

**Forschungsvorhaben
des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie**

Makroökonomische Wirkungen und Verteilungsfragen der Energiewende

(21/15)

**Bruttobeschäftigung durch erneuerbare Energien in
Deutschland und verringerte fossile Brennstoffimporte
durch erneuerbare Energien und Energieeffizienz**

-Zulieferung für den Monitoringbericht 2015-

Stand: September 2015

Marlene O'Sullivan (DLR), Ulrike Lehr (GWS), Dietmar Edler (DIW)

1. EINLEITUNG

Die Beschäftigung durch den Ausbau erneuerbarer Energien (EE) gilt international als ein wichtiger wirtschaftlicher Erfolgsindikator der Ausbaustrategie eines Landes. Globale Abschätzungen zeigen, dass weltweit über 6 Millionen Menschen hier beschäftigt sind [IRENA 15]. Für Deutschland wird die EE-Beschäftigung seit 2004 regelmäßig abgeschätzt. Für das Jahr 2013 wurde die Beschäftigung für erneuerbare Energien in Deutschland auf gut 370.000 Personen geschätzt, eine Größenordnung, die belegt, dass erneuerbare Energien ein bedeutender Wirtschaftsfaktor für die deutsche Volkswirtschaft sind. Im Zuge der regelmäßigen Beobachtung des Ausbaus der erneuerbaren Energien und ihrer wirtschaftlichen Bedeutung hat sich gezeigt, dass die Bruttobeschäftigung in diesem Bereich von einer Vielzahl von Einflussfaktoren geprägt wird. Wichtige Treiber sind die Neuinstallationen von EE-Anlagen, die Weltmarktposition deutscher Unternehmen in unterschiedlichen Technologiebereichen, die Wettbewerbsposition auf dem heimischen Markt (Importe von Neuanlagen) sowie die Aufwendungen für Betrieb und Wartung (ergänzt durch die der Bereitstellung von Biomasse). Die seit 2004 entwickelte Methodik zur Schätzung der Bruttobeschäftigung durch den Ausbau erneuerbarer Energien berücksichtigt diese Einflussfaktoren und kann somit ein differenziertes Bild der Entwicklung der gesamten EE-Branche zeichnen.

Spätestens seit dem Jahr 2011 sind im Rahmen der Energiewende von der Politik viele weitere Ziele formuliert worden, die die Energieeffizienz ebenso betreffen, wie die alternativen Antriebe im Verkehr. Auch das Erreichen dieser Ziele unterliegt einem komplexen Geflecht von Treibern, Einflussfaktoren und deren Wechselwirkungen. Daher werden in den nächsten drei Jahren die „Makroökonomische Wirkungen und Verteilungsfragen der Energiewende“ in einem Forschungsvorhaben durch das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt, das Deutsche Institut für Wirtschaftsforschung, die Prognos AG und das Fraunhofer ISI unter Federführung der Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforchung untersucht. Ein wichtiger Aspekt dieser breit angelegten Untersuchung wird die empirische Beschreibung des aktuellen Stands der Energiewende sein; im Vordergrund stehen hier statistische Analysen am aktuellen Rand der Entwicklung sowie das Aufzeigen von Trends und Veränderungen im Vergleich mit bisherigen Entwicklungen im ex-post-Bereich. Die Ergebnisse fließen ein in den Monitoringprozess, der für die Energiewende angelegt ist.

Mit der Energiewende sind erhebliche Investitionen verbunden. Dies gilt für den Ausbau der erneuerbaren Energien im Strombereich, wo in Zukunft auch verstärkt der nationale und internationale Netzausbau zu betrachten sind, ebenso wie für die Investitionen in Energieeffizienz, hier bisher insbesondere im Gebäudebereich. Diese Investitionen führen langfristig zu Einsparungen beim Verbrauch konventioneller Energieträger und damit zu verringerten Energieträgerkosten und –importen.

Zunehmend wird in diesen Untersuchungen zusammengeführt werden, was bislang getrennt untersucht wurde. Ein Beispiel sind die umfassende Studien zu den Beschäftigungswirkungen der erneuerbaren Energien, als Brutto- und Nettogrößen sowie ex-post und ex-ante, die im letzten Jahrzehnt durchgeführt wurden [BMU 06/BMU 07/BMU 11a/BMWi 15a]. Dem steht eine aktuelle Prognosestudie (2015) gegenüber, die die Wertschöpfung und Beschäftigung der Energiewirtschaft insgesamt (in einem breiter abgegrenzten Begriff, der auf verschiedene statistische Grundlagen und Abgrenzungen zur Wertschöpfungskette zurückgreift) ermittelt. So weist auch die amtliche Statistik Beschäf-

tigungszahlen für die (konventionelle) Energiewirtschaft aus. Nicht nur an dieser Stelle ist der Bedarf der Systematisierung zwingend und dringend.

Der vorliegende Beitrag greift somit zum letzten Mal die Beschäftigung durch den Ausbau erneuerbarer Energien in der gewohnten Form auf und aktualisiert die Werte auf den Stand 2014. In den kommenden Monaten wird die Methode so weiterentwickelt, dass in veränderter Form eine konsistente Schätzung für alle Energiewendebereiche möglich ist.

Für die oben genannte Verringerung von Importen fossiler Brennstoffe gilt dasselbe. Auch hier stehen methodisch sehr unterschiedliche Größen in der Literatur nebeneinander und sind letztlich weder vergleichbar noch addierbar. Methodische Weiterentwicklungen werden in Zukunft zu einem einheitlicheren Schätzer führen.

Allein im Bereich erneuerbare Energien sind im Jahr 2014 355.400 Menschen beschäftigt. Der Ausbau der Erneuerbaren hat darüber hinaus mehr als 8 Milliarden Euro gespart, die nicht für fossile Brennstoffe ausgegeben wurden. Insgesamt führt die gestiegene Energieeffizienz seit 1995 sogar zu einer Verringerung der Importe von über 20 Milliarden Euro. Allein diese Eckgrößen geben einen Hinweis auf die gesamtwirtschaftliche Bedeutung der Energiewende. Der Blick auf die sinkende Beschäftigung der letzten Jahre zeigt jedoch auch, dass eine erfolgreiche Beteiligung deutscher Unternehmen an der weltweiten Transformation der Energiesysteme im Einzelnen und der deutschen Energiewende im Besonderen nicht zwangsläufig gegeben ist.

2. BRUTTOBESCHÄFTIGUNG DURCH ERNEUERBARE ENERGIEN IN DEUTSCHLAND IM JAHR 2014

Der Ausbau der erneuerbaren Energien ist eine wesentliche Komponente der Energiewende, deren makroökonomischen Effekte bereits seit einigen Jahren Gegenstand detaillierter Untersuchungen sind. Investitionen, Umsätze und Bruttobeschäftigung durch erneuerbare Energien in Deutschland werden seit 2004 detailliert ermittelt und zeigen damit die Entwicklung dieses vergleichsweise jungen Industriesektors auf, der in der amtlichen Statistik nicht separat ausgewiesen wird.

Im Folgenden werden die aktuellen Entwicklungen in der Branche sowie die Bruttobeschäftigung im Jahr 2014 dargestellt. Die dazu angewandte Methodik ist in vier Forschungsvorhaben des BMU und BMWi entwickelt worden und soll hier nur knapp angesprochen werden [BMU 06/BMU 07/BMU 11a/BMWi 15a].

Methodisch sind in einem ersten Schritt die Umsätze der in Deutschland produzierenden Unternehmen im Bereich der Herstellung von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien zu ermitteln, die der in Deutschland wirksamen Nachfrage aus dem In- und Ausland entsprechen. Basierend auf den 2014 in Deutschland getätigten Investitionen und Abschätzungen zur Entwicklung des Außenhandels, werden diese Umsätze differenziert nach Technologien abgeleitet. Ausgehend von den Umsätzen wird die Bruttobeschäftigung mit Hilfe des statischen offenen Mengenmodells der Input-Output-Analyse ermittelt.¹ Die Darstellung der EE-Branche erfolgt innerhalb dieses Rechensystems anhand

¹ In der aktuellen Schätzung für das Jahr 2014 wird als Ausgangspunkt die Input-Output-Tabelle 2010 des Statistischen Bundesamtes herangezogen [StaBu 14]. Die amtliche Tabelle des Statistischen Bundesamtes ist nach

eigens entwickelter technologiescharfer Vektoren, die u. a. aus den Informationen dreier Primärerhebungen in der EE-Branche mit den Basisjahren 2004, 2007 und 2012 abgeleitet sind. Relevante Eckgrößen, wie die Entwicklung der Arbeitsproduktivität der einzelnen Branchen, werden wie in den vorausgehenden Abschätzungen an die aktuelle Datenlage angepasst [BMU 06/BMU 07/BMU 08/BMU 09/BMU 10/BMU 11a/BMU 11b/BMU 12/BMU 13/BMWi 14a/BMWi 15a].

