

Marlene Kratzat (ZSW), Ulrike Lehr (DLR), Joachim Nitsch (DLR), Dietmar Edler (DIW), Christian Lutz (GWS)

Erneuerbare Energien: Arbeitsplatzeffekte 2006

Abschlussbericht des Vorhabens „Wirkungen des Ausbaus der erneuerbaren Energien auf den deutschen Arbeitsmarkt – Follow up“

Stuttgart, Berlin, Osnabrück, September 2007

Inhaltsverzeichnis

1	Überblick.....	7
2	Abschätzung der Bruttobeschäftigung des Jahres 2006.....	9
2.1	Einleitung	9
2.2	Umsatzberechnung	9
2.3	Bruttobeschäftigung	15
3	Weitere Beschäftigung im Bereich erneuerbarer Energien.....	19
3.1	Einleitung	19
3.2	Beschäftigung durch öffentliche und gemeinnützige Mittel	19
3.2.1	Beschäftigung durch Forschung, Öffentlichkeitsarbeit und Wirtschaftsförderung.....	19
3.2.2	Beschäftigte des öffentlichen Dienstes im Bereich erneuerbarer Energien	31
3.3	Beschäftigung durch den Ausbau von Produktionskapazitäten	33
4	Aktualisierung der Gegenüberstellung internationaler Szenarien	39
5	Gesamtwirtschaftliche Arbeitsmarkteffekte (Nettoeffekte).....	45
5.1	Ein fiktives „EE-NULL“-Szenario.....	45
5.2	Ermittlung der Nettobeschäftigung	52
6	Schlussfolgerungen und Ausblick.....	58
	Literaturverzeichnis.....	61

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Investitionen in Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland im Jahr 2006 [BMU07a].	10
Abbildung 2: Umsatz der Hersteller von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland im Jahr 2006	12
Abbildung 3: Entwicklung der Bruttobeschäftigung durch erneuerbare Energien in Deutschland 2004 und 2006	17
Abbildung 4: EEG bedingte Bruttobeschäftigung des Jahres 2006	18
Abbildung 5: Übersicht über außeruniversitäre Forschungseinrichtungen im Bereich erneuerbarer Energien in Deutschland	21
Abbildung 6: Zuständigkeit der Forschungsförderung auf Bundesebene im Bereich der erneuerbaren Energien [BMU07d]	25
Abbildung 7: Übersicht der Hersteller von Produktionskapazitäten für die Photovoltaiksparte [IIC07] [Photon07b]	37
Abbildung 8: Szenarien zum weltweiten Verlauf der Primärenergie aus erneuerbaren Energien [BMU06]	39
Abbildung 9: Szenarien zum weltweiten Verlauf der Primärenergie aus erneuerbaren Energien veröffentlicht in den Jahren 2006 und 2007.	40
Abbildung 10: Globale CO ₂ -Emissionen in den Energy Technology Perspective Szenarien der IEA [IEA06b]	41
Abbildung 11: Gesamtübersicht der Szenarien zum weltweiten Verlauf der Primärenergie aus erneuerbaren Energien.	42
Abbildung 12: Zukünftige Investitionen in erneuerbare Energien in einem globalen Wachstumsszenario (in Anlehnung an EREC-DCP) im Vergleich zum Referenzszenario (in Anlehnung an IEA-Referenz 2004) [BMU06].	43
Abbildung 13: Entwicklung der CO ₂ -Emissionen in NATPLUS-2005 und einem fiktiven EE-NULS Szenario mit „eingefrorenem EE-Zustand des Jahres 1995.	49
Abbildung 14: Primärenergiestruktur der beiden Szenarien im Vergleich.	50

Abbildung 15: Nettobeschäftigungseffekt des Szenarios NATPLUS-2005 im Vergleich zum EE-NULL-Szenario in 1000 (ab 2010: Modellrechnung basierend auf Ausgangsdaten des Jahres 2004)..... 55

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Beschäftigungswirksame Investitionen im Zusammenhang mit der Nutzung erneuerbarer Energien 2004 und 2006 im Vergleich	14
Tabelle 2:	Beschäftigung durch erneuerbare Energien in Deutschland 2006	16
Tabelle 3:	Übersicht über Universitäten und Fachhochschulen im Bereich erneuerbarer Energien in Deutschland	22
Tabelle 4:	Forschungs- und sonstige Mittel des Bundes [BMU07d], eigene Recherche..	26
Tabelle 5:	Forschungsmittel der Länder.....	27
Tabelle 6:	EE-Forschungsförderung des 6. Forschungsrahmenprogramms der EU.....	28
Tabelle 7:	Jährliche Finanzierung erneuerbarer Energien durch Stiftungen [BMU07e] ..	30
Tabelle 8:	Öffentlich und gemeinnützig bereitgestellte Mittel für die für Forschung, Öffentlichkeitsarbeit und Wirtschaftsförderung im Themenfeld erneuerbarer Energien	31
Tabelle 9:	Beschäftigte durch die Bereitstellung öffentlicher und gemeinnütziger Mittel für Forschung, Öffentlichkeitsarbeit und Wirtschaftsförderung im Themenfeld erneuerbarer Energien	31
Tabelle 10:	Direkte Beschäftigung des öffentlichen Dienstes im Themenfeld der erneuerbaren Energien in Deutschland	32
Tabelle 11:	Bruttobeschäftigung des öffentlichen Dienstes im Themenfeld der erneuerbaren Energien in Deutschland	33
Tabelle 12:	Entwicklung der Produktionskapazitäten der Photovoltaiksparte in Deutschland [SW&W04-07]	34
Tabelle 13:	Investitionen in den Neubau sowie die Erweiterung von Produktionsanlagen	35
Tabelle 14:	Umsatz deutscher Unternehmen durch den Neubau sowie die Erweiterung von Produktionsanlagen weltweit	36
Tabelle 15:	Beschäftigte des Ausbaus von Produktionsanlagen im Bereich erneuerbarer Energien	38
Tabelle 16:	Gesamte Bruttostromerzeugung (EE-NULL-Szenario) 1993 bis 2050 (TWh/a)	47

Tabelle 17: Differenzen des Primärenergiebedarfs und der CO ₂ -Emissionen zwischen den Szenarien EE-NULL und NATPLUS-2005	48
Tabelle 18: Kumulierte Investitionen (Mio. €) für einzelne Zeitabschnitte im Kraftwerkssektor für das EE-NULL-Szenario und die Mehrinvestitionen gegenüber NATPLUS -2005.....	51
Tabelle 19: Investitionen nach Kraftwerksarten im EE-NULL-Szenario für einzelne Jahre bis 2030	52
Tabelle 20: Gesamtwirtschaftliche Effekte in NATPLUS-2005 – Absolute Abweichungen zum EE-NULL-Szenario (ab 2010: Modellrechnung basierend auf Ausgangsdaten des Jahres 2004), Modell: PANTA RHEI VI, 05.09.2007.	56
Tabelle 21: Gesamtwirtschaftliche Effekte in NATPLUS-2005 – Relative Abweichungen zum EE-NULL-Szenario (ab 2010: Modellrechnung basierend auf Ausgangsdaten des Jahres 2004), Modell: PANTA RHEI VI, 05.09.2007.	57
Tabelle 22: Übersicht über die Vergleichbarkeit der Beschäftigungszahlen im Bereich erneuerbarer Energien in Deutschland 1998 bis 2006 [DIW03]; [BMU06]; aktuelle Ergebnisse	59

1 Überblick

Der Ausbau erneuerbarer Energien (EE) hat in den vergangenen Jahren zu einem starken Wachstum der Unternehmen in diesem Bereich in Deutschland geführt. Die daraus resultierenden Beschäftigungseffekte werden in dieser Studie umfassend dargestellt. Dabei wird insbesondere Wert darauf gelegt, die Bruttobeschäftigung in allen Bereichen, die direkt und indirekt mit dem Ausbau der erneuerbaren Energien verbunden sind, zu erfassen.

Im Rahmen dieses Vorhabens wurde eine Abschätzung der Bruttobeschäftigung im Zusammenhang mit der Investition in Anlagen, dem Betrieb sowie der dazu notwendigen Biomassebereitstellung vorgenommen. Grundlage hierfür war eine Mitte 2006 abgeschlossene Untersuchung, die für 2004 157.000 Arbeitsplätzen ermittelt hatte [BMU06]. Hiervon ausgehend, wurde Anfang Februar 2007 in einer ersten, vorläufigen Abschätzung die Beschäftigtenzahl des Jahres 2006 mit 214.000 angegeben. Diese Angabe basierte auf den seinerzeit verfügbaren, vorläufigen EE-Ausbauzahlen sowie einer vorsichtigen Einschätzung bezüglich der Außenhandelsentwicklung in den relevanten Bereichen. Vereinbarungsgemäß wurden diese Zahlen im weiteren Verlauf der Untersuchungen jetzt auf den aktuellen Wissensstand gebracht, woraus eine Beschäftigung von 231.300 für das Jahr 2006 resultiert. Gegenüber dem Stand von 2004 ist dies eine Steigerung um 74.300 Arbeitsplätze bzw. um nahezu 50 %. Zusätzlich konnte in der jetzt vorgelegten Untersuchung abgeschätzt werden, dass etwa 58 % der für den Bereich der erneuerbaren Energien abgeschätzten Beschäftigung, rund 134.000 Beschäftigte, auf die Wirkung des Erneuerbaren-Energien-Gesetzes zurückzuführen ist. Die Annahmen, die zu diesen Ergebnissen führten, werden detailliert in Kapitel 2 dargestellt.

Neben den Forschungsaktivitäten der freien Wirtschaft im Bereich erneuerbarer Energien, die zu der o. g. Summe der 231.300 Beschäftigten beitragen, werden auch Forschungsmittel von der öffentlichen Hand sowie gemeinnützigen Einrichtungen bereitgestellt. Zusätzlich kommen weitere Mittel für Öffentlichkeitsarbeit sowie Wirtschaftsförderung von Seiten öffentlicher Stellen zum Einsatz. Die Beschäftigungswirkung dieser Mittel in Höhe von etwa 243 Mio. € belief sich im Jahr 2006 auf rund 4.000 Arbeitsplätze. Die Beschäftigten des öffentlichen Dienstes beliefen sich im Jahr 2006 dagegen lediglich auf etwa 310. Die Ermittlung dieser Werte wird in Kapitel 3.2 ausgeführt.

Verfolgt man die Meldungen der Unternehmen der EE-Branche, wird deutlich, dass zurzeit ein enormer Ausbau von Produktionskapazitäten stattfindet. Die Folge dieses Ausbaus ist, dass auch die Hersteller von Produktionskapazitäten in Deutschland ihre Wettbewerbsposition im Bereich der erneuerbaren Energien weltweit stärken können. Hieraus folgt für 2006 ein zusätzlicher Beschäftigungsbeitrag in Deutschland von etwa 23.500 Arbeitsplätzen. Die Herangehensweise zu Ermittlung dieses Wertes wird in Kapitel 3.3 aufgezeigt.

Die internationale Entwicklung des Ausbaus erneuerbarer Energien wird in einer Vielzahl von Szenarien dargestellt. Kapitel 4 gibt einen Überblick über die Veröffentlichung der vergangenen zwei Jahre, der deutlich macht, dass die Erwartungen der Entwicklung im Bereich erneuerbarer Energien auch weiterhin stark voneinander abweichen. Bezüglich der weltweiten Investitionen wird davon ausgegangen, dass 2006 mindestens 31 Mrd. US-\$ (entsprechend 25 Mrd. €) in Anlagen zur Stromgestehung aus erneuerbaren Energien investiert wurden. Für 2020 wird auch weiterhin davon ausgegangen, dass die Investitionen im gesamten Bereich der erneuerbaren Energien auf 250 Mrd. €_{2000/a} steigen und bis 2030 sogar 460 Mrd. €_{2000/a} erreichen können.

Neben der Bruttobeschäftigung der erneuerbaren Energien spielt die Nettobeschäftigung für die politische Diskussion eine wichtige Rolle. Die in Kapitel 5 dargestellte Berechnung ergänzt die im letzten Jahr abgeschlossene ausführliche Untersuchung der Nettobeschäftigungseffekte des Ausbaus der erneuerbaren Energie. Während dort die Effekte eines verstärkten Ausbaus der Erneuerbaren Energien gegenüber einer Referenzentwicklung untersucht wurden, wird in diesem Beitrag der Frage nachgegangen, wie sich die durch den Ausbau Erneuerbarer Energien „überhaupt“ induzierte Beschäftigung einschätzen lässt. Zu diesem Zweck muss man die Entwicklung bis heute mit ihren bestehenden Förderinstrumenten und ihren vergangenen Investitionen mit einer Situation vergleichen, in der die Erneuerbaren Energien diese Unterstützung nicht erfahren haben und keine Marktanteile besetzen konnten. Aus dem Vergleich eines Szenarios für eine zielorientierte Zukunftsentwicklung mit einem solchen „EE-Null-Szenario“ lassen sich die zukünftigen Effekte des Ausbaus Erneuerbarer Energien insgesamt abschätzen. Derart modellgestützt lässt sich der Nettobeschäftigungseffekt des Ausbaus erneuerbarer Energien von 67.000-78.000 für das Jahr 2006 abschätzen. In [BMU06] wurde die Auswirkung des Ausbaus insgesamt für das Jahr methodisch anders abgeleitet. Aus den sich zukünftig entwickelnden Differenzkosten und den Investitionsvolumina im Vergleich zu den Energiemengen aus Erneuerbaren Energien sowie aus den Bruttoarbeitsplätzen ließen sich im Rückschluss für die Vergangenheit zwischen 35.000 und 40.000 Erwerbstätige ableiten. Sofern es methodisch zulässig ist, diese beiden Werte zu vergleichen, passen sie gemessen an der Entwicklung der Erneuerbaren Energien seit 2004 recht gut zusammen.

2 Abschätzung der Bruttobeschäftigung des Jahres 2006

2.1 Einleitung

Die Beschäftigten im Bereich erneuerbarer Energien sind in der Studie „Erneuerbare Energien: Arbeitsplatzeffekte – Wirkungen des Ausbaus erneuerbarer Energien auf den deutschen Arbeitsmarkt“ [BMU06] für das Jahr 2004 ermittelt worden. Die Bruttobeschäftigung umfasst dabei die Bereiche der Investitionen in Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien, den Betrieb sowie die Brennstoffbereitstellung inklusive Kraftstoffe und bezieht den Außenhandel mit ein. Analog zu dieser Untersuchung soll eine Abschätzung der Entwicklung der Bruttobeschäftigung für das Jahr 2006 vorgenommen werden. Die Untersuchung des Jahres 2004 erfolgte auf Grundlage einer breit angelegten Unternehmensbefragung der EE-Branche. Da dies im Rahmen dieser Untersuchung für das Jahr 2006 nicht geleistet werden kann, bieten die vorliegenden Arbeiten nicht den gleichen Detaillierungsgrad und stellen daher lediglich eine Annäherung an die tatsächliche Entwicklung dar.

Im Februar 2007 wurde bereits eine vorläufige Abschätzung der Beschäftigten des Jahres 2006 vorgenommen. Auf Grundlage der ersten Zubauzahlen konnten zu dem Zeitpunkt 214.000 Arbeitsplätze abgeschätzt werden. Vereinbarungsgemäß werden die Zahlen in diesem Bericht nun an den aktuellen Wissensstand angepasst. Im Einzelnen betrifft das insbesondere die Windenergie, die Photovoltaik, die Solarthermie sowie die Biokraftstoffe. Für die Photovoltaik und die Biokraftstoffe hat sich die statistische Grundlage geändert, für die Windenergie und die Solarthermie die Annahmen bezüglich des Außenhandels. Des Weiteren wurde die statistische Basis der durchgeführten Input-Output-Analysen an den aktuellen Stand der amtlichen Statistik angepasst, insbesondere wurde die im April 2007 veröffentlichte Input-Output-Tabelle des Statistischen Bundesamtes [StaBuA07] für das Berichtsjahr 2003 zur Grundlage der durchgeführten Modellrechnungen mit dem offenen statischen Input-Output-Modell gemacht.

Im Folgenden werden die Annahmen bezüglich der Entwicklung der Unternehmensumsätze aufgezeigt. Ebenso erfolgt eine Beschreibung der Ermittlung der Bruttobeschäftigung auf der Grundlage dieser Umsätze.

2.2 Umsatzberechnung

Die Berechnung der Umsätze, die im Bereich der erneuerbaren Energien in Deutschland erwirtschaftet werden, basieren auf den Zahlen der AGEE-Stat. Anhand der Entwicklung des Zubaus werden die Investitionen in Deutschland ermittelt, die in der Broschüre EE in Zahlen jährlich veröffentlicht werden (siehe Abbildung 1). Um aus diesen Investitionen die Umsätze

der Branche zu ermitteln ist es notwendig, Annahmen zu den Importen sowie Exporten in den verschiedenen Sparten zu treffen. In der Erhebung des Jahres 2004 unter 1.100 Unternehmen konnten diese Größen ermittelt werden. Ausgehend von diesen Basisdaten werden Außenhandelszahlen abgeleitet, die Aufschluss über die Entwicklung der vergangenen zwei Jahre geben können. Hierfür werden Ergebnisse diverser Marktuntersuchungen für die jeweiligen Sparten herangezogen. Soweit keine zusätzlichen Informationen über die Entwicklung einzelner Sparten vorhanden sind, werden die jeweiligen Relationen des Jahres 2004 beibehalten.

