EE insgesamt, das heißt brutto, zu-rechenbare Beschäftigung, sondern auch um ihre Nettoarbeitsplatzwirkungen. Letztere ergeben sich, wenn mögliche beschäftigungsmindernde Impulse des EE-Ausbaus berücksichtigt werden, zum Beispiel aufgrund der mit staatlichen Fördermaßnahmen verbundenen Kaufkraftverluste oder der Verdrängung konventioneller Erzeugung.

In jüngster Zeit gewinnen schließlich die regionalen Arbeitsplatzwirkungen des EE-Ausbaus für die deutschen Bundesländer zunehmend an politischer Bedeutung. Nach mehrjährigen Vorarbeiten liegen hierzu seit kurzem für das Jahr 2011 erstmals flächendeckende Angaben für ganz Deutschland vor, auch gestaffelt nach EE-Branchen.

Die genannten, vom BMU beauftragten Untersuchungen werden jeweils zeitnah unter

www.erneuerbare-energien.de im Internet veröffentlicht. Wesentliche Ergebnisse werden zudem in der BMU-Broschüre „Erneuerbar beschäftigt!“ aufbereitet und in komprimierter Form einer breiteren Leserschaft zugänglich gemacht. Diese Broschüre liegt jetzt in einer dritten, überarbeiteten und aktualisierten Auflage vor. Gegenüber ihrer Vorläuferversion wurde sie insbesondere um Angaben zur nationalen sowie regionalisierten EE-Bruttobeschäftigung für das Jahr 2011 ergänzt. Aussagen zur mittel- und langfristigen Brutto- und Nettobeschäftigung können sich weiterhin auf die 2011 veröffentlichte Studie „Kurz- und langfristige Auswirkungen des Ausbaus der erneuerbaren Energien auf den deutschen Arbeitsmarkt“ stützen. Diese ist, ebenso wie zahlreiche weitere Untersuchungen, im Literaturverzeichnis dieser Broschüre aufgeführt und ermöglicht eine vertiefte Analyse der Gesamthematik.

Im Zuge der laufenden Untersuchungen zu den Beschäftigungswirkungen der EE wird derzeit erneut eine umfangreiche Unternehmensbefragung vorbereitet, die unter anderem die Auswirkungen der jüngsten Marktentwicklungen, insbesondere im Bereich der Photovoltaik (PV), abbilden wird. Verbunden mit aktualisierten Analysen zur aktuellen und künftigen Weltmarkt- und Kostenentwicklung wird dies eine Überprüfung der bisherigen mittel- und langfristigen Berechnungen zur Brutto- und Nettobeschäftigungswirkungen durch EE ermöglichen. Letztere sind bislang in allen realistisch erscheinenden Szenarien eindeutig positiv und zeigen, dass der Ausbau der erneuerbaren Energien nicht nur einen unverzichtbaren Beitrag zur Umwelt-, Klima- und Energiepolitik leistet, sondern auch maßgebliche wirtschaftspolitische Bedeutung hat.

2 DIE WICHTIGSTEN ERGEBNISSE IM ÜBERBLICK

1. Mit der Herstellung von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien (EE), deren Betrieb und Wartung, der Bereitstellung biogener Brenn- und Kraftstoffe sowie der aus öffentlichen und gemeinnützigen Mitteln zugunsten der EE resultierenden Beschäftigung waren 2011 mehr als 381.000 Personen beschäftigt. Die Zahl der Beschäftigten beträgt damit im Vergleich zur ersten systematischen Abschätzung für 2004 (160.500) fast das Zweieinhalbfache.
2. Ein weiterhin konsequenter EE-Ausbau in Deutschland und weltweit führt bis zum Jahr 2030 in nahezu allen analysierten Szenarien zu positiver Nettobeschäftigung über den gesamten Beobachtungszeitraum. Nur unter besonders ungünstigen Annahmen fällt die Beschäftigung in einigen Jahren geringer aus als in einem fossilbasierten Referenzszenario.

2.1 Methodische Ergebnisse

3. Aus den im Rahmen der Studien durchgeführten Unternehmensbefragungen der EE-Branche in Deutschland konnten wichtige Erkenntnisse bezüglich der Güterströme und Produktionsverflechtungen gewonnen werden, die für die detaillierte Analyse der Beschäftigungseffekte unerlässlich sind. Des Weiteren brachten sie Erkenntnisse bezüglich des Außenhandels, die in weiten Bereichen deutlich über anderweitig verfügbare Informationen hinausgehen.
4. Die Exportchancen deutscher Unternehmen hängen von der Entwicklung der international gehandelten EE-Güter ab. Diese wiederum werden beeinflusst durch nationale und internationale Politiken und die Entwicklung der jeweiligen heimischen Industrie. Erstmals wurden die deutschen Exporte konsistent in Abhängigkeit von Welthandelsanteilen abgebildet und somit die Abschätzungen zukünftiger Exporte systematisch verbessert.
5. Nettobeschäftigungseffekte lassen sich nur in einem komplexen gesamtwirtschaftlichen Modell mit hinreichender Genauigkeit bilanzieren. Hierfür ist eine Differenzbetrachtung zwischen konsistenten Zukunftsentwicklungen (Szenarien) erforderlich. Die Unsicherheit hinsichtlich der

Entwicklung der Energiepreise und des internationalen Ausbaus erneuerbarer Energien lässt sich durch die Betrachtung eines Spektrums an Exportchancen in Kombination mit einem höheren und einem niedrigeren Energie- beziehungsweise Strompreis (A beziehungsweise B) verringern, die als Szenarien die Modellergebnisse beeinflussen.

6. Der Unsicherheit bezüglich der Exportchancen der deutschen Unternehmen an den internationalen Märkten wird mit vier Szenarien begegnet. Die Untergrenze der Exporttätigkeit wird mengenmäßig gleich den Exporten des Kalibrierungsjahrs 2007 gesetzt, das heißt, die Exporte bleiben auf dem Niveau des Jahres 2007. Die Obergrenze liegt bei konstanten Welthandelsanteilen, wie sie 2007 beobachtet wurden. Bei wachsenden Märkten würde man abnehmende Welthandelsanteile und zunehmende Exportvolumina erwarten; die beiden mittleren Varianten reflektieren diese Erwartung.

2.2 Ergebnisse kurzfristiger Analysen

7. 2011 lag die Bruttobeschäftigung nach neuesten Erkenntnissen bei etwa 381.600 Personen, was einer Steigerung von knapp 4 Prozent gegenüber dem Vorjahr entspricht.



8. Relativ gesehen, sind die stärksten Wachstumsimpulse seit 2004 im Bereich der Geothermie zu verzeichnen. In absoluten Zahlen hingegen waren die Entwicklungen in der Solarenergie (um 100.000 auf das Fünffache) und der Biomasse (um knapp 68.000 mehr als verdoppelt) deutlich relevanter. Die Windenergie, die bereits 2004 einen höheren Reifegrad erreicht hatte, konnte eine Steigerung von knapp 60 Prozent verzeichnen.
9. Auch im Bereich der Beschäftigung durch öffentliche Mittel hat sich die Zahl der Beschäftigten fast verdreifacht. Dies ist besonders dem Anstieg der Bundesförderungsmittel von rund 120 Millionen Euro 2004 auf etwa 600 Millionen Euro 2011 zu verdanken.
10. Für das Jahr 2011 wurde erstmals eine umfassende modellbasierte Abschätzung der Bruttobeschäftigung durch erneuerbare Energien in den deutschen Bundesländern vorgenommen. Hierzu waren umfangreiche Datenanalysen zu den direkt in der Produktion oder im Betrieb und Wartung der Anlagen Beschäftigten notwendig. Darüber hinaus stellte sich insbesondere auch die Frage nach der Lokalisierung der indirekt in den Zulieferbetrieben an die EE-Branche Beschäftigten. Diese lässt sich aufgrund der Vielzahl der zu beachtenden Beziehungen nur über ein regionales Allokationsmodell abschätzen.
11. Die höchste arbeitsmarktpolitische Bedeutung hatte die EE-Branche im Jahr 2011 demnach in Sachsen-Anhalt, gefolgt von Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern. Während in den norddeutschen Ländern dem Ausbau der Windenergie eine hohe Bedeutung zukommt, gilt dies im Bereich Solarenergie in erster Linie für den Osten und Süden der Bundesrepublik. Von dem Ausbau der Nutzung biogener Energieträger profitierten 2011 in besonderem Maße die Bundesländer Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg und Sachsen-Anhalt.

2.3 Rahmenbedingungen und Ergebnisse langfristiger Analysen

12. Für die langfristigen Analysen werden zwei verschiedene Entwicklungspfade der Preise fossiler Energieträger untersucht. Bezogen auf diese Preispfade unterscheidet sich der Ausbau erneuerbarer Energien nicht, da der Ausbau in der Vergangenheit politikinduziert war und sich keine preisgetriebenen Dynamiken ableiten lassen. In Abhängigkeit von den Preisannahmen für fossile Energieträger unterscheiden sich jedoch die (systemanalytisch errechneten) Differenzkosten des Ausbaus erneuerbarer Energien. Die Vorteilhaftigkeit des Ausbaus erneuerbarer Energien wird somit wesentlich von den jeweiligen Preisen fossiler Energieträger beeinflusst.
13. Nach den zugrunde gelegten Szenarien können sich die weltweiten Investitionen in erneuerbare Energien im Beobachtungszeitraum von 122 Milliarden Euro₂₀₀₅ auf 589,7 Milliarden Euro₂₀₀₅ 2030 verfünffachen. Treibende Regionen sind dabei bis 2020 Europa und Nordamerika sowie im Anschluss bis 2030 die Schwellenländer und Afrika. Diese Entwicklung unterstellt verstärkte weltweite Anstrengungen für den Klimaschutz.
14. Der Gesamtumsatz deutscher EE-Unternehmen wird zunehmend von den Exporten getragen. Je nach angenommener Exportentwicklung tragen die Exporte 50 bis 70 Prozent (2030 gut 30 bis 48 Milliarden Euro₂₀₀₅) des Gesamtumsatzes. Dabei variiert der Exportanteil auch stark nach Technologien.
15. Die Untergrenze der Exporttätigkeit wird in den Modellrechnungen konstant auf dem Niveau des Kalibrierungsjahrs 2007 gesetzt (8,6 Milliarden Euro₂₀₀₅), die Obergrenze entsteht durch Beibehaltung der Welthandelsanteile aus dem Jahr 2007 (2030: 59 Milliarden Euro₂₀₀₅). Bei wachsenden Märkten würde man abnehmende Welthandelsanteile und zunehmende Exportvolumina erwarten; die beiden mittleren Varianten reflektieren diese Erwartung (2030: 33 und 48 Milliarden Euro₂₀₀₅).

16. Die Arbeitsintensität in den jeweiligen EE-Sparten sinkt entsprechend der Arbeitsintensität in vergleichbaren Branchen. So sind bis 2030 nur noch knapp 70 Prozent der Beschäftigten gegenüber heute für denselben Output notwendig.
17. Die Bruttobeschäftigung steigt unter den verhaltenen (optimistischen) Exportannahmen und bei niedrigen Preisen für fossile Energieträger bis 2030 auf 520.000 (640.000) Beschäftigte an. 2020 sind mehr als 480.000 bis 600.000 Menschen durch den inländischen Ausbau der erneuerbaren Energien, den Betrieb von Anlagen, den Export von Anlagen und Komponenten sowie durch Vorleistungen zu diesen Bereichen und die Bereitstellung von Biomasse beschäftigt.
18. Nur unter minimalen Exportannahmen und bei vergleichsweise konstanter Inlandsentwicklung nimmt die Beschäftigung langfristig durch Produktivitätszunahmen etwas gegenüber dem heutigen Stand ab. Demnach würden 2030 noch 319.000 Personen im Bereich erneuerbarer Energien beschäftigt sein.
19. Die Stabilisierung der Umsätze durch den Inlandsmarkt ist eine wichtige Voraussetzung dafür, dass die weiteren Chancen für die Technologieführerschaft in der Mehrzahl der EE-Technologien auf dem Weltmarkt erhalten bleiben und der weitere Aufbau von Exportmärkten erfolgreich betrieben werden kann. Nur so kann zukünftig in angemessenem Umfang von den beträchtlich wachsenden Auslandsmärkten profitiert werden.
20. Die Szenarien mit maximalen, optimistischen oder verhaltenen Exporterwartungen wirken sich auch unter Annahme eines niedrigen Preisniveaus fossiler Energieträger über den gesamten Beobachtungszeitraum positiv aus. Die Nettobeschäftigung liegt 2030 um die 100.000 bis 180.000 zusätzlichen Personen, bei mittleren Exportannahmen und über alle heimischen Ausbauszenarien hinweg.
21. Niedrigere Preisannahmen für konventionelle Energieträger führen in Kombination mit der minimalen Exporterwartung, die keinerlei Exportzuwächse auf einem sich dynamisch entwickelnden Weltmarkt unterstellt, kurzfristig zu negativen Effekten von bis zu 40.000 Beschäftigten. Ab 2025 überwiegen aber auch hier die positiven Effekte und die Nettobeschäftigung ist positiv.
22. Exporte lösen neben den direkten Effekten auch erhebliche indirekte Beschäftigungseffekte durch die Vorleistungsnachfrage der entsprechenden Produzenten aus.
23. Will die deutsche EE-Branche, die derzeit einschließlich ihrer Exporte mehr als 12 Prozent der globalen EE-Investitionen tätigt, in ähnlichem beziehungsweise möglichst gering sinkendem Ausmaß an dem zukünftig deutlich wachsenden globalen EE-Markt teilnehmen, so muss sie ihr Augenmerk besonders auf die in den nächsten Jahrzehnten überdurchschnittlich wachsenden Regionalmärkte richten. Da der Inlandsmarkt nach dem rasanten Wachstum der letzten Jahre zukünftig mit geringeren Raten wachsen wird, sind Erfolge in diesen Märkten und die Realisierung von Exportchancen von besonderer Bedeutung für das weitere Wachstum der einheimischen EE-Branche.
24. Eine wesentlich ausführlichere Darstellung der Gesamthematik enthält der Hauptbericht zu diesem Vorhaben. Darüber hinaus liegt inzwischen auch ein ausführlicher Bericht zu einer erstmals durchgeführten Regionalmodellierung der gesamtdeutschen Bruttobeschäftigung 2011 vor.

		Preispfad A									
		Jahre	Referenz	Ausbau				Ausbau+PV			
				Max	Optimistisch	Verhalten	Min	Max	Optimistisch	Verhalten	Min
Deutschland											
Endenergieverbrauch (PJ/a)		2009 ¹	8.713								
		2020	8.129	7.946	7.943	7.938	7.932	7.921	7.917	7.912	7.906
		2030	7.650	7.349	7.345	7.341	7.333	7.328	7.325	7.320	7.313
Investitionen in EE-Neuanlagen (Mrd. € 2005)		2009 ²	20,4								
		2020	–	15,4				16,6			
		2030	–	15,1				14,0			
Arbeitsintensität (Index, %, 2008=100)		2009	über alle Szenarien gleich: 106								
		2020	über alle Szenarien gleich: 81								
		2030	über alle Szenarien gleich: 65								
Importpreise	Öl (US\$ 2005/bbl)	2009 ³	über alle Szenarien gleich: 58								
		2020	über alle Szenarien gleich: 96								
		2030	über alle Szenarien gleich: 118								
	Gas (€ 2005/TJ)	2009 ³	über alle Szenarien gleich: 5.794								
		2020	über alle Szenarien gleich: 10.700								
		2030	über alle Szenarien gleich: 13.800								
	Steinkohle (€ 2005/t)	2009 ³	über alle Szenarien gleich: 79								
		2020	über alle Szenarien gleich: 155								
		2030	über alle Szenarien gleich: 202								
Systemanalytische Differenzkosten zum Nullszenario (Mrd. € 2005)		2009 ⁴	7,0								
		2020	–	3,9				10,8			
		2030	–	-13,0				-4,6			
Welt											
Investitionen in EE-Neuanlagen weltweit (Mrd. € 2005)		2009 ^{5,6}	82,3								
		2020 ⁶	402,3								
		2030 ⁶	574,4								
Gesamtumsatz deutscher Hersteller von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien (Mrd. € 2005)		2009	–								
		2020	–	51,3	42,4	28,6	15,1	52,5	43,6	29,8	16,3
		2030	–	73,1	60,4	43,4	14,6	73,2	60,5	43,5	14,7
Exporte von strom- und wärmeerzeugenden Anlagen (Mrd. € 2005)		2009	–								
		2020	–	41,3	32,9	19,9	7,1	41,3	32,9	19,9	7,1
		2030	–	59,1	47,8	32,7	7,1	59,1	47,8	32,7	7,1
Beschäftigung											
Bruttobeschäftigung (1.000)		2009	5								
		2020	5	666	592	467	348	683	608	484	365
		2030	5	724	635	524	321	733	643	532	329
Nettobeschäftigung (1.000)		2009	–								
		2020	–	153,45	117,43	55,36	-3,74	133,16	96,94	33,23	-28,60
		2030	–	275,43	240,87	201,44	118,32	247,25	212,52	173,53	91,11

Tabelle 1: Die wichtigsten Größen im Überblick für deutlichen Preisanstieg (Preispfad A)

1. AG Energiebilanzen (2010). Auswertungstabellen zur Energiebilanz für die Bundesrepublik Deutschland 1990 bis 2009
2. BMU (2010b). Erneuerbare Energien in Zahlen
3. BMWi (2010). Zahlen und Fakten. Energiedaten

		Preisfad B										
		Jahre	Referenz	Ausbau				Ausbau+PV				
				Max	Opti- mistisch	Ver- halten	Min	Max	Opti- mistisch	Ver- halten	Min	
Deutschland												
Endenergieverbrauch (PJ/a)		2009 ¹	8.713									
		2020	8.248	8.040	8.037	8.032	8.026	8.017	8.014	8.008	8.003	
		2030	7.814	7.460	7.456	7.452	7.444	7.443	7.440	7.435	7.427	
Investitionen in EE-Neuanlagen (Mrd. € 2005)		2009 ²	20,4									
		2020	–	15,4				16,6				
		2030	–	15,1				14,0				
Arbeitsintensität (Index, %, 2008=100)		2009	über alle Szenarien gleich: 106									
		2020	über alle Szenarien gleich: 81									
		2030	über alle Szenarien gleich: 65									
Importpreise	Öl (US\$ 2005/bbl)	2009 ³	über alle Szenarien gleich: 58									
		2020	über alle Szenarien gleich: 79									
		2030	über alle Szenarien gleich: 94									
	Gas (€ 2005/TJ)	2009 ³	über alle Szenarien gleich: 5.794									
		2020	über alle Szenarien gleich: 8.400									
		2030	über alle Szenarien gleich: 10.000									
	Steinkohle (€ 2005/t)	2009 ³	über alle Szenarien gleich: 79									
		2020	über alle Szenarien gleich: 123									
		2030	über alle Szenarien gleich: 147									
Systemanalytische Differenzkosten zum Nullszenario (Mrd. € 2005)		2009 ⁴	–	7,1								
		2020	–	8,6				13,6				
		2030	–	-0,2				3,7				
Welt												
Investitionen in EE-Neuanlagen weltweit (Mrd. € 2005)		2009 ^{5,6}	82,3	102,7								
		2020 ⁶	402,3	418,9								
		2030 ⁶	575,8	589,7								
Gesamtumsatz deutscher Hersteller von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien (Mrd. € 2005)		2009	16,4									
		2020	–	51,0	42,2	28,5	15,0	52,3	43,5	29,7	16,3	
		2030	–	72,7	60,1	43,2	14,6	72,7	60,1	43,3	14,6	
Exporte von strom- und wärmeerzeugenden Anlagen (Mrd. € 2005)		2009	8,6									
		2020	–	41,3	32,9	19,9	7,1	41,3	32,9	19,9	7,1	
		2030	–	59,1	47,8	32,7	7,1	59,1	47,8	32,7	7,1	
Beschäftigung												
Bruttobeschäftigung (1.000)		2009	5								339,5	
		2020	6	664	590	466	347	680	606	482	364	
		2030	5	720	631	521	319	729	640	530	328	
Nettobeschäftigung (1.000)		2009	–								70–90	
		2020	–	121,30	85,59	23,59	-35,43	135,45	99,43	34,33	-24,85	
		2030	–	178,72	144,26	105,08	22,17	216,08	181,67	143,13	60,07	

Tabelle 2: Die wichtigsten Größen im Überblick für mäßigen Preisanstieg (Preisfad B)

- BMU (2010c). 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
- UNEP (2010). Global Trends in Green Energy 2009: New Power Capacity from Renewable Source Tops Fossil Fuels Again in US, Europe
- Weltweite Investitionen im Referenzfall werden um die Investitionen in Deutschland im Szenario Ausbau+PV reduziert.