Eine vergleichbare methodische Vorgehensweise wird bei der Abschätzung der aus Betrieb und Wartung in Deutschland installierter Anlagen resultierenden Beschäftigung angewandt. Die Beschäftigung aus der Bereitstellung von biogenen Brenn- und Kraftstoffen ist in den oben erwähnten Veröffentlichungen bislang ebenfalls mit Hilfe eines Input-Output-Ansatzes ermittelt worden. In einem vereinfachten Verfahren wird im Rahmen dieser Abschätzung ein anderer Ansatz gewählt, bei dem lediglich die Beschäftigungsentwicklung für 2014 fortgeschrieben wird, nicht jedoch die Kosten oder Umsätze dieses Bereiches ermittelt werden. Hierzu werden für die Schätzung der Beschäftigung wichtige Entwicklungen im Bereich der biogenen Brenn- und Kraftstoffbereitstellung, wie die landwirtschaftlich genutzte Fläche oder die Produktionsmengen zusammen mit der Entwicklung der Arbeitsproduktivität der relevanten Wirtschaftsbereiche herangezogen, um eine Abschätzung der Entwicklung bei der Beschäftigung vorzunehmen.

Darüber hinaus entstehen Arbeitsplätze im Kontext erneuerbarer Energien durch öffentlich geförderte Forschung und Verwaltung in diesem Bereich.

INVESTITIONEN IN ERNEUERBARE ENERGIEN IN DEUTSCHLAND

Die Investitionen in Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland sind 2014 nach Angaben der AGEE-Stat erstmals seit drei Jahren wieder gestiegen. Mit 18,9 Mrd. € lagen sie 20% über dem Wert von 2013 (vgl. Abbildung 1). Diese Entwicklung ist vor allem auf den starken Ausbau der Windenergie zurückzuführen. An Land lagen die Investitionen um knapp 57% (6,9 Mrd. €) höher als 2013. Mit 4.789 MW wurden damit mehr Anlagen in Deutschland neu installiert als jemals zuvor [Windguard 15a]. Hinzu kam die Entwicklung der Windenergie offshore, die einen Zubau von Anlagen in Höhe von 1.437 MW zu verzeichnen hatte und hierfür Investitionen in Höhe von 5,4 Mrd. € erforderte.² Die Investitionen in andere EE-Technologien, sei es im Strom- oder Wärmesektor, waren 2014 hingegen rückläufig. Im Bereich der Photovoltaik sanken die Investitionen um etwa 45% auf 2,32 Mrd. €, wobei die neu installierte Leistung um etwa 43% auf 1.899 MW sank. Demnach hat sich der Rückgang der Preise im Vergleich zu 2013 erneut verlangsamt, was auf einen sich stabilisierenden Pfad der Preisentwicklung hindeutet. Im Bereich der Solarthermie sind die Installationen und damit auch die Investitionen erneut rückläufig gewesen und lagen mit 900 Tsd. qm bzw. 780 Mio. € knapp

der Wirtschaftszweigsystematik WZ 2008 gegliedert, die eine deutlich differenziertere Betrachtung wichtiger Dienstleistungsbereiche ermöglicht, während einige Industriebereiche im Vergleich zur alten WZ 2003 zusammengefasst dargestellt werden. Insgesamt umfasst die amtliche Tabelle nach WZ 2008 73 Produktionsbereiche. Zwischenzeitlich wurde vom Statistischen Bundesamt eine Input-Output-Tabelle für das Jahr 2010 veröffentlicht, die die letzte Revision der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen berücksichtigt [StaBu 15]. Auf die Nutzung dieser Tabelle wurde verzichtet, um eine bessere Vergleichbarkeit der Ergebnisse mit den Vorjahren zu gewährleisten. Im August 2015 wurde eine Tabelle für das Jahr 2011 (nach Revision) vorläufig veröffentlicht [StaBu 15a], die nicht genutzt werden konnte, weil sie noch keine Angaben zu Beschäftigten enthielt.

² Die Investitionen werden in dieser Herangehensweise dann ausgewiesen, wenn die Anlagen installiert sind. Der Netzanschluss ist hier nicht ausschlaggebend.

12% unter dem Wert des Vorjahres. Die Investitionen im Bereich der Biomasse waren beinahe in allen Bereichen rückläufig. Im Bereich der Biomasseverstromung lagen die Investitionen mit 1,3 Mrd. € etwa 8% unter dem Vorjahreswert. Bei den Anlagen zur Nutzung von Wärme aus Biomasse wurden um 10% geringere Investitionen (1,09 Mrd. €) verzeichnet als 2013. Lediglich im Bereich der Hackschnitzelheizungen konnte ein Anstieg der Installationen festgestellt werden. Im Bereich der Geothermie und Umweltwärme lagen die Investitionen in Summe um knapp 5% unter dem Vorjahreswert, wobei dieser Rückgang im Wesentlichen auf die Entwicklung der Tiefengeothermie zurückzuführen ist (70 Mio. €). Die oberflächennahe Geothermie, die auch die Umweltwärme einbezieht, hatte nur einen leichten Rückgang der Investitionen zu verzeichnen (940 Mio. €), wobei der Trend zu einem höheren Anteil der Luft-Wasser-Wärmepumpen an den neu installierten Anlagen weiterhin zu beobachten ist. Die Investitionen in Anlagen zur Nutzung der Wasserkraft lagen 2014 bei 110 Mio. €, was einem Rückgang von 58% im Vergleich zum Vorjahr entspricht.

Investitionen in die Errichtung von Erneuerbare-Energien-Anlagen in Deutschland

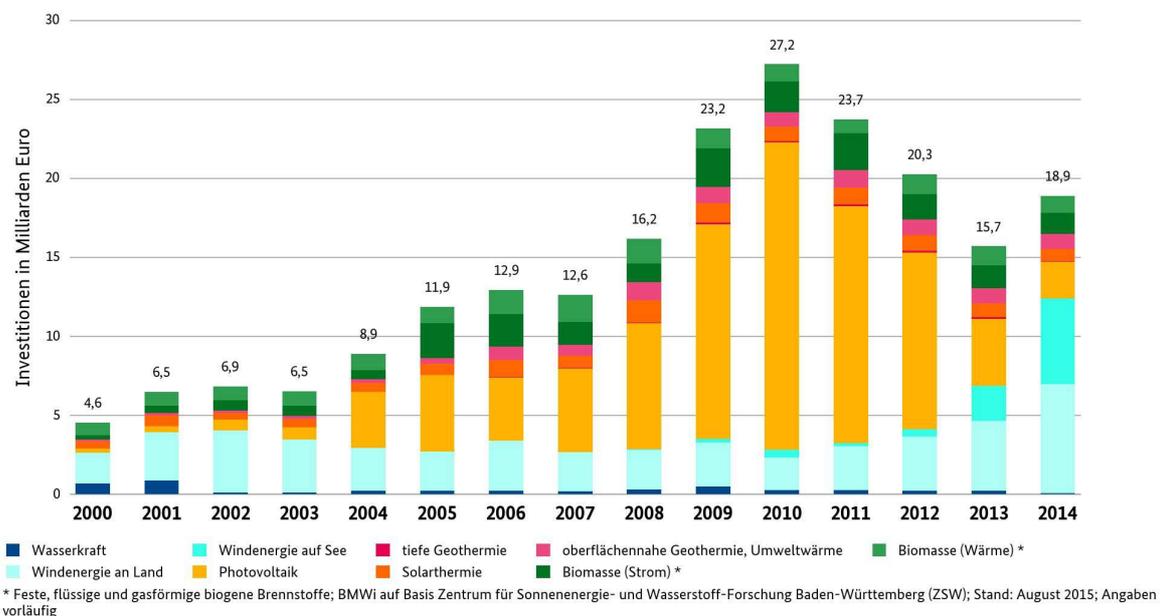


Abbildung 1: Investitionen in Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland [BMWi 15b].³

³ Die hier aufgeführten Investitionen stimmen nicht mit den Investitionen überein, auf deren Basis die Umsätze und Beschäftigten der vergangenen Jahre ermittelt wurden. Dies rührt daher, dass die Investitionen regelmäßig gemäß der neusten Erkenntnisse der AGEE-Stat rückwirkend angepasst werden. Dies ist bei einem Vergleich der im Folgenden dargestellten Ergebnisse zu berücksichtigen.

