

Wertschöpfung und Arbeitsplatzeffekte durch die Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland

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

Maike Schmidt
ZSW
maike.schmidt@zsw-bw.de

Marlene Kratzat
ZSW
jetzt DLR
marlene.kratzat@dlr.de

Politische Ziele für den Ausbau erneuerbarer Energien

Der Ausbau erneuerbarer Energien gilt heute mehr denn je als einer der zentralen Wachstumsmärkte. Dies belegen die Marktdynamik in wichtigen Bereichen wie Windenergienutzung, Biokraftstoffproduktion und Photovoltaik ebenso wie die jüngsten politischen Beschlüsse auf europäischer und deutscher Ebene: „Der Europäische Rat bekräftigt das langfristige Engagement der Gemeinschaft für den EU-weiten Ausbau erneuerbarer Energien über 2010 hinaus ...; er ist überzeugt, dass es von äußerster Wichtigkeit ist, der Industrie, den Investoren, den Innovatoren und den Forschern ein deutliches Signal zu geben ... Daher billigt er ... ein verbindliches Ziel in Höhe von 20 % für den Anteil erneuerbarer Energien am Gesamtenergieverbrauch der EU bis 2020.“ [1]

Auf Bundesebene wird nach dem Beschluss der Bundesregierung vom August 2007 ebenfalls ein Anteil von 20 % angestrebt [2]. Obwohl sich beide Ziele auf einen bis dahin reduzierten Gesamtenergieverbrauch beziehen – in der EU gemessen an den bisherigen Prognosen um 20 %, in Deutschland um 13–17 % [3] – sind sie hier wie dort ambitioniert. Denn in der EU lag der Anteil der erneuerbaren Energien im Jahr 2006 lediglich bei etwa 6,5 % und in Deutschland bei 5,8 % [4].

Die treibenden Kräfte für den Ausbau erneuerbarer Energien sind Klimaschutz, hohe Energiepreise und Versorgungssicherheit, aber auch positive ökonomische Effekte. Stichworte sind hier Innovation, internationale Wettbewerbsfähigkeit und Arbeitsplätze.

Bisherige Entwicklung der Arbeitsplatzeffekte durch die Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland

Die Entwicklung der erneuerbaren Energien verlief in Deutschland bisher sehr erfolgreich. Günstige Rahmenbedingungen wie das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG), Steuererleichterungen für Biokraftstoffe (bzw. das zum 1.1.2007 eingeführte Biokraftstoffquotengesetz) und das Marktanreizprogramm des Bundes im Wärmemarkt bei gleichzeitig hohen Heizöl- und Erdgaspreisen haben dazu geführt, dass die Ausbauziele für das Jahr 2010 vorzeitig erreicht werden:

- Verdoppelung des Anteils der erneuerbaren Energien am Primärenergieverbrauch gegenüber dem Jahr 2000 (Ist 2000: 2,6 %, Ist 2006: 5,8 %)
- Erhöhung des Anteils am Bruttostromverbrauch auf mindestens 12,5 % (Ist 2006: 12,0 %) und
- Erhöhung des Anteils am Kraftstoffverbrauch auf 6,75 % (Ist 2006: 6,6 %).

Damit korrespondiert ein deutlicher Anstieg der Branchenumsätze. Im Jahr 2006 wurden schätzungsweise 11,6 Mrd. € in den Bau von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien investiert (nicht berücksichtigt sind darin Investitionen in den Auf- und Ausbau von Produktionsstätten in Höhe von mindestens 1,7 Mrd. €). Das entspricht einem Umsatzplus gegenüber dem Vorjahr von 28 % und gegenüber 2004 sogar um 78 %. Hinzu kommen die Umsätze aus dem Anlagenbetrieb, die sich weitgehend aus den EEG-Einspeisevergütungen sowie dem Verkauf aus Brenn- und Kraftstoffen ergeben. Insgesamt wurde erstmals die Umsatzgrenze von 20 Mrd. € überschritten (Abbildung 1). Der Gesamtumsatz hat sich damit seit 2004 verdoppelt.

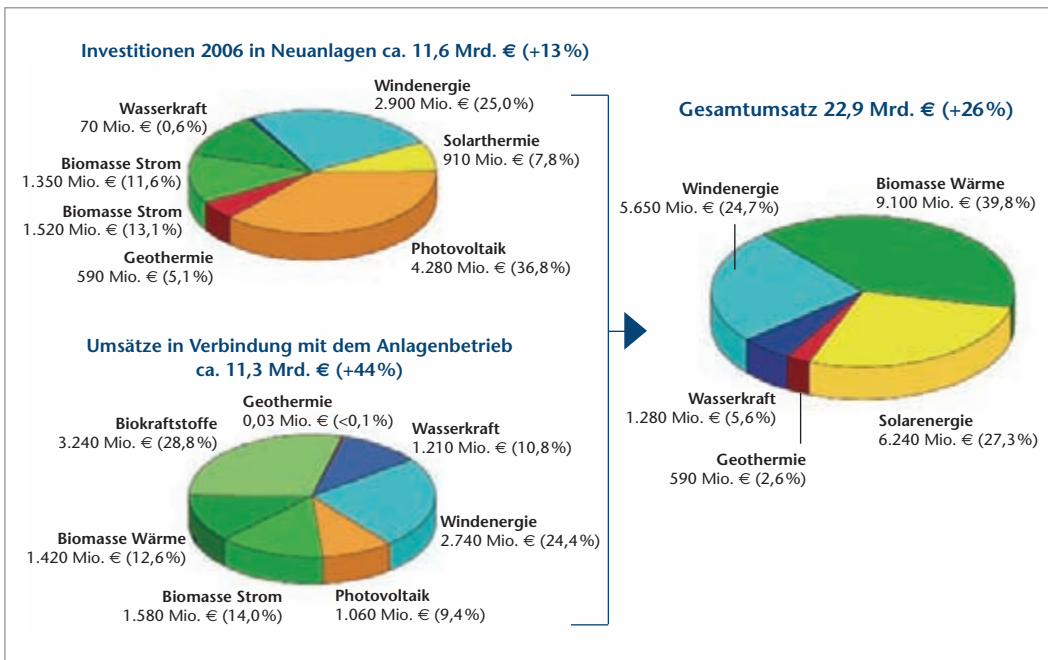


Abbildung 1
Umsatz aus der Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland 2006 und Zuwachs gegenüber dem Vorjahr [4]

