

Ökonomische Aspekte: Chancen, Märkte und Arbeitsplätze



ZSW
Prof. Dr. Frithjof Staiß
frithjof.staiss@zsw-bw.de

IZES
Prof. Dr. Uwe Leprich
leprich@izes.de

DLR
Marlene O'Sullivan
marlene.osullivan@dlr.de

1. Neuer Energiemix zur Einhaltung der Klimaziele

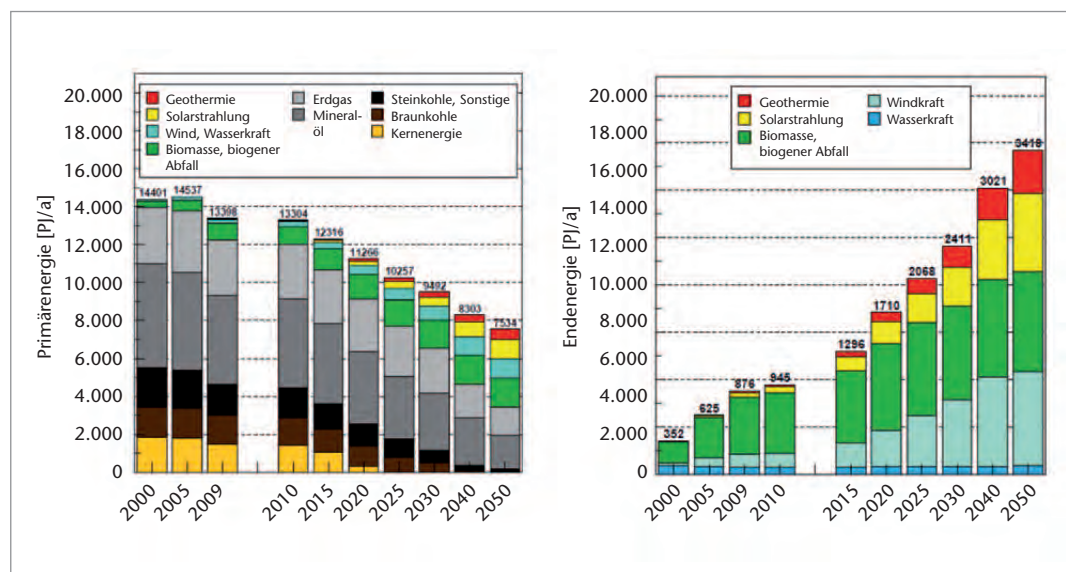
Die Bundesregierung strebt mit ihrem Energiekonzept vom 28. September 2010 [1] und den Beschlüssen zur Energiewende vom Juni 2011 [2] bis zum Jahr 2050 eine Minderung der Treibhausgasemissionen um 80–95 % gegenüber dem Jahr 1990 an. Die erneuerbaren Energien sollen sich zur tragenden Säule der Energieversorgung entwickeln und einen Anteil von 60 % am Endenergieverbrauch erreichen (2010: 11,3 %, [3]). Gleichzeitig soll der Energiebedarf deutlich abnehmen.

Das Szenario in *Abbildung 1* zeigt dazu eine mögliche Entwicklung [4]: Die starke Abnahme des Primärenergieverbrauchs resultiert in erster Linie aus der Ausschöpfung von Einsparpotenzialen im Wärmemarkt (z. B. durch die energetische Sanierung von Gebäuden) und im Verkehr, aber auch aus der Vermeidung von Umwandlungsverlusten bei der Stromproduktion, indem Kondensationskraftwerke durch effizientere Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen ersetzt werden.

Auf der Bereitstellungsseite läuft die Nutzung der Kernenergie bis zum Jahr 2022 aus. Gleichzeitig wird die Kohleverstromung zurückgefahren; einerseits aufgrund der hohen CO₂-Emissionen, zum anderen, weil Kohlekraftwerke weniger gut regelbar sind als Gaskraftwerke, die für den Ausgleich der schwankenden Stromerzeugung aus Wind und Photovoltaik benötigt werden. Mineralölprodukte werden aus dem Wärmemarkt und Verkehr zunehmend verdrängt und durch regenerative Brenn- und Kraftstoffe bzw. Strom für die Elektromobilität ersetzt.