3 HINTERGRUND

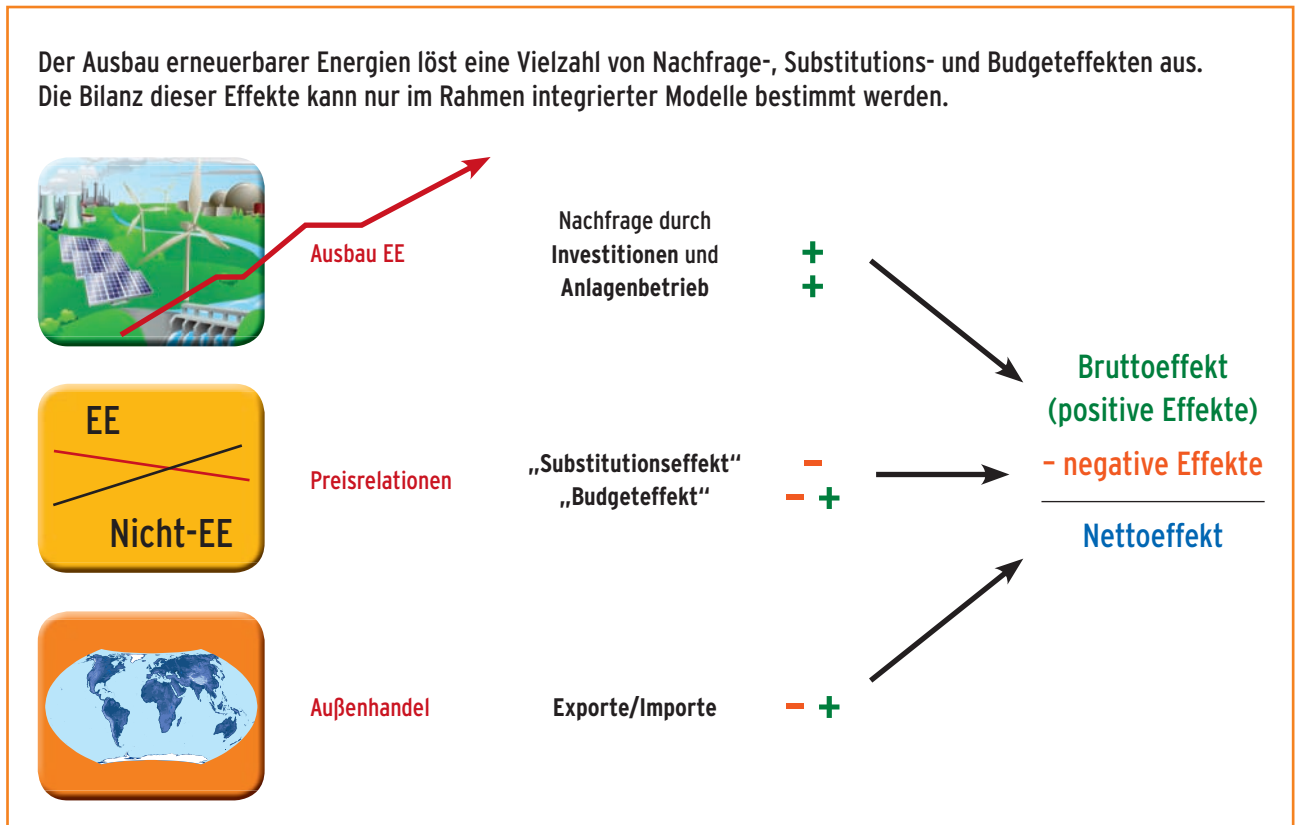
3.1 Brutto- und Nettobetrachtung

Die Auswirkungen des Ausbaus der erneuerbaren Energien auf den deutschen Arbeitsmarkt werden immer wieder kontrovers diskutiert (vergleiche unter anderem Frondel et al. 2007, 2010 sowie Erdmann 2008, Blankart et al. 2008, Alvarez et al. 2009). Auch international steigt das Interesse an dieser Frage. Wei et al. (2010) untersuchen in einer Metastudie Daten von 15 US-amerikanischen Studien. Cetin und Egrican (2011) finden positive Effekte der Solarenergie in der Türkei. Rutovitz und Atherton (2009) untersuchen die Effekte eines internationalen Ausbauszenarios und berücksichtigen regional unterschiedliche Wertschöpfungsstufen. Mathiesen et al. (2011) untersuchen für Dänemark eine langfristige Wende zu erneuerbaren Energien und finden positive Auswirkungen auf Wachstum und Beschäftigung. Insgesamt geht es bei diesen Analysen oftmals um die Frage, ob die Förderung erneuerbarer Energien bei einer gesamtwirtschaftlichen Betrachtung letztlich zu einer Zunahme von Beschäftigung führt oder ob dadurch Arbeitsplätze verloren gehen. Annahmen über

die künftige Entwicklung wichtiger Größen, das heißt von Preisen, Investitionen und Exporten, spielen hierbei eine wesentliche Rolle. In Abhängigkeit vom Zeithorizont wächst dadurch der Spielraum für Interpretationen in unterschiedliche Richtungen.

Insbesondere ist es vor diesem Hintergrund wichtig, die verschiedenen Effekte methodisch konsistent zu untersuchen. 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 sogenannte Bruttobeschäftigung (vergleiche BMU 2008, 2009a, 2010a, 2011a, 2011b, 2012a). Während diese immer positiv ist, müssen in einer belastbaren gesamtwirtschaftlichen Analyse auch mögliche negative Beschäftigungswirkungen, wie die Mehrkosten der erneuerbaren Energien oder die Substitution von Investitionen in konventionelle Kraftwerke, berücksichtigt werden.



Der sogenannte Nettobeschäftigungseffekt stellt die Bilanzierung aller Effekte dar und kann damit positiv oder negativ ausfallen.

Während die Bruttobeschäftigung innerhalb eines Szenarios bestimmt werden kann, wird der Nettobeschäftigungseffekt als Differenz zweier konsistenter zukünftiger Szenarien ermittelt. Ist er positiv, stellt er somit die tatsächliche Mehrbeschäftigung eines verstärkten Ausbaus erneuerbarer Energien dar. Zur Ermittlung dieses Effekts wird die modellgestützte Analyse eingesetzt und der Vergleich zwischen den Ergebnissen zweier Modellsimulationen gezo-gen.

3.2 Frühere Ergebnisse

Die wirtschaftlichen Auswirkungen des Ausbaus erneuerbarer Energien insbesondere im Hinblick auf die hiermit verbundene Beschäftigung werden seit 2004 durch Forschungsvorhaben des BMU begleitet. In diesen Untersuchungen (BMU 2006, 2007, 2008, 2009a, 2010a, 2011a, 2012a) lag das Augenmerk zum einen auf der Analyse der aktuellen Beschäftigung in den Wirtschaftsbereichen, die mit der Herstellung und dem Betrieb von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien sowie der Bereitstellung von Biomasse sowie Biokraftstoffen befasst sind. Hier wurde seit der ersten Erhebung für das Jahr 2004 mit einer Bruttobeschäftigung von 160.500 in jährlich vorgelegten, jeweils vorläufigen und konservativ angelegten Abschätzungen ein Anstieg der Beschäftigung auf zuletzt 381.600 (2011) ermittelt.

Zum anderen wurden die gesamtwirtschaftlichen Effekte eines zukünftigen Ausbaus erneuerbarer Energien mit Schwerpunkt auf der Analyse der Beschäftigungsentwicklung untersucht (Nettowirkungen). In BMU (2006) wurde dazu eine Entwicklung verstärkten Ausbaus einer möglichen Zukunft mit deutlich geringerem Ausbau gegenübergestellt. Durch den Vergleich der Beschäftigungsentwicklungen dieser beiden Szenarien wird deutlich, dass das verstärkte Ausbauszenario gesamtwirtschaftlich positive Effekte aufweist. Es ergaben sich Nettowirkungen bei der Beschäftigungsentwicklung von bis zu 180.000 Erwerbstätigen bis 2030 (BMU 2006). Da die mögliche Steigerung der inländischen Produktion in erheblichem Maße von der zu erwartenden Entwicklung der Auslandsnachfrage und den realisierten Exportchancen der deutschen Industrie auf den Weltmärkten abhängt, wurde in BMU (2006)



darüber hinaus die Sensitivität der Ergebnisse gegenüber verschiedenen Exportannahmen getestet. Der positive Nettobeschäftigungseffekt blieb auch bei verhaltenen Exportannahmen erhalten.

Die Follow-up-Studie (BMU 2007) untersuchte Teilaspekte der Bruttobeschäftigung genauer. So wurden die Zahl der Beschäftigten durch öffentliche Mittel detailliert erhoben und die Beschäftigungswirkungen des Ausbaus von Produktionskapazitäten, die in den Berechnungen sonst nur implizit enthalten sind, mit 23.500 (2006) Beschäftigten abgeschätzt. Darüber hinaus stellte diese Untersuchung dem verstärkten Ausbau erneuerbarer Energien eine Entwicklung gegenüber, bei welcher der Ausbau erneuerbarer Energien nicht gefördert wird und daher keinerlei Zubau stattfindet (sogenanntes Null-Szenario). Der Vergleich mit einer derartigen Entwicklung diente der Abschätzung der Auswirkungen des Ausbaus erneuerbarer Energien insgesamt. Die Beschäftigung im Jahr 2030 lag demnach im Ausbauszenario je nach Exportannahmen um 80.000 bis 120.000 Erwerbstätige höher als in dieser neuen Referenzentwicklung und wies damit die gleiche Tendenz auf wie in der 2006 veröffentlichten Untersuchung.

4 BRUTTOBESCHÄFTIGUNG GESTERN UND HEUTE

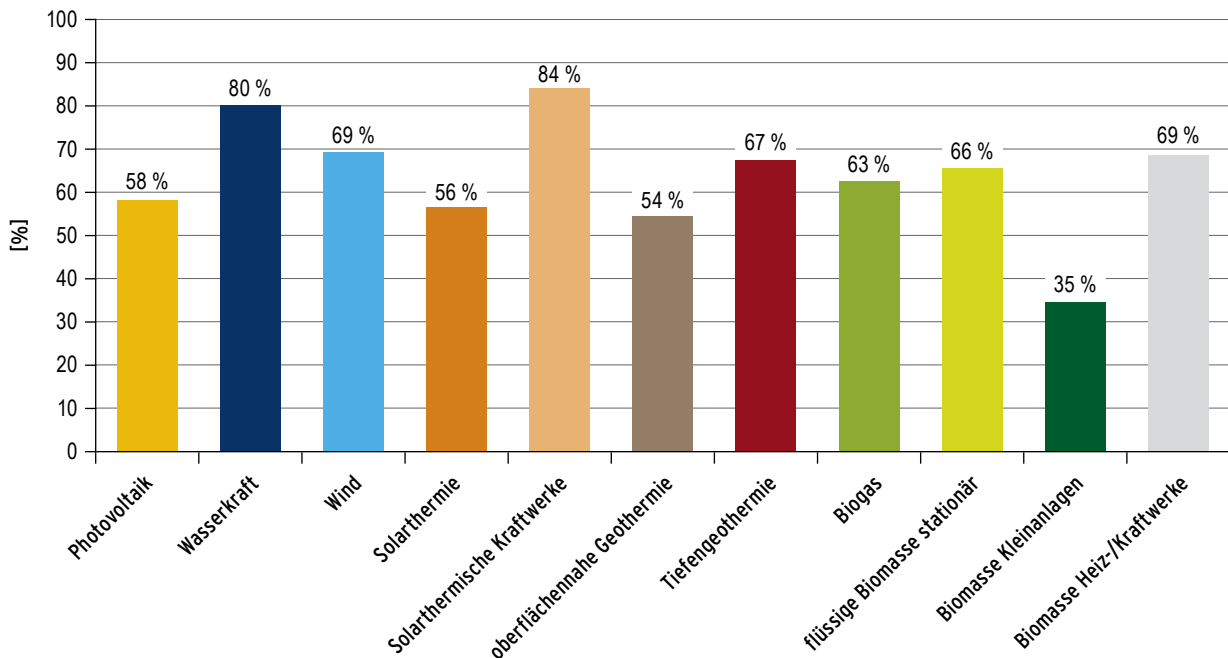
4.1 Unternehmensbefragung

Die empirische Basis der Untersuchungen der Beschäftigungseffekte des Ausbaus erneuerbarer Energien bildet eine breit angelegte Unternehmensbefragung. Ziel dieser Erhebung war es, zuverlässige Primärdaten zu den Güterströmen und Produktionsverflechtungen der deutschen EE-Branche mit anderen Industriezweigen und dem Ausland für das Jahr 2007 zu erhalten. Diese Daten bilden die wesentliche empirische Grundlage für die analytische Darstellung der EE-Branche im Kontext der Input-Output-Analyse und erlauben eine Aktualisierung und weitere Detaillierung des Input-Output-Vektors (IO-Vektor) des Produktionsbereichs „Herstellung von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien“. Des Weiteren sind die hier gewonnenen Informationen bezüglich des Außenhandels unerlässlich für die Ermittlung

der Umsätze deutscher Unternehmen. Die Befragung wurde durch das Bielefelder Institut für Sozialforschung und Kommunikation (SOKO) von April 2008 bis September 2008 telefonisch durchgeführt. In der Regel waren bei jedem antwortenden Unternehmen mehrere Anrufe, Faxe und Mails notwendig, bis alle erforderlichen Informationen zusammengetragen waren. Mit insgesamt 1.200 Unternehmen, die knapp 60.000 Arbeitsplätze in Deutschland repräsentieren, stellt dies die bislang umfangreichste Befragung der EE-Branche in Deutschland dar. Für 2013 ist eine neue, ähnlich konzipierte Befragung geplant.

Unter anderem wurden die Unternehmen auch zu ihrer Strategie in Exportfragen interviewt. Bei der Ermittlung der Außenhandelsszenarien für erneuer-

Nach Einschätzung der befragten Unternehmen liegt der strategisch maximal sinnvolle Exportanteil aus Deutschland je nach Sparte zwischen 35 Prozent und 84 Prozent.



bare Energien stellt sich die Frage, welche Exportanteile die Unternehmen für strategisch maximal sinnvoll erachten. Die Ergebnisse zeigen, dass sich die Einschätzungen weitestgehend in einer Spannbreite von 50 Prozent bis 70 Prozent befinden. Diese Einschätzung wird Auswirkungen auf den langfristigen Ausbau von Produktionsstandorten haben und ist daher für die Erstellung der Außenhandelsszenarien von Bedeutung. Darüber hinaus erachtet die Branche den heimischen Markt aber nach wie vor für wichtig. Wichtige Neuentwicklungen werden zunächst auf dem heimischen Markt installiert. Darüber hinaus erfüllt er eine wichtige „Schaufensterfunktion“.

Die Unternehmensbefragung hat darüber hinaus interessante Ergebnisse zur Art der Beschäftigung in diesen relativ jungen Wirtschaftsbereichen ergeben (vergleiche Lehr/O’Sullivan 2009). Im Durchschnitt haben 82 Prozent der Beschäftigten in der EE-Branche eine abgeschlossene Berufsausbildung, davon fast 40 Prozent einen Hochschulabschluss. Der Durchschnitt aller Wirtschaftsbereiche liegt bei knapp 70 Prozent mit abgeschlossener Berufsausbildung und nur knapp 10 Prozent mit einem Hochschulabschluss.

EE-Unternehmen zeichnen sich durch einen hohen Anteil an qualifizierten Mitarbeitern aus.

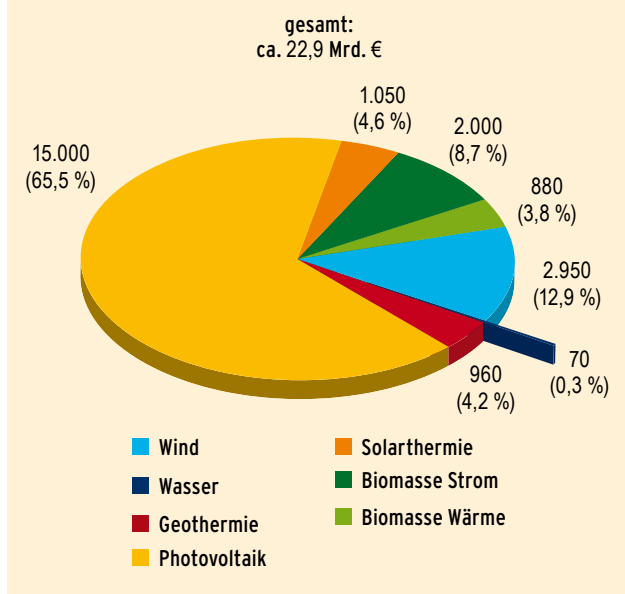
	ohne abgeschlossene Berufsausbildung	mit abgeschlossener Berufsausbildung	mit Hochschulabschluss
Photovoltaik	5,8 %	81,7 %	34,7 %
Wasser	1,7 %	93,8 %	57,0 %
Wind	0,9 %	79,7 %	27,1 %
Solarthermie	9,5 %	80,3 %	24,4 %
Solart. Kraftwerke	6,7 %	84,8 %	44,1 %
tiefe Geothermie	2,1 %	85,6 %	50,4 %
oberfl. Geothermie	6,6 %	81,1 %	15,3 %
Biogas	2,5 %	82,5 %	33,1 %
flüssige Biomasse	0,0 %	92,2 %	57,3 %
feste Biomasse	3,1 %	86,5 %	29,7 %
EE gesamt	4,1 %	82,1 %	32,1 %
Fertigungsberufe	22,7 %	63,2 %	0,6 %
Technische Berufe	4,0 %	88,3 %	37,7 %
Insgesamt	15,0 %	69,5 %	9,9 %

4.2 Ergebnisse 2011

Die letzte Unternehmensbefragung hat zu einer Anpassung der Ergebnisse von 2007 bis 2009 geführt und wurde bei der Abschätzung der Bruttobeschäftigung für 2010 und 2011 eingesetzt. Im Folgenden werden die Ergebnisse für 2011 ausführlicher beleuchtet.