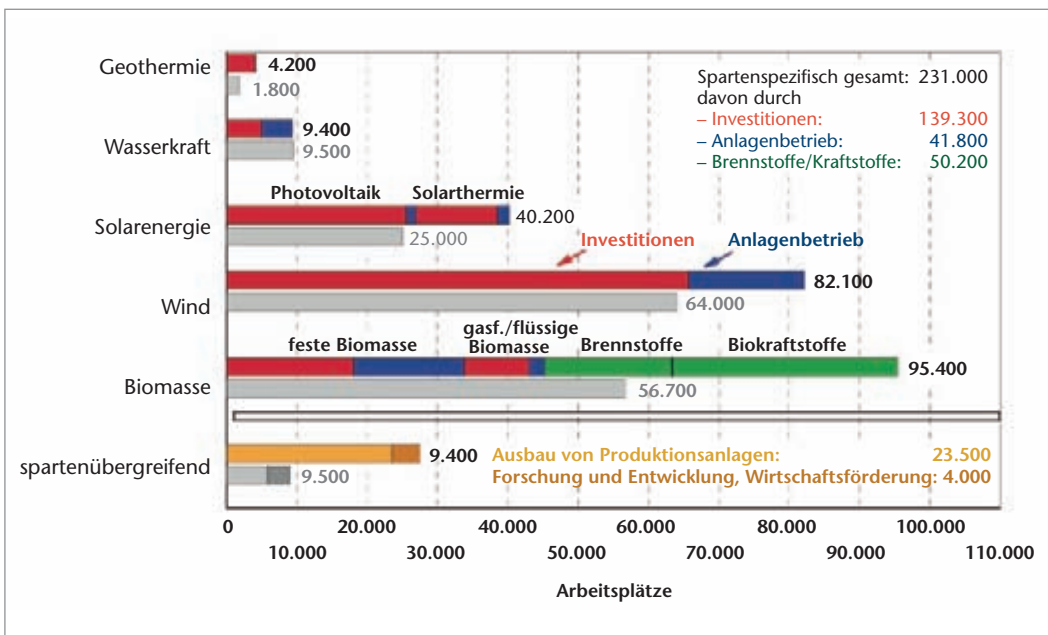


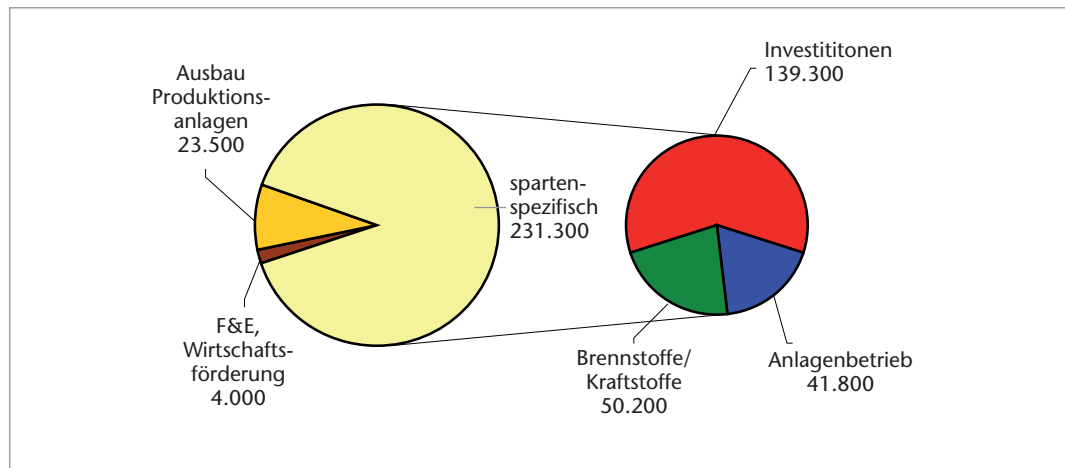
Abbildung 2
Entwicklung der Bruttobeschäftigung durch erneuerbare Energien in Deutschland im Jahr 2006 im Vergleich zu 2004 (grauer Balken) [5]

Für die Ermittlung der damit verbundenen Arbeitplatzeffekte ist die geographische Eingrenzung auf den Binnenmarkt zu eng, weil Import- und Exportrelationen – auch auf vorgelagerten Stufen der Wertschöpfungskette – nicht berücksichtigt würden. Zudem enthalten die Umsätze aus dem Anlagenbetrieb Kapital-einkommen, die nicht oder zumindest nicht direkt beschäftigungswirksam für die Branche der erneuerbaren Energien sind. Hierfür ist vielmehr der Aufwand für den Anlagenbetrieb sowie Wartung und Instandhaltung relevant.

Ausgehend von einer detaillierten Untersuchung dieser Faktoren für das Jahr 2004 [5], die im Ergebnis rund 157.000 Beschäftigte bezifferte, sind dem Bereich der erneuerbaren Energien zwischen ca. 231.000 Arbeitsplätze zuzurechnen (Abbildung 2).

Dies umfasst neben den direkten Beschäftigungseffekten auch die indirekten Beschäftigungseffekte in vorgelagerten Wirtschaftssektoren, also beispielsweise im Maschinenbau bis hin zur Stahlindustrie oder im Dienstleistungssektor.

Abbildung 3
Anteiliger Beitrag der einzelnen Sektoren zur Bruttobeschäftigung durch erneuerbare Energien in Deutschland im Jahr 2006 [5]



Auf diese indirekten Arbeitplatzeffekte dürfte etwas mehr als die Hälfte des Gesamteffektes entfallen, sodass vom Ausbau der erneuerbaren Energien zahlreiche andere Bereiche der Gesamtwirtschaft profitieren [6]. Hinzu kommen rund 23.500 Arbeitsplätze, die dem Ausbau von Produktionsanlagen (2004: 5.800) zuzurechnen sind sowie weitere 4.000 (2004: 3.200) im Bereich Forschung und Entwicklung einschließlich der allgemeinen Wirtschaftsförderung (Abb. 3).

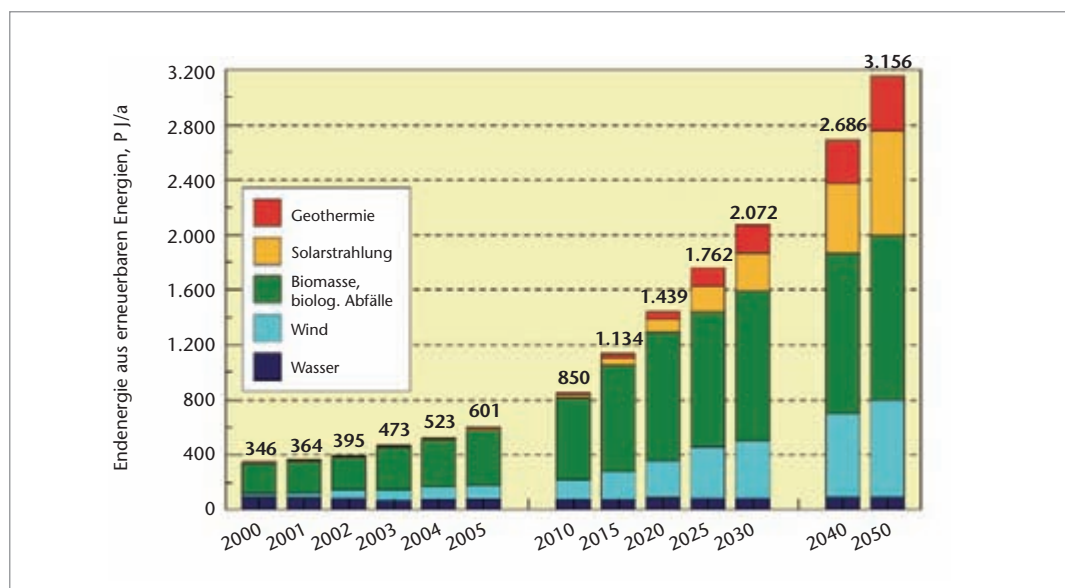
- Steigerung des Anteils erneuerbarer Energien am Stromverbrauch von 12 % im Jahr 2006 auf 25–30 %.
- Steigerung des Anteils erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch für Wärme von 6 % im Jahr 2006 auf 14 %.
- Steigerung des Anteils am Kraftstoffverbrauch von 6,6 % im Jahr 2006 auf 17 % (energetisch) bzw. 20 % (volumetrisch).