Der Ausbau erneuerbarer Energien stützt sich zunächst noch auf alle fünf erneuerbare Energiequellen, wobei die Potenziale der energetischen Nutzung von Biomasse und Wasserkraft gegen Ende der laufenden Dekade wohl weitgehend ausgeschöpft sein werden. Die Nutzung der Geothermie erfolgt primär zur Wärmebereitstellung, perspektivisch aber auch zur Stromerzeugung. Den Hauptanteil an der längerfristigen Entwicklung tragen jedoch die Windenergie sowie die thermische und elektrische Nutzung der Solarenergie.

Abbildung 1
Szenario des Energiebedarfs (Primärenergie) und der Nutzung (Endenergie) erneuerbarer Energien in Deutschland bis zum Jahr 2050: Reduktion der CO₂-Emissionen gegenüber 1990 um 85 %, Reduktion der Primärenergiebedarfs um 43 % gegenüber 2010 und Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch auf 60 % [4].



2. Arbeitsplatzeffekte der Transformation

Die Transformation des Energiesystems ist mit weitreichenden Konsequenzen verbunden. Aus ökonomischer Sicht sind die Wirkungen auf den Arbeitsmarkt von besonderem Interesse, denn die Energiewende soll nicht zu Lasten von Beschäftigung gehen, sondern nach Möglichkeit zusätzliche, langfristig sichere Arbeitsplätze schaffen.

Für den Bereich der erneuerbaren Energien weisen die seit einigen Jahren für das Bundesumweltministerium durchgeführten Analysen im Zeitraum 2004 bis 2010 einen Anstieg der Arbeitsplätze von 157.000 auf 367.000 aus [5], [6]. Grundlage dafür ist der Umsatz in Deutschland ansässiger Anlagenhersteller im Inland und deren Exporte in Höhe von insgesamt 25,3 Mrd. € (2010). Daraus allein folgen 234.000 Arbeitsplätze. Hinzu kommen die Beschäftigungswirkungen aus dem Betrieb und der Wartung von Anlagen (70.100 Personen), aus der Bereitstellung von biogenen Brenn- und Kraftstoffen (etwa 55.700 Personen) sowie rund 7.500 Personen in der öffentlichen Verwaltung, Forschung etc. (Abbildung 2). Dabei halten sich die

direkten Beschäftigungseffekte bei den Herstellern von Anlagen und Komponenten sowie die indirekten Beschäftigungseffekte durch erbrachte Vorleistungen in anderen Wirtschaftssektoren in etwa die Waage (Basisjahr 2007).

Entscheidend für die Wirkungen auf den Arbeitsmarkt ist jedoch nicht der Bruttobeschäftigungseffekt, sondern der Nettobeschäftigungseffekt (Abbildung 3), der auch mögliche negative Beschäftigungswirkungen berücksichtigt. Diese resultieren zum Beispiel aus der Substitution der Energiebereitstellung aus fossilen Quellen. Die inländische Wertschöpfung ist hier jedoch wegen der hohen Importabhängigkeit im Unterschied zu den erneuerbaren Energien ohnehin gering und umfasst im Wesentlichen die Brennstoffaufbereitung und den Vertrieb sowie den Bau und die Instandhaltung von Anlagen.

Größere volkswirtschaftliche Wirkung als die Einbußen bei der fossilen Energiewirtschaft hat der sog. Budgeteffekt, der aus den Differenzkosten der Energiebereitstellung aus erneuerbaren und nicht erneuerbaren Energien resultiert. Müssen die Verbraucher insgesamt mehr für regenerative Energien ausgeben, stehen diese Mittel nicht für die Nachfrage nach Produkten und Dienstleistungen