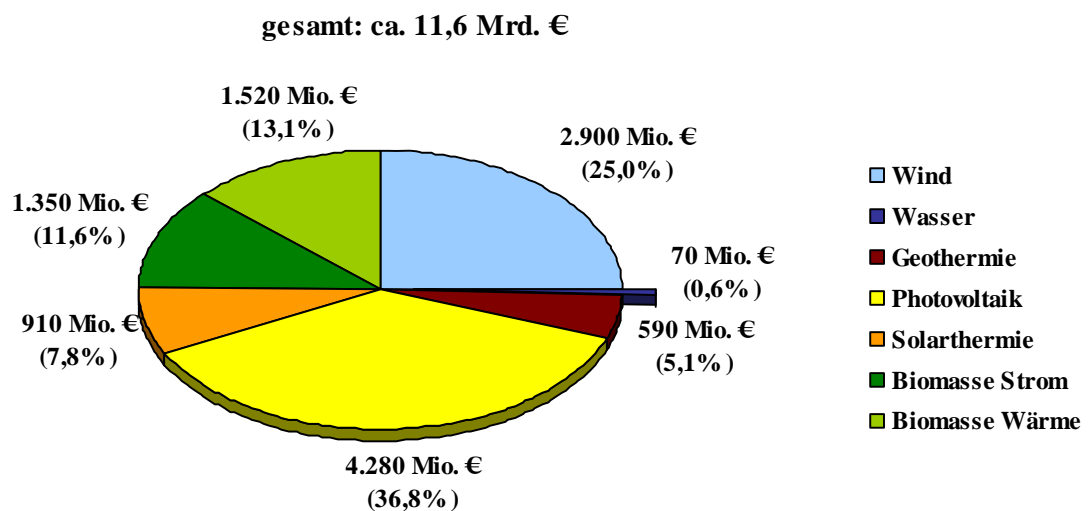


Abbildung 1: Investitionen in Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland im Jahr 2006 [BMU07a].

Die Wasserkraftsparte ist ein relativ ausgereifter Industriezweig, was insbesondere für den Bereich der großen Wasserkraft gilt. Die Kleinwasserkraft weist hingegen noch einige Entwicklungspotentiale, insbesondere bezüglich der Kostenentwicklung, auf. In den vergangenen zwei Jahren sind keine gravierenden Veränderungen der Branche bekannt geworden. Dies betrifft sowohl den Außenhandel als auch den Inlandsmarkt, weshalb man davon ausgehen kann, dass die deutschen Unternehmen auch weiterhin mit bis zu 80 % ihre Produkte über den Export absetzen.

Im Bereich der Windenergie war hingegen in den vergangenen zwei Jahren ein deutlicher Anstieg der Umsätze zu verzeichnen. Nachdem die Investitionen im Inland 2005 gegenüber 2004 leicht rückläufig waren, wurde 2006 erneut ein Rekord in den Ausbauzahlen erreicht. Der Import von Herstellern, die nicht in Deutschland ansässig sind, ist dabei auch weiterhin

marginal geblieben, wohingegen der Export einen deutlichen Zuwachs zu verzeichnen hatte. Das Deutsche Windenergieinstitut hat zwischen dem Jahr 2004 und 2005 einen Anstieg des Exportanteils von Herstellern und Zulieferern um 12,5 % ermittelt [DEWI05, DEWI06]. Die Untersuchung für das Jahr 2006 ergab einen weiteren Anstieg um 2,8 % [DEWI07]¹. Auch die Anlagenhersteller selbst berichten von einem stark anwachsenden Auslandsgeschäft. In der Studie 2004 konnte eine Exportquote der Anlagenhersteller von 32 % ermittelt werden [BMU06]. Bedingt durch den starken Zuwachs einiger Märkte in Europa (insbesondere Frankreich) meldete z.B. Nordex bereits einen Anstieg des Auslandsgeschäfts um 24 % für das Jahr 2006 [Nordex07]. Auf Grund dieser Entwicklung wird daher angenommen dass die Exportquote der in Deutschland ansässigen Hersteller auf 55 % angestiegen ist. Die Exportquote der Zulieferer wird hingegen konstant gehalten. Damit wurde ein Anstieg analog zu der vom DEWI ermittelten Entwicklung angenommen. Der Umsatz der Hersteller belief sich damit weltweit auf rund 5.300 Mio. €(vgl. Abbildung 2).

Die Produktion von Komponenten der Photovoltaik ist in den vergangenen Jahren deutlich gewachsen. Gleichzeitig ist jedoch auch der deutsche Markt deutlich gestiegen. Im Jahr 2006 wurden etwa 950 MW Leistung neu installiert. Insgesamt macht der deutsche Markt für Photovoltaik weiterhin ungefähr die Hälfte des Weltmarktes aus. Die Produktion von Solarzellen und Modulen in Deutschland ist in den vergangenen Jahren ebenfalls stark gestiegen. Laut einer Erhebung der Zeitschrift Photon [Photon07a] lag die Produktion von Solarmodulen 2006 in Deutschland bei 341 MW (Kapazität: 633 MW) im Vergleich zu 209 MW im Jahr 2004. Unter der Annahme eines gleich bleibenden Exportanteils von 11 % folgt daraus ein Import von Modulen von 68 % für das Jahr 2006 gegenüber einem Importanteil von 57 % 2004. Der daraus resultierende Umsatz der Anlagenhersteller lag 2006 bei etwa 1.975 Mio. € (vgl. Abbildung 2). Gleichzeitig hat die Produktion von Solarzellen in den vergangenen zwei Jahren deutlich stärker zugenommen. 2004 wurden lediglich 190 MW an Solarzellen hergestellt, von denen etwa 30 % exportiert wurden, was eine Importquote von 36 % der Zellen nach Deutschland bedeutete. 2006 wurden laut Photon insgesamt 514 MW Solarzellen in Deutschland hergestellt, wovon etwa 34 % exportiert wurden. Dies hat zur Folge, dass beinahe 100 % der in Deutschland produzierten Module auf inländischen Solarzellen basieren. Daher ist eine deutliche Erhöhung der inländischen Wertschöpfung zu verzeichnen. Wie bereits erwähnt ist die Exportquote von Zellen zwischen 2004 und 2006 um etwa 4 % gestiegen. Die Exportquote von Wechselrichtern war dagegen nach einer Erhebung des BSW etwa um dieselbe Größenordnung gefallen.

¹ Der vom DEWI ermittelte Exportanteil der deutschen Hersteller und Zulieferer von Windenergieanlagen lag 2004 bei 58,7 %, 2005 bei 71,2 % und 2006 bei 74 %.

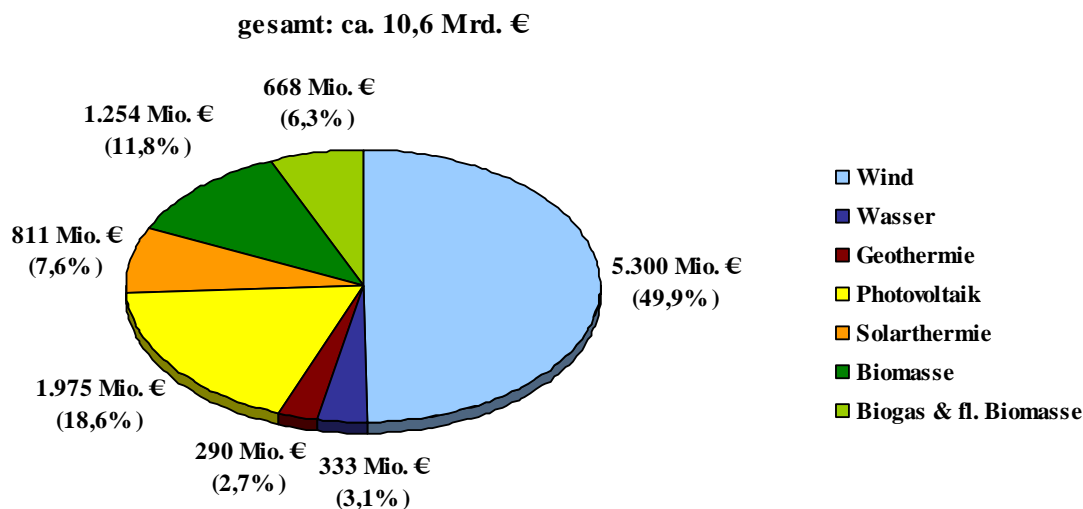


Abbildung 2: Umsatz der Hersteller von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland im Jahr 2006

Im Bereich der Solarthermie fällt die Einschätzung der Entwicklung deutlich schwerer als in den bisher behandelten Sparten. Dies liegt im Wesentlichen daran, dass die Solarthermiesparte mit über 30 Herstellern relativ stark fragmentiert ist. Im Bereich der Flachkollektoren, die in Deutschland etwa 90 % des Marktes ausmachen, ist mit Greenonotec ein österreichisches Unternehmen Marktführer, gefolgt von BBT Termotechnik, Wagner und Co. sowie Viessmann. Im Bereich der Vakuumröhrenkollektoren ist Paradigma auch weiterhin mit Abstand dominierend. Insgesamt kann davon ausgegangen werden, dass der Importanteil der installierten Kollektoren in Deutschland im Jahr 2006 mit 38 % etwa konstant auf dem Level von 2004 geblieben ist. Gleichzeitig wird auf Grund der Untersuchungen von Werner Koldehoff [Koldehoff07] angenommen, dass die Exportquote der Kollektorhersteller im Jahr 2006 in der Größenordnung von etwa 30 % lag und damit etwa doppelt so hoch wie noch im Jahr 2004.

Die Geothermie wird meist in die Bereiche der Tiefengeothermie sowie der oberflächennahen Geothermie unterteilt. Die Datenerhebung des Jahres 2004 hat für den Bereich der Tiefengeothermie keine hinreichenden Daten bezüglich des Außenhandels zur Verfügung stellen können, was sich auch für das Jahr 2006 nicht geändert hat. Bezüglich der Verzahnung dieser recht kleinen Branche mit dem Ausland gibt es weiterhin keine neuen Erkenntnisse, weshalb der Außenhandel vernachlässigt wird. Die oberflächennahe Geothermie wies für das Jahr 2004 eine recht hohe Import- und Exportquoten aus. Die Anzahl der Installationen im Bereich der oberflächennahen Geothermie haben in den vergangenen zwei Jahren ein enormes Wachstum vorweisen können. Von 2004 auf 2005 wuchs der Markt um etwa 50 %, um in 2006 um

weitere 100 % anzusteigen. Gleichzeitig konnte kein dramatischer Zubau von Produktionskapazitäten in Deutschland beobachtet werden, der diese Nachfrage hinreichend hätte bedienen können. Daher wurde bei der Abschätzung der Umsätze davon ausgegangen, dass die Importquote für Wärmepumpen im Jahr 2006 weiterhin konstant bei knapp 70 % lag und die Exportquote zu Gunsten der inländischen Nachfrage von 60 % im Jahr 2004 auf etwa 20 % 2006 gesunken ist.

Die Biomasse ist der Bereich, der die größten Herausforderungen bei der Erfassung der Umsatzentwicklung mit sich bringt. Grund hierfür sind zum einen die stark unterschiedlichen Technologien, die hier vertreten sind, aber auch die große Anzahl zum Teil recht kleiner Marktakteure, die eine Erfassung schwierig machen. Bezüglich der verschiedenen Technologien wurde zwischen Großfeuerungsanlagen zur Nutzung fester Biomasse, Kleinanlagen zur Nutzung fester Biomasse, Biogas sowie flüssige Biomasse zur Strom- und Wärmegestehung unterschieden. Dabei sind in den wenigsten Bereichen Erkenntnisse über die Marktentwicklung zu erhalten, weshalb im Wesentlichen auf die Ergebnisse der Marktuntersuchung des Jahres 2004 zurückgegriffen wurde. Abweichende Überlegungen beziehen sich ausschließlich auf den Biogasbereich. Der Biogasanlagenausbau konnte in den vergangenen Jahren eine ähnlich dynamische Entwicklung wie der Bereich der oberflächennahen Geothermie aufweisen. Im Jahr 2006 wurde mit 335 MW [BMU07b] etwa das fünf- bis sechsfache an Biogasleistung installiert wie 2004. Auf Grund dieser Entwicklung wurde ein moderater Anstieg der Importe auf etwa 60 % angenommen.

Die aus diesen Überlegungen resultierenden, beschäftigungswirksamen Umsätze deutscher Unternehmen durch Investitionen im In- und Ausland des Jahres 2006 belaufen sich auf insgesamt etwa 11,9 Mrd. € (7,2 Mrd. € 2004). Der Anteil des Exports lag dabei mit 4,4 Mrd. € bei knapp 37 % (28 % 2004). Damit konnte eine Steigerung der Exporte um etwa 120 % gegenüber 2004 verwirklicht werden (vgl. Tabelle 1).

Die Ermittlung der Beschäftigten im Betrieb sowie der Wartung der bestehenden Anlagen, erfolgt analog zu der Untersuchung für das Jahr 2004 auf Basis der in diesem Bereich entstehenden Kosten, allerdings auf Basis der aktualisierten amtlichen Input-Output-Tabelle (vgl. dazu auch den folgenden Abschnitt). Diese Kosten werden technologiespezifisch anhand eines durchschnittlichen Investitionskostenanteils pro Jahr ermittelt. Insgesamt sind demnach im Jahr 2006 2,6 Mrd. € an Betriebskosten bei der Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland entstanden. Gegenüber 2004 stellt das eine Steigerung von etwa 13 % dar (vgl. Tabelle 1).

Tabelle 1: Beschäftigungswirksame Investitionen im Zusammenhang mit der Nutzung erneuerbarer Energien 2004 und 2006 im Vergleich

	2004	2006	Entwicklung
EE-Investitionen in Deutschland	7,0 Mrd. €	11,6 Mrd. €	+ 66 %
Umsatz deutscher Unternehmen durch EE-Investitionen weltweit	7,2 Mrd. €	11,9 Mrd. €	+ 65 %
Umsatz deutscher Unternehmen durch EE-Investitionen in Deutschland	5,2 Mrd. €	7,5 Mrd. €	+ 44 %
Umsatz deutscher Unternehmen durch EE-Investitionen im Ausland	2,0 Mrd. €	4,4 Mrd. €	+ 120 %
Betriebsbedingte Kosten	2,3 Mrd. €	2,6 Mrd. €	+ 13 %
Umsatz durch Biomassebereitstellung	0,3 Mrd. €	1,1 Mrd. €	+ 267 %
Umsatz durch Biokraftstoffverkauf	0,9 Mrd. €	2,6 Mrd. €	+ 189 %

Im Bereich der Brennstoffbereitstellung ist mit etwa 267 % die größte Umsatzsteigerung gegenüber 2004 zu verzeichnen (vgl. Tabelle 1). Grund hierfür ist die starke Nutzung nachwachsender Rohstoffe, die seit der Neufassung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes 2004 eingesetzt hat. Die Anbaufläche nachwachsender Rohstoffe belief sich im Jahr 2006 auf 158.000 ha gegenüber 13.000 ha im Jahr 2004 [BMU07b].

Die Umsatzsteigerung durch den Verkauf von Biokraftstoffen im Jahr 2006 von 189 % gegenüber 2004 kann ebenfalls durch die Entwicklung in diesem Bereich erklärt werden (vgl. Tabelle 1). Betrug der Anteil der Biokraftstoffe am Kraftstoffverbrauch in Deutschland im Jahr 2004 noch 1,6 %, so stieg dieser Anteil 2006 auf 6,6 % [BMU07a]. Für die Ermittlung des Umsatzes von 2,6 Mrd. € wird dabei angenommen, dass etwa 20 % des verkauften Biodiesels 2006 importiert wurde. Außerdem wird davon ausgegangen, dass ebenfalls 20 % des Pflanzenöls, das als Vorprodukt für die Biodieselproduktion oder direkt genutzt wurde, importiert wurde.

2.3 Bruttobeschäftigung

Die Ermittlung der Bruttobeschäftigung in Deutschland erfolgt auf Basis der in Kapitel 2.2 hergeleiteten Umsätze der Unternehmen methodisch mit Hilfe des statischen offenen Mengenmodells der Input-Output-Analyse. Als statistische Grundlage dient hierbei die Input-Output-Tabelle des Statistischen Bundesamtes für das Jahr 2003 [StaBuA07]. Die in dem Vorgängerprojekt entwickelten Vektoren für die die „Herstellung von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien“ sowie den „Betrieb von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien“ [BMU06] bilden das Gerüst für die tiefe sektorale Abbildung der unterschiedlichen Sparten der erneuerbaren Energien. Die ermittelten detaillierten Strukturen für die betrachteten Sparten für das Jahr 2004 werden dabei auf Grund des Fehlens aktuellerer empirischer Informationen weitestgehend beibehalten. Lediglich im Bereich der Windenergie sowie der Photovoltaik wird eine Anpassung der Vorleistungsstrukturen vorgenommen. Hintergrund sind hier die Informationen anderer Marktstudien. Im Bereich der Windenergie konnte das DEWI einen Rückgang des inländischen Wertschöpfungsanteils verzeichnen [DEWI07]. Auf dieser Grundlage werden daher die Vorleistungsimporte nach Deutschland zu Lasten der inländischen Vorleistungen erhöht. Im Bereich der Photovoltaik wurden hingegen die Vorleistungsimporte reduziert. Dies beruht auf der Gegebenheit, dass die inländischen Modulhersteller 2006 im Wesentlichen durch inländisch hergestellte Zellen bedient werden konnten (siehe Kapitel 2.2)

Die in dieser Untersuchung berücksichtigten Arbeitsproduktivitäten der Sparten der erneuerbaren Energien basieren im Wesentlichen auf der Entwicklung, die in der Vorgängerstudie ermittelt und fortgeschrieben wurde. Lediglich im Bereich der Windenergie wird von einem deutlichen stärkeren Anstieg der Arbeitsproduktivität ausgegangen. Begründet wird dies damit, dass die Umsätze der deutschen Unternehmen im Bereich der Windenergie auf der einen Seite von 2004 nach 2006 stark angestiegen sind [DEWI07], auf der anderen Seite aber kein äquivalenter Ausbau der Produktionskapazitäten stattgefunden hat (siehe Kapitel 3.3). Als Erklärung hierfür wird zum einen – wie erläutert – von einem Anstieg der Vorleistungsimporte und zum anderen von einem spürbaren Produktivitätsanstieg in der Branche ausgegangen.

Die für das Jahr 2006 resultierende Zahl der Beschäftigten beläuft sich insgesamt auf etwa 231.300 Personenjahre. Hiervon entfallen rund 139.300 Stellen auf die inländischen wie ausländischen Investitionen in neue Anlagen, die durch deutsche Produkte bedient werden konnten. Dies schließt sowohl fertige Anlagen als auch Komponenten ein. 41.800 Personen waren zusätzlich durch den Betrieb und die Instandhaltung der Anlagen in Deutschland tätig. Die Beschäftigung weiterer 50.200 Personen beruhte auf der Bereitstellung von Biomasse und Biokraftstoffen (vgl. Tabelle 2).