Ausbauziele

Die Eckpunkte der Bundesregierung für ein integriertes Energie- und Klimaprogramm vom August 2007 [2] sehen folgende Ziele für den Ausbau der erneuerbaren Energien bis zum Jahr 2020 vor:

Dies ist im Wesentlichen kompatibel mit der Leitstudie des Bundesumweltministeriums 2007 „Ausbaustrategie erneuerbare Energien – Aktualisierung und Neubewertung bis zu den Jahren 2020 und 2030 mit Ausblick bis 2050“, die im Vorfeld des Energiegipfels vom Juli 2007 veröffentlicht wurde [7]. Danach wird das Wachstum zunächst durch die Windenergienutzung auf See und Bioenergien getragen,

Abbildung 4
Endenergiebereitstellung aus erneuerbaren Energien im Leitszenario [7]



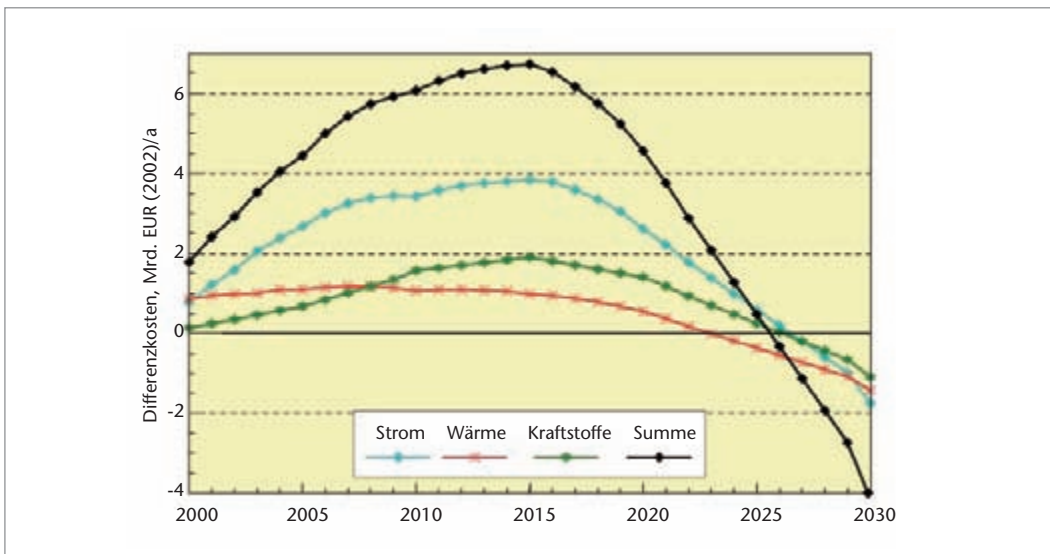


Abbildung 5
Differenzkosten
erneuerbarer Energien
gegenüber
konventionellen
Energien (Null-Linie)
Leitszenario [7]

längerfristig werden in erheblichem Umfang die Potenziale von Sonnenenergie und Geothermie erschlossen (Abb. 4).

Mit dieser Entwicklung sind allein im Zeitraum 2007 bis 2020 Investitionen von 126 Mrd. € verbunden (ohne Investitionen in den Auf- und Ausbau von Produktionsanlagen).

Differenzkosten

Andererseits resultieren aus der verstärkten Nutzung erneuerbarer Energien Differenzkosten gegenüber konventionellen Formen der Energiebereitstellung. Abbildung 5 zeigt dies für Strom, Wärme und Kraftstoffe des jeweiligen Technologiemixes im Vergleich zu den Energiegestehungskosten aus konventionellen Erzeugungsanlagen. Dies bedeutet jedoch nicht, dass heute jede Form der Nutzung von erneuerbaren Energien mit höheren Kosten verbunden ist. Wasserkraft im Strommarkt sowie Holz im Wärmemarkt sind dafür gute Beispiele.

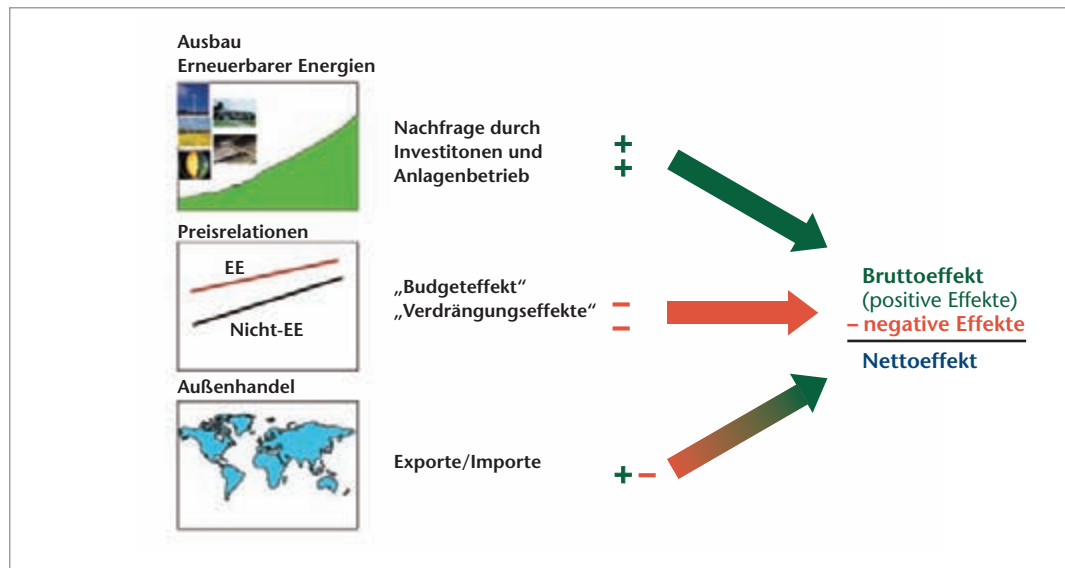
In Bezug auf den häufig herangezogenen Vergleich der Stromgestehungskosten erneuerbarer Energien mit der Referenzgröße „Börsenpreis an der europäischen Strombörse“ ist darauf hinzuweisen, dass der Börsenpreis nicht unabhängig von der Stromeinspeisung aus erneuerbaren Energien ist, denn deren vorrangige Abnahme entsprechend der Regelungen des EEG hat einen Preis senkenden Effekt. Dieser sogenannte

Merit-order-Effekt¹ ist durchaus beträchtlich und überkompensiert mit schätzungsweise rund 5 Mrd. € im Jahr 2006 die anhand des Ist-Börsenpreises ableitbaren EEG-Differenzkosten [8]. Unter Einbeziehung dieses Effektes stellen sich die Differenzkosten für die erneuerbaren Energien sehr viel günstiger dar, als in Abbildung 5 gezeigt.