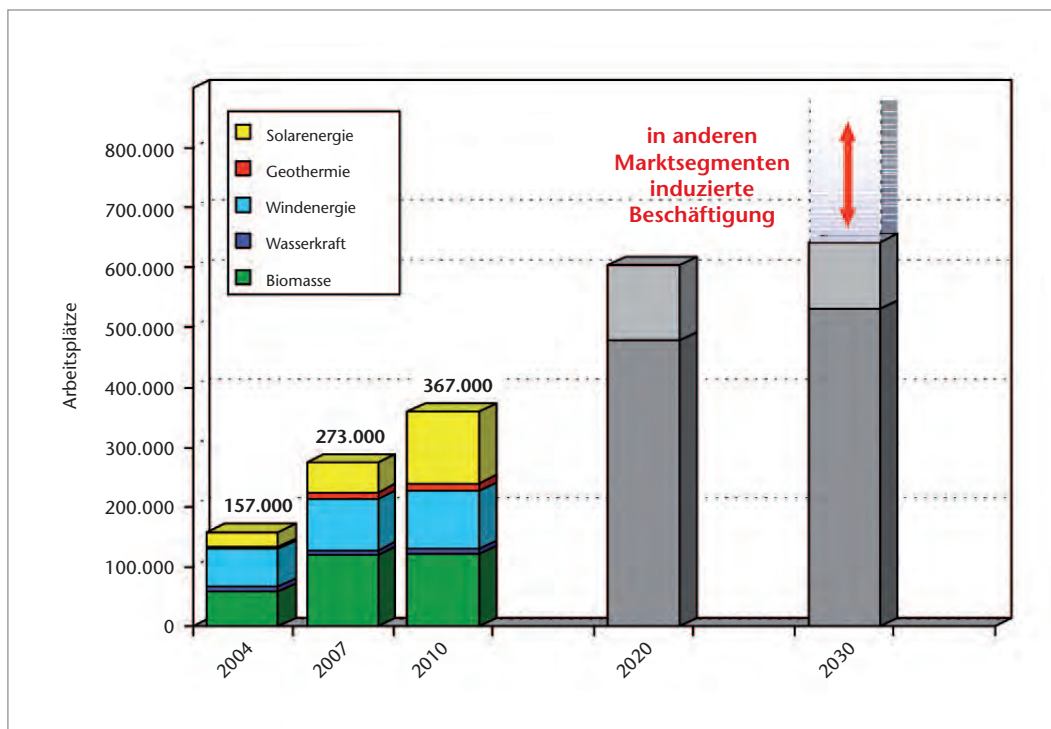
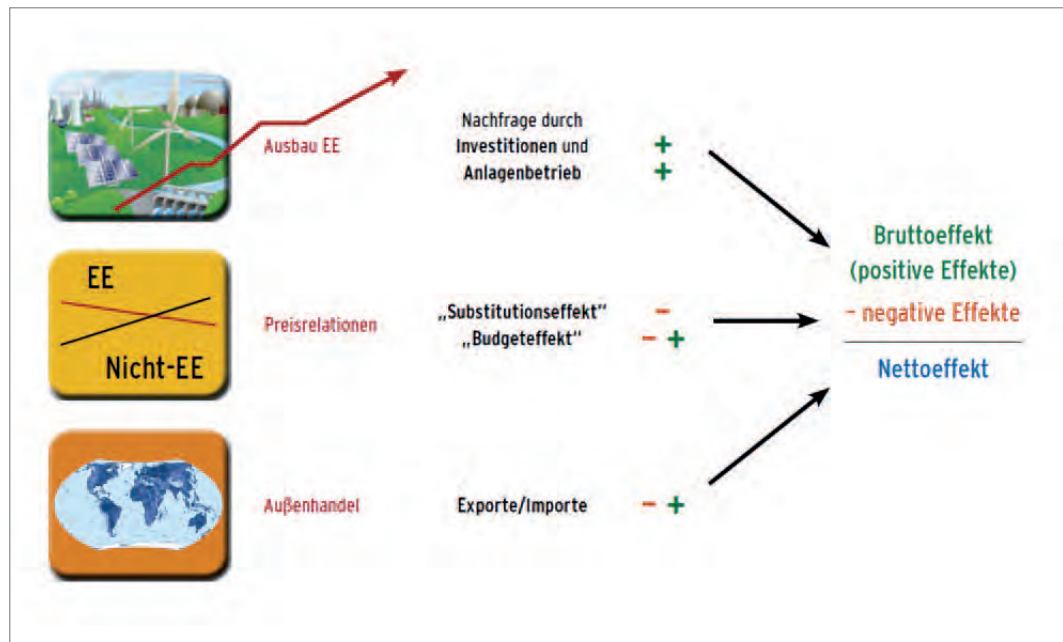


Abbildung 2
Bruttobeschäftigungseffekt im Bereich erneuerbarer Energien nach Sparten im Jahr 2010 [6].