Tabelle 2: Beschäftigung durch erneuerbare Energien in Deutschland 2006

	Beschäftigung durch Investitionen (einschl. Export)	Beschäftigung durch Betrieb	Beschäftigung durch Brenn-/Kraftstoffbereitstellung	Beschäftigung gesamt
Wind	65.700	16.400		82.100
Photovoltaik	25.600	1.300		26.900
Solarthermie	11.600	1.700		13.300
Wasserkraft	5.000	4.400		9.400
Geothermie	4.100	100		4.200
Biomasse	18.100	15.700		33.800
Biogas & fl. Biomasse	9.200	2.200		11.400
Biomassebrennstoffe			18.200	18.200
Biokraftstoff			32.000	32.000
Summe	139.300	41.800	50.200	231.300

Nach dieser Einschätzung konnte 2006 im Vergleich zu den Beschäftigtenzahlen des Jahres 2004 eine Steigerung von rund 47 % erreicht werden. Die Biomasse hat dabei mit 38.600 zusätzlich Beschäftigten auf insgesamt 95.400 den stärksten Zuwachs zu verzeichnen, gefolgt von der Windenergie mit insgesamt 82.100, der Solarenergie mit rund 40.200 und der Geothermie mit etwa 4.200 Beschäftigten. Im Bereich der Wasserkraft sind die Beschäftigten auf Grund der gestiegenen Arbeitsproduktivität leicht gesunken, bleiben mit 9.400 Personen aber noch immer auf einem stabilen Level (vgl. Abbildung 3).

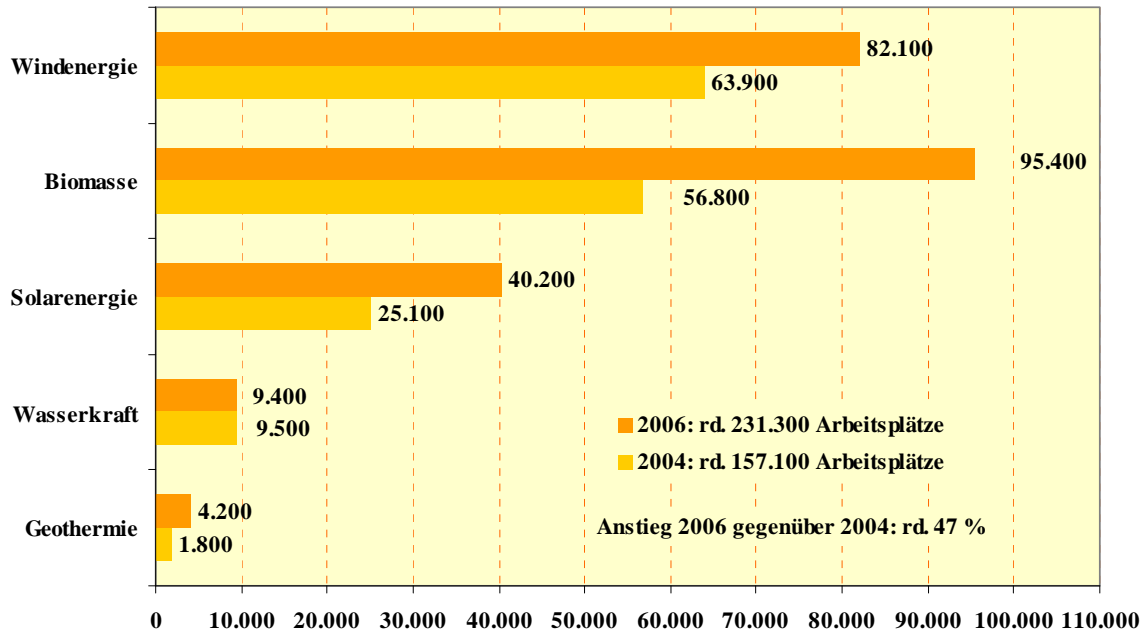


Abbildung 3: Entwicklung der Bruttobeschäftigung durch erneuerbare Energien in Deutschland 2004 und 2006

Die ermittelte Anzahl von 231.300 Beschäftigten bezieht sich auf die Arbeitsplätze in der gesamten EE-Branche. Auf Grund des anstehenden Erfahrungsberichts zum Erneuerbaren-Energien-Gesetz (EEG) wird hier zusätzlich eine Abschätzung der Beschäftigung vorgenommen, die durch das EEG induziert wurde.

Hierzu bedarf es einer Aufteilung der Beschäftigten in den Bereichen Wasserkraft, Biomasse und Geothermie, da nicht alle Technologien, die in diese Sektoren fallen vom EEG gefördert werden.

Im Bereich der Wasserkraft werden lediglich Anlagen bis zu 5 MW Leistung im Neubau gefördert sowie die Modernisierung von Anlagen bis zu 150 MW. Aus diesem Grund wird davon ausgegangen, dass die Investitionen, die im Inland in diesem Sektor getätigt wurden, sowie die daraus resultierenden Beschäftigten vollständig auf das EEG zurückgeführt werden können. Der Export spielt in diesem Zusammenhang jedoch eine nachgelagerte Rolle, da die Wasserkraft auch vor der Förderung durch das EEG bereits eine international gut etablierte Sparte war. Eine Differenzierung kann demnach nicht vorgenommen werden, weshalb die Beschäftigten des Exports nicht dem EEG zugerechnet werden. Die Beschäftigten des Betriebes können hingegen anhand des Anteils der EEG-geförderten Strommenge annähernd aufgeteilt werden. 2006 wurden rund 35 % der aus Wasserkraft erzeugten Strommenge mittels des EEG gefördert [BMU07c]. Insgesamt waren nach dieser Herangehensweise im Jahr 2006 rund 2.600 Personen in der Sparte der Wasserkraft auf Grund des EEG beschäftigt (vgl. Abbildung 4).

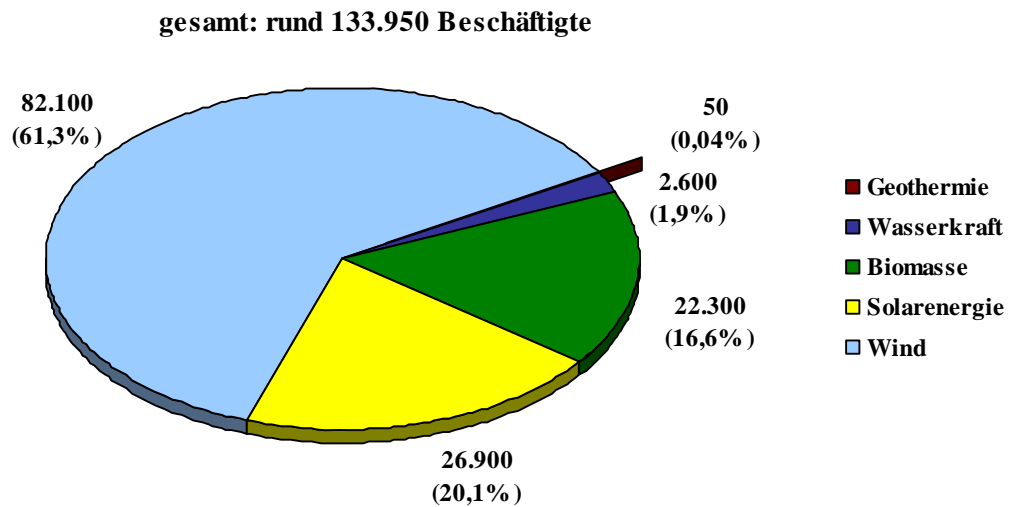


Abbildung 4: EEG bedingte Bruttobeschäftigung des Jahres 2006

Im Bereich der Biomasse werden lediglich Anlagen zur Stromerzeugung gefördert. Damit können die Beschäftigten der Sparten Biogas und flüssige Biomasse direkt dem EEG zugeordnet werden. Im Zusammenhang mit der festen Biomasse kann eine Aufteilung der Beschäftigten anhand der Investitionssummen in Stromerzeugende und ausschließlich Wärme erzeugende Anlagen sowie die notwendige Biomassebereitstellung vorgenommen werden. Im Betrieb erfolgt die Aufteilung anhand der erzeugten Strommenge. Insgesamt kann danach eine durch das EEG induzierte Beschäftigung von rund 22.300 in der Sparte der Biomasse angenommen werden.

Die Beschäftigten der Geothermie werden ebenfalls anhand der Investitionen abgeschätzt, wonach in diesem Bereich etwa 50 Personen im Jahr 2006 beschäftigt waren.²

Insgesamt konnte damit für das EEG eine Beschäftigungswirkung von rund 134.000 Arbeitsplätzen für das Jahr 2006 abgeschätzt werden (vgl. Abbildung 4).

² Die Anzahl der Beschäftigten im Bereich der Tiefengeothermie ist systematisch weniger fundiert als in anderen Sparten. Grund hierfür ist der bislang geringe Umfang der wirtschaftlichen Aktivitäten dieser Sparte, der die Erstellung eines eigenen Input-Output-Vektors 2004 nicht ermöglicht hat. Zukünftig sollte jedoch eine genauere Differenzierung vorgenommen werden.

3 Weitere Beschäftigung im Bereich erneuerbarer Energien

3.1 Einleitung

Die in Kapitel 2 beschriebene Bruttobeschäftigung ist auf die Investitionen in Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien sowie deren Betrieb einschließlich der Brennstoffbereitstellung zurückzuführen. In diesem Abschnitt werden weitere Aspekte der Nutzung erneuerbarer Energien betrachtet, die Beschäftigung in Deutschland hervorgerufen haben.

Zwei deutlich unterschiedliche Bereiche werden dabei untersucht. Zum einen die Beschäftigung, die durch öffentliche und gemeinnützige Mittel im Bereich erneuerbarer Energien induziert wurde und zum anderen die Beschäftigung, die durch den Ausbau von Produktionskapazitäten im Bereich der Herstellung von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien ausgelöst wurde. Beide Bereiche wurden in die Untersuchungen zu den Arbeitsplatzeffekten der erneuerbaren Energien bislang nicht einbezogen.

3.2 Beschäftigung durch öffentliche und gemeinnützige Mittel

3.2.1 Beschäftigung durch Forschung, Öffentlichkeitsarbeit und Wirtschaftsförderung

Öffentliche und gemeinnützige Mittel, die für den Themenkomplex der erneuerbaren Energien zur Verfügung gestellt werden, werden zu einem Großteil für Forschung und Entwicklung bereit gestellt. Forschung und Entwicklung wird in Deutschland sowohl privat finanziert als auch öffentlich gefördert. Dabei kommt es nicht selten zu Überschneidungen: Öffentliche Forschungseinrichtungen erhalten neben staatlichen Mitteln auch Drittmittel aus der Wirtschaft; gleichzeitig werden auch Forschungsaktivitäten der Privatwirtschaft öffentlich gefördert. Insgesamt macht der Anteil der Wirtschaft an den Bruttoinlandsausgaben für Forschung und Entwicklung in Deutschland etwa 2/3 aus (in 2004: 36,9 Mrd. € von 55,2 Mrd. €), ein Großteil der F&E-Ausgaben fließen mit 92 % in die interne Forschung und Entwicklung. Zusätzlich wurden diese internen Forschungsvorhaben durch die öffentliche Hand mit rund 2,3 Mrd. € im Jahr 2004 unterstützt [BMBF06].

Die Investitionen der EE-Branche in Forschung und Entwicklung beliefen sich nach Angaben des Bundesverbands Erneuerbare Energien (BEE) im Jahr 2005 auf rund 390 Mio. €. In dem Zeitraum von 2006 bis 2012 geht der Verband von einer weiteren Mittelbereitstellung in Höhe von insgesamt 4,5 Mrd. € durch die Unternehmen der Branche aus [BEE06]. Der Bundesverband Solarwirtschaft (BSW) meldete des Weiteren, dass im Jahr 2007 rund 100 Mio. € an F&E-Mitteln von Solarunternehmen in Deutschland zur Verfügung gestellt werden [BSW07].

Die Beschäftigten, die durch die F&E-Ausgaben der EE-Branche induziert wurden sind bereits in der Bruttobeschäftigung enthalten, die in Kapitel 2 dargestellt wurde. In diesem Abschnitt geht es daher ausschließlich um die Forschung und Entwicklung durch öffentliche Mittel im Bereich erneuerbarer Energien.

Neben der Förderung von Forschung und Entwicklung gibt es jedoch auch noch eine Reihe anderer Bereiche, in die öffentliche und gemeinnützige Mittel fließen. An erster Stelle sei hier die Öffentlichkeitsarbeit genannt, die auf vielen verschiedenen Ebenen Unterstützung erhält. Des Weiteren ist aber auch der Bereich der Wirtschaftsförderung zu nennen, der sich insbesondere durch die Exportförderung oder Einführungsprogramme für bestimmte EE-Technologien auszeichnet.

Bei der Betrachtung dieser Förderung muss eine klare **Abgrenzung** vorgenommen werden, welche Technologien zu den erneuerbaren Energien gezählt werden sollen und welche eher zu dem Thema Energieeffizienz zu zählen sind. Diese Abgrenzung wird in verschiedenen Quellen unterschiedlich vorgenommen. Während die IEA in ihrer F&E-Datenbank die oberflächennahe Geothermie zum Thema Energieeffizienz rechnet [IEA07], bezieht sie das BMU in den Bereich erneuerbarer Energien mit ein [BMU07d]. Im Laufe der Untersuchung hat sich herausgestellt, dass auch die Brennstoffzellenforschung oftmals zu den erneuerbaren Energien hinzugezählt wird, obwohl dies weder bei der IEA noch beim BMU geschieht. Die hier vorgenommen Abgrenzung der Fördermittel, die zum Bereich erneuerbarer Energien gezählt werden, bezieht sich auf die Abgrenzung des BMU [BMU07d]. Diese schließt folgende Technologien in die Betrachtung ein:

- Solarenergie (Photovoltaik, Niedertemperatur-Solarthermie, Solarthermische Kraftwerke)
- Windenergie
- Geothermie (oberflächennahe Geothermie, Tiefengeothermie)
- Biomasse (feste Biomasse, Biogas, flüssige Biomasse, Biokraftstoffe)
- Wasserkraft³

Die Mittel, die für die öffentliche Forschung und Entwicklung der erneuerbaren Energien aufgebracht werden, können in die Bereiche der Projektförderung sowie institutionelle Förderung aufgeteilt werden.

³ In den vergangenen vier Jahren ist keine Förderung der Forschung und Entwicklung im Bereich der Wasserkraft auf Bundesebene zu verzeichnen gewesen.

nicht einzelne Forschungsvorhaben, sondern separate Forschungseinrichtungen gefördert. Die Förderung erfolgt auf Landesebene, zu 50%iger Teilung zwischen Bund und Sitzland (Institute der Leibniz-Wissenschaftsgemeinschaft (WGL)) oder im Falle der Fraunhofer Gesellschaft (FhG), der Max Planck Gesellschaft (MPG) sowie der Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren (HGF) zu 90 % durch den Bund und 10 % durch die jeweilige Landesregierung.

In Abbildung 5 wird eine Übersicht über außeruniversitäre Forschungseinrichtungen gegeben, die sich mit dem Thema erneuerbare Energien in Deutschland befassen. Dieser Überblick hat keinen Anspruch auf Vollständigkeit, da die Aktivitäten in diesem Bereich sehr vielfältig sind.⁴ Auch die Abgrenzung zwischen Universitären und außeruniversitären Einrichtungen ist in einigen Fällen schwierig.

Tabelle 3: Übersicht über Universitäten und Fachhochschulen im Bereich erneuerbarer Energien in Deutschland

Nr.	Universitäten	Nr.	Fachhochschulen
1	Technische Universität Dresden	29	Fachhochschule Dresden
2	Universität Leipzig	30	Fachhochschule Zittau/Görlitz
3	Universität Halle-Wittenberg	31	Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig
4	Technische Universität Bergakademie Freiberg	32	Fachhochschule Zwickau
5	Technische Universität Berlin	33	Fachhochschule für Technik und Wirtschaft Berlin
6	Technische Universität Hamburg-Harburg	34	Fachhochschule Schmalkalden
7	Hochschule Wismar	35	Fachhochschule Lübeck
8	Universität Flensburg	36	Fachhochschule Kiel
9	Universität Oldenburg	37	Fachhochschule Flensburg
10	Universität Bremen	38	Fachhochschule Oldenburg/Ostfriesland/ Wilhelmshaven
11	Universität Hannover	39	Hochschule Bremerhafen
12	Universität Kassel	40	Fachhochschule Hannover
13	Universität Göttingen	41	Fachhochschule Hildesheim/Holzminde/Göttingen
14	Technische Universität Braunschweig	42	HS Harz für angewandte Wissenschaften (FH)
15	Technische Universität Clausthal	43	Fachhochschule Düsseldorf
16	Universität Magdeburg	44	Technische Fachhochschule Bochum
17	Universität Dortmund	45	Fachhochschule Gelsenkirchen
18	Ruhr Universität Bochum	46	Fachhochschule Münster
19	Universität Duisburg-Essen	47	Fachhochschule Osnabrück
20	RWTH Aachen	48	Fachhochschule Aachen
21	Technische Universität Darmstadt	49	Fachhochschule Trier
22	Universität Stuttgart	50	Fachhochschule Koblenz
23	Universität Hohenheim	51	Fachhochschule Frankfurt
24	Universität Karlsruhe	52	Fachhochschule Darmstadt
25	Universität Konstanz	53	Hochschule für Technik Stuttgart
26	Technische Universität München	54	Fachhochschule Rottenburg
27	Universität Ulm	55	Fachhochschule Konstanz
28	Universität Weimar	56	Fachhochschule München
		57	Fachhochschule Ingolstadt
		58	Fachhochschule Ulm
		59	Fachhochschule Nordhausen
		60	Fachhochschule Köln

⁴ So wird an den Max-Planck-Instituten bisher im Rahmen von vier Kompetenznetzwerken im Bereich erneuerbarer Energien geforscht.