BESCHÄFTIGUNGSRELEVANTE NACHFRAGE IM BEREICH ERNEUERBARER ENERGIEN IN DEUTSCHLAND

Nicht alle Investitionen, die in Deutschland getätigt werden, werden auch durch inländische Produktion gedeckt. Ebenso gibt es im Ausland Investitionen, die durch Produkte aus anderen Ländern wie Deutschland bedient werden. Für die Ermittlung der beschäftigungsrelevanten Nachfrage im Bereich erneuerbarer Energien in Deutschland muss daher der Außenhandel von Gütern und Waren in die Untersuchung einbezogen werden, so dass jeweils die im Inland wirksame Nachfrage abgeschätzt wird. Im Bereich des Anlagenbaus wird die beschäftigungsrelevante (im Inland wirksame) Nachfrage auch als der Umsatz mit Anlagen und Komponenten zur Nutzung erneuerbarer Energien bezeichnet. Hinzu kommen die (im Inland wirksame) Nachfrage für Betrieb und Wartung sowie Mittel, mit denen die öffentlich geförderte Forschung finanziert wird.

Der Umsatz mit Anlagen und Komponenten der in Deutschland produzierenden Hersteller lag 2014 nach einer ersten Schätzung bei etwa 21,83 Mrd. € (vgl. Abbildung 2). Für 2013 konnten noch 22,7 Mrd. € ermittelt werden. Damit kann von einem Rückgang des Umsatzes deutscher Unternehmen um knapp 4% ausgegangen werden. Die Ursachen für die Entwicklungen – besonders auch vor dem Hintergrund der jeweiligen Investitionen – werden im Folgenden ausführlich erläutert.

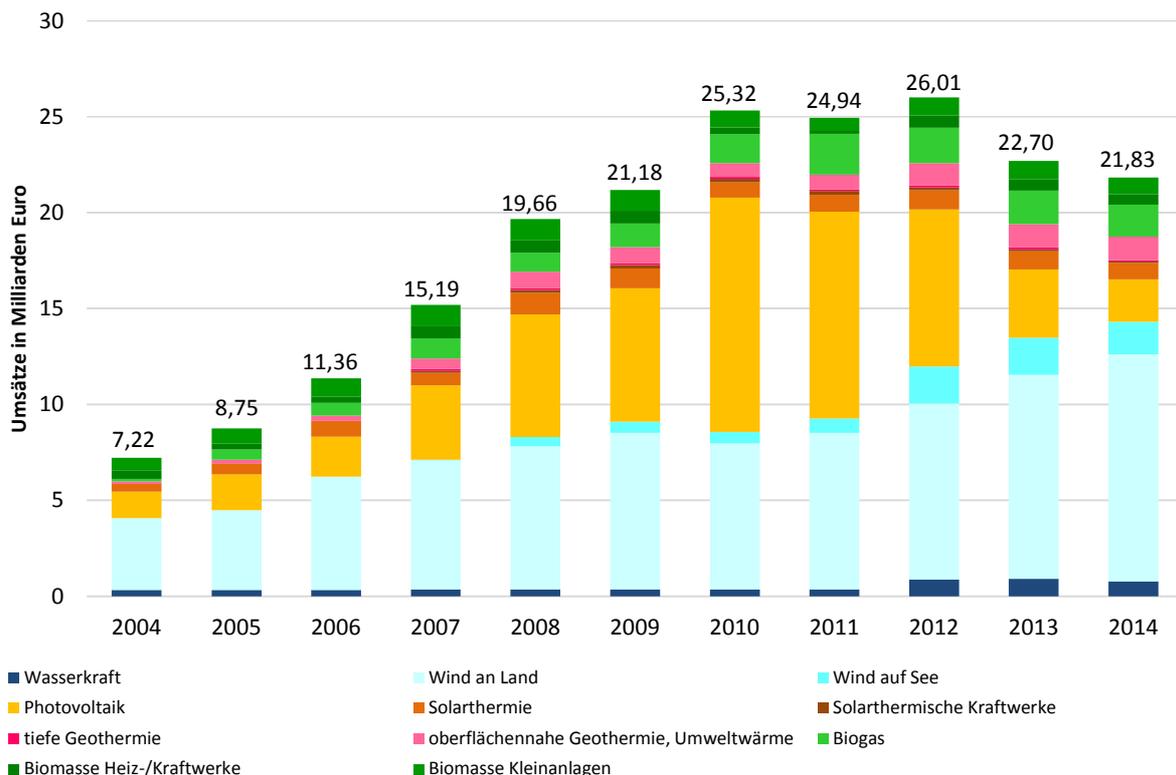


Abbildung 2: Umsatz in Deutschland ansässiger Hersteller von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien inklusive der Exporte in Deutschland ansässiger Komponentenhersteller.

Der Umsatz der **Windenergie an Land** lag 2014 bei etwa 11,82 Mrd. € und damit 11% höher als im Vorjahr. Wesentlicher Treiber dieser Entwicklung war die inländische Nachfrage, wobei die Umsatz-

steigerung deutlich hinter dem Anstieg der Investitionen in Deutschland zurückblieb. Hintergrund ist hier die Exportentwicklung. Während weltweit mit 51,47 GW 45% mehr an Windenergieleistung neu hinzukamen als im Vorjahr und damit gleichzeitig ein neuer Rekord zu verzeichnen war, lag der Zubau in Europa ohne den deutschen Markt knapp 14% unter dem Wert von 2013 [GWEC 15]. Ein Hinweis darauf, dass diese Entwicklung sich auf das deutsche Exportgeschehen auswirkte, bietet die Außenhandelsstatistik. Demnach lag der Warenwert der Exporte von windgetriebenen Stromerzeugungsgregaten um 22% unter dem des Vorjahres [StaBu 15b]. Eine weitere Möglichkeit für das geringere Auslandsgeschäft besteht darin, dass einzelne Unternehmen möglicher Weise an die Grenze ihrer in Deutschland verfügbaren Produktionskapazität gestoßen sind. Diese Vermutung wird durch den Ausbau von Produktionskapazitäten in Deutschland gestützt [IWR 14/IWR 15].

Die positive Entwicklung der Investitionen im Bereich der **Windenergie auf See** konnten die Unternehmen an ihren deutschen Produktionsstandorten 2014 nicht für sich nutzen. Ihr Umsatz lag mit 1,71 Mrd. € etwa 11% unter dem Vorjahreswert⁴. Grund hierfür ist, dass deutsche Produktionsstandorte bei den Projekten, die 2014 maßgeblich vorangetrieben wurden, nur in vergleichsweise geringem Umfang beteiligt waren. Als ein Beispiel sei die dominante Rolle von Siemens aufgeführt. Das im Segment Wind offshore überwiegend in Dänemark produzierende Unternehmen hat 2014 89% der in deutschen Gewässern neu installierten Windenergieanlagen geliefert [WindGuard 15b]. Hinzu kommt, dass auch die Installation dieser Anlagen weitestgehend von Dänemark aus erfolgt.

Den größten Umsatzrückgang musste die Solarbranche hinnehmen. Im Bereich der **Photovoltaik** sank dieser um etwa 38% auf 2,21 Mrd. €. Dabei war vor allem im Bereich der Planung und Installation der Rückgang des deutschen Marktes deutlich bemerkbar. Insgesamt sank der Umsatz jedoch nicht im selben Maße wie die Investitionen, was vor allem auf eine Erhöhung der Anteile des Auslandsgeschäfts am Umsatz der Unternehmen zurückzuführen ist. Weltweit wurde 2014 mit knapp über 40 GW mehr Photovoltaik Leistung installiert als jemals zuvor. Die Verschiebung der Relevanz einzelner Märkte ist dabei jedoch weiterhin zu beobachten. In Europa, dem vormals dominierenden Markt, gab es erneut einen Rückgang der neu installierten Leistung auf 6,95 GW zu verzeichnen. Ohne den deutschen Markt lag der Zubau bei knapp über 5 GW was einem Rückgang von 28% entspricht [EPIA 15]. Es ist davon auszugehen, dass diese Entwicklung auch negative Auswirkungen auf den Export deutscher Produkte hatte. Diese These wird auch durch die Daten der Außenhandelsstatistik gestützt, deren Daten zu lichtempfindlichen Halbleiterbauelementen jedoch nicht ausschließlich PV-Produkte einschließt [StaBu 15c].