Abbildung 3
Wesentliche Einflussfaktoren auf den Beschäftigungseffekt des Ausbaus erneuerbarer Energien [6].



gen anderer Branchen zur Verfügung. Folglich kommt es dort zu negativen Beschäftigungswirkungen. Ziel muss es daher sein, die Kosten der Nutzung erneuerbarer Energien sukzessive zu senken, damit sich der negative Budgeteffekt abschwächt und mit Erreichen der Wirtschaftlichkeit sogar positiv wird.

Last but not least spielt der Außenhandel eine wichtige Rolle. Werden mehr Waren und Dienstleistungen zur Nutzung erneuerbarer Energien exportiert als importiert, wirkt dies positiv auf die Beschäftigung und vice versa.

Die quantitative Bilanz zeigt für den Status quo folgendes Bild: Dem positiven Impuls aus Investitionen in Regenerativanlagen im Inland und dem Export steht ein erheblicher negativer Budgeteffekt von 7 Mrd. € [6] für 2009 gegenüber. Unter dem Strich überwiegen jedoch die positiven Arbeitsplatzwirkungen, die zu einem Nettoeffekt von 70.000–90.000 zusätzlich Beschäftigten führen.

Für die Zukunft sind entscheidend:

- Die Entwicklung der Investitionstätigkeit in Deutschland, weil ein hoher Anteil daran aus inländischer Wertschöpfung stammt.
- Ein möglichst schnelles Schließen der Kostenlücke zwischen konventionellen und erneuerbaren Energien

- Der Grad, in dem sich die hohe internationale Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Unternehmen weiterhin in ein entsprechendes Exportvolumen ummünzen lässt.

In den in [6] unterlegten Szenarien wird davon ausgegangen, dass die inländischen Investitionen in den kommenden Jahren gegenüber dem hohen Niveau der Jahre 2009 (20 Mrd. €) und 2010 (knapp 25 Mrd. €) zurück gehen und sich bis 2020 bei etwa 18 Mrd. €/a einpendeln. Der inländische Investitionsimpuls auf die Beschäftigung schwächt sich damit ab, während sich der Beschäftigungseffekt aus dem Betrieb einer zunehmenden Zahl von Anlagen weiter erhöht.

Demgegenüber steht der negativ wirkende Budgeteffekt aus den Differenzkosten, die noch für einige Jahre steigen und je nach Preisszenario für fossile Energien etwa 15 Mrd. € erreichen (Ausbau der erneuerbaren Energien entsprechend *Abbildung 1* bei nur mäßigem Preisanstieg für fossile Energien), bevor sich ab etwa dem Jahr 2020 die Kostenlücke zugunsten der erneuerbaren Energien relativ rasch schließt.

4. Exportmärkte

Entscheidend ist deshalb in der Phase der nächsten 10 Jahre, wie sich der Weltmarkt für erneuerbare Energien insgesamt und die Exporte deutscher Unternehmen entwickeln. In der Arbeitsplatzstudie für das Bundesumweltministerium [5] wird zunächst davon ausgegangen, dass sich die globalen Investitionen bis 2020 gegenüber dem Basisjahr 2009 auf über 400 Mrd. € gut vervierfachen. Dies wird auch durch aktuelle Markttrends, politische Ziele (z. B. der Europäischen Kommission [7]) und zahlreiche internationale Szenarien (z. B. World Energy Outlook der Internationalen Energie Agentur [8]) gestützt.

Gelingt es den deutschen Unternehmen, ihre gute Wettbewerbsposition zu behaupten, werden die Exporte entsprechend steigen. Wie stark, ist heute nicht belastbar vorhersehbar. Informationen zur Struktur des Weltmarktes, Analogien zu anderen Bereichen der Umweltwirtschaft, Branchenerwartungen usw. lassen jedoch eine Eingrenzung zu. Sofern Deutschland vor allem in den beiden großen Wachstumsfeldern Windenergie und solare Stromerzeugung (Photovoltaik und solarthermische Kraftwerke) seine technologische Stärke nutzt, dürfte eine Verdreifachung oder auch Verfünffachung des Exportvolumens gegenüber dem Basisjahr 2009 von 7 Mrd. € realistisch sein. Dadurch würde die Bruttobeschäftigung auf etwa 470.000 bzw. auf über 600.000 Arbeitsplätze steigen. Die Exporterfolge sind dabei auch entscheidend für den Nettobeschäftigungseffekt: im ersten Fall beträgt er gut 30.000 Arbeitsplätze im optimistischeren Szenario rund 100.000.