Des Weiteren gibt es in Deutschland mindestens 60 Universitäten, Hochschulen und Fachhochschulen, die erneuerbare Energien in Lehre und Forschung einbeziehen (vgl. Tabelle 3).

Die Herangehensweise für die Ermittlung der Beschäftigten in Forschung, Öffentlichkeitsarbeit und Wirtschaftsförderung kann auf unterschiedlichen Wegen erfolgen.

Die direkte Beschäftigung kann durch eine Erhebung der Beschäftigten in den betroffenen Institutionen erfasst werden. Die indirekte Beschäftigung würde in diesem Fall allerdings vernachlässigt werden.

Alternativ ist es möglich, das gesamte Budget von Forschungsinstituten und sonstigen Einrichtungen für den Bereich erneuerbarer Energien in Deutschland zu ermitteln. Anhand der Verknüpfungen der Input-Output-Tabelle ist es möglich, daraus sowohl die direkte als auch die indirekte Beschäftigung abzuleiten. Der Nachteil an dieser Herangehensweise ist, dass eine Abgrenzung zu den F&E Mitteln der EE-Industrie nicht möglich ist. Auf der einen Seite fördert die öffentliche Hand F&E-Aktivitäten in der Industrie, die durch eine Abfrage in den einschlägig bekannten Forschungsinstituten nicht erfasst werden würden, zum anderen finanziert die Industrie Forschungsaktivitäten in Instituten. Da diese durch die Industrie finanzierten Forschungsaktivitäten in der in Kapitel 2 beschriebenen Bruttobeschäftigung enthalten sind, würde es damit zu ungewollten Doppelzählungen kommen, weshalb auch diese Herangehensweise verworfen wird.

In der hier gewählten Methodik wird daher die öffentliche und gemeinnützige Mittelbereitstellung für Forschung, Öffentlichkeitsarbeit und Wirtschaftsförderung im Bereich erneuerbarer Energien ermittelt, um daraus die Bruttobeschäftigung in Deutschland abzuleiten. In diesen Zahlen enthalten sind zudem die Mittel für die Projektträger, die im Auftrag der Ministerien die Forschungsförderung fachlich und administrativ unterstützen. Berücksichtigt werden dabei so weit wie möglich die Mittel, die durch den Bund, die Länder, die Europäische Union sowie Stiftungen bereitgestellt wurden.

Nicht einbezogen werden konnten Forschungsmittel auf regionaler oder lokaler Ebene ebenso wie die weiterer internationaler Einrichtungen, wie beispielsweise der Internationalen Energie Agentur oder der Weltbank. Die Größenordnung dieser Mittel wird jedoch als vergleichsweise gering eingeschätzt. Ebenfalls wurde die Entwicklungshilfe im Bereich erneuerbarer Energien, die vornehmlich durch die Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) erfolgt nicht in die Betrachtung mit einbezogen, da die Relevanz dieser Mittel für den deutschen Arbeitsmarkt nur schwer abschätzbar ist. Im Bereich der Wirtschaftsförderung wurden die Mittel der öffentlichen Hand, die zum Aufbau neuer Unternehmensstandorte bereitgestellt werden nicht berücksichtigt, da deren Beschäftigungswirkung in Kapitel 3.3 einbezogen wird.

Bezüglich der Verflechtungen mit dem Ausland wurde angenommen, dass sich aus Deutschland abfließende Mittel mit eingehenden Mitteln in etwa ausgleichen. Beispielsweise ist es denkbar, dass ein österreichisches Forschungsinstitut ein Projekt für ein deutsches Ministerium bearbeitet. Da dies ebenso gut auch entgegengesetzt möglich ist und es hierzu keine verifizierten Daten gibt, wird dieser Aspekt in der Untersuchung nicht weiter berücksichtigt. Allerdings werden die nach Deutschland fließenden EE-relevanten Fördermittel aus dem 6. Forschungsrahmenprogramm der EU berücksichtigt.

Da nur vereinzelte Informationen, aber keine statistisch repräsentativen Informationen über die Kostenstruktur von Forschungseinrichtungen vorliegen, die schwerpunktmäßig Forschungsleistungen im Kontext von erneuerbaren Energien erbringen, werden die in der amtlichen Input-Output-Tabelle ausgewiesenen durchschnittlichen Strukturen für die Erbringung von Forschungs- und Entwicklungsleistungen (CPA-Abteilung 73) für die Abschätzung der direkten und indirekten Beschäftigung zu Grunde gelegt. Diese Herangehensweise wird analog auch für den Bereich der Öffentlichkeitsarbeit und Wirtschaftsförderung durchgeführt. Hier wird entsprechend der amtlichen Systematik der Bereich Unternehmensbezogene Dienstleistungen (CPA-Abteilung 74) als repräsentativ herangezogen.

Die Zuständigkeit für die Forschungsförderung im Bereich der erneuerbaren Energien auf **Bundesebene** teilen sich vier Ministerien (vgl. Abbildung 6) [BMU07d].

- Das **Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU)** ist für die projektorientierte Forschungsförderung der erneuerbaren Energien (außer Bioenergie) zuständig.
- Das **Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi)** koordiniert innerhalb der Bundesregierung die Energieforschungspolitik. Darüber hinaus ist es für die institutionelle Förderung des DLR sowie die Projektförderung im Bereich der oberflächennahen Geothermie verantwortlich.
- Das **Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV)** ist für Forschungsprojekte zur energetischen Nutzung der Biomasse zuständig.
- Das **Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)** fördert grundlegende Arbeiten mit langfristiger Anwendungsperspektive sowohl durch institutionelle Förderung als auch durch Projektförderung. Dazu zählt vor allem die Grundfinanzierung der HGF (außer DLR) und Fraunhofer Gesellschaft.

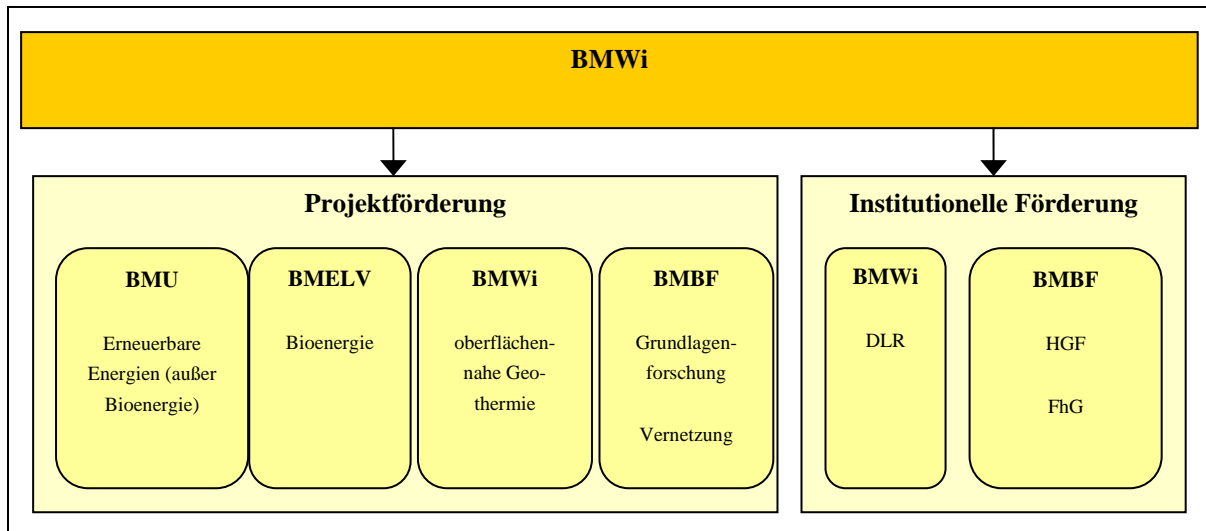


Abbildung 6: Zuständigkeit der Forschungsförderung auf Bundesebene im Bereich der erneuerbaren Energien [BMU07d]

Des Weiteren stehen sowohl im BMU, im BMWi als auch im BMELV weitere Mittel für sonstige Themen zur Verfügung. Das BMU fördert in diesem Rahmen beispielsweise die Informationskampagne Erneuerbare Energien oder die Erstellung von Informationsbroschüren sowie Untersuchungen im Zusammenhang mit systemanalytischen Themen der Politikberatung. Das BMWi verfügt über zusätzliche Summen u. a. zur Förderung der Exportinitiative der Deutschen Energie Agentur (dena) sowie des Bine Informationsdienstes. Das BMELV fördert mit diesen Mitteln u. a. die Bioenergieberatung sowie das Markteinführungsprogramm biogener Treibstoffe.

Die Ermittlung der Forschungsmittel des Bundes basiert im Wesentlichen auf den Informationen der Broschüre „Innovationen in die Zukunft“ [BMU07d]. Die Zahlen, die in dieser Veröffentlichung nicht enthalten sind, wie die Mittelbereitstellung für Öffentlichkeitsarbeit etc. sind direkt bei den Ministerien abgefragt worden. In den Forschungsfördermitteln ist bereits die Finanzierung der Projektträger berücksichtigt worden.

Insgesamt wurden im Jahr 2006 knapp 155 Mio. € auf Bundesebene für die Förderung der Forschung, Entwicklung, Öffentlichkeitsarbeit sowie Exportförderung im Bereich erneuerbarer Energien ausgegeben. Etwas höher waren die Ausgaben 2005 mit 157 Mio. € die die Fördersumme des Jahres 2004 mit etwa 117 Mio. € noch deutlich überschritt (vgl. Tabelle 4).

Tabelle 4: Forschungs- und sonstige Mittel des Bundes [BMU07d], eigene Recherche

	2004	2005	2006
Solare Wärme (BMU)	3,53 Mio. €	4,92 Mio. €	6,61 Mio. €
Photovoltaik (BMU)	24,42 Mio. €	41,96 Mio. €	37,61 Mio. €
Solarthermische Kraftwerke (BMU)	5,55 Mio. €	5,15 Mio. €	5,91 Mio. €
Wind (BMU)	7,35 Mio. €	16,89 Mio. €	9,77 Mio. €
Biomasse (BMELV)	4,86 Mio. €	11,46 Mio. €	11,07 Mio. €
Tiefengeothermie (BMU)	5,88 Mio. €	10,67 Mio. €	13,99 Mio. €
Oberflächennahe Geothermie (BMWi)	1,60 Mio. €	1,60 Mio. €	1,60 Mio. €
Internat. Zusammenarbeit / Querschnitts- forschung (BMU)	3,50 Mio. €	6,23 Mio. €	6,49 Mio. €
Vernetzungsfonds / Grundlagenforschung (BMBF)	4,30 Mio. €	4,30 Mio. €	4,30 Mio. €
Öffentlichkeitsarbeit / Politikberatung (BMU)	6,50 Mio. €	6,50 Mio. €	6,50 Mio. €
Öffentlichkeitsarbeit / Exportförderung (BMWi)	16,32 Mio. €	14,00 Mio. €	17,00 Mio. €
Öffentlichkeitsarbeit / Markteinführung (BMELV)	1,30 Mio. €	2,19 Mio. €	3,04 Mio. €
Institutionelle Förderung	31,60 Mio. €	31,60 Mio. €	31,60 Mio. €
Summe	116,73 Mio. €	157,47 Mio. €	155,48 Mio. €

Auf **Landesebene** ist die Verteilung der Zuständigkeiten unterschiedlich geregelt. Die Federführung bei der Förderung der erneuerbaren Energien liegt entweder beim jeweiligen Umwelt- oder Wirtschaftsministerium. Für die Förderung der Biomasse ist in den meisten Fällen das Landwirtschaftsministerium zuständig. Die institutionelle Förderung wird in der Regel vom Wissenschaftsministerium durchgeführt.

Neben der Forschungsförderung gibt es auch auf Landesebene Energieagenturen, die weniger in der Forschung sondern vielmehr im Bereich der Öffentlichkeitsarbeit und öffentlichen Beratung tätig sind. Diese Agenturen werden häufig zu einem gewissen Anteil von den jeweils zuständigen Ministerien finanziell unterstützt.

Tabelle 5: Forschungsmittel der Länder

	2004	2005	2006
Baden-Württemberg	6,02 Mio. €	5,99 Mio. €	6,62 Mio. €
Bayern	7,55 Mio. €	7,65 Mio. €	7,70 Mio. €
Berlin	1,70 Mio. €	1,70 Mio. €	1,70 €
Brandenburg	0,60 Mio. €	0,60 Mio. €	0,60 Mio. €
Bremen	6,00 Mio. €	9,62 Mio. €	8,00 Mio. €
Hamburg	0 Mio. €	0 Mio. €	0 Mio. €
Hessen	3,29 Mio. €	3,40 Mio. €	3,30 Mio. €
Mecklenburg-Vorpommern	0,69 Mio. €	1,55 Mio. €	0,92 Mio. €
Niedersachsen	9,67 Mio. €	9,67 Mio. €	9,67 Mio. €
Nordrhein-Westfalen	7,58 Mio. €	13,10 Mio. €	8,19 Mio. €
Rheinland-Pfalz	0,05 Mio. €	0 Mio. €	0 Mio. €
Saarland	0,22 Mio. €	0,22 Mio. €	0,22 Mio. €
Sachsen	3,99 Mio. €	5,25 Mio. €	6,61 Mio. €
Sachsen-Anhalt	0,07 Mio. €	0,07 Mio. €	0,07 Mio. €
Schleswig-Holstein	4,50 Mio. €	4,50 Mio. €	4,50 Mio. €
Thüringen	1,02 Mio. €	1,02 Mio. €	1,02 Mio. €
Summe	52,95 Mio. €	64,34 Mio. €	59,12 Mio. €

Die Ermittlung der öffentlichen Mittel bei den Landesministerien konnte nicht vollständig abgeschlossen werden. 5 der 50 befragten Ministerien konnten entweder keine Aussage über die ausgezahlten Mittel machen oder gaben auf die Anfrage keine Rückmeldung. Um die Mittelbereitstellung dieser Länder nicht vollständig zu vernachlässigen, wird bei der Untersuchung auf die Mittelbereitstellung der Jahres 2003 zurückgegriffen, die 2005 durch den Projektträger Jülich veröffentlicht wurde [PTJ05]. Auf Grund der Entwicklung der Fördermittel in den anderen Bundesländern kann zwar davon ausgegangen werden, dass die Fördermittel

durchschnittlich gestiegen sind, da dies in einigen Ländern jedoch nicht der Fall war, wird davon ausgegangen, dass die ungefähre Größenordnung der Mittel in den vier relevanten Bundesländern beibehalten wurde.

Insgesamt wurden von den Bundesländern im Jahr 2006 etwa 59 Mio. € an öffentlichen Mitteln für die Förderung von Forschung, Öffentlichkeitsarbeit etc. zur Verfügung gestellt. 2005 belief sich der Betrag auf ungefähr 64 Mio. € und 2004 auf rund 53 Mio. € (vgl. Tabelle 5).

Die Forschungsförderung der **Europäischen Union** besteht im Wesentlichen aus EU-Forschungsrahmenprogrammen. Im Juni 2002 wurde das 6. Forschungsrahmenprogramm mit einem Volumen von knapp 20 Mrd. € verabschiedet.⁵ In vier Runden wurden Forschungsnehmer aufgefordert Projekte mit jeweils festgelegten Themenschwerpunkten einzureichen. Dabei konnten deutsche Institutionen insgesamt ca. 20 % der Fördermittel akquirieren. Auf den Bereich der erneuerbaren Energien entfielen in dem gesamten Zeitraum in der EU etwa 255 Mio. € von denen etwa 71 Mio. € an deutsche Forschungsnehmer flossen gesetzt den Fall, dass der Anteil von 20 % auch auf dieser Ebene anwendbar ist (vgl. Tabelle 6).

Tabelle 6: EE-Forschungsförderung des 6. Forschungsrahmenprogramms der EU

	EE-Mittel nach Ausschreibungsrunden gesamt	EE-Mittel nach Ausschreibungsrunden für dt. Forschungsnehmer	EE-Mittelausschüttung D
2003	124,00 Mio. €	24,80 Mio. €	6,20 Mio. €
2004	1,00 Mio. €	0,20 Mio. €	12,45 Mio. €
2005	186,00 Mio. €	37,20 Mio. €	15,60 Mio. €
2006	44,00 Mio. €	8,80 Mio. €	20,85 Mio. €
2007	-	-	13,70 Mio. €
2008	-	-	2,20 Mio. €
Summe	355,00 Mio. €	71,00 Mio. €	71,00 Mio. €

Die zeitliche Vergabe der Forschungsmittel kann nicht direkt ermittelt werden. Stattdessen stehen die Summen der jeweiligen Ausschreibungsrunden für Forschungsmittel im Bereich erneuerbarer Energien zur Verfügung. Da diese Mittel jedoch zu einem anderen Zeitpunkt erst

⁵ Das 7. EU-Forschungsrahmenprogramm wird von 2007 bis 2013 laufen und ein Gesamtvolumen von ca. 58 Mrd. € haben.

beschäftigungswirksam geworden sind, ist eine weitere Aufteilung vorgenommen worden. Folgende Überlegungen spielen dabei eine Rolle. Nach einer Ausschreibung folgt die Antragstellung, der wiederum die Bearbeitung und anschließend die Genehmigung. Erst ab Genehmigung der Projekte beginnt die Bearbeitungszeit, die sich meist über einen Zeitraum von mehreren Monaten, wenn nicht sogar Jahren erstreckt. Um dies darzustellen werden daher die Fördersummen über zwei Jahre verteilt. Das Jahr der Ausschreibung wird dabei als Startjahr gewählt, wobei der Beginn erst zur Mitte des jeweiligen Jahres angesetzt wird. Demnach werden die Mittel der ersten Ausschreibungsrunde des Jahres 2003 von 24,8 Mio. € beispielsweise folgendermaßen verteilt: ein Viertel entfällt jeweils auf die Jahre 2003 und 2005, während die Hälfte im Jahr 2004 ausgeschüttet wird. Das Resultat dieser Aufteilung ist es, dass 2006 etwa 21 Mio. € aus dem 6. Forschungsrahmenprogramm in Deutschland beschäftigungswirksam eingesetzt wurden. 2005 lag die Summe bei etwa 16 Mio. € und 2004 bei 12 Mio. € (vgl. Tabelle 6).