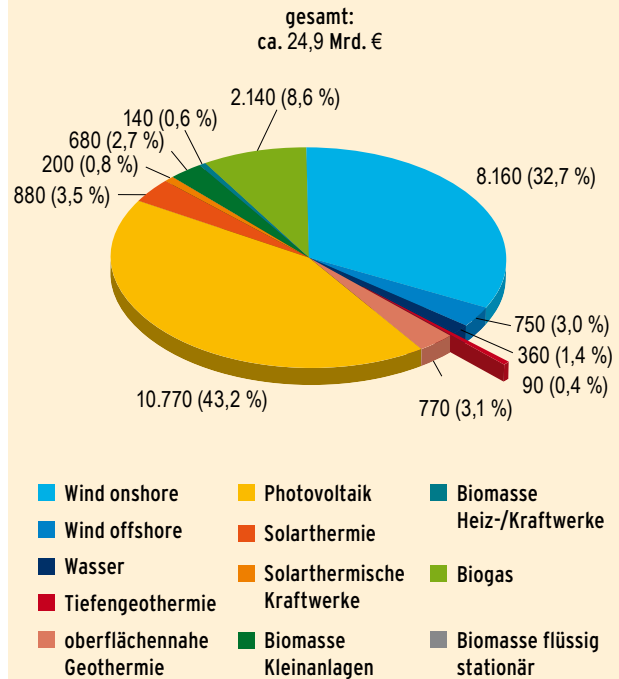
Im Jahr 2011 lagen die Investitionen in Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien bei 22,9 Milliarden Euro. Damit waren sie bei wiederum gestiegenem Zubau an installierter Leistung erstmals rückläufig. Dies ist vor allem auf den Preisrückgang der Photovoltaik zurückzuführen: Während im Jahr 2010 für 7,4 Gigawatt neu installierter Leistung noch 19 Milliarden Euro investiert werden mussten, waren 2011¹ nur 15 Milliarden Euro für 7,5 Gigawatt aufzuwenden. Der Umsatz mit Anlagen und Kompo-

Abbildung 1: Investitionen in Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland im Jahr 2011, Mio. € (BMU 2012a)



ponenten in Deutschland produzierender Hersteller hat im vergangenen Jahr das Niveau mit 24,9 Milliarden Euro knapp gehalten. Dies lässt auf deutlich gestiegene Umsätze in den Branchen außerhalb der Photovoltaik rückschließen. Wiederum infolge des Preisrückgangs gingen die Umsätze der PV-Unternehmen deutlich zurück. Die größte Steigerung der Umsätze

Abbildung 2: Umsatz in Deutschland ansässiger Hersteller von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien inklusive der Exporte in Deutschland ansässiger Komponentenhersteller im Jahr 2011, Mio. €



konnte die Biogasbranche verzeichnen, die nicht zuletzt wegen der gravierenden Änderungen der EEG-Förderung ab 2012 im Jahr 2011 durch Vorzieheffekte ein hervorragendes Geschäftsjahr hatte. Eine positive Entwicklung konnte ebenfalls im Bereich der Windenergie, der Solarthermie und der oberflächennahen Geothermie beobachtet werden. Einen deutlichen Rückgang des Absatzes und damit der Umsätze mussten vor allem die Hersteller von Anlagen zur Nutzung fester Biomasse hinnehmen.

Die Bruttobeschäftigung 2011, die aus den Umsätzen der Herstellung von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien resultiert, beträgt etwa 242.000 Personen und ist damit gegenüber 2010 um 3 Prozent gestiegen.

Die Beschäftigung, die darüber hinaus auf den Betrieb sowie die Wartung der bestehenden Anlagen zurückzuführen ist, wird mit Hilfe der Betriebskosten (ohne Brennstoffkosten) abgeschätzt, die sich als jährlich prozentuale Anteile der Investitionen des

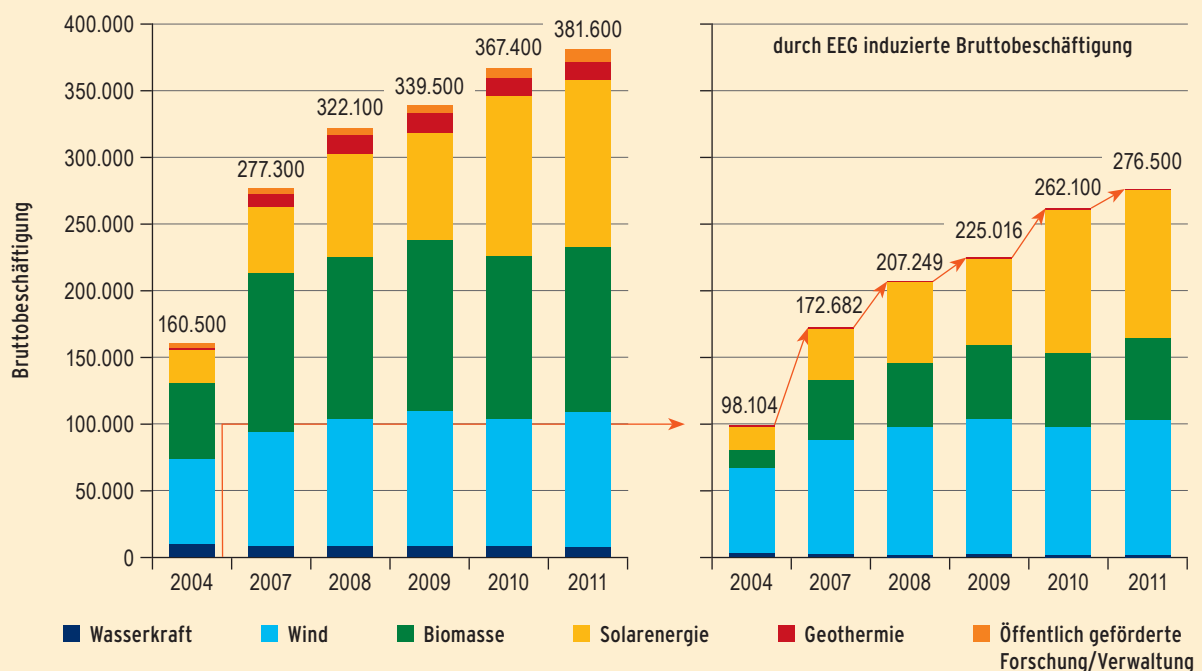
¹ Genauere Informationen hierzu finden sich in der Veröffentlichung (BMU 2012a).

Anlagenbestandes errechnen lassen. Mit wachsendem Anlagenbestand gewinnt damit auch diese Größe zunehmend an Relevanz. 2011 stieg die Bruttobeschäftigung aus dem Betrieb und der Wartung von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien um 8 Prozent auf insgesamt 75.800 Personen.

Zusätzlich zu Betrieb und Wartung der Anlagen ist im Bereich der Biomasse die Bereitstellung von Brenn- und Kraftstoffen zu berücksichtigen. Im vergangenen Jahr lag die Beschäftigung hier bei etwa 54.200 Personen. Insgesamt belief sich die Bruttobeschäftigung aus den Aktivitäten der Wirtschaft im Bereich erneuerbarer Energien im Jahr 2011 auf rund 381.600 Personen. Nimmt man eine Zurechnung dieser Beschäftigten auf die jeweilige Nutzungsform vor, so ergibt sich, dass etwa 74 Prozent (274.800 Personen) auf die Installation sowie die Nutzung von Anlagen zur Stromerzeugung entfallen. Etwa 20 Prozent (74.000 Personen) können Anlagen zur Wärmeerzeugung zugeordnet werden und die restlichen 6 Prozent der Biokraftstoffherzeugung.

Seit Ende 2011 gibt es zunehmend Hinweise auf zum Teil gravierende wirtschaftliche Schwierigkeiten insbesondere bei ostdeutschen PV-Unternehmen. Insgesamt war die Beschäftigungssituation im Jahr 2011 allerdings noch stabil, so dass sich dies in den hier dokumentierten Ergebnissen noch nicht wesentlich niederschlägt. Von der Entwicklung der nationalen und internationalen Märkte und den Anreizstrukturen auf diesen Märkten hängt es in Zukunft ab, wie sich die wirtschaftlichen Schwierigkeiten einzelner, zum Teil auch großer Unternehmen auf die Beschäftigung überträgt. Die gestiegene Auftragslage der Windenergie und die statistische Korrektur beim Betrieb von Biogasanlagen tragen dazu bei, dass der Anteil Ostdeutschlands an der Gesamtbeschäftigung ähnlich ausfällt wie im Vorjahr. Insgesamt entfällt über ein Viertel der Bruttobeschäftigung auf Ostdeutschland (etwa 97.000). Damit ist dort etwa jeder 70. Arbeitsplatz auf den Ausbau der erneuerbaren Energien zurückzuführen. Erstmals folgt diese Abschätzung im Rahmen des Gesamtvorhabens einer detaillierten modelltheoretisch fundierten Analyse

Abbildung 3: Entwicklung der Beschäftigung in der Branche der erneuerbaren Energien sowie der EEG-induzierten Beschäftigung von 2004 bis 2011



Die Beschäftigung, die auf die Wirkung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) zurückgeführt werden kann, belief sich 2011 auf rund 276.500 Personen. Damit ist die Relevanz des EEG für die Entwicklung der Bruttobeschäftigung aus den Aktivitäten der Wirtschaft von rund 61 Prozent 2004 auf 72 Prozent im Jahr 2011 gestiegen.



(vergleiche auch Kapitel 5). Ein Bericht, der eine bundesländerscharfe Verteilung der Beschäftigung durch den Ausbau der erneuerbaren Energien vornimmt, ist im Juni 2012 erschienen.

Neben den Umsätzen der deutschen Anlagen- und Komponentenhersteller sowie dem Betrieb und der

Wartung der in Deutschland installierten Anlagen sowie der Bereitstellung von Biomasse und Biokraftstoffen werden auch öffentliche und gemeinnützige Mittel für die Entwicklung der erneuerbaren Energien verausgabt, die ebenfalls Beschäftigungswirkungen entfalten. Die Beschäftigung, die 2011 insgesamt durch öffentliche und gemeinnützige Mittel induziert wurde, belief sich auf rund 9.600 Personen, was einem Anstieg von 28 Prozent im Vergleich zum Vorjahr entspricht.

Nach dieser ersten Einschätzung beläuft sich die Bruttobeschäftigung 2011 damit auf etwa 381.600 Personen. Das ist ein Anstieg von 138 Prozent gegenüber 2004.

Biomasse (insgesamt rund 124.400 Arbeitsplätze) und Solarenergie (125.000 Arbeitsplätze) trugen dabei jeweils mit etwa einem Drittel zur Bruttobeschäftigung bei. Es folgen die Windenergie mit 101.100, Geothermie mit 14.200 und die Wasserkraft mit 7.300.

Die Beschäftigung im Bereich öffentlich geförderter Forschung und Verwaltung hat einen Anteil von etwa 2,5 Prozent an der Bruttobeschäftigung.

	Beschäftigung durch Investitionen (einschl. Export)	Beschäftigung durch Wartung und Betrieb	Beschäftigung durch Brenn-/Kraftstoffbereitstellung	Beschäftigung gesamt 2011 ³	Beschäftigung gesamt 2010
Wind ¹	82.600	18.500		101.100	96.100
Photovoltaik	103.300	7.600		110.900	107.800
Solarthermie ²	11.500	2.600		14.100	13.100
Wasserkraft	3.200	4.100		7.300	7.600
Geothermie	10.500	3.700		14.200	13.300
Biogas	21.900	14.100	14.600	50.600	35.100
flüssige Biomasse stationär	0	1.600	700	2.300	2.900
Biomasse, fest	9.000	23.600	15.700	48.300	60.900
Biokraftstoff			23.200	23.200	23.100
Summe	242.000	75.800	54.200	372.000	359.900
Beschäftigung durch öffentliche/ gemeinnützige Mittel				9.600	7.500
Summe				381.600	367.400

Tabelle 3: Beschäftigung durch erneuerbare Energien in Deutschland 2010 und 2011

- 1) Onshore- und Offshore-Windkraft
- 2) Solarthermische Anlagen und solarthermische Kraftwerke
- 3) Diese Zahlen entsprechen dem Informationsstand des 14. März 2012 (BMU 2012a).

5 REGIONALE AUSWIRKUNGEN DES AUSBAUS ERNEUERBARER ENERGIEN

Der Ausbau erneuerbarer Energien ist nicht nur Gegenstand umwelt-, klima- und energiepolitischer Programmatik auf Bundesebene, sondern beschäftigt auch die Entscheidungsträger in den deutschen Bundesländern, wie sich in einer Vielzahl von bundeslandspezifischen Förderprogrammen und Landespolitiken zu den erneuerbaren Energien zeigt. Somit besteht erhebliches Interesse an einer Regionalisierung der gesamtwirtschaftlichen Ergebnisse. Ein erster Versuch in diese Richtung wurde in BMU (2006) unternommen, blieb aber aufgrund der damaligen Datenlage eher vage. Diese hat sich inzwischen etwas verbessert, so dass im Jahr 2011 in einer Pilotmodellierung für den Bereich Windenergieanlagen an Land die Regionalverteilung der Bruttobeschäftigung abgeschätzt wurde (BMU 2011d). Die Weiterentwicklung der Methodik sowie die Einbeziehung aller EE-Technologien ist Gegenstand dieses nächsten Analyseschritts, dessen ausführliche Darstellung sich in einem umfangreichen Bericht nachlesen lässt (BMU 2012b). Im Folgenden werden die wesentlichen methodischen Aspekte und Ergebnisse zusammengefasst.

5.1 Methodisches Vorgehen

Von entscheidender Bedeutung für eine fundierte Schätzung von Regionalwerten ist die in Abschnitt 3.1 kurz beschriebene Aufteilung in direkte und indirekte Beschäftigung. Für die regionale Zuordnung der Bruttobeschäftigung (Lokalisierung) der einzelnen EE-Technologien ist es ferner wichtig, zwischen Produktion (für Investitionen und Export) sowie Betrieb und Wartung zu unterscheiden. Für ein vollständiges Bild der regionalen Auswirkungen des Ausbaus erneuerbarer Energien gilt es zudem, auch die Beschäftigung durch Brenn-/Kraftstoffbereitstellung (aus Biomasse) in den Bundesländern abzuschätzen.²

Die Grundstruktur der Vorgehensweise bei der Abschätzung der Bruttobeschäftigung durch die Produktion sowie Betrieb und Wartung von EE-Anlagen ist in Abbildung 4 dargestellt. Die Lokalisierung der direkten Beschäftigung durch Produktion erfolgt

durch die systematische Auswertung von Informationen zu den Standorten von Anlagen- und Komponentenherstellern und deren Beschäftigtenanzahl. Hierbei spielen Daten aus der Unternehmensbefragung (vergleiche Abschnitt 4.1) eine große Rolle. Die Lokalisierung der direkten Beschäftigung durch Betrieb und Wartung erfolgt auf Grundlage von Informationen zur regionalen Verteilung der installierten Leistungen. Ausgehend von der direkten Beschäftigung werden im Rahmen einer tief gegliederten Input-Output-Analyse, wie sie auf deutschlandweiter Ebene zur Ermittlung der gesamten Bruttobeschäftigung verwendet wurde, Vorleistungen für diese Produktion zur Abschätzung der indirekten Beschäftigung ermittelt. Im Ergebnis erhält man so eine Abschätzung zu Höhe und Struktur der Nachfrage nach inländischen Vorleistungsgütern, differenziert nach dem Ort der Nachfrage.³ Für eine Lokalisierung der indirekten Effekte des Ausbaus erneuerbarer Energien stellt sich aber die Frage nach dem Herkunftsort dieser Vorleistungen. In dem hierzu entwickelten Regionalmodell werden die Lieferverflechtungen innerhalb und zwischen den Bundesländern mithilfe fundierter Hypothesen abgebildet. Einflussfaktoren auf die Höhe der Parameter in diesem nach 59 Gütergruppen differenzierten Modell sind die Marktanteile (und damit auch implizit die Größe) der Bundesländer bei den jeweils nachgefragten Gütern sowie die Distanzen zwischen den Bundesländern.



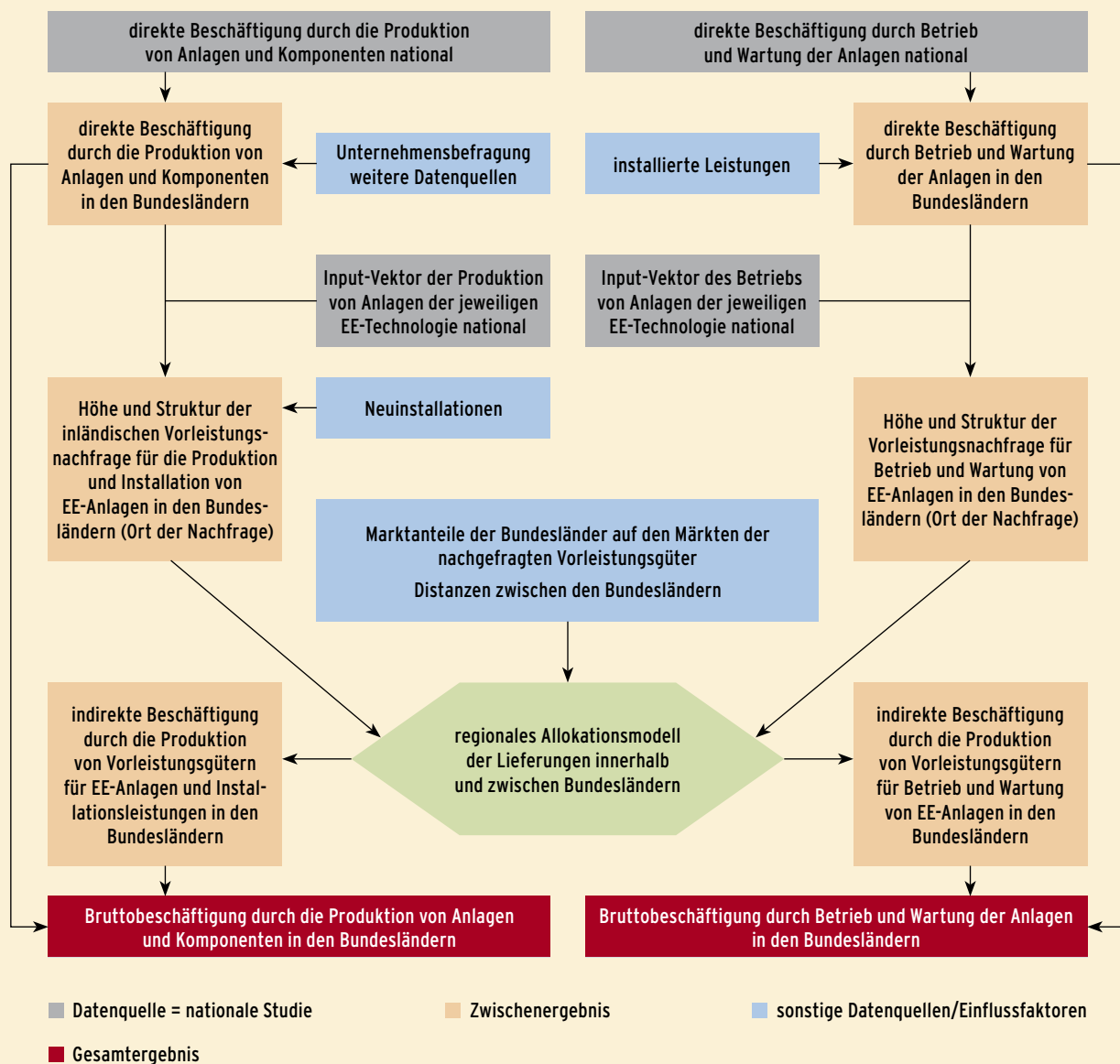
² Nicht Gegenstand der Regionalisierung sind die Beschäftigten durch öffentlich geförderte Forschung/Verwaltung.