Ein wichtiger Erfolgsfaktor für die Exportchancen der deutschen Unternehmen ist ihre Innovationsfähigkeit, die eng mit einer breiten Wissenschaftsbasis verbunden ist.

5. Weitere Beschäftigungseffekte durch Systemtransformation

Beschäftigungschancen ergeben sich aber nicht nur aus dem quantitativen Ausbau erneuerbarer Energien im genannten engeren Sinn (1. Phase der Systemtransformation), sondern in einer

Phase, in der sich die Erneuerbaren zunehmend zur tragenden Säule entwickeln, auch aus der damit verbundenen Notwendigkeit, die gesamte Energieversorgung neu zu optimieren (2. Phase der Systemtransformation).

Besonders augenfällig ist dies im Strommarkt. Nach dem Energiekonzept der Bundesregierung soll der regenerative Anteil bis 2020 auf 35 %, bis 2030 auf 50 % und bis 2050 auf 80 % ansteigen [1]. Aufgrund der vorhandenen Nutzungspotenziale wird die Entwicklung wesentlich durch Windenergienutzung an Land und auf See sowie durch Photovoltaik getragen. Der Anteil von Wind und PV wird sich von 8 % in 2010 auf 26 % in 2020 erhöhen [9]. Dies bedeutet, dass dann etwa jede vierte Kilowattstunde (146 Mrd. kWh) aus diesen beiden schwankenden Quellen bereitgestellt wird. Der künftige Abgleich von Stromerzeugung und -bedarf stellt deshalb eine große Herausforderung dar. Denn bis 2020 wird die installierte Leistung von Wind und Sonne voraussichtlich auf rund 100.000 MW anwachsen, während die mittlere Stromnachfrage nur knapp 70.000 MW beträgt. Dementsprechend kann es zu Zeiten hohen regenerativen Angebots zu Überschüssen und zu Zeiten geringen Angebots zu einer Unterdeckung kommen.

Eine weitere Herausforderung ist die Umstellung der traditionell auf zentrale Erzeugungsstrukturen abgestimmten Stromnetze auf eine sehr stark dezentrale Stromerzeugung. Dies betrifft die lokalen bzw. regionalen Verteilnetze (Photovoltaik-Einspeisung) ebenso wie Übertragungsnetze, die vor allem große Strommengen aus dem Norden (Offshore-Windstrom) zu den Verbrauchszentren transportieren und den überregionalen Nord-Süd-Ausgleich übernehmen müssen.

Wesentliche technische Elemente der Transformation der Stromversorgung sind somit der

- Ausbau der fluktuierenden Stromerzeugung aus Wind und Sonne
- Ausbau der Stromnetze
- bedarfsgerechte Bereitstellung von Regenerativstrom
- verstärkte Nutzung von Stromspeichern
- Anpassung der Stromnachfrage

Für das optimale Zusammenwirken dieser Elemente müssen mit Blick auf die Versorgungssicherheit und Wirtschaftlichkeit neue Strategien

und geeignete energiewirtschaftliche Instrumente entwickelt werden. Daraus ergibt sich ein breites Handlungsfeld mit umfangreichen Innovationspotenzialen.

Ein Beispiel ist die Stromspeicherung, die heute praktisch ausschließlich über Pumpspeicherkraftwerke erfolgt. Deren Potenzial ist allerdings mit derzeit 0,06 TWh sehr begrenzt. Es bestehen zahlreiche weitere Speicheroptionen, die aber – von Nischenanwendungen abgesehen – allesamt noch nicht kommerziell verfügbar sind. Hier besteht erheblicher Forschungs- und Entwicklungsbedarf. Dies gilt z. B. für Batteriespeicher, die als Stunden- bzw. Tagesspeicher in der Kilowattstunden- und unteren Megawattstunden-Klasse direkt vor Ort eingesetzt werden können. Besonders interessant sind Lithium-Ionen-Batterien, die auch für die Elektromobilität mit hoher Dynamik entwickelt werden. An diesem Beispiel kommt sehr gut zum Ausdruck, dass sich künftig die Anwendungsbereiche der erneuerbaren Energien neu definieren werden. Aus erneuerbarem Strom wird Mobilität und die mobile Batterie fungiert gleichzeitig als Stromspeicher.