In der **Solarthermie**-Branche lag der Umsatz 2014 bei etwa 0,86 Mrd. €. Dies entspricht einer Verringerung um knapp 9% im Vergleich zum Vorjahr, die jedoch geringer ausfällt als bei der Investitionsentwicklung zu beobachten war. Auch hier wird davon ausgegangen, dass es zu einer Stärkung des Exportanteils am Umsatz gekommen ist. Grund für diese Annahme sind insbesondere die Installationen auf dem europäischen Markt. Hier wurde zwar ebenfalls ein Marktrückgang beobachtet, dieser lag mit 1,5% jedoch deutlich unter dem Rückgang, der in Deutschland zu verzeichnen war [ESTIF 15].

Ein weiterer Teil der Solarbranche ist der Bereich der **Solarthermischen Kraftwerke**. Dieser war in Deutschland bereits in den vergangenen Jahren durch Firmenaustritte und Insolvenzen gezeichnet und auch 2014 ist dieser Trend weiter zu beobachten gewesen. Hier sei insbesondere die Entwick-

⁴ Der Umsatz der Unternehmen bezieht sich hier nicht direkt auf die in Abbildung 1 dargestellten Investitionen. Die Ermittlung erfolgt anhand des Projektfortschritts und schlägt sich nicht erst im Jahr der vollständigen Installation nieder.

lung bei Schott Solar erwähnt, das die Produktion seiner Receiver am Standort Deutschland eingestellt hat [Schott 14]. Es wird daher angenommen, dass der Umsatz der Branche in Deutschland um 39% auf 60 Mio. € zurückgegangen ist.

In der Sparte der **Wasserkraft** lag der Umsatz 2014 mit 0,78 Mrd. € etwa 14% unter dem Wert von 2013. Es wird dabei angenommen, dass auch die Unternehmen der Wasserkraft-Sparte den deutlichen Rückgang der inländischen Investitionen zum Teil mit ihren Auslandsaktivitäten auffangen konnten, was insbesondere auf die große Wasserkraft zutrifft.

Im Bereich der **Geothermie und Umweltwärme** sind die Umsätze 2014 um 3% im Vergleich zum Vorjahr auf 1,24 Mrd. € gestiegen. Dies liegt zum einen daran, dass die für die Ermittlung des Umsatzes verwendeten vorläufigen Investitionsangaben für 2013 niedriger waren, als die in Abbildung 1 ausgewiesenen endgültigen Zahlen, zum anderen aber auch an der positiven Entwicklung des europäischen Marktes. Hier konnte ein Anstieg des Marktes um 3% beobachtet werden [EHPA 15], bei dem davon ausgegangen wird, dass auch die deutschen Hersteller davon profitieren konnten.

Im Bereich der **tiefen Geothermie** wird von einem Umsatz in Höhe von knapp 80 Mio. € ausgegangen, was die Entwicklung der inländischen Investitionen widerspiegelt.

Im **Biogas**bereich wurde erneut ein Rückgang der Umsätze um 6% auf 1,64 Mrd. € ermittelt. Diese Entwicklung wird zum einen durch sinkende inländische Investitionen getrieben, zum anderen wird sie durch ein relativ konstantes Auslandsgeschäft gestützt.

Im Bereich der **Biomassekleinanlagen**⁵ lagen die Umsätze mit 0,87 Mrd. € etwa 9% unter denen des Vorjahres. Dies spiegelt im Wesentlichen die Entwicklung der Investitionen wieder, die 2014 um 10% geringer ausfielen als im Vorjahreszeitraum.

Der Umsatz von **Biomasseheiz-/kraftwerke** lagen 2014 um etwa 5% niedriger als im Vorjahr bei 0,56 Mrd. €. Damit wird angenommen, dass die deutliche Reduzierung der inländischen Investitionen weitestgehend durch das Auslandsgeschäft aufgefangen wurde. Diese Annahme basiert auf Erkenntnissen die in früheren Studien gewonnen werden konnten [BMWi 15a]. Sie lassen den Schluss zu, dass die meist global agierenden Akteure dieses Sektors die Auslastung ihrer Produktionslinien weltweit optimieren, wodurch die Schwankungen der Nachfrage nicht nur von einem einzelnen Markt getrieben werden.

Die Beschäftigung, die 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 Anlagenbestandes errechnen lassen [BMWi 15a]. Mit wachsendem Anlagenbestand gewinnt dieser Bereich damit zunehmend an Relevanz. 2014 stiegen die Betriebskosten für Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien um über 10% auf 6,48 Mrd. €.

Die Mittel, mit denen die öffentlich geförderte **Forschung** im Bereich erneuerbarer Energien 2014 finanziert wurde, beliefen sich auf etwa 530 Mrd. €. Diese lagen damit etwa 3% niedriger als im Vorjahr. Mit 76% wird der Großteil dieser Mittel durch die Bundesregierung bereitgestellt. Etwa 17% entfallen auf die Länder und der Rest auf die Förderung der EU sowie Stiftungen.

⁵ Zur Abgrenzung der verschiedenen Technologien vgl. [BMU11a].

ENTWICKLUNG DER BRUTTOBESCHÄFTIGUNG DURCH ERNEUERBARE ENERGIEN IN DEUTSCHLAND

Die Bruttobeschäftigung durch erneuerbare Energien in Deutschland belief sich 2014 insgesamt auf rund 355.400 Personen und lag damit etwa 4% unter dem Vorjahreswert (vgl. Tabelle 1). Der größte Anteil dieser Arbeitsplätze ist mit 60% auch weiterhin im Bereich des Anlagenneubaus zu verorten. Die Beschäftigung in Betrieb und Wartung der Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien umfasst 2014 etwa 19%, womit die Relevanz dieses Bereichs weiterhin zunimmt. Die Beschäftigung im Bereich der biogenen Brenn- und Kraftstoffbereitstellung lag 2014 wie bereits im Vorjahr bei etwa 18%. Weitere 2% der entfallen darüber hinaus auf die öffentlich geförderte Forschung und Verwaltung. Auf den **Export** von Anlagen, Komponenten, Biomasse und Biokraftstoffen entfielen in Summe rund 95.800 Personen bzw. 27% der Beschäftigung.

Der Rückgang der gesamten EE-Beschäftigung ist auf verschiedene Bereiche zurückzuführen. Die größte Verringerung ist im Anlagenneubau zu beobachten gewesen. Mit 213.600 Personen fiel die Beschäftigung hier um 7% geringer aus als 2013⁶. Im Bereich der Bereitstellung biogener Brenn-/Kraftstoffe kam es zu einem Rückgang um knapp 6% auf 64.900 Personen. Der öffentlich geförderten Forschung/ Verwaltung im EE-Bereich können 2014 8.000 Personen zugewiesen werden, was einem Rückgang von knapp 4% gegenüber 2013 entspricht. Lediglich im Bereich des Betriebs sowie der Wartung von EE-Anlagen kam es zu einer Beschäftigungssteigerung um knapp 9% auf 68.900 Personen.

Die Bruttobeschäftigung aus den **Aktivitäten der Wirtschaft** im Bereich erneuerbarer Energien belief sich im Jahr 2014 insgesamt auf rund 347.400 Personen. Dies entspricht gegenüber 2013 (rd. 363.100 Personen) einem Rückgang um 4%. Nimmt man eine Zurechnung dieser Beschäftigten auf die jeweilige Nutzungsform vor, entfallen 74% (257.000 Personen) auf die Installation sowie die Nutzung von Anlagen zur **Stromerzeugung**. Etwa 19% (67.300 Personen) können Anlagen zur **Wärmeerzeugung** zugeordnet werden und die restlichen 7% der Biokraftstofferzeugung.⁷ Damit ist die Verteilung der Beschäftigten auf die verschiedenen Sektoren des Energiesystems anteilmäßig identisch mit der Verteilung des Jahres 2013 [BMWi 14a].

⁶ Die Differenz zu dem Umsatzrückgang von 4% kann durch die Berücksichtigung der Arbeitsproduktivitätssteigerung erklärt werden kann, die durch das Statistische Bundesamt jährlich für verschiedene Wirtschaftsbereiche veröffentlicht wird [StaBu 15d].

⁷ Eine Darstellung der Herangehensweise zur Differenzierung der Bereiche ist in [BMU 11a] dokumentiert.