Unabhängig von der Diskussion über den jetzt „richtigen“ Wert der Differenzkosten im Strommarkt wird sich künftig die Kostenschere zwischen erneuerbaren Energien und konventionellen Energien ohnehin schließen, weil sich beide Seiten der Kostenrelation verändern. Für den Bereich der fossilen Energieträger geht die Leitstudie davon aus, dass der Ölpreis im Jahr 2020 bei etwa 75 US\$/b (Preisbasis 2000) liegen wird. Die Kosten für Strom aus dem fossilen Erzeugungsmix werden voraussichtlich auf 6 ct/kWh steigen, wobei hier CO₂-Zertifikatspreise von 20 €/t CO₂ in 2020 berücksichtigt sind. Gleichzeitig sinken die Kosten für die Energiebereitstellung aus erneuerbaren Energien, was sich z. B. im Strommarkt aus der im EEG vorgegebenen Degression der Vergütungssätze ergibt.

¹ Aufgrund der vorrangigen EEG-Einspeisung werden die teuersten Kraftwerke zur Nachfragedeckung nicht mehr benötigt und der Strompreis an der Börse sinkt. Dieser Effekt wird als Merit-Order-Effekt bezeichnet.

Abbildung 6
Positive und negative
Beschäftigungswirkungen des
Ausbaus erneuerbarer
Energien



Bedeutung des Exports

Unabhängig davon, wie die Annahmen im Einzelnen gesetzt werden, ist davon auszugehen, dass der Mix der erneuerbaren Energien auch unter rein betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkten in etwa 20 Jahren die Wettbewerbsfähigkeit erreichen wird. Kritisch debattiert wird deshalb besonders die Übergangsphase. Dies ist in sofern von Bedeutung, weil die Ausbauziele der Bundesregierung für das Jahr 2020 derzeit noch nicht mit geeigneten Umsetzungsinstrumenten hinterlegt sind. Die aktuelle Diskussion zur EEG-Novelle oder zur Einführung eines Wärmegesetzes zu erneuerbaren Energien zeigen dies. Es kommt aber nicht darauf an, beim Ausbau der erneuerbaren Energien eine Minimierung der Differenzkosten oder sogar eine Least Cost-Strategie in den Vordergrund zu stellen, sondern gleichermaßen die industriepolitische Dimension im Blick zu haben, d. h. die inländische Wertschöpfung und die Schaffung von Arbeitsplätzen. Für die Kompensation negativer Beschäftigungswirkungen, die mit den Differenzkosten verbunden sind (vor allem der sogenannte Budgeteffekt²) spielt insbesondere eine erfolgreiche Exportperspektive eine wichtige Rolle (Abbildung 6).

Dass die frühzeitige Erschließung neuer Technologien international zu Wettbewerbsvorteilen führen kann, lässt sich sehr gut anhand der Windenergienutzung zeigen. Die Exportquote von Anlagen- und Komponentenherstellern und

Zulieferern ist in den letzten Jahren kontinuierlich gestiegen und kann für 2006 mit 74 % ermittelt werden (2004: 59 %). Gleichzeitig stieg der Umsatz deutscher Hersteller weltweit auf rund 5,3 Mrd. € [9] und liegt damit deutlich höher als der gesamte inländische Absatz. Insgesamt haben deutsche Unternehmen damit einen Weltmarktanteil von 36 %.

Die gleichen Anforderungen an „gut angelegtes Geld“ werden heute analog mit denjenigen Sparten der erneuerbaren Energien verbunden, die sich noch in einer früheren Phase der Markteinführung bzw. -durchdringung befinden. Dies gilt insbesondere für die Photovoltaik.

Wertschöpfungsstrukturen in der Photovoltaik

Um die Chancen der Photovoltaik insbesondere mit Blick auf mögliche Exporterfolge und entsprechend positive Wirkungen auf den Arbeitsmarkt auszuloten, ist es sinnvoll sich mit der Wertschöpfungsstruktur zu befassen, die sich schematisch aus *Abbildung 7* ergibt. Die gezeigte Herstellung von Photovoltaikmodulen orientiert

² Weil erneuerbare Energien im Vergleich zu konventionellen Energien, von einigen Ausnahmen abgesehen, bislang noch nicht über die Preise konkurrenzfähig sind, sind die resultierenden Differenzkosten von den Energieverbrauchern zu tragen. Die durch die zusätzliche Belastung öffentlicher und privater Budgets resultierenden Wirkungen von Minderinvestitionen in anderen Wirtschaftsbereichen werden als Budgeteffekt bezeichnet.

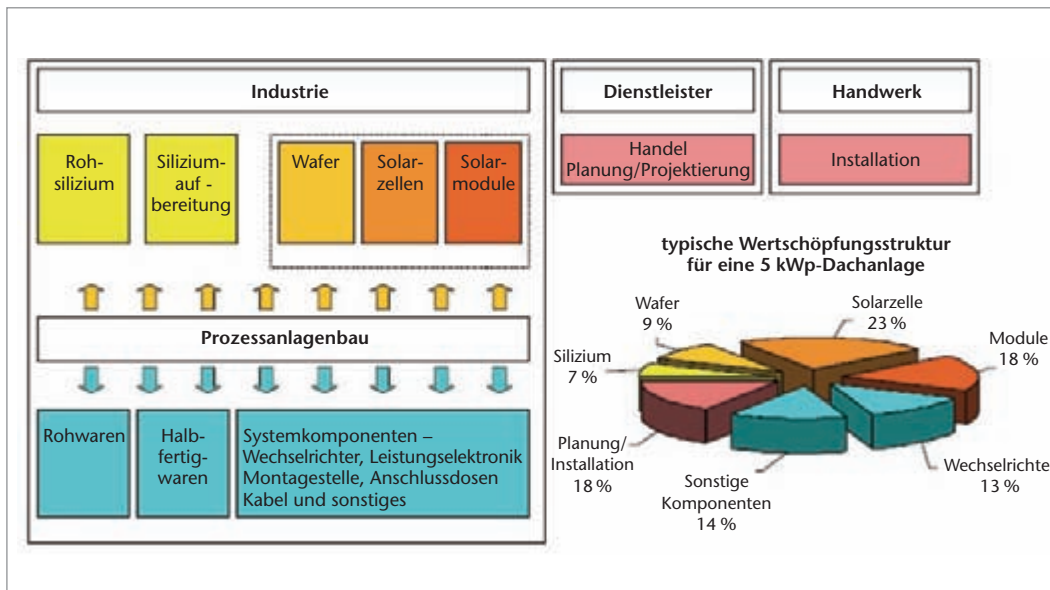


Abbildung 7
Wertschöpfungsstruktur für Photovoltaikanlagen (eigene Darstellung und [10])

sich dabei am gängigen kristallinen Silizium, wobei Wafer, Solarzellen und Module in unterschiedlichen Unternehmen hergestellt werden können und entsprechende internationale Lieferverflechtungen bestehen. Bei anderen Technologien wie amorphem Silizium-, Kupfer-Indium-Selenid- und Cadmium-Tellurid-Dünnschicht-Solarmodulen ist die Modulfertigung ein integrierter Prozess.