³ Eine Sonderrolle bei der regionalen Allokation nach dem Ort der Nachfrage nehmen die Installationsleistungen als Teil der indirekten Effekte ein. Diese erfolgt nicht auf Grundlage von Informationen zu den Produktionsstandorten, sondern sachgerecht auf Grundlage statistischer Informationen zur räumlichen Verteilung der neuinstallierten Leistungen in den einzelnen Technologien.

Die Regionalisierung der Beschäftigung aus der Bereitstellung von Brenn- und Kraftstoffen aus Biomasse findet auf Grundlage von Indikatorensets statt. Diese bilden die unterschiedlichen Wertschöpfungsstufen ab und werden für die einzelnen Biomasse-

typen unterschiedlich gewichtet. Die Datengrundlagen für die Ermittlung der Indikatoren sind sehr vielfältig. Sie reichen von der Statistik über Anbaukulturen bis zu den installierten Leistungen von Biomasse-Heiz(kraft)werken.

Abbildung 4: Methodisches Vorgehen bei der Abschätzung der Bruttobeschäftigung nach Bundesländern für jede EE-Technologie getrennt



5.2 Ergebnisse der Abschätzungen für 2011

In den Karten (Abbildung 5) finden sich die zentralen Ergebnisse der Abschätzungen für die regionale Verteilung der Bruttobeschäftigung im Bereich erneuerbarer Energien im Jahr 2011 dargestellt. Die linke obere Karte zeigt die Ergebnisse für die erneuerbaren Energien insgesamt, die übrigen Karten für die drei Technologiegruppen Windenergie, Solarenergie und biogene Energieträger. Die relative Bedeutung der EE-Beschäftigten für den Arbeitsmarkt in den Bundesländern ist jeweils als Flächensignatur dargestellt. Grundsätzlich gilt dabei für alle Karten, dass kräftigere Farben eine größere relative Bedeutung repräsentieren. Zudem geben die Karten Auskunft zu den Abschätzungsergebnissen für die Bruttobeschäftigung (Anzahl der direkt und indirekt durch den Ausbau erneuerbarer Energien beschäftigten Personen) und zu den Anteilen, die hiervon auf den Betrieb und die Wartung der Anlagen entfallen. Sowohl für die Technologiegruppe biogene Energieträger als auch für die erneuerbaren Energien insgesamt finden sich zusätzlich auch die Anteile der Bruttobeschäftigung, die auf die Brenn- und Kraftstoffbereitstellung entfallen, dokumentiert.⁴

Erneuerbare Energien insgesamt

Im Durchschnitt kann deutschlandweit jeder 100. Arbeitsplatz den erneuerbaren Energien zugeordnet werden, das sind 10,2 Beschäftigte (direkt und indirekt) je 1.000 Beschäftigte insgesamt. Generell sind die Bundesländer mit der höchsten relativen Bedeutung der EE-Beschäftigung schwerpunktmäßig in der nördlichen Hälfte und im Osten Deutschlands zu finden. Nur Schleswig-Holstein und die Stadtstaaten zählen nicht zu den Spitzenreitern. Die geringste relative Bedeutung für den Arbeitsmarkt hat die Bruttobeschäftigung in den Bundesländern im äußersten Westen sowie in Hessen.

Mit deutlichem Abstand die höchste absolute Bruttobeschäftigung aus den Aktivitäten der Wirtschaft im Bereich erneuerbarer Energien im Jahr 2011 weist der Freistaat Bayern mit fast 68.850 Personen auf. Auf den weiteren Plätzen folgen die Bundesländer Nordrhein-Westfalen, Niedersachsen und Baden-Württemberg mit Beschäftigtenzahlen zwischen knapp 53.710 und gut 43.270 Personen. Bereits auf den Rängen fünf und sieben folgen zwei ostdeutsche Bundesländer: Sachsen-Anhalt und Brandenburg mit jeweils mehr als 20.000 Bruttobeschäftigten. Am Ende der Rangfolge nach Absolut-Zahlen finden sich die Stadtstaaten sowie das Saarland mit Bruttobeschäftigtenwerten im vierstelligen Bereich. Insgesamt entfällt rund ein Viertel der Bruttobeschäftigung auf Ostdeutschland (neue Bundesländer inklusive Berlin).

Mit zunehmendem Ausbau der erneuerbaren Energien gewinnt auch die Verstetigung der Beschäftigung in Betrieb und Wartung an Bedeutung. 2011 entfielen in Deutschland mit knapp 75.800 Personen bereits etwa zwanzig Prozent aller EE-Beschäftigten auf die Beschäftigung aus Betrieb und Wartung. Im Vergleich zu Deutschland überdurchschnittliche Anteile der in Betrieb und Wartung Beschäftigten weisen die Bundesländer Rheinland-Pfalz, Saarland und Bayern auf. Unterdurchschnittliche Anteile von Betrieb und Wartung sind nach den Ergebnissen der Abschätzung hingegen in den Stadtstaaten zu beobachten. Selbiges gilt auch für die Anteile der Beschäftigung durch die Brenn- und Kraftstoffbereitstellung an der gesamten Bruttobeschäftigung durch erneuerbare Energien. Mit gut 54.200 Personen entfielen in Deutschland knapp 15 Prozent aller EE-Beschäftigten auf diesen Bereich. Eine deutlich überdurchschnittliche Bedeutung der verschiedenen Wertschöpfungsstufen bei der Bereitstellung von Brenn- und Kraftstoffen aus Biomasse⁵ zeigt sich in Mecklenburg-Vorpommern (33 Prozent aller EE-Beschäftigten).

⁴ Implizit lässt sich aus diesen Anteilen (als Differenz zu 100 Prozent) auch der jeweilige Anteil, der auf die direkte und indirekte Beschäftigung durch die Produktion und Installation von EE-Anlagen entfällt, ablesen.

⁵ Dazu zählen neben dem Anbau von Feldfrüchten auch die Verarbeitung von Rohstoffen und der Handel mit Brenn- und Kraftstoffen.

Windenergie

Durch die Umsätze der Windbranche (onshore und offshore zusammen) waren im Jahr 2011 bundesweit gut 101.100 Personen direkt und indirekt beschäftigt, wobei die Beschäftigung aus Betrieb und Wartung bereits berücksichtigt ist. Hiervon sind mehr als ein Fünftel beziehungsweise 22.050 Beschäftigte in Niedersachsen zu verorten (vergleiche Karte rechts oben in Abbildung 5). Bereits auf den Plätzen zwei und drei der Rangliste der Bundesländer nach Anzahl der Bruttobeschäftigten folgen zwei Bundesländer, die nicht klassischerweise mit der Windbranche assoziiert werden: Nordrhein-Westfalen mit fast 12.880 Beschäftigten und Bayern mit gut 10.310 Beschäftigten. Hieraus wird deutlich, dass die Windbranche keinesfalls auf die großen Windanlagenhersteller und deren Produktionsstandorte zu reduzieren ist, sondern insbesondere auch durch eine Vielzahl von Komponentenherstellern sowie Vorleistungs- und Zulieferunternehmen geprägt ist, deren daten- und modellgestützte Verortung für Abschätzungen zur gesamten Bruttobeschäftigung von großer Bedeutung ist.

Dass aber dennoch die Assoziation „Wind im Norden“ nicht falsch ist, verdeutlicht die Flächensignatur der Karte. In allen norddeutschen Bundesländern liegt die Anzahl der Beschäftigten (Windenergie) je 1.000 Beschäftigte insgesamt deutlich über dem Bundesdurchschnitt. Spitzenreiter ist hier Sachsen-Anhalt mit einem Wert von 10. Aber selbst in Hamburg, das in die Gruppe der Bundesländer mit durchschnittlichem Wertebereich eingeordnet ist, liegt der entsprechende Wert mit 3,6 noch deutlich höher als in Deutschland (2,8).



Solarenergie

Durch die Umsätze der Solarbranche (Photovoltaik, Solarthermie und solarthermische Kraftwerke zusammen) waren im Jahr 2011 bundesweit 125.000 Personen direkt und indirekt beschäftigt. Hiervon sind knapp 20 Prozent beziehungsweise 24.730 Beschäftigte in Bayern zu verorten (vergleiche Karte links unten in Abbildung 5). Auf den Plätzen zwei und drei der Rangliste der Bundesländer nach Anzahl der Bruttobeschäftigten durch erneuerbare Energien (Solarenergie) folgen Nordrhein-Westfalen und Baden-Württemberg mit 17.560 beziehungsweise 16.310 Beschäftigten. Auch in Hessen liegt die Bruttobeschäftigung im fünfstelligen Bereich.

Betrachtet man die Bruttobeschäftigung durch erneuerbare Energien (Solarenergie) im Hinblick auf deren Bedeutung für den regionalen Arbeitsmarkt, so zeigt sich, dass die höchsten Arbeitsmarktanteile für die Solarbranche in den Bundesländern Brandenburg, Thüringen und Sachsen-Anhalt zu finden sind. Sachsen zählt zwar nicht zur Gruppe mit den höchsten Werten, liegt jedoch auf Rang 4. In allen vier Bundesländern sind der Solarbranche direkt oder indirekt jeweils zwischen 8.000 und 10.000 Beschäftigte zuzurechnen. Die geringste Bedeutung hat die Solarbranche im Westen, in allen Bundesländern zwischen Saarland und Schleswig-Holstein.

Zudem fällt auf, dass in den ostdeutschen Bundesländern der Bereich Betrieb und Wartung unterdurchschnittlich zur Gesamtbeschäftigung beiträgt, was auf die dort vorliegende Dominanz der Solarindustrie auf der einen und die vergleichsweise geringen regionalen Anteile an den installierten Leistungen auf der anderen Seite zurückzuführen ist.

Biogene Energieträger

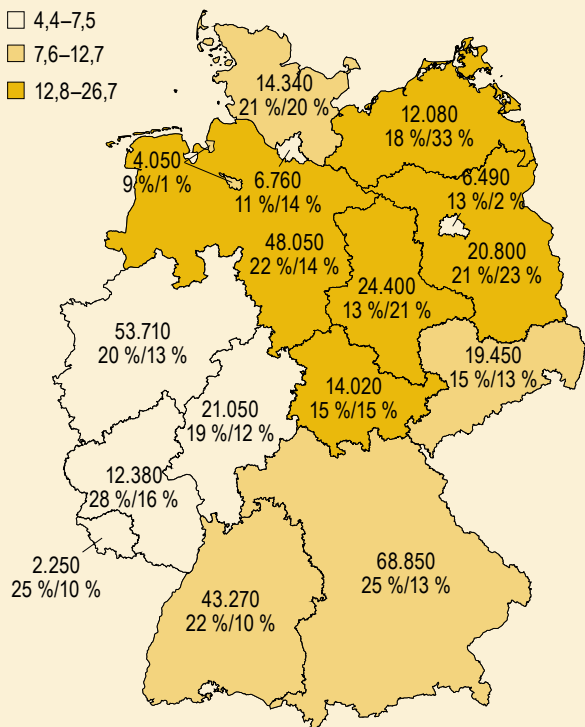
Durch die Umsätze der Bioenergiebranche (Biogasanlagen, Anlagen für die Energieerzeugung aus fester Biomasse sowie Bereitstellung von Biobrenn- und -kraftstoffen) waren im Jahr 2011 bundesweit 124.300 Personen direkt und indirekt beschäftigt. Hiervon entfallen allein 26.500 Beschäftigte auf

Abbildung 5: Regionale Bruttobeschäftigung 2011 nach Bundesländern (Daten nach BMU 2012b)

Erneuerbare Energien insgesamt

Beschäftigte (erneuerbare Energien insgesamt) je 1.000
Beschäftigte insgesamt

- 4,4–7,5
- 7,6–12,7
- 12,8–26,7

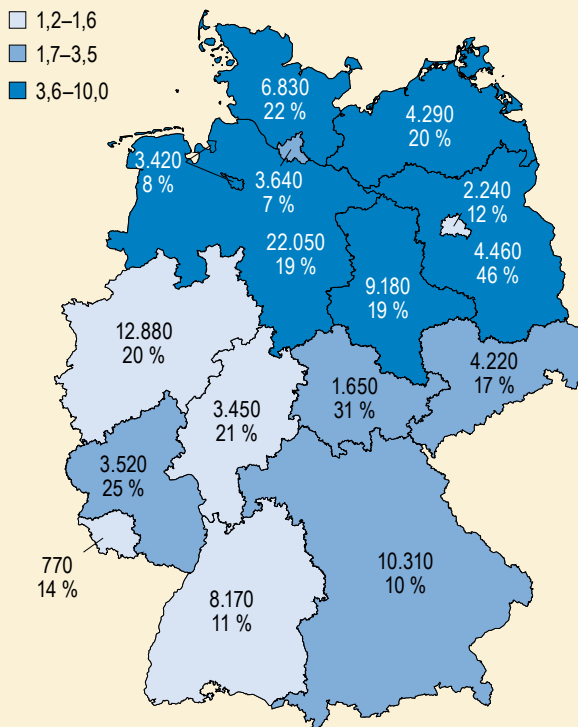


Deutschland: 371.900 Bruttobeschäftigung
insgesamt: 20%/15% Anteil „Betrieb und Wartung“/
„Brenn- und Kraftstoffbereitstellung“

Windenergie

Beschäftigte (Windenergie) je 1.000
Beschäftigte insgesamt

- 1,2–1,6
- 1,7–3,5
- 3,6–10,0

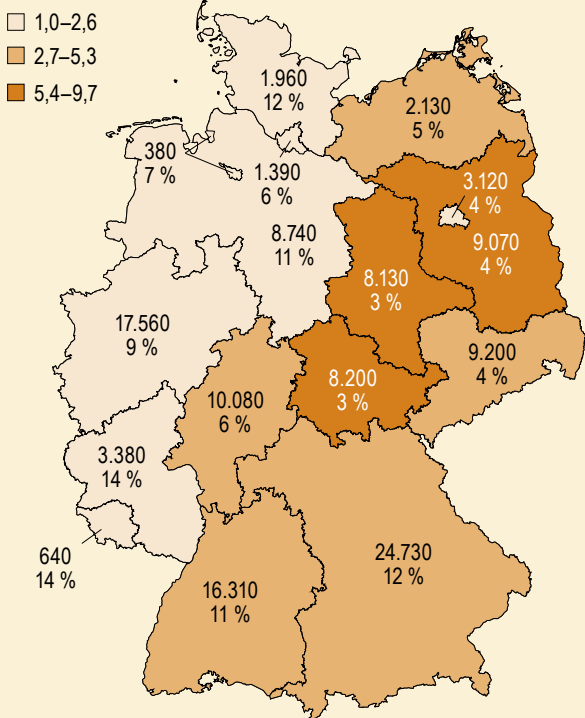


Deutschland: 101.100 Bruttobeschäftigung
insgesamt: 18% Anteil „Betrieb und Wartung“

Solarenergie

Beschäftigte (Solarenergie) je 1.000
Beschäftigte insgesamt

- 1,0–2,6
- 2,7–5,3
- 5,4–9,7

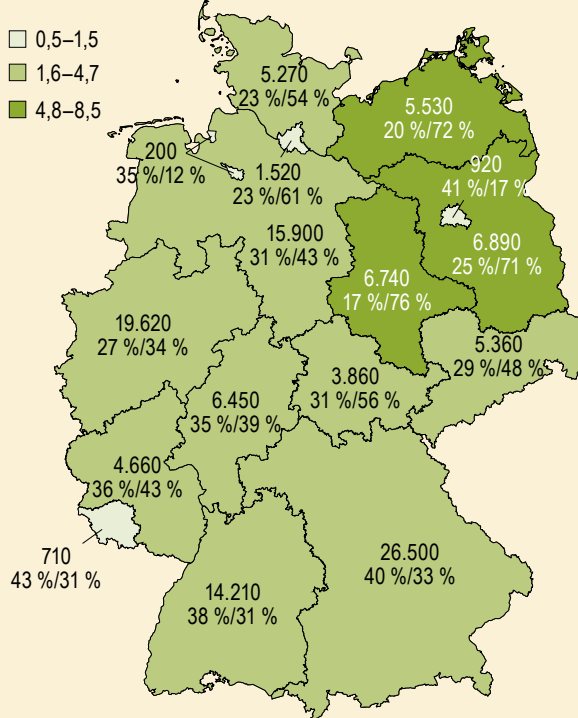


Deutschland: 125.000 Bruttobeschäftigung
insgesamt: 8% Anteil „Betrieb und Wartung“

biogene Energieträger

Beschäftigte (biogene Energieträger) je 1.000
Beschäftigte insgesamt

- 0,5–1,5
- 1,6–4,7
- 4,8–8,5



Deutschland: 124.300 Bruttobeschäftigung
insgesamt: 32%/44% Anteil „Betrieb und Wartung“/
„Brenn- und Kraftstoffbereitstellung“



den Freistaat Bayern (vergleiche Karte rechts unten in Abbildung 5). In Bayern trägt die Beschäftigung aus Betrieb und Wartung mit 10.550 Personen und die Beschäftigung aus der Brenn- und Kraftstoffbereitstellung mit 8.790 Personen zu diesem Ergebnis bei. Auch in diesen beiden Bereichen ist Bayern damit Spitzenreiter aller Bundesländer. Lediglich bei der Beschäftigung aus der Anlagenherstellung muss sich der Freistaat mit immer noch 7.160 Bruttobeschäftigten mit Platz zwei begnügen. Hier weist Nordrhein-Westfalen mit 7.460 Personen, die direkt oder indirekt aus den Umsätzen der Herstellung von Anlagen zur Nutzung biogener Energieträger resultieren, die höchste Bruttobeschäftigung aller Bundesländer auf.

Die höchste relative Bedeutung der Bioenergiebranche für den regionalen Arbeitsmarkt ist wiederum

in drei ostdeutschen Bundesländern zu verzeichnen: Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg und Sachsen-Anhalt. Auffällig ist hier, dass diese hohe Bedeutung weder auf die Anlagenherstellung noch auf hohe installierte Leistungen und damit einhergehende Arbeitsplatzeffekte aus Betrieb und Wartung, sondern fast ausschließlich auf die Brenn- und Kraftstoffbereitstellung zurückzuführen ist.