Die Bereitstellung gemeinnütziger Mittel im Bereich erneuerbarer Energien wurde bisher ausschließlich für **Stiftungen** untersucht [BMU07e]. Die Ergebnisse des Kurzgutachtens sind nach Aussagen der Bearbeiter nicht abschließend, dennoch werden sie als Grundlage für die Ermittlung der Beschäftigten in diesem Bereich herangezogen.

Eine breitere Erhebung ist im Rahmen dieser Untersuchung nicht möglich. Nicht zuletzt auf Grund der Tatsache, dass es in Deutschland alleine 14.000 Stiftungen des öffentlichen Rechts gibt und vermutlich mehrere hunderttausende unselbständige Stiftungen wie Kirchenstiftungen etc. hinzukommen. Diese Stiftungen sind selbstverständlich nicht alle in die Förderung erneuerbarer Energien involviert, insbesondere da dieser Bereich ein recht neues Betätigungsfeld für Stiftungen darstellt [BMU07e].

Bislang konnten 77 Stiftungen auf Bundes- oder Länderebene identifiziert werden, die sich bereits im Bereich erneuerbarer Energien betätigt hatten. 13 dieser Stiftungen haben Auskunft über ihre Mittelbereitstellung gegeben. Die jährliche Mittelbereitstellung belief sich hier auf etwa 7,9 Mio. € wobei die Deutsche Bundesstiftung Umwelt mit 5,6 Mio. € den größten Anteil bereitstellt (vgl. Tabelle 7). Die Mittel wurden insgesamt vor allem für Forschungs-, Demonstrationsprojekte bzw. Öffentlichkeitsarbeit zur Verfügung gestellt [BMU07e].

Tabelle 7: Jährliche Finanzierung erneuerbarer Energien durch Stiftungen [BMU07e]

Stiftung	Jährliche Mittel
Bayerische Forschungsstiftung	175.000 €a
Bruno H. Schubert-Stiftung 30	30.000 €a
Deutsch-Britische Stiftung 382	382.000 €a
Deutsche Bundesstiftung Umwelt	5.600.000 €a
Innovationsstiftung Schleswig-Holstein (ISH)	108.000 €a
Karl Kübel Stiftung für Kind und Familie	83.000 €a
Körper-Stiftung	30.000 €a
Max-Eyth-Stiftung	1.200 €a
Naturstiftung David	153.000 €a
Norddeutsche Stiftung für Umwelt und Entwicklung	570.000 €a
Peter Dornier Stiftung	3.000 €a
Rud. Otto Meyer-Umwelt-Stiftung	100.000 €a
Stiftung Energieforschung	700.000 €a
Gesamt	7.935.200 €a

Aufsummiert wurden im Jahr 2006 Fördermittel von Bund, Ländern, der EU sowie Stiftungen mindestens rund 243 Mio. € zur Forschungsförderung etc. bereitgestellt. In 2005 beliefen sich die Mittel insgesamt auf 245 Mio. € und 2004 waren etwa 190 Mio. € (vgl. Tabelle 8).

Zur Abschätzung der aus der Verausgabung dieser Mittel resultierenden Beschäftigten wurde wie bereits erläutert die durchschnittliche Kostenstruktur der Bereiche „Forschungs- und Entwicklungsleistungen“ (Institutionelle und Projektförderung in der F&E) sowie „Unternehmensbezogene Dienstleistungen“ (Öffentlichkeitsarbeit etc.) der amtlichen Input-Output-Tabelle des Jahres 2003 herangezogen. Da eine Aufteilung der bereitgestellten Mittel der Länder, der EU sowie der Stiftungen auf diese zwei Bereiche nicht ohne weiteres möglich ist, werden hierzu Abschätzungen vorgenommen. Für die Mittel der Länder wurde lediglich ein Anteil von 5 % für den Bereich der „Unternehmensbezogene Dienstleistungen“ angenommen.

Die Verwendung der EU-Mittel geschieht ausschließlich im Bereich der Forschung und Entwicklung. Die Aktivitäten der Stiftungen sind hingegen eher anwendungsorientiert, weshalb eine Aufteilung von je 50 % auf die Bereichen „Forschungs- und Entwicklungsleistungen“ und „Unternehmensbezogene Dienstleistungen“ vorgenommen wurde. Die sich unter diesen Setzungen resultierende Bruttobeschäftigung beläuft sich auf insgesamt 4.029 Personen in 2006, 4.069 in 2005 und 3.184 in 2004 (vgl. Tabelle 9).

Tabelle 8: Öffentlich und gemeinnützig bereitgestellte Mittel für die für Forschung, Öffentlichkeitsarbeit und Wirtschaftsförderung im Themenfeld erneuerbarer Energien

	2004	2005	2006	2004-2006
Bundesförderung	116,7 Mio. €	157,5 Mio. €	155,5 Mio. €	429,7 Mio. €
Landesförderung	53,0 Mio. €	64,3 Mio. €	59,1 Mio. €	176,4 Mio. €
EU-Förderung	12,5 Mio. €	15,6 Mio. €	20,9 Mio. €	48,9 Mio. €
Stiftungsförderung	7,9 Mio. €	7,9 Mio. €	7,9 Mio. €	23,8 Mio. €
Summe	190,1 Mio. €	245,3 Mio. €	243,4 Mio. €	678,8 Mio. €

Tabelle 9: Beschäftigte durch die Bereitstellung öffentlicher und gemeinnütziger Mittel für Forschung, Öffentlichkeitsarbeit und Wirtschaftsförderung im Themenfeld erneuerbarer Energien

	2004	2005	2006
Bundesförderung	1.973	2.626	2.590
Landesförderung	867	1.050	962
EU-Förderung	204	255	339
Stiftungsförderung	139	139	138
Summe	3.184	4.069	4.029

3.2.2 Beschäftigte des öffentlichen Dienstes im Bereich erneuerbarer Energien

Im öffentlichen Dienst in Deutschland ist eine Reihe von Personen mit verschiedenen Aufgaben betraut, die mit dem Ausbau der erneuerbaren Energien in direkten Zusammenhang ge-

bracht werden können. Zu nennen sind in diesem Zusammenhang z. B. die Entwicklung und Überprüfung von Fördermaßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien aber auch die direkte Bearbeitung von Anträgen, wie z. B. im Rahmen des Marktanzreizprogramms. Dabei werden auf allen Ebenen des öffentlichen Dienstes Personen beschäftigt. Sowohl auf Bundes-, Landes- als auch regionaler oder sogar lokaler Ebene sind Personen ganz oder lediglich für die Dauer von einzelnen Projekten mit dem Themengebiet der erneuerbaren Energien beschäftigt.

Eine Übersicht über die Beschäftigten in diesem Bereich oder das zu diesem Zwecke bereitgestellte Budget gibt es bislang nicht. Daher erfolgt die Bestimmung der Beschäftigten des öffentlichen Dienstes in Deutschland auf Grundlage einer Befragung der betroffenen Behörden auf Bundes- wie Landesebene. In den meisten Ministerien und nachgeordneten Behörden gibt es kein festes Budget, was für die Bearbeitung des Themenfeldes erneuerbare Energien zur Verfügung steht. Daher konnten in den wenigsten Fällen Angaben zu den öffentlichen Mitteln in diesem Bereich gemacht werden. Stattdessen konnten Aussagen zu den Beschäftigten vorgenommen werden, die im öffentlichen Dienst direkt tätig sind. Hierzu zählen sowohl Beamte, wie auch befristete und unbefristete Angestellte. Externe Mitarbeiter sind meist projektbezogenen in die Arbeit der Ministerien eingebunden und werden damit durch die F&E-Mittel der Ministerien finanziert (vgl. 3.2.1). Um Doppelzählungen zu vermeiden, wurden sie daher im Zusammenhang mit der Ermittlung der Angestellten des öffentlichen Dienstes bewusst ausgeschlossen.

Tabelle 10: Direkte Beschäftigung des öffentlichen Dienstes im Themenfeld der erneuerbaren Energien in Deutschland

	2004	2005	2006
Bundesbeschäftigte	133	142	155
Landesbeschäftigte	89	89	89
Summe	222	231	244

Insgesamt wurden 2006 mindestens 244 Personen direkt im öffentlichen Dienst beschäftigt, die sich mit dem Themenkomplex der erneuerbaren Energien beschäftigten, 2005 waren es wenigstens 231 und 2004 222 Beschäftigte (vgl. Tabelle 10). Ein Anstieg der Beschäftigten konnte lediglich beim BMU mit seinen nachgeordneten Behörden sowie dem BAFA verzeichnet werden, das für die Bearbeitung der Mittelvergabe des Marktanzreizprogramms zuständig ist.

Die Beschäftigten der Bundesländer beziehen sich lediglich auf die Beschäftigten der Ministerien. In den nachgeordneten Ebenen wäre eine Erfassung der Beschäftigten sehr aufwendig, nicht zuletzt durch die zum Teil recht unterschiedlichen Strukturen der Bundesländer. Die erforderliche Analyse konnte im Rahmen dieser Untersuchung nicht durchgeführt werden. Ebenfalls nicht berücksichtigt werden konnten die Beschäftigten, die mit der Genehmigung von Anlagen in Bauämtern etc. betraut sind. Ein Teil dieser Beschäftigten ist jedoch bereits in den Beschäftigten des Kapitel 2 enthalten, da die Investoren einen gewissen Betrag für die Ausstellung von Genehmigungen zu entrichten haben. Es wird jedoch davon ausgegangen, dass diese Mittel nicht ausreichen, um die Kosten der Verwaltung zu decken.

Nimmt man an, dass das Verhältnis zwischen direkter und indirekter Beschäftigung analog zu der der gesamten Beschäftigung des öffentlichen Dienstes (Dienstleistungen der öffentlichen Verwaltung) in Deutschland ist, kann die indirekte Beschäftigung mit Hilfe der Input-Output-Analyse bestimmt werden. Die daraus resultierende gesamte Bruttobeschäftigung des öffentlichen Dienstes im Themenfeld der erneuerbaren Energien beträgt damit 2006 308 Beschäftigte, 2005 waren es 292 Beschäftigte und 2004 280 (vgl. Tabelle 11).

Tabelle 11: Bruttobeschäftigung des öffentlichen Dienstes im Themenfeld der erneuerbaren Energien in Deutschland

	2004	2005	2006
Bundesbeschäftigte	167	179	195
Landesbeschäftigte	113	113	113
Summe	280	292	308

3.3 Beschäftigung durch den Ausbau von Produktionskapazitäten

Durch den Ausbau der erneuerbaren Energien konnte sich in Deutschland in den vergangenen Jahren eine international wettbewerbsstarke Industrie für Anlagen und Komponenten in diesem Bereich entwickeln. Die daraus resultierenden Beschäftigungseffekte wurden in Kapitel 2 dargestellt und sind auch in der öffentlichen Wahrnehmung prominent vertreten. Es gibt jedoch einen weiteren Bereich, der insbesondere in der Aufbauphase der Branche der erneuerbaren Energien eine vergleichbare Entwicklung vorweist. Dabei handelt es sich um die Unternehmen, die die Produktionskapazitäten der erneuerbaren Energien Branche zur Verfügung stellen. In diesem Abschnitt erfolgt eine Abschätzung der Investitionen und Umsätze in Produktionsanlagen und der damit verbundenen Beschäftigungseffekte in Deutschland.

Die Investitionen in Produktionskapazitäten sind eine relativ wenig beachtete Größe. Von den Befürwortern des Ausbaus der erneuerbaren Energien werden sie zwar gerne als Argument in Diskussionen eingebracht, eine Übersicht gibt es in diesem Bereich aber in den wenigsten Fällen. Die Ermittlung ist entsprechend aufwändig. Die Ergebnisse dieser Untersuchung beziehen sich daher auf eine Vielzahl von Quellen, von denen hier lediglich die wichtigsten benannt werden können.

Der Energie Pressedienst des Internationalen Wirtschaftsforum Regenerative Energien [IWR07] bietet einen sehr guten Einblick in die Investitionstätigkeiten der Unternehmen der erneuerbaren Energien Branche. Dasselbe gilt für eine Reihe von Fachzeitschriften von denen insbesondere die Zeitschrift „Sonne, Wind & Wärme“ hervorgehoben werden soll, die jährlich eine Übersicht über die Produktionskapazitäten der Photovoltaiksparte veröffentlicht (vgl. Tabelle 12). Spezifisch für den Bereich der Biokraftstoffe konnten des weitern die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. [FNR07] und die Union zur Förderung von Öl- und Proteinpflanzen e. V. [UFOP07] herangezogen werden, die Aufstellungen über die bestehenden und geplanten Produktionskapazitäten in Deutschland veröffentlichen. Die Auswertung der Meldungen der Jahre 2004 bis Mitte 2007 legte den Grundstock für die Ermittlung der Investitionen in Produktionskapazitäten. Die hieraus gewonnenen Ergebnisse werden durch eine Recherche auf den Internetseiten der betroffenen Unternehmen sowie telefonische und schriftliche Anfragen ergänzt. Für einzelne Sparten wie die Windenergie, in der die Anzahl der Unternehmen recht übersichtlich ist, erfolgt auch ohne entsprechende Pressemitteilungen eine direkte Anfrage nach Investitionen in den jeweiligen Jahren.

Tabelle 12: Entwicklung der Produktionskapazitäten der Photovoltaiksparte in Deutschland [SW&W04-07]

	2003	2004	2005	2006
Wafer	313 MW _p	360 MW _p	442 MW _p	593 MW _p
Solarzellen	173 MW _p	323 MW _p	657 MW _p	721 MW _p
Solarmodule	120 MW _p	220 MW _p	519 MW _p	667 MW _p
Dünnschichtmodule	5 MW _p	14 MW _p	15 MW _p	28 MW _p

Der Rücklauf der Unternehmensanfragen war recht gemischt. Viele Unternehmen bestätigten die Angaben der Pressemitteilungen, wollten darüber hinaus allerdings nur selten Aussagen tätigen. In einigen Fällen können daher lediglich die neuerrichtete Produktionskapazität ohne die dazu notwendigen Investitionen ermittelt werden. Um eine annähernde Vollständigkeit zu

gewährleisten, werden die Investitionen jedoch anhand vergleichbarer Werte je Einheit Produktionskapazität ermittelt. So hat beispielsweise die Auswertung der Angaben im Bereich der Photovoltaik ergeben, dass je MW neugebauter Produktionskapazität im Schnitt etwa eine Million Euro investiert wurde. Bei dieser Betrachtung wurde die Abhängigkeit der Investitionen von der jeweiligen Größe der Anlagen berücksichtigt. Insgesamt wurden demnach in dem Zeitraum 2004-2006 2,7 Mrd. € in den Neubau sowie die Erweiterung von Produktionskapazitäten in Deutschland investiert (vgl. Tabelle 13). Die Aufteilung auf die jeweiligen Jahre erfolgt dabei gleichmäßig über die Monate der ermittelten Investitionszeiträume.

Tabelle 13: Investitionen in den Neubau sowie die Erweiterung von Produktionsanlagen

	2004	2005	2006	2004-2006
Photovoltaik	223,6 Mio. €	562,4 Mio. €	834,0 Mio. €	1.620,0 Mio. €
Biokraftstoffe	132,5 Mio. €	221,4 Mio. €	604,9 Mio. €	958,8 Mio. €
Solarthermie	12,5 Mio. €	9,6 Mio. €	73,3 Mio. €	95,4 Mio. €
Windkraft	0,8 Mio. €	11,3 Mio. €	19,9 Mio. €	32,0 Mio. €
Biomasse	0,5 Mio. €	7,3 Mio. €	18,3 Mio. €	26,1 Mio. €
Geothermie	0	0	1,5 Mio. €	1,5 Mio. €
Summe	369,9 Mio. €	812,0 Mio. €	1.551,9 Mio. €	2.733,8 Mio. €

Der Großteil der Gesamtinvestitionen erfolgte mit etwa 60 % in der Sparte der Photovoltaik. Über einen Zeitraum von drei Jahren wurden hier über 1,6 Mrd. € investiert (vgl. Tabelle 13). Die Investitionen erstreckten sich über die gesamte Wertschöpfungskette angefangen bei der Siliziumproduktion bis hin zu den Modulen. Weitere Komponenten, wie Wechselrichter etc. spielten nur eine untergeordnete Rolle.

An zweiter Stelle stehen die Investitionen in Anlagen zur Herstellung von Biokraftstoffen. Knapp 1 Mrd. € wurden hier schätzungsweise im Zeitraum von 2004-2006 investiert, was etwa 35 % der gesamten Investitionen in diesem Zeitraum entspricht. Hier überwiegt vor allem der Ausbau von Biodieselproduktionskapazitäten.