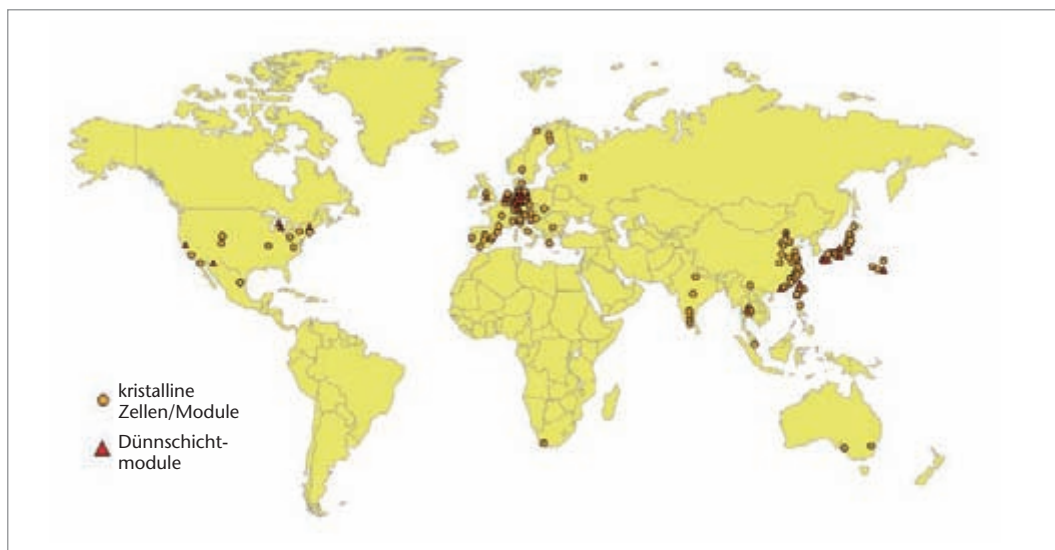
Die quantitative Wertschöpfungsstruktur ist für eine typische Dachanlage auf der Basis von Modulen aus kristallinem Silizium angegeben, wobei die absoluten Werte und der Proporz technologie- bzw. hersteller-, als auch standortabhängig sind und im zeitlichen Ablauf einer (Markt-)Dynamik unterliegen, sodass sich hier im Einzelfall durchaus Verschiebungen ergeben können. Der größte Teil entfällt heute dennoch auf die Module bzw. die Solarzellen und die Waferherstellung, die jeweils neben den Personalkosten vor allem den Kapitalkosten - anteil für die Produktionsanlagen enthalten.

Für die in Zukunft zu erwartende Höhe der Wertschöpfung in Deutschland ist die heute bereits erreichte internationale Wettbewerbsposition auf den einzelnen Stufen von Bedeutung. Seit Einführung des EEGs und insbesondere seit dessen Neufassung im Jahr 2004 ist der Absatz von Photovoltaikanlagen sehr stark gestiegen: wurde im Jahr 2003 rund 150 MW_p Modul - leistung installiert, erhöhte sich der Absatz im Jahr 2006 auf 950 MW_p [4]. Vom gesamten Weltmarkt (erfasst 1.870 MW_p, [11]) entfällt damit ein Anteil von gut 50 % auf Deutschland. Die Wertschöpfung im Bereich der Installation von Anlagen kommt aufgrund der notwendigen Vor-Ort-Präsenz praktisch vollständig deutschen Unternehmen und hier vor allem dem Handwerk zugute. Andererseits gilt dies analog für das Ausland und die dort installierten Anlagen. Mit Blick auf den Weltmarkt sind deshalb die vorgelagerten Stufen bis zum Solarmodul von größerem Interesse. In der Kritik stand bisher vielfach, dass Deutschland den inländischen Markt nicht aus heimischer Produktion bedie-

Tabelle 1
Produktionsentwicklung für Photovoltaik in Deutschland im Zeitraum 2003 bis 2006 (Angaben in MWp/a; Klammer - werte Produktionskapazität) [12] und Weltmarktanteile für kristalline Solarzellen (gesamt 2.350 MWp) [11]

	2003 (in MWp)	2004 (in MWp)	2005 (in MWp)	2006 (in MWp)
Wafer	---	350 (360)	395 (442)	517 (593)
Solarzellen				
Produktion	114 (173)	215 (323)	335 (590)	500 (721)
Weltmarktanteil	16 %	19 %	20 %	21 %
Solarmodule				
davon Dünnschichtmodule	78 (136)	211 (242)	293 (534)	374 (695)
	5	14	15	28

Abbildung 8
Weltkarte der Photovoltaikindustrie 2007:
151 Produktionsstandorte in 32 Ländern zur
Solarzellen- und
Modulfertigung mit
mindestens 10 MW_p
Jahreskapazität
[nach 13].



nen kann. Zu berücksichtigen ist allerdings der unerwartet hohe Nachfrageanstieg in den letzten Jahren, dem der auch 2007 anhaltende Kapazitätsaufbau auf über 1.000 MW_p bei Zellen und Modulen nur mit zeitlichem Versatz folgen konnte (Tabelle 1). Mit einem Umsatz von rund 2 Mrd. € (2006) mit Solarmodulen verfügen die deutschen Unternehmen inzwischen international über eine starke Position, denn der Anteil deutscher Produktion am Weltmarkt liegt heute bereits bei über 20 % im Bereich des kristallinen Siliziums (bezogen auf die Zellenproduktion). Weltweit wurden im Jahr 2006 zusätzlich Dünnschicht-Solarmodule mit einer Leistung von 170 MW_p produziert.

Darüber hinaus sind deutsche Unternehmen beim Bau von Solarfabriken außerordentlich erfolgreich. Der Weltmarktanteil dürfte bei deutlich über 50 % liegen, wobei dies für alle relevanten Technologien gilt. Made in Germany ist dabei in aller Regel die komplette Anlagentechnik, die etwa drei Viertel der Gesamtinvestition ausmacht. Das verbleibende Viertel entfällt auf Planung, Gebäude und Infrastruktur und wird in aller Regel weitgehend von Unternehmen vor Ort erbracht.

Ebenfalls sehr gut positioniert sind deutsche Unternehmen bei den elektrotechnischen Komponenten wie Wechselrichtern, Laderegler für netzunabhängige Systeme usw. Der Weltmarktanteil dürfte hier für Wechselrichter bei 40 %, für Laderegler über 33 % liegen, wobei sich die Produkte durch hohe Effizienz und Lebensdauer auszeichnen.

Perspektiven der deutschen Wertschöpfung in der Photovoltaik

Die Frage, in welche Richtung sich die Wertschöpfung der deutschen Photovoltaikindustrie künftig entwickelt, hat eine quantitative und eine qualitative Dimension. Für Deutschland geht das Leitszenario des BMU [7] mittelfristig von einer Stabilisierung des Marktes bei etwa 500 MW_p pro Jahr aus. Die hohen Wachstumsraten der letzten Jahre werden sich demzufolge nicht fortsetzen, obwohl im Jahr 2020 etwa 10.000 MW_p Photovoltaikleistung installiert sind.

Demgegenüber geht die weltweite Prognose in Abbildung 9 für die Periode 2007–2020 von einem durchschnittlichen Wachstum in der Größenordnung von gut 20 % p.a. aus. Dies führt bis 2010 zu einem Anstieg der jährlich installierten Leistung auf zunächst 4.100 MW_p, dann aber zu einer sehr hohen Dynamik auf 31.000 MW_p im Jahr 2020. Dies entspricht einem Marktvolumen von mehreren zehn Milliarden Euro. Weil die relative Bedeutung des Pioniermarktes Deutschland deutlich zurückgehen wird (auf etwa 2 % bis zum Jahr 2020), ist ein Wachstum der Wertschöpfung in Deutschland nur durch einen hohen Exportanteil der Unternehmen zu realisieren.