Auf den Plätzen vier und fünf in Bezug auf die relative Bedeutung der Branche für den regionalen Arbeitsmarkt folgen Niedersachsen und Schleswig-Holstein. In diesen beiden Bundesländern tragen ähnlich wie in Bayern alle drei Komponenten (Anlagenherstellung, Betrieb und Wartung, Brenn- und Kraftstoffbereitstellung) in ähnlichem Maße wie im Bundesdurchschnitt zu der gesamten Bruttobeschäftigung bei.

5.3 Zusammenfassung und Ausblick

Mit der Studie „Erneuerbar beschäftigt in den Bundesländern!“ liegt erstmals eine flächendeckende Abschätzung der (Brutto-)Beschäftigung durch erneuerbare Energien technologiescharf für alle strom- und wärmeerzeugenden Technologien sowie für die Bereitstellung von Brenn- und Kraftstoffen auf Ebene der Bundesländer vor. Dadurch, dass in der Studie sowohl im Hinblick auf Abgrenzungen und Definitionen als auch im Hinblick auf Daten auf dieselben Grundlagen wie in der nationalen Studie (vergleiche BMU 2012a) zurückgegriffen werden konnte, ist eine Vergleichbarkeit mit gesamtdeutschen Ergebnissen gewährleistet. Zudem garantiert die für alle Bundesländer einheitliche Methodik eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse zwischen den Bundesländern. Neben der Konsistenz zu gesamtdeutschen Ergebnissen und dem flächendeckenden Ansatz weist die Studie auch im Hinblick auf einen weiteren Aspekt methodische Unterschiede zu den Untersuchungen anderer Institute zur Beschäftigung durch erneuerbare Energien in einzelnen Bundesländern auf: Während dort im Hinblick auf die indirekte Beschäftigung in der Regel literaturbasierte einheitliche Aufschlagsfaktoren verwendet werden, geht die Studie „Erneuerbar beschäftigt in den Bundesländern!“ dieser Frage explizit auf Basis eines empirischen fundierten Allokationsmodells auf den Grund.

Wie die Ergebnisse zeigen, fallen die räumlichen Muster zum Teil deutlich anders aus, als die erste Intuition vermuten ließe:

- Die ostdeutschen Bundesländer verzeichnen die höchste relative Bedeutung der erneuerbaren Energien. Wichtige Standbeine sind neben der Anlagen- und Komponentenherstellung (insbesondere Solar- und Windenergie) auch die Bioenergiebranche und hier insbesondere die Brenn- und Kraftstoffbereitstellung.
- In den westdeutschen Bundesländern zeigt sich neben dem Muster „Wind im Norden, Sonne im Süden“ vielfach eine hohe Bedeutung der Zulieferer an die Anlagen- und Komponentenhersteller. Nicht zuletzt die Berücksichtigung dieser Zusammenhänge führt zu der Erkenntnis, dass die höchste absolute Bruttobeschäftigung in den vier größten westdeutschen Flächenländern zu verzeichnen ist.
- Die nicht unerheblichen Beschäftigungseffekte aus der Installation und dem Betrieb (Wartung) der Anlagen sind naturgemäß dort zu verorten, wo die Anlagen aufgestellt werden beziehungsweise stehen.

Die nächsten Schritte der regionalwirtschaftlichen Untersuchungen bestehen darin, eine regionale Aufteilung der Nettobeschäftigung vorzunehmen. Dabei können spannende Erkenntnisse bezüglich der gesamten Belastungs- und Entlastungswirkung des Ausbaus erneuerbarer Energien gewonnen werden. Die Abschätzung der Bruttobeschäftigung auf der Ebene der Bundesländer wird in Zukunft jährlich durchgeführt, wobei weiterhin darauf geachtet wird, dass die Allokation die unterschiedlichen regionalen Dynamiken der verschiedenen EE-Industrien besonders berücksichtigt.



6 ZUKÜNFTIGE CHANCEN FÜR DEUTSCHE UNTERNEHMEN - WELTWEITER AUSBAU ERNEUERBARER ENERGIEN

Um den Einfluss der internationalen Entwicklung auf die Umsätze deutscher Unternehmen abbilden zu können, muss zunächst der internationale Ausbau erneuerbarer Energien abgeschätzt und dann die Entwicklung des Handels zwischen den jeweiligen Weltregionen aus Analogieschlüssen zu anderen High-Tech-Produkten abgeleitet werden. Letztlich wird es das Handelsvolumen sein, das die Marktchancen der deutschen Unternehmen bestimmt und nicht die in der Weltregion für die heimische Installation produzierte Anlage.

6.1 Nationale und internationale Entwicklung der Märkte auf der Basis von Szenarien

Szenarien sind in sich konsistente mögliche Zukunftsentwicklungen. Im Umgang mit der inhärenten Unsicherheit zukünftiger Entwicklungen werden typischerweise verschiedene Szenarien entwickelt. Die Frage nach den gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen eines politischen Instruments lässt sich dann in einer Wenn-Dann-Analyse beantworten.

Nationale Entwicklung der erneuerbaren Energien

Für Deutschland liefert unter anderem die seit 2004 für das BMU erarbeitete und mehrfach fortgeschriebene „EE-Leitstudie“ eine mögliche konsistente Zukunftsentwicklung, die beschreibt, wie die wichtigsten nationalen und EU-weiten Zielvorgaben erreicht werden können. Nachdem sie bereits der 2006 vorgelegten ersten Studie zu den künftigen EE-Arbeitsplatzwirkungen zu Grunde gelegen hatte, wurde sie – in der Fassung des seinerzeit aktuellen Leitszenarios 2009 (LZ 09) – auch für die 2011 veröffentlichte Nachfolgestudie herangezogen (BMU 2011c). Dieses Szenario wurde um eine spezielle Variante ergänzt, die der Entwicklung der Photovoltaik Rechnung trägt (LZ09+PV). Ein Vergleich der Ergebnisse zwischen diesen Szenarien erlaubt daher auch Rückschlüsse auf gesamtwirtschaftliche Folgen eines erhöhten PV-Ausbaus.

In den letzten zehn Jahren hat sich demnach in Deutschland das Investitionsvolumen für EE-Technologien zur Strom- und Wärmebereitstellung mehr als verdreifacht und belief sich im Jahr 2011 auf 22,9 Milliarden Euro. Bis 2011 wurden in EE-Anlagen zur Strom- und Wärmeerzeugung insgesamt 156 Milliarden Euro₂₀₀₉ investiert. Zwischen 2012 und 2020 werden weitere 161 Milliarden Euro₂₀₀₉ hinzukommen.

Die in den Leitstudien angenommene Wachstumsdynamik ist unbedingt erforderlich, damit der Inlandsmarkt die Fähigkeit zu einer Stabilisierung der Umsätze der EE-Branche aufrechterhalten kann. Das ist wiederum eine wichtige Voraussetzung dafür, dass die weiteren Chancen für die Technologieführerschaft in der Mehrzahl der EE-Technologien auf dem Weltmarkt erhalten bleiben und der weitere Aufbau von Exportmärkten erfolgreich betrieben werden kann. Nur so kann zukünftig in angemessenem Umfang von den beträchtlich wachsenden Auslandsmärkten profitiert werden.



Globales Wachstum der erneuerbaren Energien

Belastbare Informationen zu Annahmen über den zukünftigen globalen Ausbau der erneuerbaren Energien finden sich in globalen Energieszenarien, die in den letzten Jahren von verschiedenen Institutionen angefertigt wurden. Sie zeigen, dass ein wesentlich effizienterer Umgang mit Energie (EFF), verknüpft mit einem massiven Ausbau erneuerbarer Energien (EE), einen umfassenden, vermutlich sogar den bedeutendsten Lösungsbeitrag zur notwendigen Reduktion der weltweiten Treibhausgasemissionen leisten kann (Krewitt, W. et al. 2008; IEA 2008, IEA 2009, IEA 2010). Erwartet wird, dass von den erneuerbaren Energien bis 2050 Energiemengen in der Größe des gesamten derzeitigen Weltenergieverbrauchs bereitgestellt werden können.

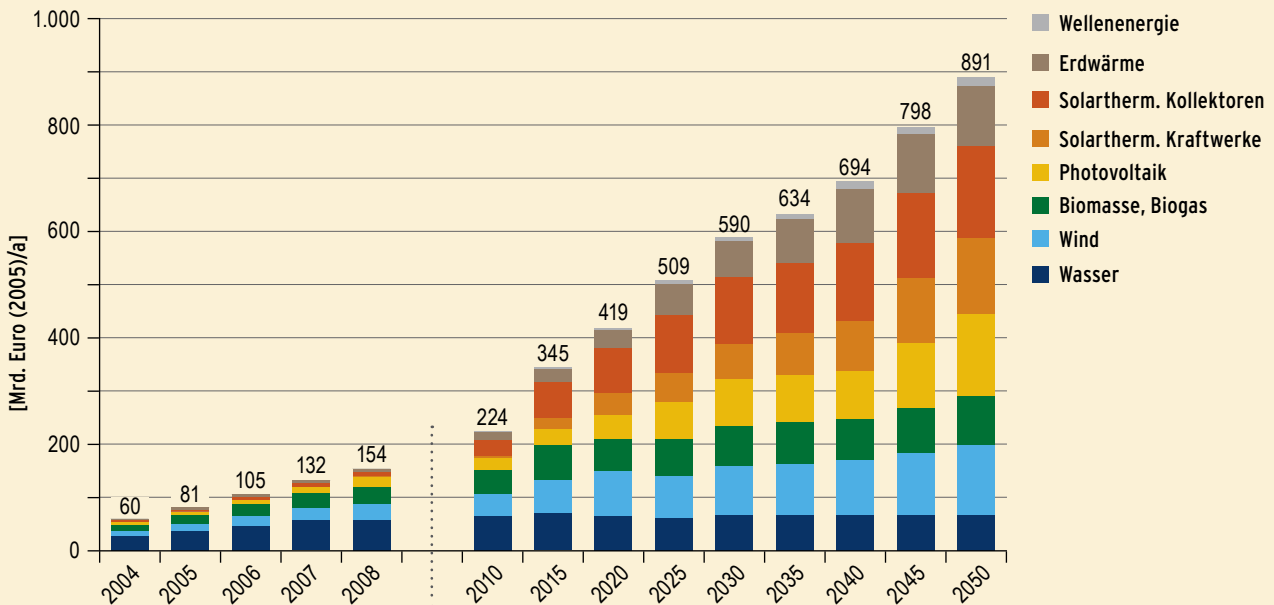
Als Datengerüst für den zukünftigen globalen Ausbau der erneuerbaren Energien wurde das Szenario „Energy (R)Evolution“ (Krewitt, W. et al. 2008) verwendet. Dieses Szenario stellt eine konsistente Entwicklung nach Weltregionen und EE-Technologien differenziert dar. Es baut auf den wirtschaftlichen Potenzialen der erneuerbaren Energien weltweit auf und liegt in einer ähnlichen Größenordnung wie das BLUE-Map-Szenario der IEA (Energy Technology Perspectives 2010). Es überschreitet die im kernenergie- und CCS-geprägten 450-ppm-Szenario der IEA (2009) erreichten Anteile der erneuerbaren Energien, bleibt aber hinter dem Greenpeace-Szenario von 2010 und übersteigt IEA 2010 (Energy Technology Perspectives 2010) teilweise nur geringfügig. Im Folgenden werden das Mengengerüst des verwendeten Szenarios und die damit verbundenen weltweiten Investitionen dargestellt. Dabei ist die Systematik konsistent mit den Überlegungen in Deutschland, indem Investitionen in Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien betrachtet werden. Biomasse- und Biokraftstoffbereitstellung – in Deutschland nachrichtlich mitgeführt – findet unter Nachhaltigkeitsgesichtspunkten vor Ort in den Weltregionen statt.

Aus der mengenmäßigen Marktentwicklung können die zu erwartenden Investitionsvolumina eines wachsenden globalen EE-Marktes abgeleitet werden. Bereits heute werden jährlich rund 150 Milliarden Euro₂₀₀₅/Jahr in EE-Technologien investiert. Davon fließt ein Teil mit rund 60 Milliarden Euro₂₀₀₅/Jahr in die (große) Wasserkraft, die oftmals den neuen EE-Technologien nicht zugerechnet wird. Weitere 30 Milliarden Euro₂₀₀₅/Jahr trägt die Windindustrie bei. Bis 2030 wird bei etwa gleichbleibenden Inves-



tionen für Wasserkraft das jährliche Investitionsvolumen auf knapp 600 Milliarden Euro₂₀₀₅/Jahr und bis 2050 auf knapp 900 Milliarden Euro₂₀₀₅/Jahr steigen. Den weitaus größten Anteil von 55 Prozent werden dann die solaren Technologien bewirken, gefolgt von der Windenergie (vergleiche Abbildung 6).

Das beträchtliche Wachstum des Investitionsvolumens der erneuerbaren Energien um gut das Fünffache (ohne Wasserkraft das Achtfache) kennzeichnet die Abkehr von der heutigen energierohstoffabhängigen Energieversorgung. Im Stromsektor werden derzeit von 260 Milliarden Euro₂₀₀₅/Jahr Gesamtinvestitionen bereits 50 Prozent in erneuerbare Energien investiert. 2030 dominieren diese Technologien den Markt bereits mit knapp 60 Prozent (337 Milliarden Euro₂₀₀₅/Jahr). Die drei wichtigsten Säulen der EE-Stromversorgung sind die Windenergie, die Photovoltaik und solarthermische Kraftwerke. Da 2050 die EE-Stromproduktion bereits bei 80 Prozent liegt, werden im E[R]-Szenario nur noch geringe Investitionen in fossile Kraftwerke getätigt. Im Wärmemarkt dominieren derzeit eindeutig die Investitionen in die fossile Wärmeversorgung. Mit 26 Milliarden Euro₂₀₀₅/Jahr (ohne Kosten der traditionellen Biomassenutzung) werden derzeit nur 14 Prozent im EE-Sektor investiert. Mit 128 Milliarden Euro₂₀₀₅/Jahr 2020 erreicht dieser Anteil im E[R]-Szenario bereits 58 Prozent. Im Jahre 2050 dominieren die EE-Investitionen mit 86 Prozent dann auch den Wärmemarkt.

Abbildung 6: Jährliche globale Investitionsvolumina zur Strom- und Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien (Strom und Wärme)


Die regionale Struktur der globalen EE-Investitionen

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 2008 rund 87 Prozent der Windenergieleistung, 86 Prozent der Photovoltaikleistung und 93 Prozent 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-Zubaues ist eine rasche Ausweitung der EE-Investitionen auf die noch „unterentwickelten“ Marktregionen der Welt unter Beibehaltung des hohen Zubauniveaus in den oben genannten Regionen. Im E[R]-Szenario stellt sich die zukünftige

EE-Marktentwicklung wie in Abbildung 7 aufgeführt dar.

Die Definition der Ländergruppen/Regionen entspricht derjenigen des World Energy Outlooks (IEA 2008; Krewitt et al. 2008).

In allen Ländergruppen wachsen die jährlich zuzubauenden Leistungen beträchtlich, die durchschnittlichen Wachstumsraten sind dabei sehr unterschiedlich, so dass sich die Anteile dem zukünftig erwarteten Energieverbrauch der einzelnen Region entsprechend angleichen. Im Jahre 2007 wurden 30 Prozent der stromerzeugenden und 26 Prozent der wärmeerzeugenden EE-Anlagen in OECD-Europa installiert. 2030 betragen die Marktanteile noch 14 Prozent beziehungsweise 17 Prozent und 2050 10 Prozent beziehungsweise 12 Prozent. China und Indien steigern dagegen ihren Anteil deutlich. Im Stromsektor steigt der Anteil der jährlichen Installationen von derzeit 21 Prozent auf 29 Prozent 2030 und auf 31 Prozent 2050. Auch der Nahe Osten und Afrika steigern ihre Marktanteile an den zukünftigen Installationen der erneuerbaren Energien. Die Verschiebungen werden noch deutlicher, wenn man die EE-Installation ohne die „große“ Wasserkraft betrachtet.

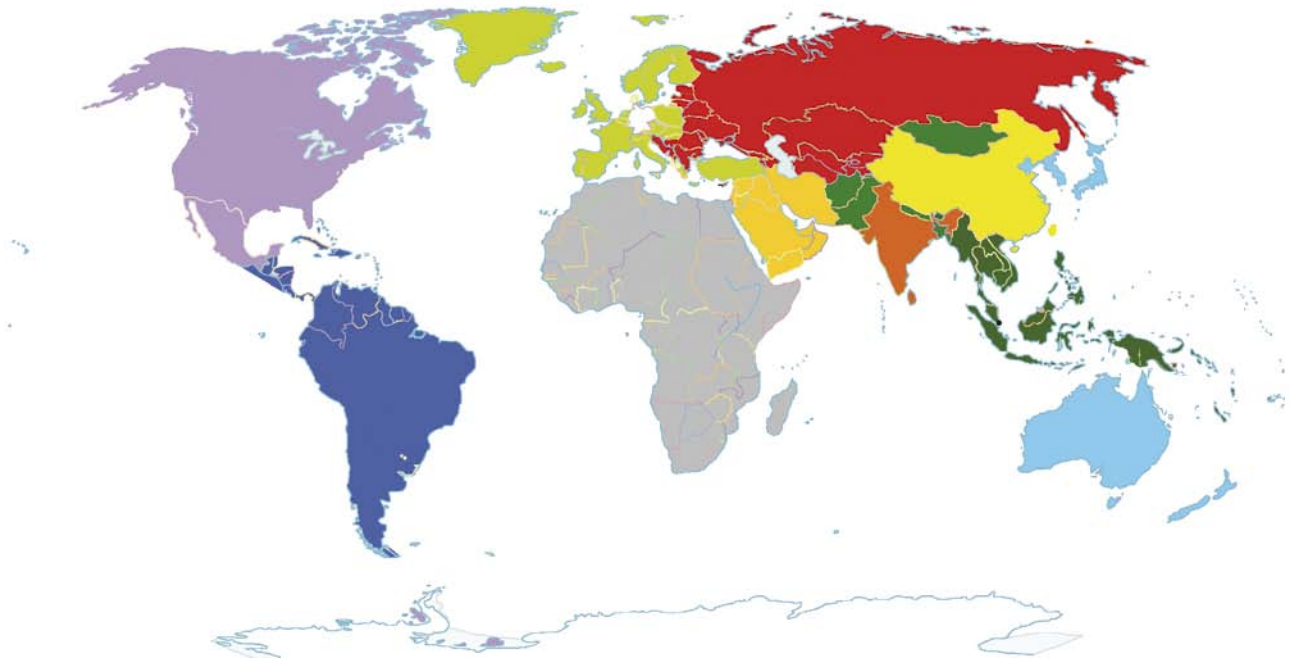


Abbildung 7: Jährlicher EE-Zubau nach Ländergruppen (einschließlich „große“ Wasserkraft) für die Strom- und Wärmeerzeugung im E[R]-Szenario

Nordamerika	Jährlicher EE-Zubau	in GW/a
Strom	2020	55,2
	2030	50,9
Wärme	2020	70,2
	2030	144,3