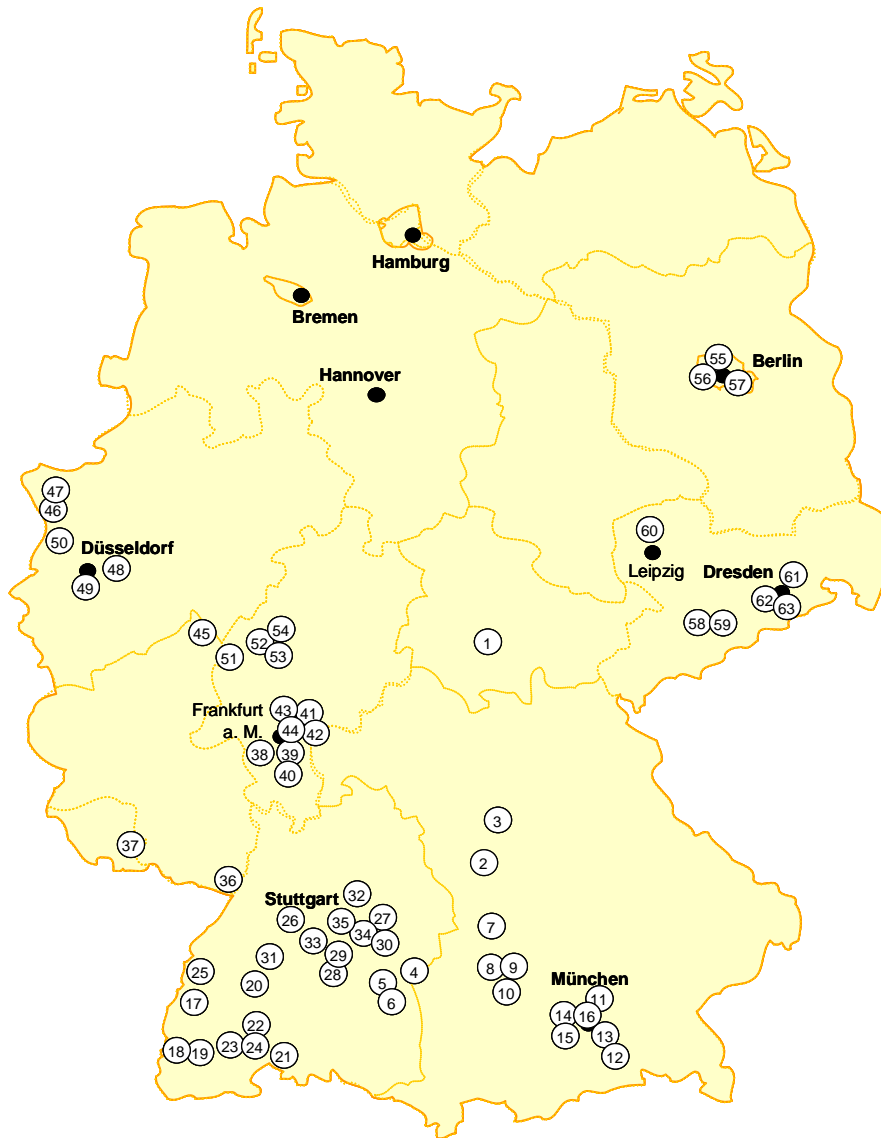
Die restlichen 5 % der Investitionen in Produktionskapazitäten entfielen auf die Bereiche Solarthermie, Windkraft, Biomasse und Geothermie. Die Investitionen im Bereich der Biomasse erfolgten im Wesentlichen in dem Ausbau der Pelletproduktion.

Die getätigten Investitionen für den Ausbau der Produktionskapazitäten wurden zunächst in die Grobkategorien Ausrüstungsinvestitionsgüter, bauliche Investitionen, Versorgungstechnik und Planung aufgeteilt. Die Aufteilung auf diese Kategorien wurde für jede der betrachteten Sparten der EE vorgenommen, da sich zwischen den Sparten erhebliche Unterschiede der Struktur der notwendigen Güter und Dienstleistungen zum Ausbau der Produktionskapazitäten ergeben. So fließen im betrachteten Zeitraum etwa 75 % der Investitionen der Photovoltaiksparte für neue Produktionskapazitäten in Ausrüstungsinvestitionen im engeren Sinne, während dieser Anteil in der Windenergiebranche bei 65% liegt. Für jede dieser Grobkategorien wurde unter Nutzung der in der Input-Output-Tabelle ausgewiesenen Strukturen eine typische Güterstruktur in der Abgrenzung der Input-Output-Rechnung abgeschätzt.

Zur Ermittlung der inländischen Beschäftigung durch den Ausbau der Produktionskapazitäten muss die im Inland wirksame Nachfrage für die deutschen Unternehmen ermittelt werden, also auch der Import und der Export von Gütern in diesem Nachfragebereich abgeschätzt werden. Im Rahmen dieses Projektes konnte keine breit angelegte Umfrage unter den Herstellern von Produktionskapazitäten zur Ermittlung der Außenhandelsrelationen durchgeführt werden. Stattdessen wurden die sektorspezifischen Import- und Exportrelationen der einschlägigen Industriezweige in Deutschland für die entsprechenden Jahre herangezogen. Die beschäftigungswirksamen Umsätze, die aus dieser Herangehensweise resultieren werden in Tabelle 14 ausgewiesen. Im Jahr 2006 konnten die Unternehmen demnach einen Umsatz von insgesamt 1.660 Mio. € verzeichnen, 2005 waren es rund 868 Mio. € und 2004 etwa 397 Mio. €

Tabelle 14: Umsatz deutscher Unternehmen durch den Neubau sowie die Erweiterung von Produktionsanlagen weltweit

	2004	2005	2006	2004-2006
Photovoltaik	240,2 Mio. €	600,1 Mio. €	892,4 Mio. €	1.732,7 Mio. €
Biokraftstoffe	141,9 Mio. €	237,2 Mio. €	647,5 Mio. €	1.026,6 Mio. €
Solarthermie	13,4 Mio. €	10,3 Mio. €	78,7 Mio. €	102,4 Mio. €
Windkraft	0,8 Mio. €	11,9 Mio. €	21,2 Mio. €	34,0 Mio. €
Biomasse	0,9 Mio. €	8,5 Mio. €	18,2 Mio. €	27,7 Mio. €
Geothermie	0	0	1,6 Mio. €	1,6 Mio. €
Summe	397,3 Mio. €	868,1 Mio. €	1.659,5 Mio. €	2.925,0 Mio. €



Nr.	Unternehmen	Nr.	Unternehmen	Nr.	Unternehmen
1	LPKF SolarEquipment GmbH	22	Lotus Systems GmbH	43	Heraeus Noblelight GmbH
2	Höllmüller Roth GmbH	23	RENA Sondermaschinen GmbH	44	ALD Vacuum Technologies GmbH
3	G&N Genauigkeits Maschinenbau Nürnberg GmbH	24	ACI-ecotec GmbH & Co KG	45	FALK GmbH Prozesswasser-Technik
4	ASYS Automatisierungssysteme GmbH	25	AESCUSOFT GmbH Automation	46	Olbricht Glasstechnik-Hüttentechnik GmbH
5	centrotherm / photovoltaics AG	26	Lenhardt Maschinenbau GmbH	47	Meier Vakuumtechnik GmbH
6	centrotherm / clean solutions	27	acp - advanced clean production GmbH	48	Robust Habicht&Heuser
7	Grenzebach Maschinenbau GmbH	28	Sieghard Schiller GmbH & Co. KG	49	Solarcoating Machinery GmbH
8	amb-bernhard brain GmbH&Co.KG, apparate- und maschinenbau	29	Manz Automation AG	50	Maschinenbau GEROLD GmbH & Co. KG
9	amb-bernhard brain GmbH&Co.kg	30	Ferrotec GmbH	51	HERBERT ARNOLD GMBH & CO. KG
10	Kuka Schweissanlagen	31	Gebr. Schmid GmbH & Co. KG	52	Crystal Growing Systems GmbH
11	Ulvac	32	teamtechnik Maschinen und Anlagen GmbH	53	Pfeiffer Vacuum GmbH
12	Ramgraber GmbH	33	Höllmüller Maschinenbau GmbH	54	PVA Tepla AG
13	KOENEN GmbH	34	Advanced Energy Industries GmbH	55	SENTECH Instruments GmbH
14	STANGL Semiconductor Equipment AG	35	M+W Zander	56	ib vogt GmbH
15	Soliton Laser und Messtechnik GmbH	36	Robeko Rolf Schäfer	57	Jonas & Redmann Photovoltaics Production Solutions GmbH
16	InnoLas	37	MiniTec Maschinenbau GmbH	58	Roth & Rau AG
17	THIEME GmbH & Co. KG	38	Enviro Chemie GmbH	59	AIC Ingenieurgesellschaft für Bauplanung Chemnitz GmbH
18	Somont GmbH	39	KR-Solar GmbH	60	ib vogt GmbH
19	HÜTTINGER Elektronik GmbH + Co. KG	40	Reis GmbH & Co. KG Maschinenfabrik	61	FHR Anlagenbau
20	TRUMPF Laser	41	Leybold Optics GmbH	62	VON ARDENNE Anlagentechnik GmbH
21	Mondragon Assembly	42	Applied Materials	63	AIS Automation Dresden GmbH

Abbildung 7: Übersicht der Hersteller von Produktionskapazitäten für die Photovoltaiksparte [IIC07] [Photon07b]

Welche Unternehmen in der Herstellung von Anlagen, Komponenten oder in der Planung für Produktionskapazitäten tätig sind zeigt Abbildung 7 exemplarisch für die Photovoltaiksparte.

Die Beschäftigten in Deutschland, die aus dem Ausbau der Produktionsanlagen resultieren belaufen sich für das Jahr 2006 auf insgesamt etwa 23.500 Personen (vgl. Tabelle 15). Dabei wurden auf Grund der hohen Investitionen etwa 54 % (12.612 Personen) durch den Ausbau der Photovoltaiksparte beschäftigt und 39 % (9.225 Personen) im Ausbau der Biokraftstoffproduktionskapazitäten. In den vorherigen Jahren wurden insgesamt in diesem Bereich noch 12.583 Personen (2005) und 5.812 Personen (2004) ausgelastet.

Tabelle 15: Beschäftigte des Ausbaus von Produktionsanlagen im Bereich erneuerbarer Energien

	2004	2005	2006
Photovoltaik	3.499	8.678	12.612
Biokraftstoffe	2.086	3.452	9.225
Solarthermie	194	144	1.094
Windkraft	16	178	300
Biomasse	17	130	261
Geothermie	0	0	23
Summe	5.812	12.583	23.515

4 Aktualisierung der Gegenüberstellung internationaler Szenarien

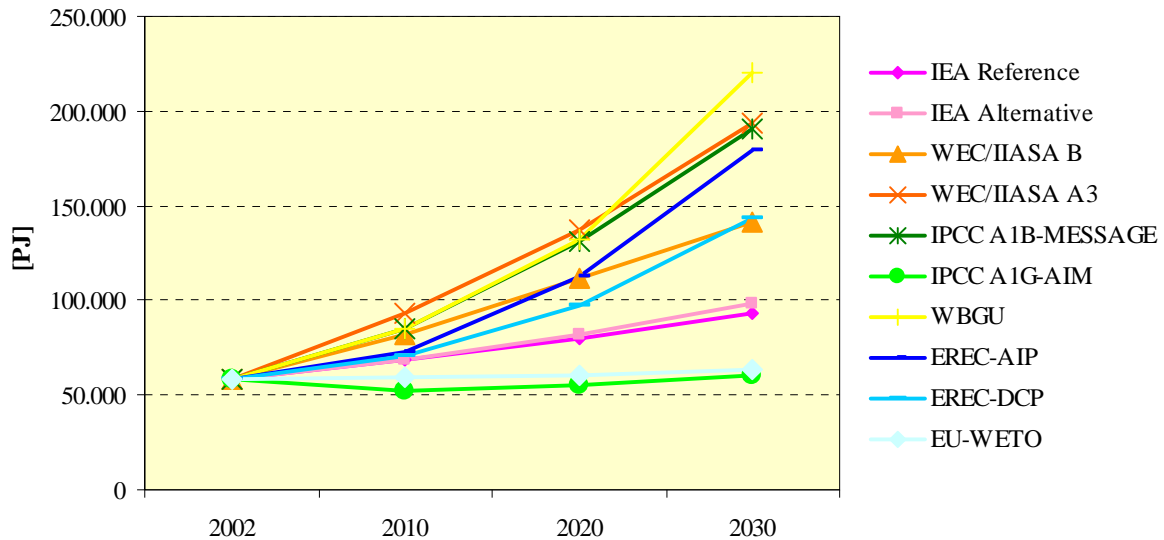


Abbildung 8: Szenarien zum weltweiten Verlauf der Primärenergie aus erneuerbaren Energien [BMU06].

In der Studie „Erneuerbare Energien: Arbeitsplatzeffekte“ [BMU06] ist eine Gegenüberstellung der internationalen Szenarien zum weltweiten Ausbau der erneuerbaren Energien erstellt worden (vgl. Abbildung 8), auf deren Grundlage dann Abschätzungen zur Entwicklung des weltweiten EE-Marktes vorgenommen wurden. Im Rahmen der hier vorliegenden Untersuchung wird eine Aktualisierung dieser Darstellung um die Veröffentlichungen der vergangenen zwei Jahre vorgenommen. Im Einzelnen handelt es sich dabei um:

- den World Energy Outlook 2006 der Internationalen Energieagentur,
- die Energy Technology Perspectives der Internationalen Energieagentur,
- den World Energy Technology Outlook der Europäischen Kommission sowie
- die energy [r]evolution von Greenpeace und EREC.

Die Internationale Energie Agentur (IEA) veröffentlichte 2006 turnusgemäß den **World Energy Outlook** (WEO) [IEA06a], der als Vollversion alle zwei Jahre erscheint. Neben dem Referenzszenario ist wiederum ein „Alternative Policy“-Szenario beschrieben worden. Dieses Szenario bezieht neben den gegebenen politischen Rahmenbedingungen (Referenz) diejenigen Entwicklungen ein, die in ihrer Umsetzung absehbar sind. Wie bereits in der Veröffentli-

chung 2004 sind auch in dieser Ausführung keine gravierenden Unterschiede im Bereich der erneuerbaren Energien feststellbar (vgl. Abbildung 9). Darüber hinaus gibt es im WEO 2006 ein „Beyond the Alternative Policy Scenario Case“, in dem weitergehende Annahmen bzgl. emissionsmindernder Technologien, u.a. erneuerbarer Energien, enthalten sind. Um die Potentiale moderner Technologien ausführlicher zu berücksichtigen, hat die IEA außerdem in den Energy Technology Perspectives im selben Jahr ein weiteres Set an Szenarien veröffentlicht [IEA06b].

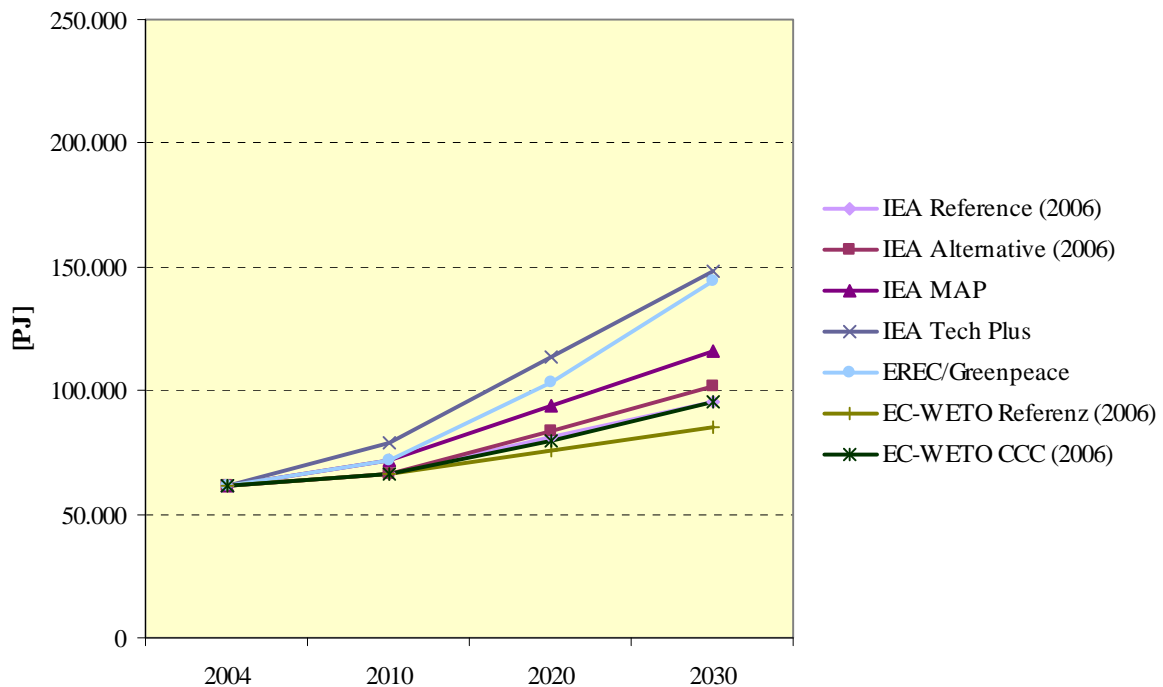


Abbildung 9: Szenarien zum weltweiten Verlauf der Primärenergie aus erneuerbaren Energien veröffentlicht in den Jahren 2006 und 2007.

Diese **Energy Technology Perspectives** [IEA06b] zeigen sechs Entwicklungspfade auf, die es ermöglichen, den CO₂-Ausstoß im Jahr 2050 etwa auf dem Level von 2003 zu halten (vgl. Abbildung 10). Als Basisszenario wird das Referenzszenario des WEO herangezogen, was bis zum Jahr 2050 fortgeschrieben wurde. Die Entwicklung der Energieversorgung gemäß diesen Szenarien kann durch verstärkte politische Bemühungen in Bereichen wie der F&E, der Standardisierung sowie der Förderung der Wettbewerbsfähigkeit neuer Technologien erreicht werden.

Die fünf Accelerated Technology (ACT) Szenarien basieren auf denselben Annahmen bezüglich der Förderinstrumente zur Kostenreduktion erneuerbarer Energien, der Nutzung der Kernenergie, der Einführung von Carbon Capture and Storage (CCS) sowie der Verbesserung der Energieeffizienz. Die unterschiedlichen Ausprägungen in der Entwicklung beziehen sich lediglich auf die Erfolgsraten der Maßnahmen. Das Szenario, welches eine ausgewogene

Entwicklung aller vier Bereiche vorsieht, ist das ACT MAP Szenario, was in Abbildung 9 dargestellt wird. Die anderen Szenarien stellen die Auswirkungen auf den CO₂-Ausstoß dar, falls sich einer der vier Bereiche nicht erwartungsgemäß entwickelt.

Das sechste Szenario der Energy Technology Perspectives ist das TECH Plus Szenario. Dieses Szenario beinhaltet optimistischere Einschätzungen bezüglich der Erfolge der politischen Fördermaßnahmen und ist – da es die positivste Einschätzung bezüglich des Ausbaus erneuerbarer Energien ist - ebenfalls in die Gegenüberstellung aufgenommen worden (vgl. Abbildung 9).