Tabelle 1: Beschäftigung durch erneuerbare Energien in Deutschland 2014

	Beschäftigung durch Investitionen (einschl. Export)	Beschäftigung durch Wartung & Betrieb	Beschäftigung durch Brenn-/ Kraftstoffbereitstellung	Beschäftigung gesamt 2014	Beschäftigung gesamt 2013
Wind onshore	109.700	20.800		130.500	119.000
Wind offshore	15.400	3.300		18.700	18.800
Photovoltaik	27.200	11.100		38.300	56.000
Solarthermie	9.000	1.300		10.300	11.400
Solarthermische Kraftwerke	700			700	1.100
Wasserkraft	7.000	4.800		11.800	13.100
Tiefengeothermie	800	300		1.100	1.500
oberflächennahe Geothermie	13.400	2.700		16.100	15.800
Biogas	15.700	11.700 ⁸	20.900 ⁸	48.300	49.200
Biomasse Kleinanlagen	9.100	4.000	12.300	25.400	28.600
Biomasse Heiz-/ Kraftwerke	5.600	8.900	8.600	23.100	23.000
Biokraftstoffe			23.100	23.100	25.600
Summe	213.600	68.900	64.900	347.400	363.100
Öffentlich geförderte Forschung/Verwaltung				8.000	8.300
Summe				355.400	371.400

Die Hintergründe für die Entwicklung in den verschiedenen Technologien sind bei der Darstellung der Entwicklung der beschäftigungsrelevanten Mittel im EE-Bereich bereits angesprochen worden. Daher soll hier lediglich die Entwicklung der Beschäftigung im Bereich der biogenen Brenn- und Kraftstoffbereitstellung genauer betrachtet werden, die bislang nicht beschrieben wurde.

Die **Brennstoffbereitstellung** im **Biogasbereich** beschränkt sich im Wesentlichen auf die Bereitstellung nachwachsender Rohstoffe.⁹ Die Abschätzung der Entwicklung der Beschäftigung wird daher

⁸ Der Betrieb der Anlagen zur stationären Nutzung flüssiger Biomasse sowie die Bereitstellung des Brennstoffs werden dem Biogasbereich zugerechnet. Auf Grund der Tatsache, dass diese Technologie bereits seit einigen Jahren keine Investitionen verzeichnet hat, eine Förderung nicht absehbar ist und die bestehenden Anlagen eine sehr geringe Rolle in der Energiebilanz spielen, wurde diese Vereinfachung eingeführt.

anhand der Entwicklung der Landnutzung für diesen Bereich vorgenommen. Hierfür wird auf Informationen bezüglich des Flächenverbrauchs für den Anbau von Energiepflanzen im Biogassektor zurückgegriffen. Dieser lag 2014 voraussichtlich bei 1.268.000 ha [FNR 15], wobei die Fläche, die für die Berechnung der Beschäftigung 2013 angesetzt wurde um knapp 10% geringer ausfiel (1.157.000 ha) [FNR 14].¹⁰ Nach Berücksichtigung der Arbeitsproduktivitätssteigerung lag die Beschäftigung dieses Bereichs mit 20.800 Personen insgesamt 3% über dem Vorjahreswert.

Die Bereitstellung von **Biomassebrennstoffen** für **Kleinanlagen** ist mit den Produkten Hackschnitzel, Pellets, Holzbriketts und Brennholz recht vielseitig. Was die Entwicklung dieser Bereiche betrifft, so ist die Beschäftigungsentwicklung zum einen anhand der Entwicklung der Primärenergie vorgenommen worden, zum anderen wurde die Entwicklung der deutschen Pelletproduktion berücksichtigt, die um 7% auf 2.100.000 t gegenüber dem Vorjahr gesunken ist [DEPV 15]. Darüber hinaus wurden die spezifischen Arbeitsproduktivität der relevanten Sektoren berücksichtigt. Insgesamt lag die Beschäftigung dieses Bereiches damit mit 12.300 Personen 16% unter dem Wert des Jahres 2013.

Die Beschäftigung der Bereitstellung von **Biomassebrennstoffen** für den Bereich der **Heiz-/ Kraftwerke** ist ebenfalls anhand der Entwicklung der Primärenergie vorgenommen worden. Hierzu wurden die Daten für 2014 verwendet, die mit den Inputdaten bei der Ermittlung der Beschäftigten des Jahres 2013 korrespondieren [BMWi 15b].¹¹ Insgesamt lag die Beschäftigung 2014 damit mit 8.600 Personen 2% über dem Wert des Vorjahres.

Im Segment der **Biokraftstoffbereitstellung** ist die Beschäftigung für die Produkte Biodiesel, Bioethanol und Pflanzenöl individuell abgeschätzt worden. Die Menge an Rapsöl, die an Hersteller von Treibstoffen aus deutscher Produktion verkauft wurde, lag 11% über dem Vorjahreswert [BLE 15]. Die in Deutschland produzierte Menge von Biodiesel wurde anhand des inländischen Absatzes [BMWi 15b] sowie der Außenhandelsdaten [AMI 15] abgeleitet und lag mit 3.429 Tsd. t etwa 7% über der Produktion 2013. Die Produktion von Bioethanol stieg im selben Zeitraum um 8% auf 726.881 t [BDBe 15]. Die Anbaufläche für Rapsöl zur Produktion von Biodiesel und Pflanzenöl sowie diejenige zum Anbau von Pflanzen für Bioethanol sind hingegen jeweils um etwa 16% geringer ausgefallen als 2013 [FNR 15, FNR 14].¹² Da der Anbau dieser Rohstoffe jedoch einen besonders hohen Anteil an der Wertschöpfung der Biokraftstoffherstellung hat, ist die Beschäftigungsentwicklung der Biokraftstoffbereitstellung in Summe negativ verlaufen und lag mit 23.100 Personen knapp 10% unter dem Vorjahreswert.

Insgesamt lag die Beschäftigung der biogenen Brenn- und Kraftstoffbereitstellung damit, wie bereits erwähnt, mit 64.900 Personen 6% unter dem Vorjahreswert.

⁹ Der Anteil der Bereitstellung von Pflanzenöl für die Verwendung in stationären Anlagen zur Nutzung flüssiger Biomasse ist sehr gering und wird analog zu der Beschreibung der Pflanzenölbereitstellung im Kraftstoffsektor ermittelt.

¹⁰ Nach neusten Erkenntnissen lag die tatsächlich Flächennutzung bei etwa 1.250.000 ha [FNR 15]. Bei genauem Vergleich der alten und neuen Daten der FNR ist der Unterschied der absoluten Fläche, die 2013 für Energiepflanzen zur Verfügung stand, vergleichsweise gering. Es scheint jedoch neue Erkenntnisse bezüglich der Verteilung der Fläche auf die verschiedenen Einsatzbereiche zu geben. Anscheinend ist demnach der Flächeneinsatz für Biogas in den alten Daten unterschätzt, der für Biodiesel/Pflanzenöl und Bioethanol jedoch überschätzt worden.

¹¹ Der kürzlich neu hinzugekommen EE Endenergieverbrauch „biogener Feststoffe (GHD)“ wurde dabei nicht mit einbezogen. Hierzu ist eine genauere methodische Betrachtung erforderlich.

¹² Siehe auch Fußnote 10.

Nimmt man eine etwas gröbere Aufteilung der gesamten EE-Beschäftigung auf verschiedene Sparten vor, so wird deutlich, dass die Windenergie mit 42% (149.200 Personen) den größten Anteil stellt. Die Biomasse steht mit 34% (119.900 Personen) an zweiter Stelle, gefolgt von der Solarenergie mit nur noch 14% (49.300 Personen), der Geothermie mit 5% (17.200 Personen) und der Wasserkraft mit 3% (11.800 Personen). Die Beschäftigung der öffentlich geförderten Forschung und Verwaltung trägt mit 2% (8.000 Personen) zum Gesamtergebnis bei (vgl. Abbildung 3).

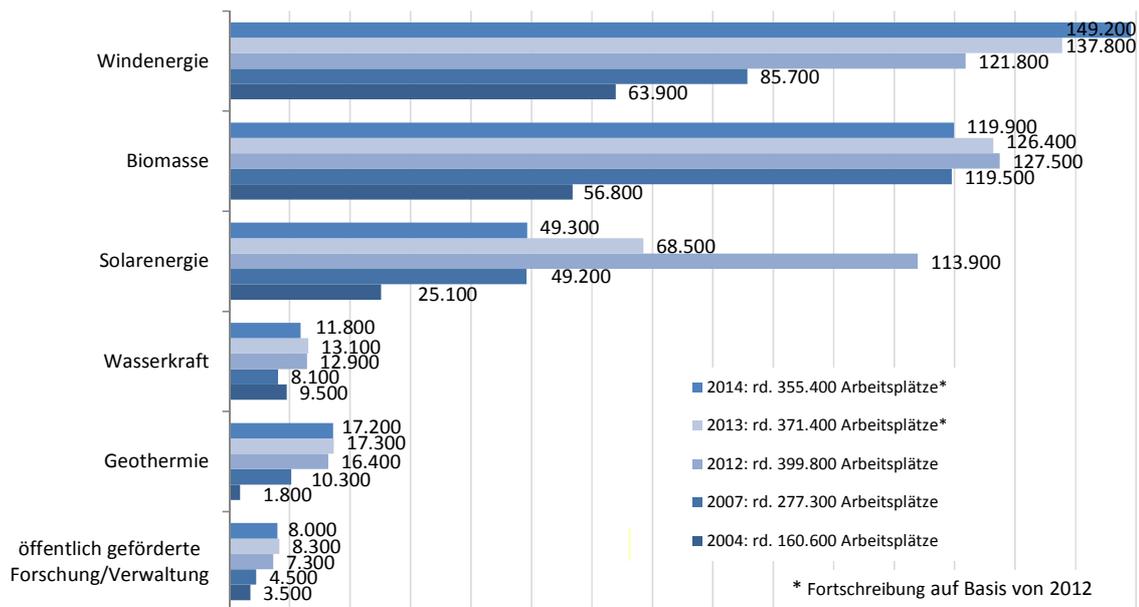


Abbildung 3: Entwicklung der Bruttobeschäftigung durch erneuerbare Energien in Deutschland