Übriges Asien	Jährlicher EE-Zubau	in GW/a
Strom	2020	9,2
	2030	19,0
Wärme	2020	46,6
	2030	56,1

Europa ohne D	Jährlicher EE-Zubau	in GW/a
Strom	2020	33,0
	2030	36,9
Wärme	2020	50,8
	2030	117,4

Pazifik	Jährlicher EE-Zubau	in GW/a
Strom	2020	9,9
	2030	15,6
Wärme	2020	25,9
	2030	32,3

Transformationsländer	Jährlicher EE-Zubau	in GW/a
Strom	2020	8,5
	2030	16,6
Wärme	2020	52,8
	2030	62,5

Mittlerer Osten	Jährlicher EE-Zubau	in GW/a
Strom	2020	5,2
	2030	15,9
Wärme	2020	33,8
	2030	47,5

China	Jährlicher EE-Zubau	in GW/a
Strom	2020	29,7
	2030	55,0
Wärme	2020	44,6
	2030	68,0

Afrika	Jährlicher EE-Zubau	in GW/a
Strom	2020	3,9
	2030	11,4
Wärme	2020	31,1
	2030	39,8

Indien	Jährlicher EE-Zubau	in GW/a
Strom	2020	12,8
	2030	21,3
Wärme	2020	32,8
	2030	65,4

Lateinamerika	Jährlicher EE-Zubau	in GW/a
Strom	2020	11,8
	2030	20,5
Wärme	2020	32,1
	2030	32,6

Aus diesen Annahmen zur Entwicklung der regionalen EE-Märkte folgt die in Abbildung 8 aufgeführte regionale Verteilung der globalen EE-Investitionen für die Strom- und Wärmeerzeugung. Bis 2020 wachsen die jährlichen EE-Investitionen global mit durchschnittlich 8,8 Prozent/Jahr. Überdurchschnittliche Wachstumsraten haben insbesondere die Märkte in Afrika und dem Mittleren Osten mit 12,5 Prozent/Jahr, in Nordamerika und in den osteuropäischen Transformationsländern mit 11 Prozent/Jahr sowie im übrigen Asien (einschließlich Indien) mit 10 Prozent/Jahr. Der europäische Markt wächst „nur“ noch mit 4 Prozent/Jahr, der deutsche mit 2,3 Prozent/Jahr. Vom Gesamtvolumen gesehen, ist der nordamerikanische Markt bis 2020 mit 110 Milliarden Euro₂₀₀₅/Jahr der umfangreichste, gefolgt von China und OECD-Europa mit je rund 65 Milliarden Euro₂₀₀₅/Jahr. Bereits 2011 kündigte sich eine Dynamik an, die diese Annahme bestätigt. Nach 2020 sind der europäische und der nordamerikanische Markt weitgehend gesättigt, während der Weltmarkt weiter mit durchschnittlich 2,5 Prozent/Jahr wächst. Stark überdurchschnittlich nimmt in dieser Periode der Markt in Afrika und dem Mittleren Osten mit 4,6 Prozent/Jahr zu. Auch die mittleren Wachstumsraten der asiatischen Märkte (China, Indien, übriges Asien) sind mit 3,3 Prozent/Jahr noch relativ hoch. 2050 bildet China den größten Einzelmarkt mit knapp 170 Milliarden Euro₂₀₀₅/Jahr, Indien und das übrige Asien kommen zusammen auf 160 Milliarden Euro₂₀₀₅/Jahr, gefolgt von OECD-Nordamerika mit 150 Milliarden Euro₂₀₀₅/Jahr. Ebenso groß ist bis zur Mitte des Jahrhunderts der afrikanische Markt (einschließlich Mittlerer Osten). In OECD-Europa werden dann „nur“ noch knapp 90 Milliarden Euro₂₀₀₅/Jahr an EE-Investitionen umgesetzt.

6.2 Vom Weltmarkt zum Welthandel

Die methodische Herausforderung im Hinblick auf die Abschätzung der Exportchancen besteht darin, die weltweite Nachfrage zunächst dahingehend zu differenzieren, welcher Teil im jeweiligen Wirtschaftsraum aus eigener Produktion bedient wird (local content) und welcher Teil international gehandelt wird. Nur das gehandelte Volumen bestimmt die Exportmöglichkeiten. In einem zweiten Schritt werden die deutschen Exporte als Anteil Deutschlands an diesem Volumen, dem Welthandel nach Regionen und Technologien, abgeschätzt.

Für das Jahr 2007 liegen für alle Weltregionen Daten vor, anhand derer sich eine Kalibrierung des Welthandels und der deutschen Anteile vornehmen lässt. Insgesamt wurden Investitionsgüter in Höhe von 23,5 Milliarden Euro₂₀₀₅ im Jahr 2007 weltweit im Bereich der EE-Technologien zur Erzeugung von Strom und Wärme gehandelt. Verglichen mit dem gesamten Investitionsvolumen in Höhe von 132 Milliarden Euro₂₀₀₅ sind dies also lediglich 17,8 Prozent. Trennt man die Wasserkraft ab, so steigt dieser Anteil allerdings auf circa 30 Prozent. Dies zeigt, wie wichtig es ist, die Exportpotenziale technologisch zu untersuchen. Obwohl gut 20 Prozent der gesamten Investitionen auf wärmeerzeugende Technologien entfallen, werden sie in deutlich geringerem Umfang gehandelt. Wärmeerzeugung aus Biomasse oder in Solarkollektoren ist in vielen Weltregionen bereits seit Jahren etabliert und es konnte sich eine heimische Industrie entwickeln, die auf die Bedürfnisse des jeweiligen regionalen Markts abgestimmt ist.

Deutschland konnte 2007 erhebliche Anteile dieses Welthandels bedienen. Insgesamt machten die deutschen Exporte 7,1 Milliarden Euro (vergleiche Tabelle 1) aus. Dies entspricht einem Welthandelsanteil von 30 Prozent. Die größten Handelsanteile erzielte Deutschland mit Windenergieanlagen, solarthermischen Kraftwerken und der Photovoltaik in der Stromerzeugung sowie mit Anlagen zur Nutzung von fester Biomasse in der Wärmeerzeugung. Der größte Exportumsatz entfällt auf die Windenergie.

Zum Umgang mit der Unsicherheit bezüglich zukünftiger Entwicklungen wurden vier verschiedene Szenarien zu den möglichen Chancen deutscher EE-Unternehmen auf den Weltmärkten entwickelt, von denen zwei eher flankierender Natur im Sinne einer maximalen und minimalen Exporterwartung sind.

Ein plausibles Minimum an zukünftigen Exporten ergibt sich durch die mengenmäßige Konstanz deutscher Exporte bis 2030. Dies würde bedeuten, dass es Deutschland überhaupt nicht gelingt, am Wachstum des Welthandelsvolumens mit EE-Technologien teilzunehmen. Während sich das Welthandelsvolumen bis 2020 bereits mehr als verfünffacht, blieben die Exporte in diesem Szenario mengenmäßig konstant. Dies bedeutet, anders ausgedrückt, Verluste der Welthandelsanteile Deutschlands in erheblicher Höhe. Für die Technologien zur Nutzung der Windenergie und der Biomasse sowie für die Photovoltaik würde dieser Extremfall einen Rückgang der Welt-



handelsanteile um mehr als die Hälfte bedeuten. Die Exporte blieben in diesem Szenario ab 2020 deutlich hinter den inländischen Investitionen zurück (weniger als 50 Prozent der inländischen Investitionen). Da im Szenario des Mengengerüsts (Leitszenario 2009) wegen der eintretenden Kostendegressionen auch die inländischen Investitionen in Deutschland zwischen 2020 und 2030 abnehmen, müssten die inländischen Hersteller – bei Konstanz der unterstellten Importe – ihre Produktionskapazitäten zurückfahren. Für unsere weiteren Überlegungen stellen die sich in diesem Szenario ergebenden Welthandelsanteile somit eine untere Grenze dar, die allen Anzeichen nach deutlich überschritten werden wird.

Eine obere Grenze (das Maximum) der deutschen Exporte ergibt sich aus einer spiegelbildlichen Über-

Die Schätzung der Zukunftsentwicklung der Handelsanteile orientiert sich auch an den Erfahrungen maturierter Wirtschaftsbereiche. Für den Maschinenbau liegen die Handelsanteile je nach Zielregion zum Beispiel zwischen 20 und 50 Prozent. Die Länder der EU dominieren derzeit als Handelspartner. Langfristige Verschiebungen finden typischerweise zwischen den Zielregionen statt, hier sind Zuwächse von mehr als 10 Prozentpunkten zu verzeichnen.

legung: Blieben wegen der Vorreiterrolle Deutschlands die derzeit hohen deutschen Welthandelsanteile langfristig unverändert, würde sich das Anwachsen des Welthandels in eine Verfünffachung der Exporte übersetzen. Beide Grenzen erscheinen eher unrealistisch.

Innerhalb des durch die beiden genannten Grenzen markierten Feldes unterstellt eine verhaltene Variante der deutschen Exportentwicklung insgesamt eine deutliche Abnahme der Exportchancen der deutschen Industrie. Dies lässt sich als Verlust der Technologieführerschaft deuten und als Zunahme der Bedeutung von Produzenten in anderen Regionen. Allerdings hätte auch die ausländische Fertigung von deutschen Unternehmen denselben Effekt, da auch in diesem Fall die Exporte geringer werden und die durch den Export induzierte Beschäftigung zurückgeht.

Die optimistische Variante unterstellt eine größere Öffnung der Märkte in den Transformationsländern, Afrika und dem Nahen Osten bereits bis 2020, China und Indien ziehen bis 2030 nach. Daraus folgt ein weniger starkes Absinken der Handelsanteile im Vergleich zu dem verhaltenen Szenario bei der Windenergie bis 2020 und bei den wärmeerzeugenden Technologien.

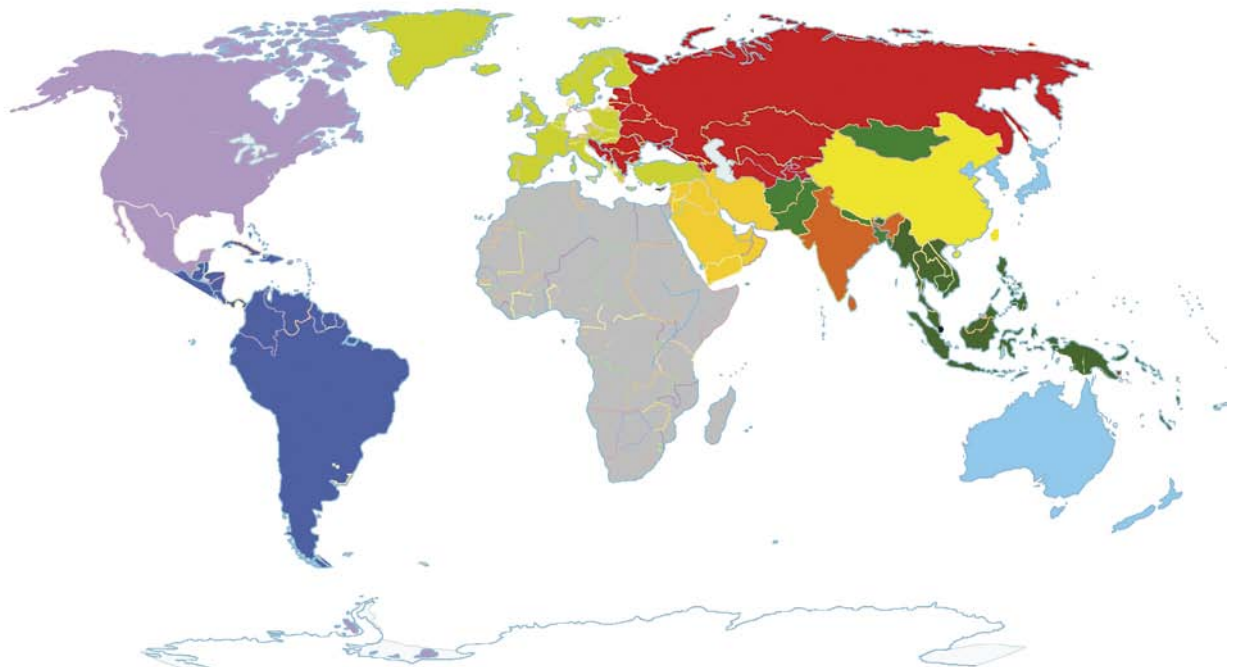


Abbildung 8: Globale Investitionen in EE-Technologien zur Strom- und Wärmebereitstellung nach Ländergruppen, in Mrd. €₂₀₀₅

Nordamerika	Investitionen in erneuerbare Energien	in Mrd. €
Strom	2020	87,92
	2030	85,41
Wärme	2020	21,57
	2030	40,12

Übriges Asien	Investitionen in erneuerbare Energien	in Mrd. €
Strom	2020	15,34
	2030	26,25
Wärme	2020	14,18
	2030	15,53

Europa ohne D	Investitionen in erneuerbare Energien	in Mrd. €
Strom	2020	39,87
	2030	42,71
Wärme	2020	10,03
	2030	28,04

Pazifik	Investitionen in erneuerbare Energien	in Mrd. €
Strom	2020	14,74
	2030	21,07
Wärme	2020	8,16
	2030	8,99

Transformationsländer	Investitionen in erneuerbare Energien	in Mrd. €
Strom	2020	17,01
	2030	24,69
Wärme	2020	16,10
	2030	17,76

Mittlerer Osten	Investitionen in erneuerbare Energien	in Mrd. €
Strom	2020	9,22
	2030	29,12
Wärme	2020	10,70
	2030	13,45

China	Investitionen in erneuerbare Energien	in Mrd. €
Strom	2020	48,25
	2030	81,41
Wärme	2020	13,49
	2030	18,83

Afrika	Investitionen in erneuerbare Energien	in Mrd. €
Strom	2020	8,33
	2030	21,29
Wärme	2020	9,12
	2030	10,59

Indien	Investitionen in erneuerbare Energien	in Mrd. €
Strom	2020	19,76
	2030	33,95
Wärme	2020	10,01
	2030	18,31

Lateinamerika	Investitionen in erneuerbare Energien	in Mrd. €
Strom	2020	20,99
	2030	30,53
Wärme	2020	9,74
	2030	8,91

Solarthermische Kraftwerke weisen bis 2030 zunehmende Handelsanteile für China und Indien auf, in Nordamerika wird eine Zunahme der eigenen Produktion unterstellt. Insofern bildet die Region Nordamerika eine Ausnahme in der angewendeten Systematik, da für die übrigen Regionen und Technologien eher eine Zunahme der Handelsaktivitäten unterstellt wird. Da die Region Nordamerika gegenüber 2007 jedoch bereits in den letzten Jahren erhebliche Zuwächse bei den EE-Technologien gezeigt hat, werden eher konstante beziehungsweise abnehmende Handelsaktivitäten in beiden mittleren Varianten angenommen.



Der beste Überblick lässt sich gewinnen, wenn man diese Szenarien nach Technologien und Regionen für bestimmte Stichjahre und die zeitliche Entwicklung der Exporte insgesamt betrachtet. Abbildung 9 zeigt die Exporte in verschiedene Regionen für die vier Szenarien und das Jahr 2020 in Milliarden Euro₂₀₀₅.

Es zeigt sich, welche Regionen die Unterschiede in den Szenarien treiben. Wegen der wirtschaftlichen Verflechtungen in Europa liegen die geschätzten Exporte über alle Szenarien dort erheblich enger zusammen als beispielsweise in China oder Nordamerika. Die Länder mit geringerem Ausbau weisen ebenfalls keine großen Abweichungen auf.

Aus dem Vergleich der weltweiten Exporte im Zeitablauf in verschiedenen Szenarien wird die Bandbreite deutlich, zu der die verschiedenen Annahmen führen. Im Jahre 2020 liegen immerhin knapp 30 Milliarden Euro zwischen der Untergrenze und der Obergrenze. Das verhaltene Szenario unterscheidet sich dann insgesamt um gut 10 Milliarden Euro vom optimistischen Szenario. 2030 fallen diese Unterschiede noch deutlicher aus. Die optimistische Variante liegt mit gut 50 Milliarden Euro₂₀₀₅ um knapp 16 Milliarden Euro über der verhaltenen Variante. Die optimistische Variante stellt eine Versiebenfachung des Exportniveaus von 2007 dar, bei einem Anwachsen des Welthandels auf das Neunfache.

Länder unterscheiden sich stark im Anteil der Investitionsgüternachfrage, der durch Importe befriedigt wird. Hier das Beispiel Maschinenbau.