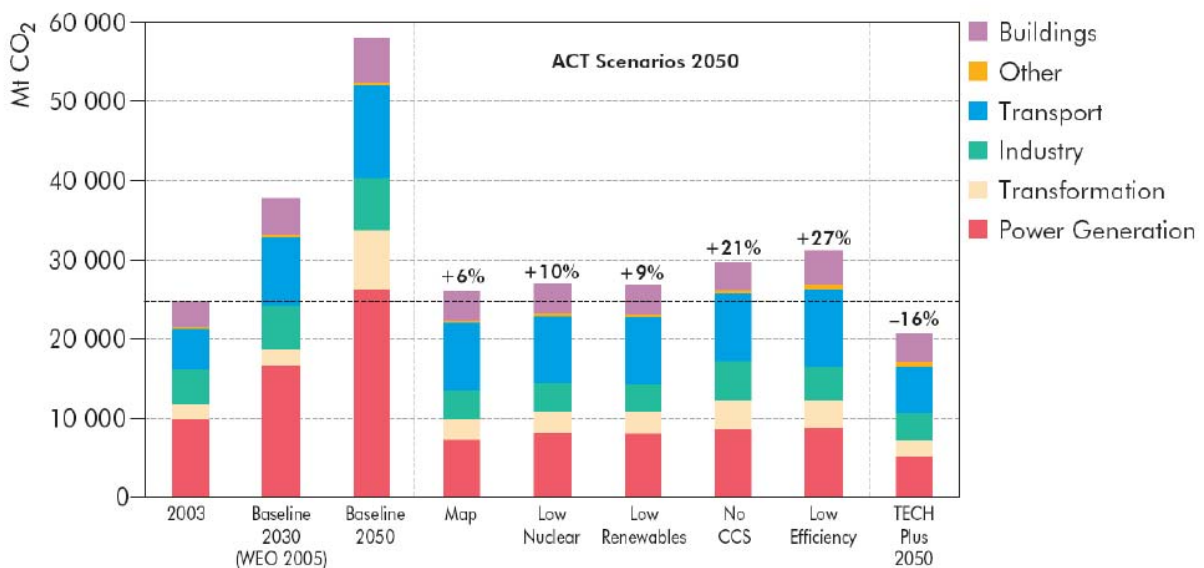


Abbildung 10: Globale CO₂-Emissionen in den Energy Technology Perspective Szenarien der IEA [IEA06b]

Die Europäische Kommission hat 2006 erneut einen **World Energy Technology Outlook** (WETO) [EC06] veröffentlicht. Der Fokus der Betrachtung liegt in dieser Untersuchung auf den Möglichkeiten der Nutzung von Wasserstoff als Kraftstoff. Die erneuerbaren Energien spielen damit in dieser Betrachtung keine zentrale Rolle. Insgesamt sind drei Szenarien entwickelt worden: Das Referenzszenario spiegelt wie bei der IEA die Entwicklung unter den gegebenen politischen Rahmenbedingungen wider, der Carbon Constraint Case (CCS) sieht strengere Begrenzungen des CO₂ Ausstoßes vor und das Szenario Hydrogen Economy zeigt einen Weg zur Nutzung von Wasserstoff auf. Das Referenzszenario sowie der Carbon Constraint Case (CCC) sind in die Gegenüberstellung aufgenommen worden, da sie die Bandbreite der drei Szenarien bis 2030 widerspiegeln (vgl. Abbildung 9).

Das European Renewable Energy Council (EREC) hat gemeinsam mit Greenpeace im Januar 2007 die Studie **energy [r]evolution** [EREC/Greenpeace07a] veröffentlicht. Das in dieser Untersuchung entwickelte Szenario hat eine Reduktion der weltweiten Emissionen des Jahres

1990 um 50 % bis 2050 zum Ziel. Erreicht wird dies durch die Mobilisierung von Energieeffizienzmaßnahmen sowie den Einsatz erneuerbarer Energien. Eine grundlegende Annahme dieses Szenarios ist, dass die Kernenergie aus Gründen der Sicherheit und des entstehenden Mülls keine nachhaltige Option für eine zukünftige Energieversorgung darstellt und daher als Alternative ausgeschlossen ist. Carbon Capture and Storage (CCS) kommt in diesem Szenario ebenfalls nicht zum Einsatz, da die Kosten zum Zeitpunkt der technologischen Reife über den Kosten der erneuerbaren Energien liegen. Insgesamt werden bis zum Jahr 2030 35 % des weltweiten Energiebedarfs aus erneuerbaren Energien bereitgestellt.

Die Gesamtübersicht der weltweiten Szenarien des Primärenergieverbrauchs aus erneuerbaren Energien in Abbildung 11 zeigt, dass die neu in die Betrachtung aufgenommenen Szenarien weitestgehend im mittleren Bereich der Spannweite auftreten, der auch für die Untersuchung der Beschäftigungseffekte 2004 [BMU06] gewählt wurde. Die beiden ursprünglich verwendeten Szenarien sind in Abbildung 11 rot hervorgehoben worden.

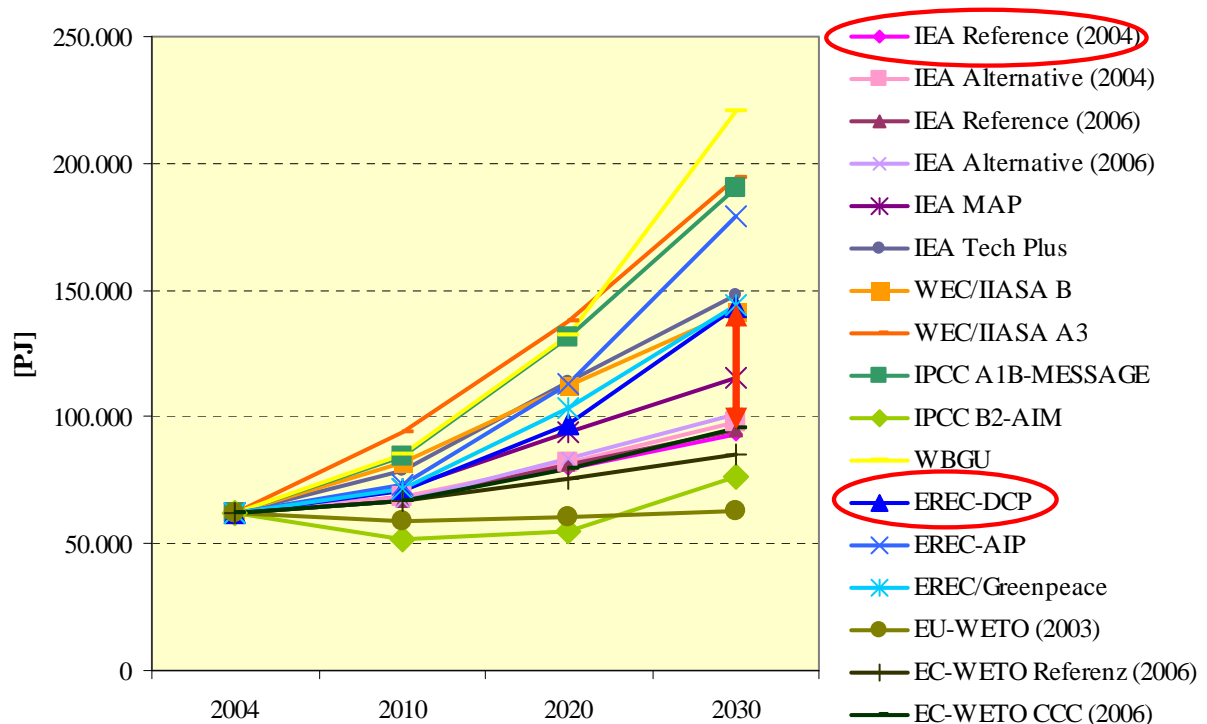


Abbildung 11: Gesamtübersicht der Szenarien zum weltweiten Verlauf der Primärenergie aus erneuerbaren Energien.

Die aus diesen beiden Szenarien resultierenden weltweiten Investitionen in den Ausbau erneuerbarer Energien wurden in der Untersuchung [BMU06] abgeleitet (vgl. Abbildung 12). Im Jahr 2004 wurden demnach weltweit etwa 43 Mrd. € in Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien investiert. Im Falle der durch das EREC-DCP Szenario vorgegebenen Entwicklung steigen die Investitionen bis zum Jahr 2010 auf 120 Mrd. €, 2020 auf etwa 252 Mrd. € und

2030 auf rund 462 Mrd. € Für den Fall der Referenzentwicklung in Anlehnung an die IEA steigen die Investitionen des Jahres 2010 lediglich auf rund 65 Mrd. € 2020 auf 116 Mrd. € und 2030 auf etwa 174 Mrd. €

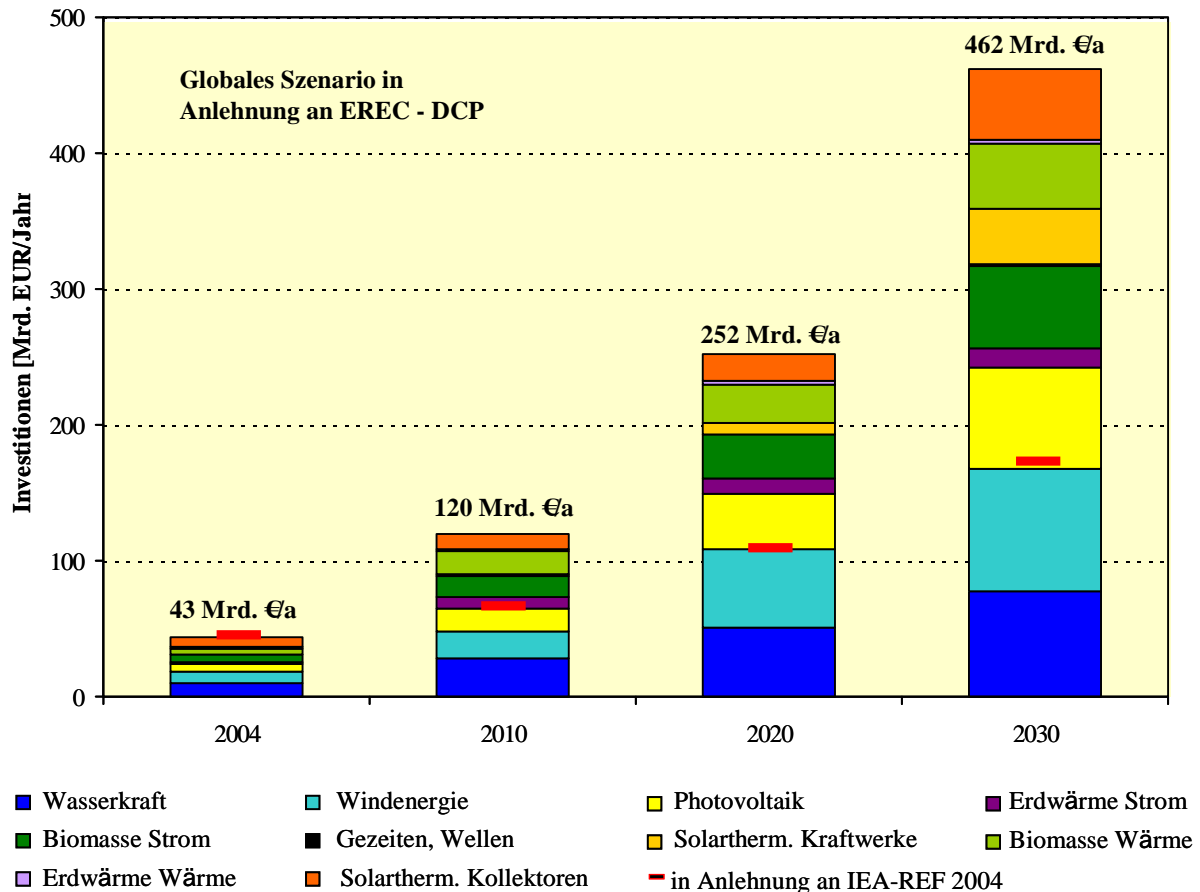


Abbildung 12: Zukünftige Investitionen in erneuerbare Energien in einem globalen Wachstumsszenario (in Anlehnung an EREC-DCP) im Vergleich zum Referenzszenario (in Anlehnung an IEA-Referenz 2004) [BMU06].

Weitere Untersuchungen, die die weltweiten Investitionen im Bereich erneuerbarer Energien ausweisen, sind nur vereinzelt vorzufinden. Das Renewable Energy Policy Network for the 21st Century (REN21) veröffentlichte 2005 den **Renewables Global Status Report** [REN2105], in dem erstmals globale Investitionen in diesem Bereich abgeschätzt wurden. Es folgte ein Update im Jahr 2006 [REN2106]. In diesen beiden Untersuchungen wurden jeweils die Investitionen für die Jahre 2004 und 2005 anhand von Expertenschätzungen bezüglich der neu installierten Leistungen weltweit ermittelt. Insgesamt wurden demnach 2004 weltweit rund 30 Mrd. US-\$ und 2005 etwa 38 Mrd. US-\$ investiert, wobei insbesondere Technologien, die im kleinen Stil genutzt werden, auf Grund mangelnder Informationslage nicht oder nur teilweise berücksichtigt worden sind. Dies betrifft insbesondere die Wärmeerzeugung aus Biomasse und Wärmepumpen aber auch einzelne Bereiche der Stromerzeugung, von denen

hier insbesondere die Biomasse hervorgehoben werden soll. Aus diesem Grund kann davon ausgegangen werden, dass es sich bei diesen Investitionssummen um Mindestangaben handelt.

Eine weitere Untersuchung, die die in den vergangenen Jahren getätigten Investitionen in nachhaltige Energien ausweist ist die Studie **Global Trends in Sustainable Energy Investment 2007**, die von dem United Nations Environment Programme [UNEP07] veröffentlicht wurde. Die hier veröffentlichten weltweiten Investitionen der Finanzmärkte in erneuerbare Energien und Energieeffizienz des Jahres 2006 werden insgesamt 100 Mrd. US-\$ beziffert. In diesen Zahlen erhalten ist allerdings eine Reihe von Investitionen, die nicht auf den Anlagenbau entfallen. Dazu zählen u. a. Ausgaben für Fusionen und Akquisitionen in Höhe von rund 17 Mrd. US-\$, Bereitstellung von Risikokapital und privatem Beteiligungskapital in Höhe von 8,6 Mrd. US-\$, etc. Der Anteil der ausgewiesenen Investitionen, der vergleichbar mit den hier behandelten Zahlen ist, bezieht sich auf die Investitionen in Anlagen zur Stromerzeugung. Die Investitionen für das Jahr 2006 belaufen sich hier auf rund 30,8 Mrd. US-\$, von denen etwa 21,5 Mrd. US-\$ als Kapitalanlage geflossen sind und der Rest in kleine private Anlagen. Welche installierte Leistung diesen Werten hinterlegt ist, wird aus der veröffentlichten Darstellung nicht ersichtlich. Ein Vergleich mit den zuvor genannten Werten ist daher nicht möglich.

Bezüglich der zukünftigen Investitionen in erneuerbare Energien veröffentlichten Greenpeace und EREC die Studie **futu[r]e investment** [EREC/Greenpeace07b], in der die kumulierten Investitionen in Anlagen zur Stromerzeugung aus erneuerbare Energien, mit Ausnahme der Wasserkraft, im energy [r]evolution Szenario beschrieben werden. Im Zeitraum von 2004 bis 2030 werden demnach etwa 3.730 Mrd. US-\$ in den Ausbau von Wind (1.862 Mrd. US-\$), Photovoltaik (1.062 Mrd. US-\$), Geothermie (196,5 Mrd. US-\$), Biomasse (109 Mrd. US-\$) und solarthermischen Kraftwerken (501 Mrd. US-\$) investiert.

Eine Darstellung der gesamten Investitionen im Bereich erneuerbarer Energien wurde dementsprechend bisher ausschließlich in der Studie „Erneuerbare Energien: Arbeitsplatzeffekte“ durchgeführt. Die darin ermittelten Größenordnungen sind auch weiterhin aktuell, da sie bislang nicht wesentlich durch neuere Erkenntnisse überholt worden sind.

5 Gesamtwirtschaftliche Arbeitsmarkteffekte (Nettoeffekte)

In der weiter oben erwähnten Vorläuferstudie [BMU06] wurden ausführliche Berechnungen zu den Netto-Beschäftigungseffekten des Ausbaus erneuerbarer Energien vorgestellt. Hierbei wurde die Beschäftigungsentwicklung eines verstärkten EE-Ausbaus mit einer plausiblen Referenzentwicklung, die die bisherige Entwicklung berücksichtigt, aber keine zusätzlichen Anstrengungen vorsieht, verglichen. Der verstärkte EE-Ausbau wurde dabei anhand von zwei unterschiedlichen Exportszenarien dargestellt; zusätzlich wurden auch die Auswirkungen unterschiedlicher Energiepreisvarianten untersucht. So konnte der Nettobeschäftigungseffekt einer Politik berechnet werden, die zusätzliche Anstrengungen zur Zielerreichung des Ausbaus erneuerbarer Energien unternimmt. In den näher dargestellten Hauptvarianten ergaben sich dabei bis 2030, je nach Annahmen, Netto-Beschäftigungswirkungen zwischen 84.000 und 184.000 Erwerbstätigen (2020: 74.000 – 117.000).

In der öffentlichen Diskussion der o. g. Ergebnisse entstand vielfach die Frage nach den Nettobeschäftigungseffekten der erneuerbaren Energien „insgesamt“. Hinter dieser Frage steht der Wunsch, die mit dem Ausbau der erneuerbaren Energien seit einem bestimmten historischen Zeitpunkt, etwa dem Jahr 1990 oder 1995, verbundene Beschäftigung insgesamt zu quantifizieren. Die Darstellung ökonomischer Größen erfolgt typischerweise in relativen Größen; es werden Änderungen der Preise oder Mengen seit einem bestimmten Zeitpunkt oder bezogen auf eine alternative Entwicklung dargestellt, da die absoluten Größen wenig Aussagekraft besitzen. So muss auch für die Quantifizierung eines Nettobeschäftigungseffekts der EE „überhaupt“ ein EE-NULL-Szenario als „Referenz“ spezifiziert werden. Um den gewünschten Effekt abbilden zu können, darf dieses EE-NULL-Szenario keine Zuwächse im Bereich der erneuerbaren Energien enthalten, so lange sie mit Differenzkosten behaftet sind, denn eine Förderung findet in einem derartigen Szenario nicht statt.