Das globale Szenario impliziert aber auch qualitative Veränderungen, denn ein Marktvolumen von 31.000 MW_p/a kann nicht über geförderte

Märkte erreicht werden. Es ist also nur dann realistisch, wenn eine förderunabhängige Wettbewerbsfähigkeit in der Breite erreicht wird. Dazu reichen die Potenziale in netzunabhängigen Anwendungen und punktuell in der Spitzenstromerzeugung nicht aus. Der Kostenreduktions- und damit der Innovationswettbewerb in der Photovoltaik wird sich deshalb weiter beschleunigen.

Standortvorteil Forschung

Der Standort Deutschland verfügt hierbei über eine sehr gute Ausgangsposition: Durch die Verzahnung von staatlich geförderter (und zunehmend auch unternehmensfinanzierter) Forschung und Entwicklung mit Demonstrationsprogrammen und Markteinführungsinstrumenten wie seinerzeit dem 100.000 Dächer-Solarstrom-Programm und dem EEG ist es gelungen in erheblichem Umfang wissenschaftliche Erkenntnisse in die Praxis zu transferieren und die Innovationszyklen zu verkürzen. Die technologische Leistungsfähigkeit bestätigt die jüngst veröffentlichte Evaluierung des 4. Energieforschungsprogrammes des Bundes: „Die deutsche Forschungsszene hat ein außerordentlich hohes Niveau und verfügt in der Breite der Ausrichtung über ein Alleinstellungsmerkmal. Die starke Vernetzung der Forschung und

Entwicklung in der Industrie und in den Forschungseinrichtungen hat dazu beigetragen, dass viele Erkenntnisse aus den geförderten Projekten direkt in die Fertigungen übertragen werden konnten, und es wird weithin anerkannt, dass die deutsche Forschung, die PV-Industrie und der Anlagenbau Technologieführerschaft beanspruchen können.“ [15].

Auf der anderen Seite sind Markteinführungsinstrumente wie das EEG erforderlich, die durch ein hohes Maß an Planungsverlässlichkeit seitens des Absatzmarktes hohe Beträge in den Auf- und Ausbau von Produktionskapazitäten induziert haben. Das EEG erfüllt deshalb entscheidend die Funktion als Innovationsbeschleuniger.

Das entstandene „Spitzencluster Photovoltaik in Deutschland“ entspricht dem, was die Bundesregierung mit der Hightech-Strategie anstrebt: „Die Hightech-Strategie für Deutschland zielt auf eine enge Vernetzung von Wissenschaft und Wirtschaft. Wissenschaftliche Erkenntnisse und Ideen müssen zünden. Sie müssen in marktfähige Produkte umgewandelt werden. Je besser dies gelingt, desto höher ist die Innovationsfähigkeit einer Gesellschaft. Es entstehen neue Arbeitsplätze und Wohlstand.“ [16]. Die Photovoltaik wird deshalb auch zu Recht als „zukunftsträchtiges Feld“ explizit erwähnt [17].

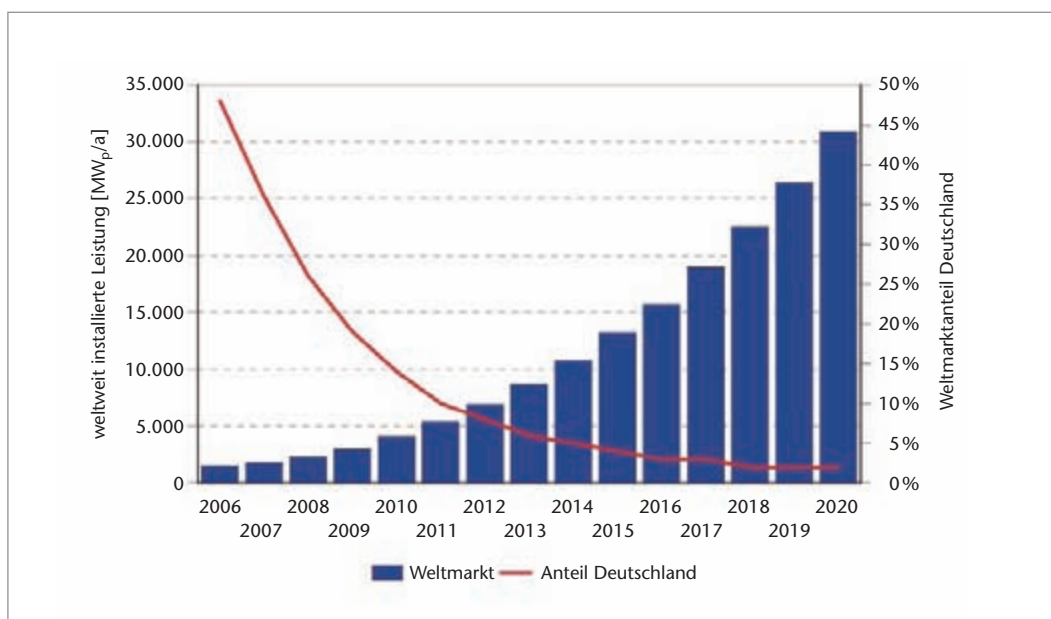
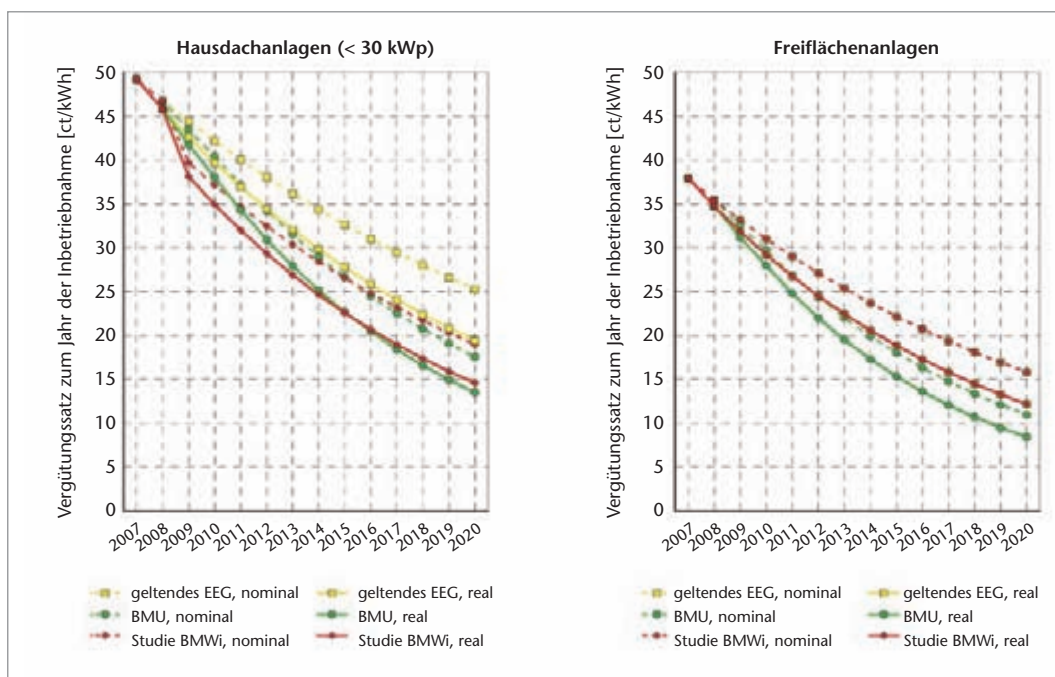