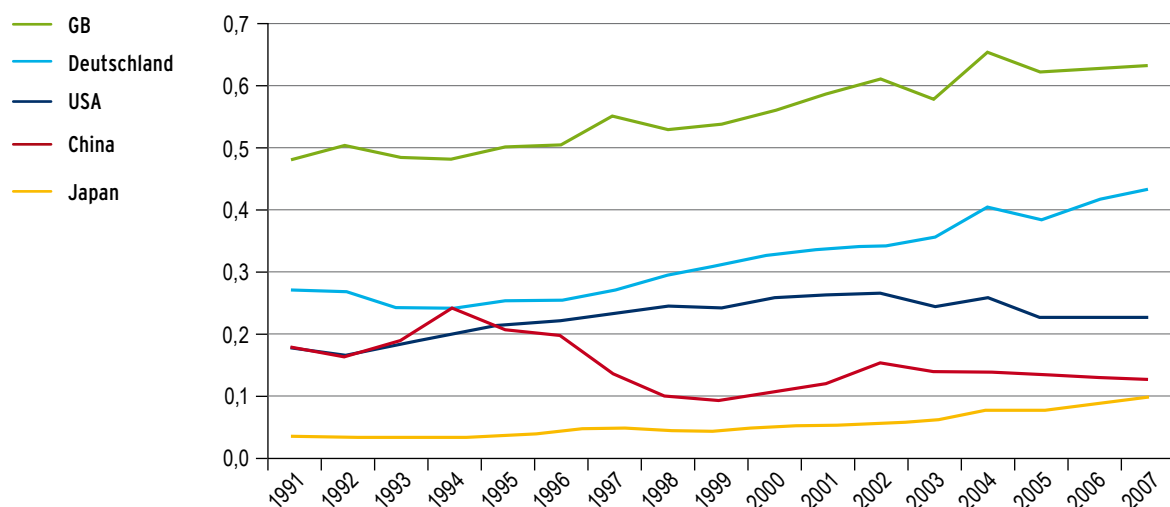


Abbildung 9: Exporte von EE-Anlagen nach Regionen 2020, in Mrd. €₂₀₀₅

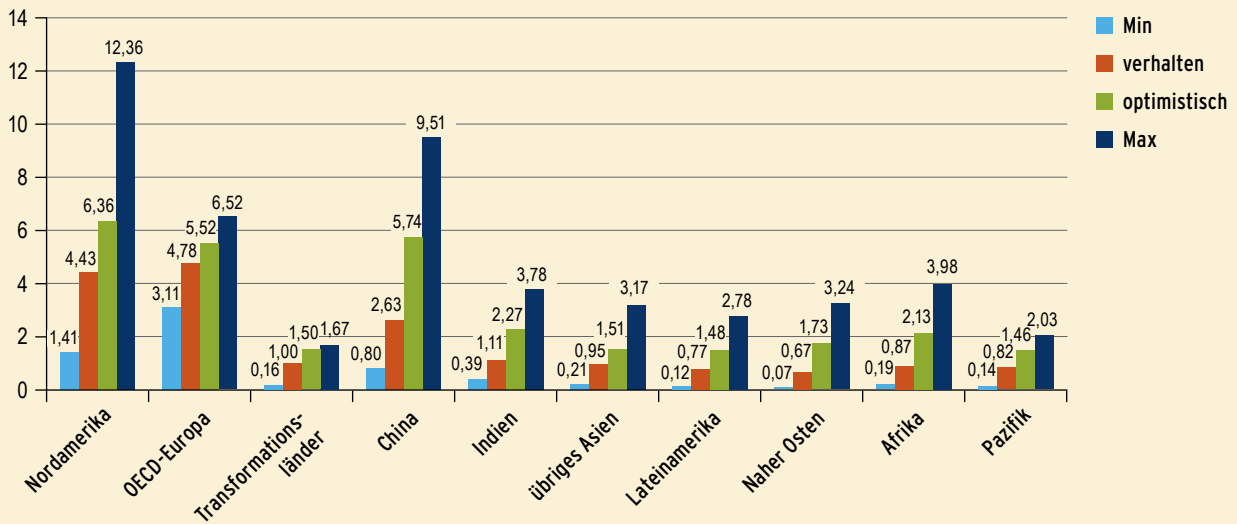
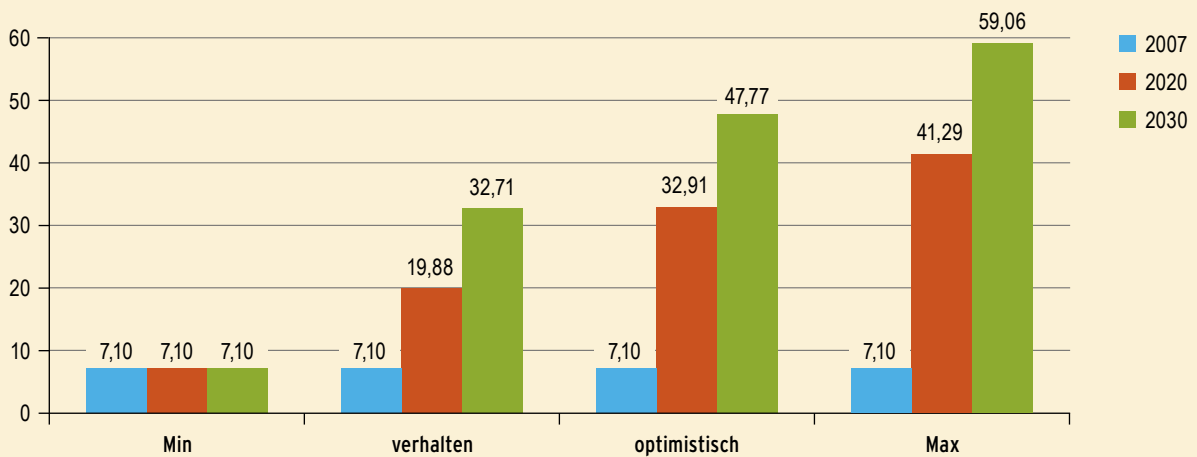


Abbildung 10: EE-Technologieexporte im Zeitablauf, in Mrd. €₂₀₀₅



7 LANGFRISTIGE ENTWICKLUNG DER BESCHÄFTIGUNG DURCH DEN AUSBAU ERNEUERBARER ENERGIEN

7.1 Bruttoentwicklung bis 2030

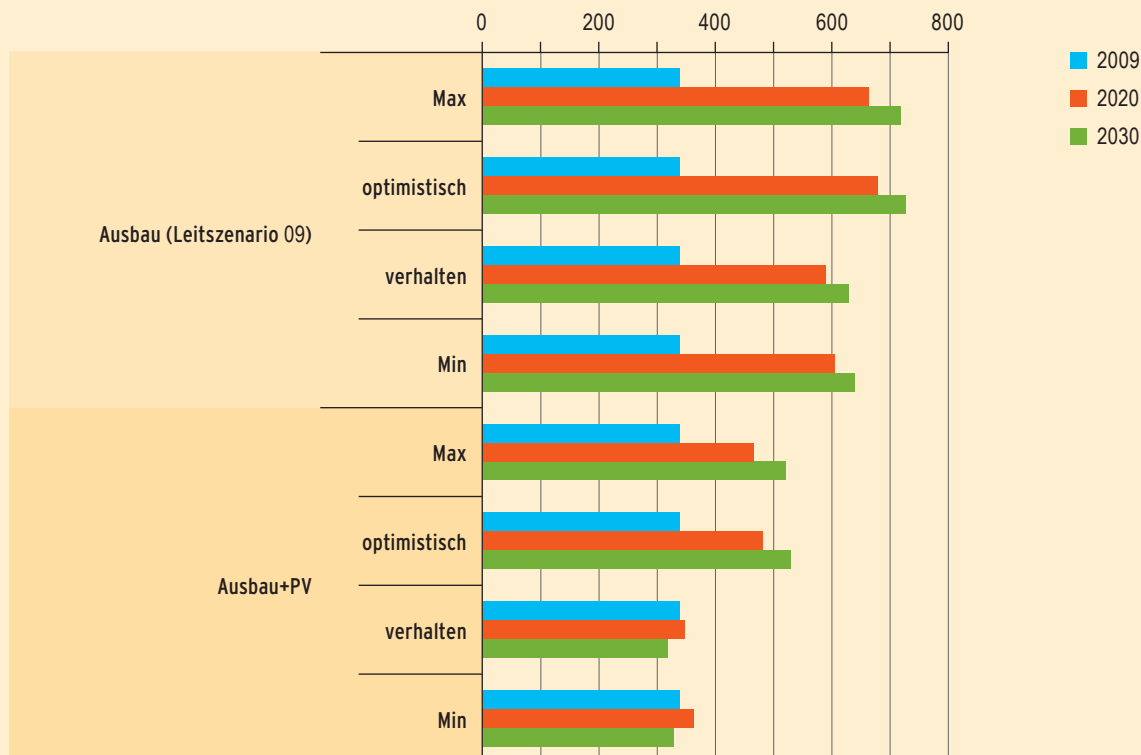
Die weltweite Nachfrage nach EE-Technologien, die sich für die deutschen EE-Unternehmen als Exportchance bewerten lässt, übt einen zunehmenden Einfluss auf die heimische Beschäftigung durch erneuerbare Energien aus. Während die inländischen Investitionen bis 2020 stark ansteigen und danach abflachen, setzt nach den verwendeten Szenariorechnungen in einigen Weltregionen der Nachfrageschub erst nach 2020 ein und gleicht diese Entwicklungen bei entsprechenden Exportannahmen aus. Die Produktion von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Inland wird sich jedoch zunehmend auf sogenannte High-Tech-Produkte konzentrieren, die in hoch automatisierten und technisierten

Fertigungsabläufen hergestellt werden. Einen Anhaltspunkt zur Entwicklung der Produktivität gibt erneut der Blick auf die maturierteren Wirtschaftsbereiche. Hier sind jährliche Produktivitätssteigerungen von 1,5 bis 2,5 Prozent je nach Wirtschaftsbereich keine Seltenheit.

Insgesamt kann die Bruttobeschäftigung bei weiterhin erfolgreicher Aktivität der EE-Unternehmen auf den Weltmärkten 2030 auf 520.000 bis 640.000 Beschäftigte steigen (Abbildung 11).

Der Anstieg der Bruttobeschäftigung ist dabei zwischen heute und 2020 am stärksten. Die Bruttobeschäftigung steigt in diesem Zeitraum von den

Abbildung 11: Beschäftigte (in 1000) unter verschiedenen heimischen Investitionspfaden und Exportszenarien beim niedrigeren Preispfad.





heutigen knapp 340.000 auf 470.000 bis 600.000 Beschäftigte an. Dies zeigt, dass der nationale und internationale Markt für EE-Technologien immer noch von einer erheblichen Dynamik gekennzeichnet ist, wengleich die rasante Verdopplung der Beschäftigung in sechs Jahren, wie sie von 2004 bis 2009 beobachtet wurde, in Zukunft nicht mehr zu erwarten ist.

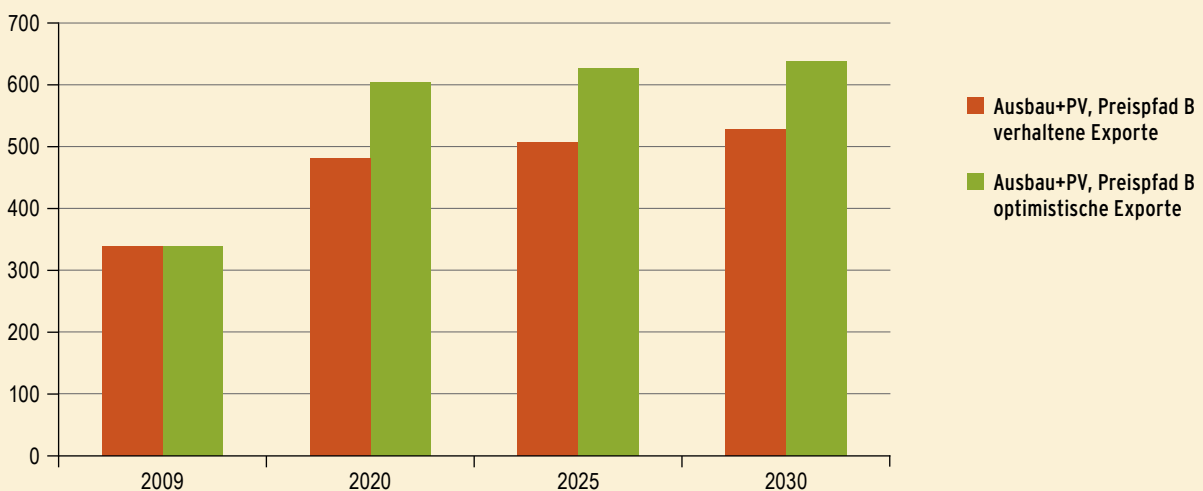
Insgesamt flachen die Zuwächse durch eine stärkere Automatisierung und allgemeine Produktivitätssteigerung in allen Bereichen ab. Auch verschieben sich die Beschäftigungszuwächse zur Produktion, da in den Bereichen Biomasse- und Biokraftstoffbereitstellung sowie im Betrieb keine Exporte erwartet werden beziehungsweise möglich sind.

Abbildung 12 vergleicht für das Szenario mit kräftigem PV-Ausbau (LZ09+PV) die Auswirkungen ver-

schiedener Exportannahmen auf die Bruttobeschäftigungsentwicklung. Es lässt sich erkennen, dass die weltweite Nachfrage nach Anlagen je nach den realisierten Exportchancen zu deutlich zusätzlicher Beschäftigung führt. Im Falle verhaltener Exportannahmen liegt die Bruttobeschäftigung 2020 bei 480.000 beziehungsweise 530.000 (2030). Optimistischere Annahmen bezüglich des Exports führen zu einer zusätzlichen Beschäftigung von weiteren 100.000 Personen, so dass die Bruttobeschäftigung 2030 über 600.000 betragen kann.

Ob und gegebenenfalls in welcher Weise diese Berechnungen zu den mittel- und langfristigen Arbeitsplatzwirkungen der EE im Licht der jüngsten Entwicklungen anzupassen sind, wird derzeit in einer Nachfolgeuntersuchung zur 2011 vorgelegten Studie überprüft.

Abbildung 12: Bruttobeschäftigungsentwicklung bis 2030



7.2 Nettobeschäftigung

7.2.1 Szenarienvergleich

Die wirtschaftlichen Auswirkungen einer Aktivität wie der Ausbau erneuerbarer Energien zeigen sich durch den Vergleich einer Simulation ohne die Aktivität oder wirtschaftspolitische Maßnahme mit den Simulationsergebnissen mit dieser Aktivität. Hierzu werden in sich schlüssige Szenarien entwickelt, die verschiedene Vorgaben zu Energiepreisen, -mengen und -verbräuchen enthalten und dadurch unterschiedliche Impulse auf die Volkswirtschaft ausüben.

Die vorliegende Studie greift, wie skizziert, über weite Strecken auf in der EE-Leitstudie 2009 (BMU 2009b) abgeleitete Szenarien zurück. Diese werden nachfolgend kurz in ihren wesentlichen Annahmen miteinander verglichen. Eine ausführlichere Zusammenfassung der Szenarien und der zugrunde gelegten Annahmen und Rahmendaten findet sich in BMU (2011a).



1. **Preisniveau fossiler Energieträger:** Der Preispfad A weist einen deutlichen Anstieg der Preise für importiertes Öl, Erdgas und importierte Steinkohle auf. Der Preispfad B unterstellt dieselbe Relation zwischen den Importpreisen dieser Energieträger, weist aber einen geringeren Anstieg auf.⁶ Das Preisniveau der fossilen Energieträger führt zu unterschiedlichen Strompreisen. Der jeweilige Preispfad beeinflusst somit die Differenzkosten der erneuerbaren Energien: Hohe fossile Energieträgerpreise verringern die Differenzkosten der erneuerbaren Energien.
2. **Ausbau der erneuerbaren Energien:** Der Zubau folgt dem Mengengerüst des Leitszenarios 2009. Ein weiteres Szenario (LZ09+PV) unterstellt, der Entwicklung folgend, einen höheren PV-Ausbau. Gegenüber dem derzeit aktuellen Leitszenario 2011 liegen die zusätzlichen Kosten des Ausbaus erneuerbarer Energien etwas niedriger (circa 2 Prozent bis 4 Prozent). Die grundsätzlichen Aussagen der Nettobetrachtung bleiben jedoch erhalten; eine detaillierte Überprüfung wird im Rahmen der derzeit laufenden Nachfolgeuntersuchung erfolgen.
3. **Exporttätigkeit der Hersteller von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien⁷:** Die Obergrenze (Maximum) ist durch konstante Handelsanteile auf stark expandierenden Weltmärkten gekennzeichnet, an der Untergrenze (Minimum) sind die Exportvolumina auf dem heutigen Niveau konstant. Ein sogenannter optimistischer und ein verhaltener Exportpfad verlaufen zwischen diesen beiden Grenzen.

An die Stelle eines Business-as-usual-Referenzlaufs, der in vielen Untersuchungen eine Entwicklung ohne weitere Maßnahmen beschreibt (vergleiche PROGNOSE/EWI/GWS (2010)), tritt in dieser Untersuchung das Null-Szenario (vergleiche auch BMU 2007).

Es beschreibt eine konsistente hypothetische Entwicklung der Energieerzeugung ohne erneuerbare Energien ab dem Jahr 2000 und umfasst den dann notwendigen Zubau fossiler Kraftwerke und Wärmeerzeuger sowie die hiermit verbundenen Investitionen. Erneuerbare Energien liefern in diesem Szenario nur einen sehr begrenzten Beitrag zu Wärme und Stromversorgung, letzterenfalls vornehmlich über die sogenannte große Wasserkraft, die bereits vor Inkrafttreten des EEG wettbewerbsfähig war.

Dem Null-Szenario mit Preisbasis A oder B wird nun eine Entwicklung mit unterschiedlichem inländischem Ausbau und verschiedenen Exportentwicklungen auf derselben Preisbasis gegenübergestellt, um die gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen verschiedener Umsatzentwicklungen aus der Differenz der Simulationsergebnisse zu ermitteln. Nettobeschäftigungseffekte lassen sich nur in einem komplexen gesamtwirtschaftlichen Modell mit hinreichender Genauigkeit bilanzieren. Für die Simulationen in dieser Studie wurde das Modell PANTA RHEI eingesetzt.

PANTA RHEI ist eine zur Analyse umweltökonomischer Fragestellungen erweiterte Version des Modells des makroökonomischen Simulations- und Prognosemodells INFORGE der GWS mbH.

Das Modell PANTA RHEI erfasst den langfristigen Strukturwandel in der wirtschaftlichen Entwicklung sowie in den 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.

6 Insgesamt liegt der Ölpreis im niedrigeren Preisszenario (B) mit 79 \$₂₀₀₅/bbl (94 \$₂₀₀₅/bbl) 2020 (2030) unterhalb der Rahmenannahmen von PROGNOSE/EWI/GWS (2010) mit 97,5 \$₂₀₀₈/bbl (110 \$₂₀₀₈/bbl).

7 Einschließlich Komponentenhersteller.

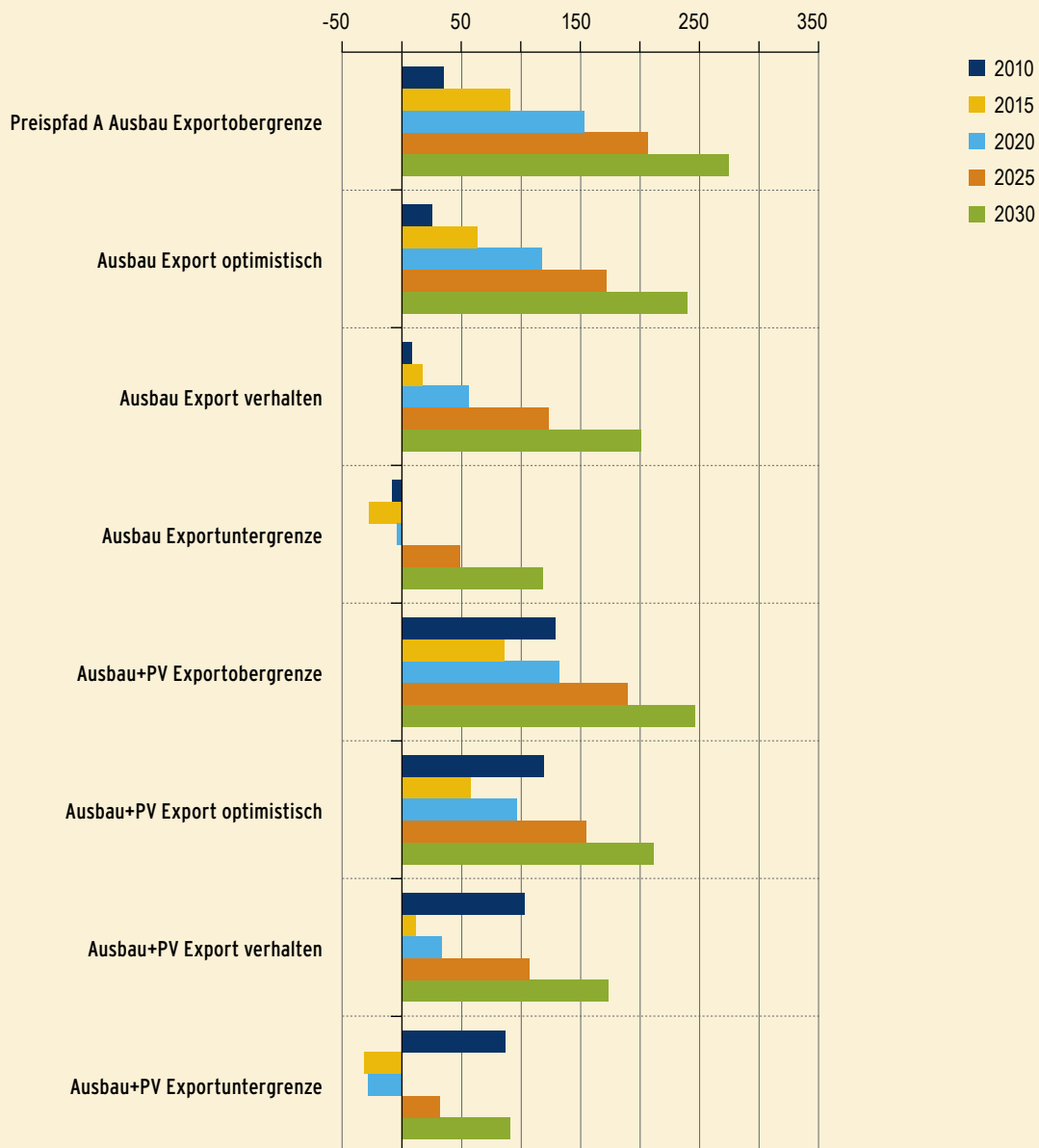
7.2.2 Nettowirkungen

Um eine Übersicht über ausgewählte Ergebnisse in allen Simulationsläufen zu gewinnen, werden in den nachfolgenden Abbildungen die Resultate für die Nettobeschäftigung im Zeitverlauf dargestellt. Es werden absolute Abweichungen gegen das Null-Szenario des entsprechenden Preispfades gezeigt. Positive Werte sind als positive Nettobeschäftigung im Vergleich zu einer Entwicklung ohne EE-Ausbau zu sehen. Negative Werte deuten an, dass die Be-

schäftigung hinter ihrem Wert ohne EE-Ausbau zurückbleibt.