Betrachtet man die Entwicklung der EE-Beschäftigten im zeitlichen Verlauf, so sei darauf hingewiesen, dass den Schätzungen unterschiedliche Verfahren zugrunde liegen. Die Berechnungen der Beschäftigten der Jahre 2004, 2007 und 2012 (im Folgenden als Basisjahre bezeichnet) basieren auf einer breit angelegten Unternehmensbefragung. Alle anderen Jahre sind aufbauend auf der jeweils aktuellsten Befragung und unter Berücksichtigung aller verfügbaren Informationen der Entwicklung der EE-Branche fortgeschrieben worden. Je weiter das jeweilige Basisjahr mit der Unternehmensbefragung zurückliegt, desto wahrscheinlicher ist es damit, dass die Werte von denen auf der nächsten Befragung basierenden abweichen. Aus diesem Grund kann es zwischen den Ergebnissen der Basisjahre und denen der vorhergehenden Jahre zu Sprüngen kommen, die nicht der tatsächlichen Entwicklung entsprechen. In Abbildung 4 wird erstmals die gesamte Zeitreihe der EE-Beschäftigungsentwicklung seit 2004 dargestellt. Es wird dabei deutlich, dass die Beschäftigung in den Jahren zwischen 2004 und 2012 angestiegen ist und in den letzten zwei Jahren rückläufig war. Ob dieser Umbruch jedoch tatsächlich erst 2013 oder nicht vielleicht bereits 2012 – dem Basisjahr einer erneuten Erhebung - stattgefunden hat, kann nicht mit absoluter Gewissheit gesagt werden. Tatsache ist, dass eine erste Fortschreibung des Jahres 2012, die vor den Ergebnissen der Unternehmensbefragung und auf Basis von vorläufigen Investitionen gerechnet wurde, zu dem Schluss kam, dass die EE-Beschäftigung bereits 2012 erstmals leicht um 1% gesunken ist [BMU 13]. Da sich bei der Neuberechnung der Beschäftigung des Jahres 2012 jedoch sehr viele Parameter verändert haben und der ermittelte Rückgang sehr gering war, kann nicht gesagt werden was für ein Vorzeichen die tat-

sächliche Entwicklung hatte. Es kann jedoch davon ausgegangen werden, dass der Anstieg der Beschäftigung in Abbildung 4 vermutlich überzeichnet ist.

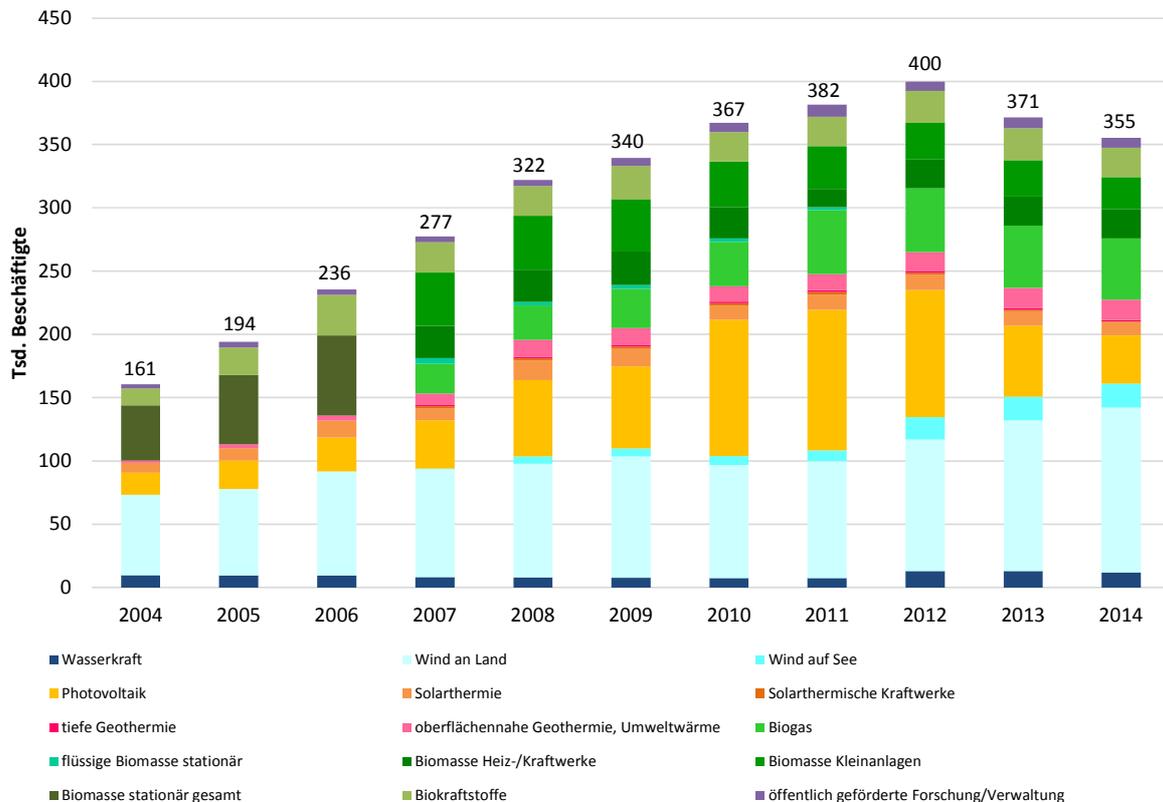


Abbildung 4: Entwicklung der Beschäftigung in der Branche der erneuerbaren Energien in Deutschland.

AUSBLICK AUF 2015

Eine Einschätzung darüber, wie sich die EE-Beschäftigung 2015 entwickeln wird, ist in seiner Gesamtheit zum jetzigen Zeitpunkt nicht möglich. Es gibt jedoch einzelne Sparten, in denen erste Vermutungen angestellt werden können.

Der Ausbau der Windenergie an Land wird in Deutschland 2015 aller Voraussicht nach niedriger ausfallen als 2014. Im ersten Halbjahr wurden mit 1.185 MW Brutto etwa 31% weniger Windenergieanlagen installiert als noch im Vorjahreszeitraum [Windguard 15c]. Ob ein möglicher Rückgang des Inlandsgeschäfts durch das Auslandsgeschäft aufgefangen werden kann, kann zu diesem Zeitpunkt noch nicht gesagt werden. Bislang sind jedoch keine negativen Meldungen aus der Branche zu hören.

Die deutsche Windindustrie auf See, die einige schlechte Jahre hinter sich hat, scheint 2015 eine Trendwende zu erleben. Der Ausbau schreitet weiterhin sehr erfolgreich voran [WindGuard 15d] wobei sich momentan einige Windparks in der Entwicklung befinden, bei denen deutsche Unternehmen zum Zuge kommen. Eine weitere Meldung sei darüber hinaus an dieser Stelle erwähnt. Siemens hat angekündigt in Cuxhaven eine neue Produktionsstätte für die Herstellung von Maschinenhäusern zu errichten, die bereits 2017 anlaufen und 1.000 Personen beschäftigen soll [Siemens 15].

Dadurch würde Deutschland als Produktionsstandort in Zukunft deutlich mehr vom Ausbau der Windkraft auf See profitieren, als dies bisher der Fall ist.

Die Beschäftigung in der Photovoltaik Industrie in Deutschland wird vermutlich auch 2015 rückläufig sein. Hinweise darauf sind auf mehreren Ebenen zu finden. Der Ausbau der Photovoltaik in Deutschland wird vermutlich auch 2015 geringer ausfallen als im Vorjahr. Hinweise darauf bietet der bisherige Zubau von Leistung, der bis Ende Juli bei gerade 688 MW lag [BNetzA 15]. Des Weiteren stellt im Laufe des Jahres mit der Solar Fabrik ein weiterer Modulhersteller die Produktion in Deutschland (Freiburg und Wismar) insolvenzbedingt ein [PV Magazin 15].