Abbildung 9
Prognose des weltweiten Photovoltaik-Markts bis zum Jahr 2020 [14] und Anteil des deutschen Marktes nach dem Leitszenario des Bundesumweltministeriums [7]

Quelle: Bank Sarasin 2006, Leitszenario BMU 2007

Abbildung 10

Im Zusammenhang mit dem EEG-Erfahrungsbericht diskutierte Anpassungen der Vergütungssätze für die solare Stromerzeugung (Stand September 2007) am Beispiel von dachmontierten Anlagen bis 30 kW_p und Freiflächenanlagen [8, 15]



Erforderliche Maßnahmen

Offen ist allerdings momentan noch, wie die Strategie konkret fortgesetzt werden soll, d. h., wie die bisher wichtigsten Erfolgsfaktoren ausgestaltet werden:

- Förderung von Forschung und Entwicklung
- Erneuerbare-Energien-Gesetz
- flankierende Maßnahmen

Dies gilt vor allem für die anstehende Novellierung des EEG. Vor dem Hintergrund der Marktdynamik der letzten drei Jahre ist davon auszugehen, dass beachtliche Fortschritte auf der Lernkurve erzielt werden konnten, d. h., dass die realisierte Kostenreduktion größer war als bei der Festlegung der Vergütungssätze des EEG im Jahr 2004 angenommen, selbst wenn sich dies in der Preisentwicklung nicht widerspiegelt hat weil hier weitere Faktoren eine Rolle spielen. Folglich besteht in der Politik weitgehend Konsens darüber, die jährliche Degression der Vergütungssätze der Entwicklung anzupassen. Im Wesentlichen stehen dazu aktuell zwei Varianten zur Debatte:

1. Die im Rahmen des Entwurfs des EEG-Erfahrungsberichtes vom Bundesumweltministerium vorgeschlagene stufenweise Erhöhung der Degressionssätze um 2%-Punkte für 2009 und 2010 und um einen weiteren

Prozentpunkt ab 2011, d. h. für Dachanlagen von 5 % auf 7 % und 8 % p.a. und für Freiflächenanlagen von 6,5 % auf 8,5 % und 9,5 % p.a. [8].

2. Die im Rahmen einer Studie für das Bundeswirtschaftsministerium empfohlene einmalige Absenkung des Vergütungssatzes für Dachanlagen um 3-5 ct/kWh (in *Abbildung 10* mit 4 ct/kWh angesetzt) in Verbindung mit einer Vereinheitlichung des Degressionssatzes für Neuanlagen auf 6,5 % um die Förderung des EEG an den kostengünstigsten Anlagen auszurichten [15].

Daraus ergeben sich die in *Abbildung 10* dargestellten Verläufe der EEG-Vergütungssätze für das jeweilige Inbetriebnahmejahr der Anlagen. Sie sind für die im Gesetz definierten nominalen Vergütungssätze und als reale Vergütungssätze bei einer allgemeinen Inflationsrate von 2 % p. a. angegeben. Die Darstellung zeigt deutlich die große Herausforderung weiterer Kostensenkungen, denn die Vergütung für neu installierte Anlagen auf Dachflächen sinkt danach in heutigen Preisen innerhalb von nur 7 Jahren auf die Hälfte. Dann würde sich der „Strom vom eigenen Hausdach“ gegenüber dem Strombezug aus dem Netz annähernd lohnen, so dass bei privaten Haushalten über ein entsprechendes Fördermodell nachgedacht werden kann.

Auf Freiflächen führt die Empfehlung des Bundesumweltministeriums dazu, dass Solarstrom in Deutschland für etwa 17 ct/kWh produziert werden muss. Hier liegt der Vorteil vor allem darin, dass in einstrahlungsreicheren Regionen wie Südeuropa oder im Süden der USA Solarstrom z. T. für deutlich weniger als 10 ct/kWh angeboten werden kann. International ließen sich somit beträchtliche Anwendungspotenziale erschließen, ohne auf staatliche Förderinstrumente angewiesen sein zu müssen.

Die Frage stellt sich aber auch, mit welchen negativen Konsequenzen die Umsetzung der Absenkung der Vergütung verbunden sein kann. Politisch soll damit zwar zunächst die Gefahr einer Überhitzung des Photovoltaik-Marktes in Deutschland vermieden werden, die via EEG-Umlage mit entsprechenden finanziellen Belastungen der Stromkonsumenten verbunden ist und wegen der besonderen Ausgleichsregelung in § 16 EEG zur Entlastung energieintensiver Unternehmen vor allem die privaten Haushalte treffen würde.

Andererseits darf der Druck zur Kostensenkung aber nicht zu hoch werden, denn dies kann zu einem Markteinbruch und/oder zu einer starken Konzentration auf der Anbieterseite führen. Mit dem Verlust attraktiver Marktperspektiven und der technologischen Vielfalt wäre eine deutliche Schwächung der Innovationskraft des „Spitzenclusters Photovoltaik in Deutschland“ verbunden, das in den letzten Jahren mit hohem Engagement und finanziellem Einsatz aufgebaut wurde.

Problematisch ist vor allem die in der Studie für das Bundeswirtschaftsministerium vorgeschlagene einmalige Absenkung des EEG-Vergütungssatzes und die Vereinheitlichung auf das Niveau der Freiflächenanlagen. Erstens dürfte dann im bisher zentralen Marktsegment der gebäude-montierte Anlagen der Absatz mangels wirtschaftlicher Darstellbarkeit einbrechen. Zweitens sind die Nutzungspotenziale auf Freiflächen aufgrund der gesetzlichen Vorgaben sehr begrenzt und es fehlt z. T. die Akzeptanz solcher Anlagen in der Bevölkerung. Außerdem dürfte dies zahlreiche Unternehmen der Branche vor existentielle Probleme stellen, denen aufgrund längerfristiger Lieferverträge oder Projektierun-

gen die wirtschaftliche Grundlage entzogen wird. Im Unterschied dazu verschafft der vom Bundesumweltministerium vorgeschlagene, fließendere Übergang diesen Unternehmen sehr viel eher die Möglichkeit, sich auf die neuen Rahmenbedingungen einzustellen.

Die Rolle der Forschung

Die Umsetzung längerfristiger Kostenziele ist nur mit der rechtzeitigen Einführung neuer Technologien erreichbar. Im weltweiten Innovationswettbewerb wird Deutschland seine Spitzenposition als „first mover“ nur aufrechterhalten können, wenn technisch und ökonomisch besonders leistungsfähige Technologien angeboten werden. Marktentwicklung und Forschung müssen deshalb weiterhin Hand in Hand gehen. Die anwendungsnahe Forschung kann durch die Einführung eines Technologiebonus für solare Energien im EEG analog zum Technologiebonus für die Nutzung von Biomasse gezielt unterstützt werden. Gleichzeitig muss aber auch eine strategische, längerfristig ausgerichtete Forschung adäquat hinterlegt werden, damit neue Themenfelder aufgegriffen und sukzessive qualifiziert werden können.