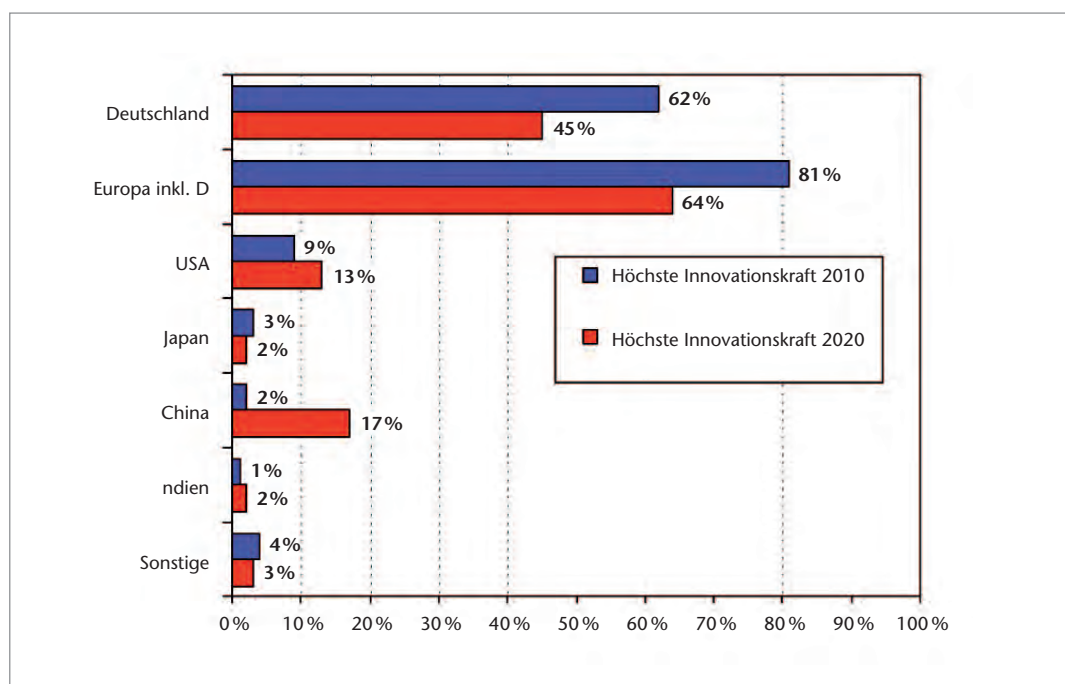
Für die Langzeitspeicherung und damit auch zur Überbrückung saisonaler Schwankungen im regenerativen Energiedargebot, kommen praktisch nur chemische Speicher infrage wie elektrolytisch

gewonnener Wasserstoff bzw. daraus abgeleitetes Methan (sog. Power to Gas-Technologie). Diese Technologie bietet den großen Vorteil der Kompatibilität mit der Erdgasinfrastruktur: Die Nutzung des Erdgasnetzes bietet die Möglichkeit, auf bereits bestehende Speicherkapazitäten in der Größenordnung von 200 TWh zurückgreifen zu können. Neben der effizienten Rückverstromung in Gaskraftwerken (vorzugsweise in Kraft-Wärme-Kopplung) ergeben sich daraus weitere Synergien mit anderen Anwendungen. Ein Beispiel sind Brennstoffzellen sowohl im mobilen als auch stationären Bereich.

6. Netzmanagement

Zum Management von Stromerzeugern, Stromverbrauchern, Infrastrukturen und Speichern bedarf es eines integrierten Ansatzes, der häufig unter dem Begriff intelligentes Stromnetz bzw. smart grid subsummiert wird. Die Entwicklung neuer technischer Infrastrukturen wie intelligente Stromzähler oder Elektrotankstellen sowie der Aufbau der zugehörigen Kommunikations- und der Abrechnungssysteme stellt erhebliche Anforderungen, bietet aber auch große Innovationspotenziale.

Abbildung 4
Einschätzung der Innovationskraft verschiedener Länder im Bereich von smart grids. Befragung des Verbands der Elektrotechnik Elektronik und Informationstechnik (VDE) [10].