Eine Einschätzung der Entwicklung anderer Technologien ist zu diesem Zeitpunkt kaum möglich. Bisher liegen lediglich Zahlen zu den Förderanträgen aus dem Marktanzreizprogramm vor. Hier wurde im April eine neue Richtlinie bekannt gegeben, die sich bislang insbesondere auf die Anträge im Bereich der Wärmepumpen und der Solarthermie positiv auszuwirken scheint [SWW 15]. Ob dies jedoch ein Hinweis darauf ist, dass tatsächlich mehr Anlagen gebaut werden, wird erst die Statistik zu Beginn des kommenden Jahres zeigen können.

3. ABSCHÄTZUNG DER IMPORTWIRKUNGEN DES AUSBAUS ERNEUERBARER ENERGIEN UND GESTIEGENER ENERGIEEFFIZIENZ

Erneuerbare Energieträger ersetzen fossile Brennstoffe in der Strom- und Wärmeerzeugung sowie im Verkehr. Da Deutschland als ressourcenarmes Land fossile Brennstoffe überwiegend importiert, führt die Substitution fossiler Brennstoffe zum Ersatz importierter durch heimische Energieträger. Eine Ausnahme bildet die Braunkohle, die vollständig heimisch gefördert wird. Wenngleich die deutsche Leistungsbilanz ohnehin oft kritisierte Exportüberschüsse aufweist und eine Verringerung von Importen somit diese Überschüsse nur weiter anwachsen lässt, sind mit dem Import fossiler Energieträger weitere Aspekte wie die Energiesicherheit [vgl. Lehr 2009] verbunden, die insgesamt eine Reduktion von Energieimporten wünschenswert scheinen lassen.

In einer ersten Abschätzung werden nachstehend frühere Berechnungen (vgl. Fortschrittbericht 2014 und die verwendeten Quellen) zu Importverringerungen durch erneuerbare Energien und Energieeffizienz aktualisiert. Ein vereinheitlichtes Methodenkonzept wird im weiteren Verlauf des Forschungsvorhabens entwickelt und kann zu Korrekturen der nachstehend gezeigten Werte führen.

Die Schätzungen zum Einfluss von Effizienzverbesserungen auf den Import fossiler Brennstoffe sind ein Ergebnis des gesamtwirtschaftlichen Modells PANTA RHEI und stellen eine Aktualisierung früherer Ergebnisse aus dem UBA-Forschungsvorhaben „Volkswirtschaftliche Bewertung von Klimaschutzmaßnahmen und -instrumenten verschiedener Politikmaßnahmen“ [UBA 12/ UBA 13] dar. Diese Berechnungen beruhten auf dem zweiten Nationalen Energieeffizienz-Aktionsplan NEEAP [BMW 11]. Inzwischen liegen mit dem dritten NEEAP [BMW 14b] neue Daten zum Endenergieverbrauch und zu den Einsparmöglichkeiten vor, so dass die früheren Rechnungen nicht eins zu eins aktualisiert werden können. Die Unterschiede in den ausgewiesenen Einsparungen beim Endenergieverbrauch sind aber begrenzt, so dass die Neuberechnung für die Jahre 2013 und 2014 mit den Ergebnissen der Vorjahre vergleichbar bleibt. Die Rechnungen für die Jahre 2010 bis 2012 sind nicht aktualisiert worden.

Der dritte Nationale Energieeffizienz-Aktionsplan NEEAP [BMWi 14b] der Bundesregierung enthält Angaben zu den nach dem Top-down-Ansatz ermittelten Energieeinsparungen für die folgenden Bereiche: Gebäude und Anlagen, Geräte und Beleuchtung, Industrie und Gewerbe, Verkehr, Querschnitt und Öffentlicher Sektor. Diese die Top-Down-Berechnungen umfassen neben den Effizienzverbesserungen, die auf Fördermaßnahmen, Regulierung oder zusätzlichen Informationsangeboten beruhen, auch die autonomen Effizienzsteigerungen, die sich aus Ersatzinvestitionen oder Neuanschaffung von State-of-the-Art Geräten ergeben.

Die Importverringerung bei fossilen Brennstoffen durch Energieeffizienz lässt sich aus dem Vergleich der beiden folgenden Szenarien ableiten.

- Das IST-Szenario, das die reale Entwicklung 1995 bis 2014 in den Bereichen erneuerbare Energien (EE), Energieeffizienz und KWK nachbildet. Im Bereich EE ist die Modellierung kohärent mit den bisherigen Forschungsvorhaben zu den Arbeitplatzeffekten der EE [BMU 11a/BMWi 15a].
- Das Null-Effizienz-Szenario, das im Bereich Effizienz für die Jahre 1995 bis 2014 den realen Energieverbrauch zuzüglich der im dritten NEEAP ausgewiesenen zusätzlichen Top-Down-bestimmten (eingesparten) Energieverbräuche enthält und bezüglich der EE dem IST-Szenario entspricht.

Abbildung 5 zeigt die Entwicklung, die zum einen von den eingesparten Mengen getrieben wird, zum anderen aber auch die Preisentwicklung fossiler Energieträger abbildet. So ist vor allem die Entwicklung 2014 im Vergleich zum Vorjahr den bereits im Jahr 2014 deutlich niedrigeren Öl- und Gaspreisen geschuldet.

Für die Importrückgänge, die auf den Ausbau erneuerbarer Energien zurückzuführen sind, ergibt sich ein ähnliches Bild. Hier wird der Primärenergieverbrauch eines Systems mit erneuerbaren Energien mit einem System ohne EE-Ausbau verglichen und so die nicht benötigte fossile Energiemenge ermittelt. Unterstellend, dass die eingesparten fossilen Brennstoffe energieträgerscharf zu denselben Preisen und Anteilen importiert würde wie die eingesetzten, lassen sich die verringerten Importe aufgrund des EE-Ausbaus berechnen.

Auch hier treibt vor allem die Preisentwicklung das Ergebnis. Wenngleich im Jahr 2014 eine größere fossile Energiemenge durch den EE-Ausbau substituiert wurde, liegen die Importverringerungen mit 8,76 Mrd. Euro unter denen des Vorjahrs. Die in Abbildung 5 dargestellten Importverringerungen durch den Ausbau erneuerbarer Energien entfallen zu etwa gleichen Teilen auf die Bereiche Strom und Wärme (3,84 und 3,99 Mrd. €) und zu einem deutlich geringeren Anteil auf den Verkehr. Stellt man der Verminderung der fossilen Brennstoffimporte die Zunahme der biogenen Brennstoffimporte (Pellets u.a.) gegenüber, beträgt der Nettowert der Einsparung im Jahr 2014 8,08 Mrd. Euro [ISI 15].