Hier ist derzeit generell ein starkes Auseinanderdriften von Marktdynamik und öffentlicher Förderung von Forschung zu erneuerbaren Energien zu beobachten: Während weltweit mit zweistelligen Zuwachsraten Milliardenbeträge in Anlagen investiert werden, steigen die Bundesmittel für die Forschung im 5. Energieforschungsprogramm 2005–2008 jährlich um weniger als 5 Mio. € (sechs Prozent). Hinzu kommt, dass die Ausgaben mit 139 Mio. € im Jahr 2007 für Erneuerbare nach wie vor weniger als ein Drittel der gesamten Energieforschungsausgaben des Bundes ausmachen. Gemessen an der großen Bedeutung, die den erneuerbaren Energien für einen wirksamen Klimaschutz, die langfristige Sicherung der Energieversorgung und die Schaffung zukunftsfähiger Arbeitsplätze zukommt, ist dies unzureichend.

Die geplante Aufstockung der Forschungsmittel für erneuerbare Energien, insbesondere durch das Bundesumweltministerium, ist ein Schritt in die richtige Richtung. Auch das aktuelle

Forschungsprogramm des Bundesforschungsministeriums zu organischen Solarzellen kann langfristig dazu beitragen, neue Optionen zu erschließen. Erforderlich ist jedoch eine Stärkung der Forschungslandschaft insgesamt. Im Bereich der Photovoltaik ist insbesondere die Komplementärforschung zu elektrischen Speichersystemen zu nennen.

Der Forschungsverbund Sonnenenergie empfiehlt deshalb zu Recht für die nächsten fünf Jahre einen deutlichen Anstieg der Forschungsausgaben des Bundes für erneuerbare Energien um mindestens 20 % pro Jahr [18].

Und schließlich müssen einige flankierende Maßnahmen ergriffen werden, mit denen die internationale Attraktivität deutscher Produkte und Dienstleistungen weiter gestärkt wird. Dazu zählt beispielsweise die bei der Deutschen Energie Agentur angesiedelte Exportinitiative erneuerbare Energien, die speziell kleinen und mittelständischen Unternehmen den Eintritt in Auslandsmärkte erleichtern kann sowie die Intensivierung der Kooperation mit Entwicklungsländern im Zuständigkeitsbereich des Bundesministeriums für Wirtschaftliche Zusammenarbeit.

Ebenfalls wichtig sind Aus- und Weiterbildungsangebote im Bereich der erneuerbaren Energien zu nennen, damit der hohe Qualifikationsgrad von Personal in Deutschland für in- und ausländische Unternehmen auch in Zukunft ein wichtiger Standortfaktor bleibt.

Fazit

Der Maßnahmenmix zur stärkeren Erschließung der erneuerbaren Energien hat sich bisher sehr bewährt. Wenngleich für die Zukunft zentrale politische Entscheidungen noch ausstehen und auch die Unternehmen weiterhin den Nachweis führen müssen, dass es gelingt, hohe Anteile der weltweiten Wertschöpfung in Deutschland zu halten, sind die Perspektiven aus heutiger Sicht günstig. Das Beispiel der Windenergie hat gezeigt, dass ökologische Notwendigkeiten im Energiebereich mit einer erfolgreichen industriepolitischen Strategie verbunden werden können. Die Photovoltaik ist auf dem besten Weg dahin.

Literatur

- [1] Rat der Europäischen Union. Schlussfolgerungen des Vorsitzes. Brüssel, 9. März 2007, (OR. en), 7224/07, CONCL 1.
- [2] Eckpunkte für ein integriertes Energie- und Klimaprogramm der Deutschen Bundesregierung, Berlin 24. August 2007.
- [3] Ergebnisse des dritten Energiegipfels der Bundesregierung – Grundlagen für ein integriertes Energie- und Klimaprogramm, Berlin 3. Juli 2007.
- [4] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Erneuerbare Energien in Zahlen – nationale und internationale Entwicklung – Stand Juni 2007.
- [5] M. Kratzat, U. Lehr, J. Nitsch, D. Edler, Ch. Lutz: Erneuerbare Energien: Bruttobeschäftigung 2006. Teilbericht zum Abschlußbericht des Vorhabens „Wirkungen des Ausbaus der erneuerbaren Energien auf den deutschen Arbeitsmarkt – Follow up“. Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforschung. Stuttgart, Berlin, Osnabrück, September 2007.
- [6] F. Staß, M. Kratzat, J. Nitsch, U. Lehr, D. Edler, Ch. Lutz, B. Meyer: Wirkung des Ausbaus der erneuerbaren Energien auf den deutschen Arbeitsmarkt unter besonderer Berücksichtigung des Außenhandels. Untersuchung in Kooperation mit dem Institut für Sozialforschung und Kommunikation und dem Bundesverband Erneuerbare Energien für das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, Gesellschaft für wirtschaftliche Strukturforschung. Stuttgart, Berlin, Osnabrück 2006.

- [7] J. Nitsch: Leitstudie 2007: „Ausbaustrategie Erneuerbare Energien“, Aktualisierung und Neubewertung bis zu den Jahren 2020 und 2030 mit Ausblick bis 2050. Untersuchung im Auftrag des Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit in Zusammenarbeit mit der Abteilung „Systemanalyse und Technikbewertung“ des DLR – Instituts für Technische Thermodynamik, Stuttgart, Februar 2007.
- [8] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Erfahrungsbericht 2007, zum Erneuerbaren-Energien-Gesetz (EEG) gemäß § 20 EEG-BMU-Entwurf, Kurzfassung, Berlin 5.7.2007.
- [9] C. Ender, J. P. Molly: Ermittlung der deutschen Wertschöpfung im weltweiten Windenergiemarkt in 2006, DEWI Magazin Nr. 31, August 2007.
- [10] Solar energy 2005 – Silicon supply bottleneck at odds with booming demand“, Bank Sarasin & Co. Ltd., Basel 2005.
- [11] T. Bradford, P. Maycock: PV Market update: Demand grows quickly and supply races to catch up. www.renewable-energy-world.com, July 2007.
- [12] J. Iken: „Solarfabriken: Lücken in Geleitzug“ in: Sonne Wind und Wärme 3/2007, BVA Bielefelder Verlag GmbH & Co KG, Bielefeld.
- [13] Sonne Wind & Wärme, Heft 2/2006 und Heft 2/2007
- [14] M. Fawer: Sustainable Investment: Solar-energie 2006 – Licht- und Schattenseiten einer boomenden Industrie. Bank Sarasin, Basel 2006.
- [15] M. Reichmuth, F. Seefeldt: Auswirkungen der Änderungen des Erneuerbare-Energien-Gesetzes hinsichtlich des Gesamtvolumens der Förderung, der Belastung der Stromverbraucher sowie der Lenkungswirkung der Fördersätze für die einzelnen Energiearten. Untersuchung für das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie. Institut für Energetik und Umwelt gGmbH, Prognos AG; Leipzig, Basel 2007.
- [16] Hightech-Strategie: Vorsprung durch Forschung: Pressemeldung der Bundesregierung vom 1.7.2007 (www.bundesregierung.de).
- [17] Bundesministerium für Bildung und Forschung: Die Hightech-Strategie für Deutschland. Bonn, Berlin 2006.
- [18] ForschungsVerbund Sonnenenergie: ForschungsVerbund Sonnenenergie nimmt Stellung zum Erneuerbare-Energie-Gesetz. Presseinformation, Berlin 30.8.2007.