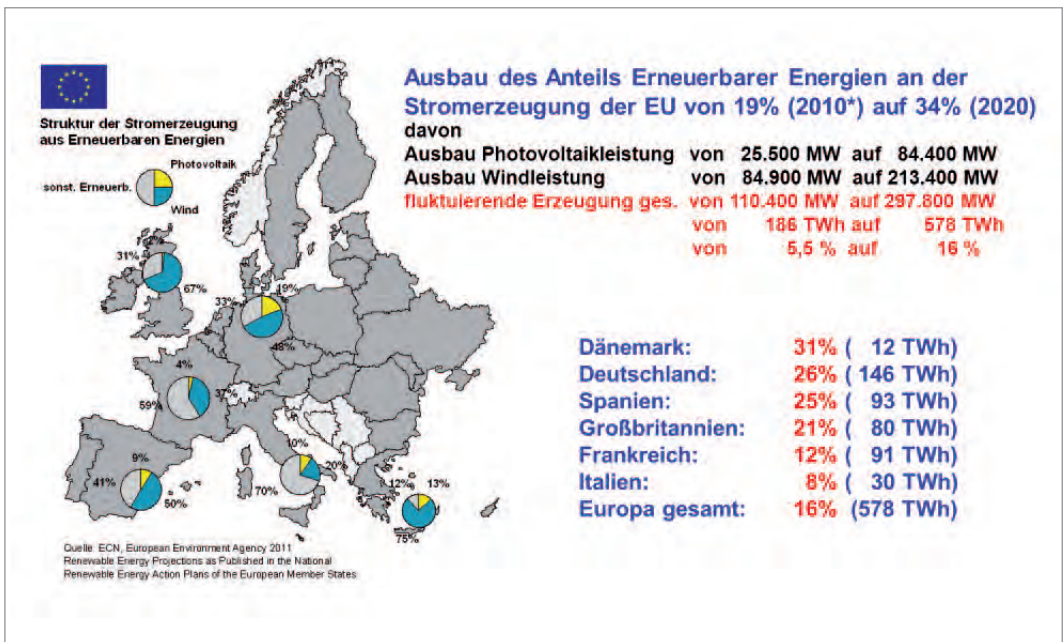


Abbildung 5
 Ausbau der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien nach den nationalen Aktionsplänen im Rahmen der EU-Richtlinie 2009/28/EG zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen [11].

Die deutsche Industrie sieht sich dafür gut gerüstet. So werden nach einer Befragung des Verbands der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik (VDE) unter 1.300 Mitgliedsunternehmen sowie Hochschullehrern der Elektro- und Informationstechnik die wichtigsten Standortimpulse in den Bereichen Energieeffizienz (81 Prozent), Smart Grid/Intelligente Stromnetze (67 Prozent) und Elektromobilität (62 Prozent) erwartet [10]. Wichtig ist dabei unter dem hier diskutierten Gesichtspunkt, dass etwa die Hälfte der Befragten für smart grids sogar einen globalen Leitmarkt in Deutschland sieht, weil Deutschland auf diesem Technologiefeld über einen deutlichen Innovationsvorsprung verfügt (Abbildung 4).

Die Umfrage ist ein guter Beleg dafür, dass mit dem Ausbau erneuerbarer Energien auch Innovationsimpulse in ganz anderen Bereichen der Wirtschaft auslösen werden. Umgekehrt sind diese Innovationen wiederum Voraussetzung für die Umsetzung der Energiewende.

Damit ist für die 2. Phase der Transformation des Energiesystems charakteristisch, dass neue Anwendungsbereiche für erneuerbare Energien entstehen und sich Strommarkt, Wärmemarkt und Mobilität neu vernetzen (z. B. Elektromobilität, die Kopplung von solarer Wärme in Verbindung mit regenerativ betriebenen Wärmepumpensystemen für die Beheizung von Gebäuden bzw. rein elektrische Systeme für Nullemissionsgebäude usw.).

Darüber hinaus ergeben sich auch im Gesamtsystem der Energieversorgung neue Konstellationen. Deutschland ist früher als andere Länder damit konfrontiert, die Herausforderungen hoher Anteile fluktuierender Energien zu bewältigen. Weil diese Lösungen künftig auch international benötigt werden, eröffnet sich den aktiven Unternehmen und Branchen ein erhebliches Exportpotenzial. Als Beleg genügt ein Blick auf die nationalen Aktionspläne der EU-Mitgliedsstaaten zum Ausbau der erneuerbaren Energien bis 2020 im Rahmen der Richtlinie 2009/28/EG [11]. Sie sehen für alle Länder in der Stromversorgung allesamt deutlich zunehmende Anteile von Windenergie und Photovoltaik vor (Abbildung 5).