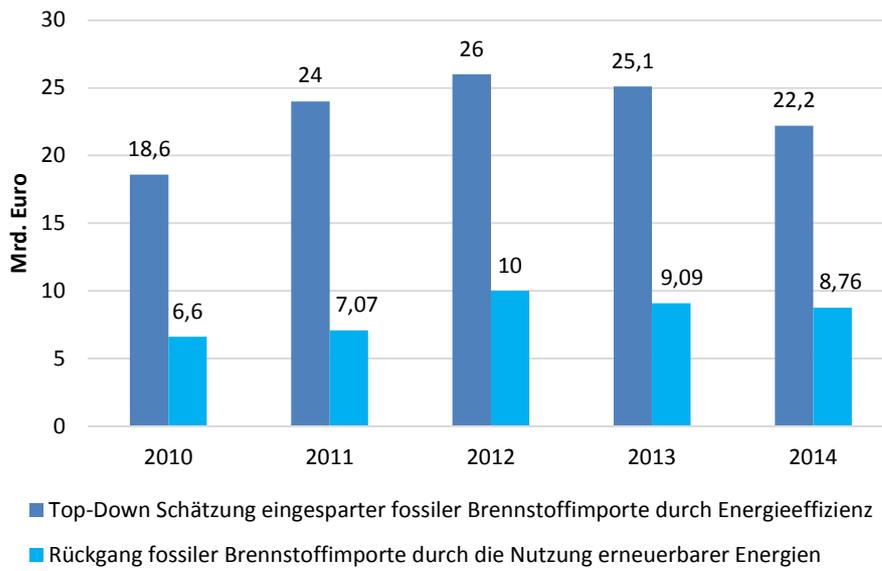


Abbildung 5: Verringerung fossiler Brennstoffimporte in Mrd. Euro

Literaturverzeichnis

- [AMI 15] Auswertung der Außenhandelsstatistik von Biodiesel des Statistischen Bundesamtes, persönliche Information, Wienke von Schenk, Agrarmarkt Informations-Gesellschaft mbH, 22.7.2015.
- [BDBe 15] Marktdaten 2014 für Bioethanol veröffentlicht – Ausblick 2015, Presseinformation, Bundesverband der deutschen Bioethanolwirtschaft e. V., 30.06.2015.
- [BLE 15] Persönliche Information, Simone Böhmerle, Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung, 29.7.2015.
- [BMU 06] 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 07] 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 08] 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 09] 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 10] 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 11a] 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 11b] 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 12] O’Sullivan, M. (DLR), Edler, D. (DIW), Nieder, T. (ZSW), Rüter, T. (ZSW), Lehr, U. (GWS), Peter, F. (Prognos): Bruttobeschäftigung 2011 – eine erste Abschätzung, Forschungsvorhaben im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), März 2012.
- [BMU 13] O’Sullivan, M. (DLR), Edler, D. (DIW), Bickel, P. (ZSW), Lehr, U. (GWS), Peter, F., Sakowski, F. (Prognos): Bruttobeschäftigung 2012 – eine erste Abschätzung, Forschungsvorhaben im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), März 2013.
- [BMW 11] BMWi (Hrsg.): 2. Nationaler Energieeffizienz-Allokationsplan (NEEAP) der Bundesrepublik Deutschland, Berlin.
- [BMW 14a] O’Sullivan, M. (DLR), Edler, D. (DIW), Bickel, P. (ZSW), Lehr, U. (GWS), Peter, F., Sakowski, F. (Prognos): Bruttobeschäftigung 2013 – eine erste Abschätzung, Forschungsvorhaben im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und

- Energie (BMWi), Mai 2014.
- [BMWi 14b] BMWi (Hrsg.): 3. Nationaler Energieeffizienz-Allokationsplan (NEEAP) 2014 der Bundesrepublik Deutschland, Berlin.
- [BMWi 15a] Lehr, U.; Ulrich, P.; Lutz, C.; Thobe, I. (GWS); Edler, D. (DIW); O’Sullivan, M.; Naegler, T.; Simon, S.; Pfenning, U. (DLR); Peter, F.; Sakowski, F. (Prognos); Bickel, P. (ZSW): Beschäftigung durch erneuerbare Energien in Deutschland - Ausbau und Betrieb, heute und morgen. Forschungsvorhaben im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi), März 2015.
- [BMWi 15b] Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland im Jahr 2014. Grafiken und Diagramme unter Verwendung aktueller Daten der Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat), Stand August 2015.
- [BNetzA 15] Datenmeldungen und EEG-Vergütungssätze für Photovoltaikanlagen. Bundesnetzagentur, Stand: 15.09.2015
- [DEPV 15] Deutscher Energieholz- und Pellet-Verband e.V. (DEPV): Pelletproduktion und Inlandsbedarf in Deutschland, http://www.depv.de/de/home/marktdaten/entwicklung_pelletproduktion/, Download: 21.7.2015.
- [EHPA 15] Market development 2014 preview, European Heat Pump Association, 2015.
- [EPIA 15] Global Market Outlook for Solar Power 2015-2019. European Photovoltaik Industry Association, 2015.
- [ESTIF 15] Solar Thermal Markets in Europe – Trends and Market Statistics 2014, European Solar Thermal Industry Federation, June 2015.
- [FNR 14] Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR): Anbau nachwachsender Rohstoff in Deutschland, <http://www.fnr.de/>, Download: 10.2.2014.
- [FNR 15] Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR): Anbau nachwachsender Rohstoff in Deutschland, <http://www.fnr.de/>, Download: 26.6.2015.
- [GWEC 15] Global Wind Report – Annual Market Update 2014. Global Wind Energy Council (GWEC), 2015.
- [IRENA 15] Renewable Energy and Jobs – Annual Review 2015.
- [ISI 15] Monitoring der Kosten- und Nutzenwirkungen des Ausbaus erneuerbarer Energien im Jahr 2014, Untersuchung im Rahmen des Projekts „Wirkungen des Ausbaus erneuerbarer Energien (ImpRES)“, gefördert vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie.
- [IWR 14] Nordex investiert bis zu EUR 50 Mio. in den Ausbau seiner Rotorblatt-Kompetenz. IWR-Pressedienst, 22.5.2014.
- [IWR 15] Windindustrie: Enercon festigt Produktions-Standort Deutschland. IWR-News, 12.1.2015.
- [Lehr 09] More baskets? - Renewable Energy and Energy Security, Paper präsentiert auf der IAAE Konferenz 2009, Wien. http://www.aaee.at/2009-IAEE/uploads/fullpaper_iaee09/P_28_Lehr_Ulrike_27-Aug-2009,%2017:05.pdf (Zugriff September 2015)
- [Prognos 15] Böhmer, M.; Kirchner, A.; Hobohm, J.; Weiß, J.; Piegsa, A.: Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte der Energiewirtschaft, Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi), März 2015.
- [PV Magazin 15] Solar-Fabrik stellt Betrieb in Wismar ein. pv magazine Deutschland, 28.08.2015.
- [Schott 14] SCHOTT Solar CSP organisiert Receiverproduktion neu, Presseinformationen der SCHOTT AG, 26.08.2014.
- [Siemens 15] Siemens baut Windkraft-Fabrik in Cuxhaven. Pressemitteilung, Siemens, 5.8.2015.
- [StaBu 14] Statistisches Bundesamt: Input-Output-Rechnung 2010, Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen, Fachserie 18, Reihe 2, Artikelnummer: 2180200107004), Wiesbaden 2014.
- [StaBu 15] Statistisches Bundesamt: Input-Output-Rechnung 2010 (Revision 2014), Volks-

- wirtschaftliche Gesamtrechnungen, Fachserie 18, Reihe 2, Artikelnummer: 2180200107014, Wiesbaden 2015.
- [StaBu 15a] Statistisches Bundesamt: Input-Output-Rechnung 2011 (Revision 2014), Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen, Fachserie 18, Reihe 2, Artikelnummer: 2180200117004, Wiesbaden 2015.
- [StaBu 15b] Aus- und Einfuhr (Außenhandel): Deutschland, Jahre, Warenverzeichnis (6-/8-Steller), WA85023100, Stromerzeugungsaggregate, windgetrieben, GENESIS-Online-Datenbank, 8.7.2015.
- [StaBu 15c] Aus- und Einfuhr (Außenhandel): Deutschland, Jahre, Warenverzeichnis (6-/8-Steller), WA85414090, Lichtempfindliche Halbleiterbauelemente, GENESIS-Online-Datenbank, 8.7.2015.
- [StaBu 15d] Statistisches Bundesamt: Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen, Inlandsproduktsberechnung, Detaillierte Jahresergebnisse 2014, Fachserie 18, Reihe 1.4, Artikelnummer: 2180140158005, Wiesbaden 2015.
- [SWW 15] Anträge für das Marktanzreizprogramm, Sonne, Wind und Wärme 09/2015, S. 129.
- [UBA 12] Lehr, U., Lutz, C. & Ulrich, P.: Gesamtwirtschaftliche Effekte energie- und klimapolitischer Maßnahmen der Jahre 1995 bis 2011. Studie im Auftrag des Umweltbundesamtes, Climate Change 15/2012.
- [UBA 13] Lehr, U., Lutz, C. & Ulrich, P.: Gesamtwirtschaftliche Effekte energie- und klimapolitischer Maßnahmen der Jahre 1995 bis 2012. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Osnabrück.
- [WindGuard 15a] Lüers, S., Wallasch, A.-K.: Status des Windenergieausbaus an Land in Deutschland – Jahr 2014. Deutsche WindGuard im Auftrag von BWE und VDMA, 2015.
- [WindGuard 15b] Lüers, S., Wallasch, A.-K.: Status des offshore Windenergieausbaus in Deutschland – Jahr 2014. Deutsche WindGuard im Auftrag von BWE und VDMA, 2015.
- [WindGuard 15c] Lüers, S., Wallasch, A.-K.: Status des Windenergieausbaus an Land in Deutschland – 1. Halbjahr 2015. Deutsche WindGuard im Auftrag von BWE und VDMA, 2015.
- [WindGuard 15d] Lüers, S., Wallasch, A.-K.: Status des offshore Windenergieausbaus in Deutschland – 1. Halbjahr 2015. Deutsche WindGuard im Auftrag von BWE und VDMA, 2015.