Beim **Preisfad A** (Abbildung 13) führt der unterstellte Ausbau der erneuerbaren Energien in nahezu allen untersuchten Szenarien durchgehend zu positiver Nettobeschäftigung, die insbesondere ab 2020 nachhaltig ansteigt. Deutlich am niedrigsten fallen die Nettowirkungen dabei in den – hier allerdings

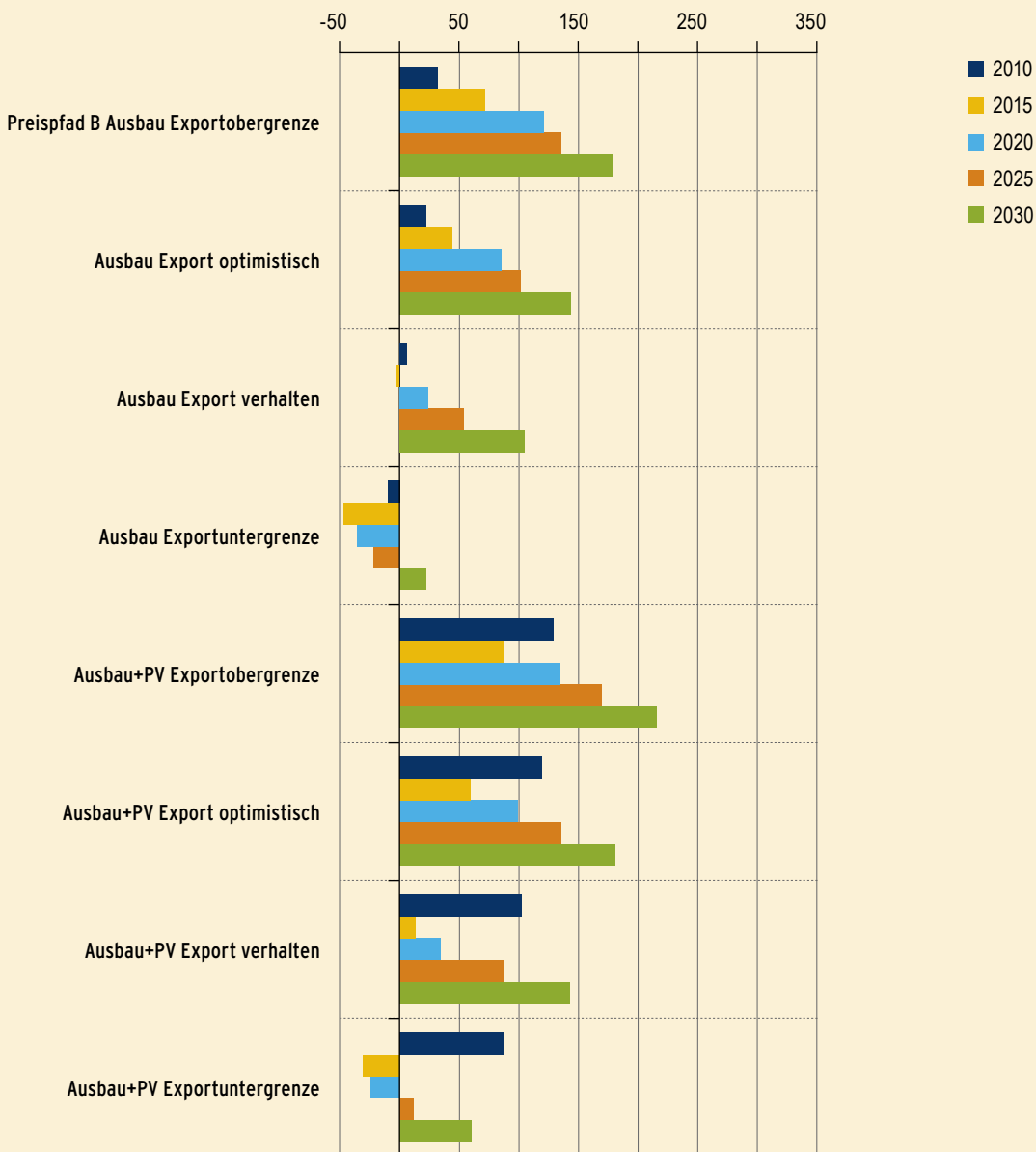
Abbildung 13: Beschäftigung in 1.000, Abweichung zum Null-Szenario beim Preisfad A



eher als eine fiktive Untergrenze angesehenen – Szenarien mit minimalem (das heißt gegenüber dem heutigen Stand konstantem) Export aus. In diesem Fall ergeben sich für zwei Ausbaupfade (Ausbau+PV) zwischenzeitlich geringfügig geringere Werte für die Beschäftigung im Vergleich zum Null-Szenario. Zum Ende des Betrachtungszeitraums ändert sich jedoch auch in diesen Fällen das Vorzeichen; die Nettobeschäftigungswirkungen werden positiv (rund 100.000 Beschäftigte).

Sehr deutlich zeigt sich in den untersuchten Szenarien dabei der Einfluss des Exports auf die heimische Beschäftigungsbilanz: Bei optimistischen Erwartungen steigt die positive Nettobeschäftigungswirkung bis 2030 auf Werte über 200.000. In Kombination mit den verhaltenen Exporterwartungen ergeben sich bis 2015 nur geringe positive Abweichungen zum Null-Szenario. Danach zeigen sich die positiven Beschäftigungseffekte des Exports.

Abbildung 14: Beschäftigung in 1.000, Abweichungen zum Null-Szenario beim Preispfad B





Beim **Preisfad B** führen die höheren Differenzkosten, die durch niedrige Preise fossiler Energieträger bestimmt werden, zu einer leichten Dämpfung der oben beschriebenen positiven Nettobeschäftigungseffekte. Das für den Preisfad A beschriebene Grundmuster bleibt dabei jedoch erhalten: Negative Nettobeschäftigungswirkungen treten zeitweise an der fiktiven Exportuntergrenze auf.

7.2.3 Nettoeffekte für die Jahre 2010 und 2011

Der Ausweis von Nettoeffekten für aktuelle Jahre ist aus methodischen Gründen und wegen der hohen Unsicherheiten im Zusammenhang mit der anhaltenden Finanz- und Eurokrise schwierig. Die genannte Untersuchung für das BMU hatte zuletzt für die Jahre 2009 und 2010 die Nettowirkungen des

2009 aktuellen EE-Ausbaus gegenüber dem Null-Szenario auf 70.000 bis 90.000 Beschäftigte geschätzt (BMU 2012a). Einige Daten für das Jahr 2011, wie die installierten Leistungen der erneuerbaren Energien, liegen zum Teil bereits als Statistik vor, andere sind Modellergebnisse. Beides lässt sich nicht ohne Weiteres zusammenführen. Ein Beispiel sind die Daten der Energiebilanz, die im Detail erst bis 2010 vorliegen. Das Energiepreinsniveau 2010 ist eher niedrig, der PV-Zubau 2011 übertrifft den Zubau von 2010. Die Auswirkungen der weltweiten Produktionsüberkapazitäten in der Photovoltaikbranche zeigen sich erst im Verlauf des Jahres 2012. Vor diesem Hintergrund ist für 2011 durch den erheblichen Ausbau dezentraler Anlagen und die deutliche Erholung der Windbranche weiterhin von einem positiven, vermutlich geringeren Nettoeffekt auszugehen. Dies wird derzeit überprüft.

8 ZUSAMMENFASSENDE BEWERTUNG

Der Vergleich der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung unter verschiedenen Ausbauszenarien mit der entsprechenden Entwicklung ohne EE-Ausbau zeigt insgesamt bislang positive Effekte auf Wachstum und Beschäftigung. Zusammenfassend lassen sich folgende Aussagen festhalten:

- Die Zahl der Beschäftigten, die mit der Herstellung von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien, mit deren Betrieb und Wartung sowie der Bereitstellung biogener Brenn- und Kraftstoffe befasst sind oder aus öffentlichen und
- gemeinnützigen Mitteln zugunsten der EE finanziert werden, beträgt im Jahr 2011 im Vergleich zur ersten systematischen Abschätzung für 2004 mit 381.600 Personen nahezu das Zweieinhalbfache.
- Regionale Auswirkungen sind durch die vielfältigen Produktionsverflechtungen der Bundesländer untereinander gekennzeichnet. Bundesländer profitieren durch bestehende Lieferstrukturen, Produktionskapazitäten und die räumliche Nähe zu Produktionsstandorten, auch wenn sie diese nicht direkt beherbergen.



- Der Ausbau erneuerbarer Energien führt bislang im überwiegenden Teil der untersuchten Szenarien zu deutlich positiven Nettobeschäftigungseffekten.
- Die Entwicklung der Exporte zeigt sich auch in dieser Untersuchung als bedeutsam für die Entwicklung der Beschäftigung. Mittlere Exportannahmen führen zu einer Nettomehrbeschäftigung von 180.000 bis 250.000 Personen im Jahre 2030.
- Die Importpreispfade für fossile Energieträger wirken sich zum einen auf das Wirtschaftswachstum insgesamt aus und zum anderen auf den Beschäftigungsimpuls des Ausbaus erneuerbarer Energien. Die ökonomische Vorteilhaftigkeit erneuerbarer Energien erhöht sich mit steigenden fossilen Brennstoffpreisen.
- Die dämpfenden Auswirkungen höherer Differenzkosten lassen sich durch Anstiege in den Exportszenarien mehr als ausgleichen. Dies ist jedoch nur der Fall, wenn die Produktionskapazitäten im selben Maße erweitert werden, damit der Inlandsmarkt nicht verstärkt über Importe gedeckt wird, was seinerseits einen dämpfenden Effekt hat.
- Ein höherer PV-Ausbau wirkt sich in den bisherigen Modellrechnungen bei einem niedrigen Preispfad für fossile Energieträger mittelfristig stärker aus als bei hohen Energiepreisen. Grund hierfür sind die dämpfenden Einflüsse der dann höheren Differenzkosten. Langfristig (bis 2030) allerdings treten diese Effekte in den Hintergrund.
- Insgesamt ist die EE-Industrie von erheblichen Produktivitätszuwächsen gekennzeichnet, die sich in Kostensenkungen, aber auch in geringerer Beschäftigung je produzierte Einheit niederschlagen. Gleichzeitig können Produktivitätsfortschritte auch die Exportchancen bei den Produktionsanlagen erhöhen – abhängig von der internationalen Wettbewerbssituation. Da inzwischen zunehmend auch ausländische Wettbewerber auf diesen Märkten auftreten, ist die gute Marktposition deutscher Unternehmen nur durch stetige Innovationstätigkeit zu halten.
- Will die deutsche EE-Branche, die derzeit einschließlich ihrer Exporte rund 13 Prozent der globalen EE-Investitionen tätigt, in ähnlichem beziehungsweise möglichst gering sinkendem Ausmaß an dem zukünftig deutlich wachsenden globalen EE-Markt teilnehmen, so muss sie ihr Augenmerk besonders auf die in den nächsten Jahrzehnten überdurchschnittlich wachsenden Regionalmärkte richten. Da der Inlandsmarkt nach dem rasanten Wachstum der letzten Jahre zukünftig mit geringeren Raten wachsen wird, sind Erfolge in diesen Märkten und die Realisierung von Exportchancen von besonderer Bedeutung für das weitere Wachstum der einheimischen EE-Branche. Diese ist durch die stabilen Rahmenbedingungen der letzten Jahre zu einer Industrie herangereift, die durch zukünftige aktive Teilhabe am Welthandel erhebliche positive gesamtwirtschaftliche Impulse entfalten kann.

9 LITERATUR

- AG Energiebilanzen (2010): Auswertungstabellen zur Energiebilanz für die Bundesrepublik Deutschland 1990 bis 2009.
- Alvarez, G.C., Merion Jara, R., Rallo Julian, J.R. (2009): Study of the Effects on Employment of Public Aid to Renewable Energy Sources. King Juan Carlos University. March 2009.
- Blankart, Ch. B., Böhringer, Ch., Breyer, T., Buchholz, W., Requate, T., Schmidt, Ch. M., v. Weizsäcker, C. Ch., Weinmann, J. (2008): Die Energie-Lüge. Cicero 12/2008.
- 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 (2007): Kratzat, M. (ZSW), Lehr, U., Nitsch, J. (DLR), Edler, D. (DIW), Lutz, C. (GWS): Erneuerbare Energien: Arbeitsplatzeffekte 2006 – Wirkungen des Ausbaus erneuerbarer Energien auf den deutschen Arbeitsmarkt – Follow up, Forschungsvorhaben im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), September 2007.
- 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., Wenzel, B.: Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau erneuerbarer Energien in Deutschland – Leitszenario 2009. Umweltpolitik, August 2009.
- 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 (2010c): 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 (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): Nitsch, J., Pregger, T., Scholz, Y., Naegler, T., Sterner, M., von Oehsen, A., Gerhardt, N., Saint-Drenan, Y., Pape, C., Wenzel, B.: Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global, „Leitstudie 2010“.

- BMU (2011d): Distelkamp, M. (GWS), Bickel, P. (ZSW), Ulrich, P. (GWS), Lehr, U. (GWS): Erneuerbar beschäftigt in den Bundesländern: Ausgewählte Fallstudien sowie Pilotmodellierung für die Windenergie an Land.
- BMU (2012a): O'Sullivan, M. (DLR), Edler, D. (DIW), Nieder, T. (ZSW), Rütter, T. (ZSW), Lehr, U. (GWS), Peter, F. (Progons): Bruttobeschäftigung durch erneuerbare Energien in Deutschland 2011 – eine erste Abschätzung, Forschungsvorhaben im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), März 2012.
- BMU (2012b): Ulrich, P., Distelkamp, M., Lehr, U. (GWS), Bickel, P. (ZSW) und Püttner, A. (ZSW): Erneuerbar beschäftigt in den Bundesländern! Bericht zur daten- und modellgestützten Abschätzung der aktuellen Bruttobeschäftigung in den Bundesländern. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Osnabrück, Stuttgart.
- BMWi (2010): Zahlen und Fakten. Energiedaten.
- Cetin, M., Egrican, N. (2011): Employment impacts of solar energy in Turkey. *Energy Policy* 39, 7184 to 7190.
- Erdmann (2008): Indirekte Kosten der EEG-Förderung. Kurzstudie im Auftrag der Wirtschaftsvereinigung Metalle. Berlin 2008.
- Frondel, M., Ritter, N., Schmidt, C. (2007): Photovoltaik: Wo viel Licht ist, ist auch viel Schatten, RWI: Positionen 18.2 vom 10. Dezember 2007.
- Frondel, M., Ritter N., Schmidt, C. M. und Vance, C. (2010), Economic Impacts from the Promotion of Renewable Energy Technologies: The German Experience. *Energy Policy* 38: 4048 to 4056.
- IEA (2008): World Energy Outlook 2008, Paris.
- IEA (2009): World Energy Outlook 2009, Paris.
- IEA (2010): World Energy Outlook 2010, Paris.
- ISI et al. (2009): Pehnt, M., Lutz, C., Seefeldt, F., Schloemann, B., Wunsch, M., Lehr, U., Lambrecht, U., Fleiter, T.: Klimaschutz, Energieeffizienz und Beschäftigung – Potenziale und volkswirtschaftliche Effekte einer ambitionierten Energieeffizienzstrategie für Deutschland, Juli 2009.
- Krewitt, W. et al. (2008): Krewitt, W., Simon, S., Pregar, T., Schmid, S., Graus, W., Blomen, E.: Energy [R]evolution – a sustainable global energy outlook, Oktober 2008.
- Lehr, U., O'Sullivan, M. (2009): Beschäftigungsstruktur im Bereich Erneuerbarer Energien. GWS Discussion Paper 2009/6, Osnabrück.
- Mathiesen, B. V., Lund, H., Karlsson, K. (2011): 100% renewable energy systems, climate mitigation and economic growth. *Applied Energy* 88, 488 to 501.
- PROGNOS, EWI, GWS (2010): Energieszenarien für ein Energiekonzept der Bundesregierung, Studie im Auftrag des Kanzleramts, Bundeswirtschaftsministeriums und des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit.
- Rutovitz, J., Atherton, A. (2009): Energy Sector Jobs to 2030: A Global Analysis. Prepared for Greenpeace International by the Institute for Sustainable Futures, University of Technology, Sydney.
- UNEP (2010): Global Trends in Green Energy 2009: New Power Capacity from Renewable Source Tops Fossil Fuels Again in US, Europe.
- Wei, M., Patadia, S., Kammen, D. M. (2010): Putting renewables and energy efficiency to work: how many jobs can the clean energy industry generate in the US? *Energy Policy* 38, 919 to 931.

„Der Staat schützt auch in Verantwortung für die künftigen Generationen die natürlichen Lebensgrundlagen ...“

Grundgesetz, Artikel 20 a

BESTELLUNG VON PUBLIKATIONEN:

Publikationsversand der Bundesregierung

Postfach 48 10 09

18132 Rostock

Tel.: 01805 / 77 80 90*

Fax: 01805 / 77 80 94*

E-Mail: publikationen@bundesregierung.de

Internet: www.bmu.de/bestellformular

(*0,14 Euro/Minute aus dem deutschen Festnetz; abweichende Preise aus den Mobilfunknetzen möglich)

Diese Publikation ist Teil der Öffentlichkeitsarbeit des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Sie wird kostenlos abgegeben und ist nicht zum Verkauf bestimmt. Gedruckt auf Recyclingpapier.