Für künftige Analysen der Beschäftigungseffekte im Bereich der erneuerbaren Energien muss deshalb der Rahmen weiter gefasst werden. Das in Abbildung 2 gezeigte weiße Balkenelement verdeutlicht die in anderen Marktsegmenten induzierte Beschäftigung.

Es ist durchaus wahrscheinlich, dass die Investitionsimpulse aus der 2. Phase der Systemtransformation zu einem recht hohen indirekten Brutto-Beschäftigungseffekt führen. Ob bzw. in welchem Umfang sich daraus auch negative Beschäftigungseffekte ergeben, ist ein lohnender Untersuchungsgegenstand, zumal ein Verweis auf die „zusätzlichen“ Infrastrukturkosten für die erneuerbaren Energien zu kurz greift. Schon deshalb, weil die sog. „Sowieso-Kosten“ im Zuge von

Ersatzinvestitionen in der Stromversorgung bzw. des Ausbaus aufgrund des mit der Liberalisierung der Märkte geforderten EU-weiten Stromhandels anfallen.

7. Zusammenfassung

Im Zuge des Ausbaus erneuerbarer Energien ist in Deutschland eine international wettbewerbsfähige Branche mit mehreren hunderttausend Arbeitsplätzen entstanden. Mit den Beschlüssen zur Energiewende sollen sich erneuerbare Energien schneller als in vergleichbaren Ländern zur wichtigsten Säule der Energieversorgung entwickeln. Dies erfordert integrierte Lösungen, für die zeitversetzt auch im Ausland ein Bedarf entsteht. Für Deutschland ergibt sich daraus die Chance, als so genannter first mover der 2. Phase der Systemtransformation seine Wettbewerbsfähigkeit weiter zu festigen.

8. Literatur

- [1] Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung vom 28. September 2010. www.bundesregierung.de
- [2] Regierungserklärung von Bundeskanzlerin Angela Merkel zur Energiepolitik „Der Weg zur Energie der Zukunft“ vom 9. Juni 2011 (Mitschrift). www.bundesregierung.de
- [3] Bundesumweltministerium (Hrsg.): Erneuerbare Energien in Zahlen – Internet-Update ausgewählter Daten. Berlin, Dezember 2011. www.erneuerbare-energien.de
- [4] Arbeitsgemeinschaft Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Stuttgart; Fraunhofer Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik (IWES), Kassel; Ingenieurbüro für neue Energien (IFNE), Teltow: Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global – „Leitstudie 2010“. Studie im Auftrag des Bundesumweltministeriums, Dezember 2010. www.erneuerbare-energien.de
- [5] Arbeitsgemeinschaft Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforschung, Osnabrück; Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, DIW Berlin; Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Stuttgart; Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung, Karlsruhe; Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg, Stuttgart: Kurz- und langfristige Auswirkungen des Ausbaus der erneuerbaren Energien auf den deutschen Arbeitsmarkt. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Osnabrück, Berlin, Karlsruhe, Stuttgart Februar 2011. www.erneuerbare-energien.de
- [6] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Erneuerbar beschäftigt! Kurz- und langfristige Wirkungen des Ausbaus erneuerbarer Energien auf den deutschen Arbeitsmarkt. Berlin, Juli 2011. www.erneuerbare-energien.de
- [7] Europäische Kommission: Energiefahrplan 2050: ein sicherer, wettbewerbsfähiger und CO₂-armer Energiesektor ist möglich. Pressemitteilung 15.12.2011, IP/11/1543. http://ec.europa.eu/energy/energy2020/roadmap/index_en.htm
- [8] International Energy Agency: World Energy Outlook 2011, Paris 2011. <http://www.worldenergyoutlook.org/>
- [9] Bundesrepublik Deutschland: Nationaler Aktionsplan für erneuerbare Energie gemäß der Richtlinie 2009/28/EG zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen. 4.8.2011. www.bmu.de
- [10] Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik (VDE): VDE-Trendreport 2011: Elektro- und Informationstechnik – Schwerpunkt: Smart Grids. www.vde.com
- [11] L.W.M. Beurskens, M. Hekkenberg: Renewable Energy Projections as Published in the National Renewable Energy Action Plans of the European Member States Covering all 27 EU Member States. Energy Research Center of the Netherlands. ECN-E—10-069 1 February 2011, <http://www.ecn.nl>