5.1 Ein fiktives „EE-NULL“-Szenario

Sowohl das in Vorläufer-Studie gewählte Ausbau-Szenario „NATPLUS-2005“ als auch das zu Vergleichszwecken dargestellte „Referenzszenario“ in [BMU06] beschreiben ein Wachstum erneuerbarer Energien (EE) ausgehend vom Bezugsjahr 2004. Damit werden nur die Differenzen der unterschiedlichen Zubauentwicklungen der EE ab 2004 beschrieben, jedoch nicht die vollständige Wirkung des EE-Ausbaus auf die Energieversorgung und die Volkswirtschaft erfasst. Um dies zu ermöglichen, wird für einen nachfolgend dargestellten, erweiterten Vergleich ein Szenario benötigt, welches die deutsche Energieversorgung ohne den Beitrag erneuerbarer Energien beschreibt. Als Stichjahr für den Beginn dieser Entwicklung wird das Jahr 1995 gewählt. Erst nach diesem Zeitpunkt begann das substantielle Wachstum aller „neuen“ EE-Technologien. Die bereits seit langem bestehende Nutzung der Wasserkraft

und der Biomasse in Einzelheizungen werden mit dem Stichjahr 1995 „eingefroren“. Für die weitere Entwicklung der Energieversorgung bis 2030 (2050) werden ausschließlich fossile Energieträger berücksichtigt. Die Randbedingungen hinsichtlich der Energienachfrage und des Kernenergieausstiegs wurden aus Gründen der Vergleichbarkeit gegenüber der Vorläuferstudie (Szenario „NATPLUS-2005“) nicht verändert. Die zum Zeitpunkt 1995 bestehende geringe Wind- und Biomassestromerzeugung in Höhe von knapp 2 TWh/a wird entsprechend der Lebensdauer der Anlagen bis ca. 2015 gegen Null geführt. Damit ergibt sich für 1995 ein Sockel von ca. 260 PJ/a an EE-Primärenergie, der sich bis 2030 auf 225 PJ/a reduziert. Tabelle 16 gibt eine Übersicht über die Bruttostromerzeugung nach Energieträgern im EE-NULL-Szenario.

Tabelle 16: Gesamte Bruttostromerzeugung (EE-NULL-Szenario) 1993 bis 2050 (TWh/a)

Jahr	1993	1996	2000	2010	2020	2030	2040	2050
Kond. Kraftwerke	436,2	458,7	477,0	435	356	301	267	247
-Steinkohle/übr. feste B.	123,7	134,8	139,4	138	125	118	111	101
-Braunkohle	139,5	136,2	141,0	143	133	132	120	110
-Heizöl	2,0	3,0	4,0	3	2	2	2	1
-Erdgas/übr. Gase	17,5	23,1	23,0	23	65	49	35	36
-Kernenergie	153,5	161,6	169,6	127	31	0	0	0
KWK-Strom (TWh/a)	69,0	72,0	74,5	106	144	172	182	181
-Steinkohle	34,1	30,9	26,0	29	37	39	38	37
-Braunkohle	8,0	10,0	12,0	12	12	8	5	5
-Heizöl	7,0	6,0	4,0	6	7	7	7	7
-Erdgas	16,4	21,6	29,0	56	85	115	130	130
-Müll	3,0	3,0	3,0	3	3	3	3	3
-Biomasse	0,5	0,5	0,5	0,5	0,3	0	0	0
EE (ohne Biomasse)	19,7	19,7	19,7	20	19	19	19	19
-Wasser	19,0	19,0	19,0	19	19	19	19	19
-Wind	0,7	0,7	0,7	0,5	0,3	0	0	0
-Photovoltaik	0,0	0,0	0,0	0	0	0	0	0
-Geothermie	0,0	0,0	0,0	0	0	0	0	0
-Import SOT	0,0	0,0	0,0	0	0	0	0	0
-Import andere REG	0,0	0,0	0,0	0	0	0	0	0
Gesamt Bruttoerzeugung	524,9	550,4	571,2	560	520	492	468	447
-Steinkohle/Übr. feste B.**)	160,8	168,7	168,4	170	165	160	151	140
-Braunkohle	147,5	146,2	153,0	155	145	140	125	115
-Heizöl	9,0	9,0	8,0	9	9	9	9	8
-Erdgas	33,9	44,7	52,0	79	150	164	164	165
-Kernenergie	153,5	161,6	169,6	127	31	0	0	0
- EE (einschl. Biomasse)	20,2	20,2	20,2	20	20	19	19	19

**) einschließlich Müll

Um unmittelbare Vergleiche mit den Angaben in [BMU06] zu ermöglichen, werden jetzt die sich ergebenden Daten dieses „EE-NULL-Szenarios“ mit dem Szenario „NATPLUS-2005“ verglichen (Basisdaten 2004). Da letzteres jedoch seinerzeit den Aufwuchs der EE unter-

schätzt und den aktuellen Ausbauzustand (2006) der EE zu gering angesetzt hat und auch die kurzfristige Entwicklung bis ca. 2010 deutlich unter derjenigen des aktuellen Leitszenarios 2006 [BMU07c] liegt, werden die hier ermittelten Wirkungen des mittelfristigen EE-Ausbaus unterschätzt.

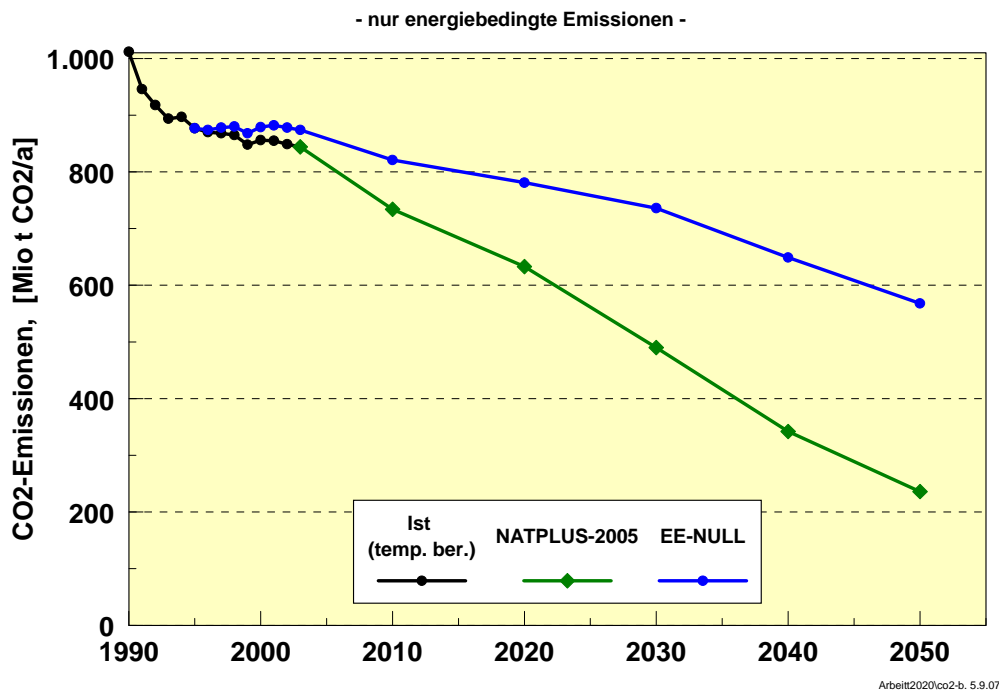
Tabelle 17: Differenzen des Primärenergiebedarfs und der CO₂-Emissionen zwischen den Szenarien EE-NUL und NATPLUS-2005

in PJ/a	2000	2010	2020	2030	2040	2050
Erneuerbare Energien	-136	-774	-1401	-2120	-2713	-3180
Fossile Energien	223	1022	1804	2900	3602	3912
- Mineralöl	88	304	449	675	994	1304
- Kohlen	92	535	830	1555	1963	1963
- Erdgas	43	183	525	670	645	645
CO₂-Emissionen Mio. t CO₂/a	23	87	148	246	307	332

In Tabelle 17 sind die wesentlichen Eckdaten der unterschiedlichen Primärenergiestruktur und der resultierenden CO₂-Emissionen der beiden Szenarien dargestellt. Aufgrund der Wirkungsgradmethode für die Ermittlung der Primärenergie, die stromseitig bei Wasser, Wind und Solarstrahlung keine Wandlungsverluste definiert, ist der Ersatzbedarf an fossiler Primärenergie höher als die Primärmenge der fehlenden EE. Die Aufteilung auf die fossilen Energieträger ergibt sich im Wesentlichen aus der Struktur der zu ersetzenden Kraftwerke. Da bereits in NATPLUS-2005 mittelfristig der Erdgaseinsatz für Kondensationskraftwerke steigt, muss der zusätzliche Bedarf für die fehlende EE-Leistung im Szenario EE-NUL vorwiegend über zusätzlichen Kohleeinsatz gedeckt werden. Weiterhin hat die Struktur des Wärmemarkts einen Einfluss, während der „fehlende“ Biokraftstoff ausschließlich durch Mineralöl ersetzt wird.

Die zusätzlichen CO₂-Emissionen fallen etwas niedriger aus, als die in [BMU07a] ausgewiesene tatsächliche CO₂-Vermeidung durch erneuerbare Energien. Zum einen muss der bereits in 1995 bestehende Sockel von rund 20 TWh/a Strom aus Wasserkraft und rund 70 PJ/a Wärme aus Biomasse abgezogen werden, zum anderen wird hier der jeweilige mittlere CO₂-Koeffizient des fossilen deutschen Kraftwerkparcs zur Ermittlung der Emissionen herangezogen. Er ist in 2000 mit 800 g CO₂/kWh geringer als der in [BMU07a] angenommene Wert von 922 g CO₂/kWh und sinkt bis 2050 auf 650 g CO₂/kWh.

Die resultierende Gesamtentwicklung der CO₂-Emissionen im Vergleich kann Tabelle 17 entnommen werden. Da in beiden Szenarien von einer relativ wirksamen Effizienzstrategie ausgegangen wird, sinken auch im EE-NULLEN Szenario die CO₂-Emissionen ohne weiteren Ausbau der EE, bleiben aber mit 780 Mio. t/a in 2020 und 570 Mio. t/a in 2050 weit über den für eine wirksamen Klimaschutz erforderlichen Reduktionen.



Quelle Ist: DIW-Bericht 10/2004

Abbildung 13: Entwicklung der CO₂-Emissionen in NATPLUS-2005 und einem fiktiven EE-NULLEN Szenario mit „eingefrorenem EE-Zustand des Jahres 1995“.

Abbildung 13 zeigt die resultierende Primärenergiestruktur des EE-Null Szenarios in einer Gegenüberstellung zum NATPLUS-2005-Szenario. Trotz relativ ehrgeiziger Effizienzerfolge nimmt der Einsatz fossiler Energien bis 2020 nur langsam ab, da der Beitrag der Kernenergie zu ersetzen ist. Über den ganzen Zeitraum dominiert Mineralöl, Erdgas nimmt bis 2030 deutlich zu und Kohle bleibt bis 2030 auf einem hohen Sockel.

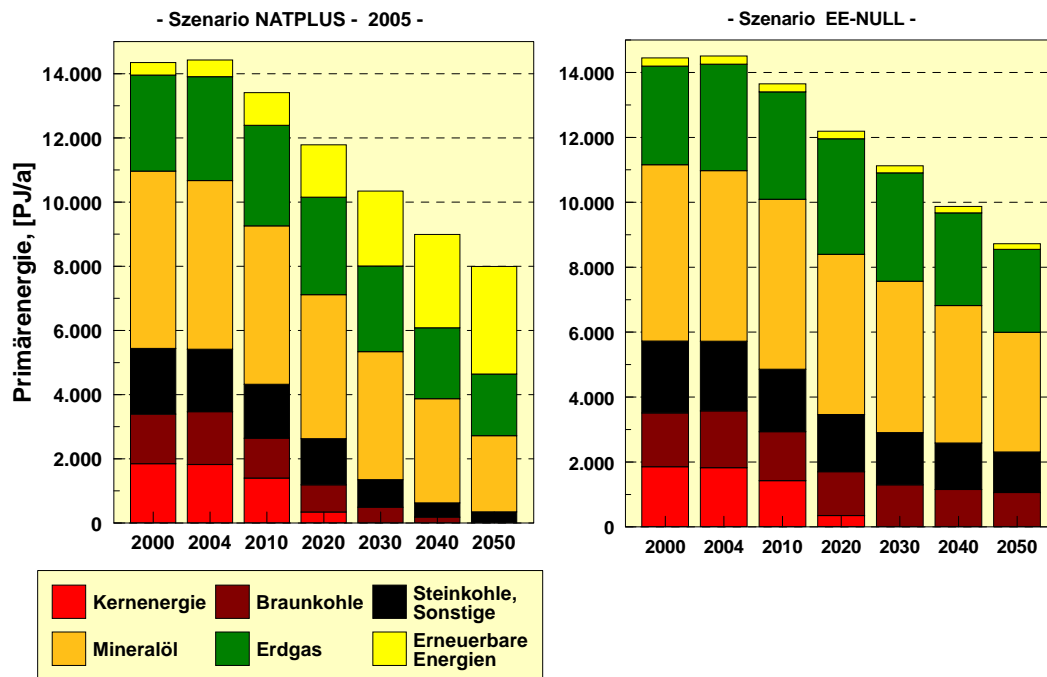


Abbildung 14: Primärenergiestruktur der beiden Szenarien im Vergleich.

Die vollständigen Differenzkosten des EE-Ausbaus in NATPLUS-2005 wurden ab 2000 bereits in der Hauptstudie [BMU06] ermittelt. Auch für die zusätzlichen Investitionen in den Bau der noch erforderlichen fossilen Kraftwerke, insbesondere in KWK-Anlagen, liegen die entsprechenden Daten vor. Um die volkswirtschaftlichen Wirkungen des EE-Ausbaus jedoch lückenlos zu erfassen, müssen dem Szenario NATPLUS-2005 die zusätzlichen Aufwendungen im EE-NULL-Szenario für fossile Energieanlagen als Ersatz für die unterlassenen Investitionen in EE-Anlagen gegenübergestellt werden. Neben den zusätzlich benötigten fossilen Energiemengen, die über das Mengengerüst des Szenarios erfasst sind (vgl. Tabelle 17), fallen zusätzliche Investitionen an, die insbesondere im Kraftwerkssektor beträchtliche Ausmaße annehmen.

Tabelle 18: Kumulierte Investitionen (Mio. €) für einzelne Zeitabschnitte im Kraftwerkssektor für das EE-NULL-Szenario und die Mehrinvestitionen gegenüber NATPLUS -2005

Zeitraum	Kond.-KW	KWK	Gesamt	Mehrinvest.
1995 - 2000	2.478	557	3.034	3.034
2001 – 2010	9.336	7.513	16.849	8.298
2011 – 2020	15.042	16.078	31.120	9.718
2021 – 2030	9.716	9.942	19.658	9.019
Gesamt 1995 - 2030	36.572	34.090	70.662	30.069

Die insgesamt ab 1995 zu tätigen Investitionen in den Kraftwerkspark zeigen Tabelle 18 und Tabelle 19. Insgesamt müssten im EE-NULL-Szenario bis 2030 rund 70 Mrd. € an Investitionen in fossile Kraftwerke getätigt werden, wenn ab 1995 keine Investitionen in erneuerbare Energien stattgefunden hätten, rund 30 Mrd. € mehr als im Szenario NATPLUS-2005. In beiden Fällen wird neben dem beschlossenen Ausstieg aus der Kernenergie dieselbe Ersatzstrategie für alte fossile Kraftwerke angenommen. Teil dieser Strategie ist der relativ starke Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung. In NATPLUS-2005 führt dies zu einer Dominanz der Investitionen in KWK-Anlagen mit kumuliert 27 Mrd. € bis 2030; 14 Mrd. € verbleiben für die neben den EE-Anlagen noch erforderlichen neuen Kondensationskraftwerke. Bei gleichem KWK-Ausbau im Szenario EE-NULL werden die unterlassenen EE-Investitionen im Strombereich weitgehend durch zusätzliche fossile Kondensationskraftwerke ersetzt. Dies führt zu einer annähernd gleichen Verteilung der Investitionen auf Kondensationskraftwerke und auf KWK-Anlagen.

Tabelle 19: Investitionen nach Kraftwerksarten im EE-NULL-Szenario für einzelne Jahre bis 2030

Mio. €/ a	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Kond. Kraftwerke	826	653	1.473	1.604	1.359	1.400	0
-Steinkohle/Übr. feste B.	433	216	306	496	380	953	0
-Braunkohle	336	408	1.061	443	423	447	0
-Erdgas/Öl/übrig.Gase	57	29	106	664	555	0	0
- Kernenergie	0	0	0	0	0	0	0
Öffentliche HKW	0	260	205	971	442	258	194
- HKW Braunkohle	0	0	-1	0	0	1	1
- HKW (Steinkohle, Müll)	0	260	147	802	302	118	116
- HKW (Erdgas +Öl)	0	0	59	170	140	139	77
Nahwärme + Objekte	50	192	184	396	348	362	349
- BHKW(Gas;Öl)	50	192	184	396	348	362	349
- BHKW.(Biomasse)	0						
Industrielle KWK	136	474	449	718	536	322	318
- HKW (Steinkohle)	95	165	159	382	267	116	150
- HKW (Erdgas, Öl)	41	151	171	145	100	70	63
- BHKW(Erdgas, Öl)	0	158	120	192	169	136	105
- BHKW (Biomasse)	0						
Gesamte Neukraftwerke	1.011	1.579	2.311	3.689	2.684	2.341	861
- Steinkohle/Übr. feste B.	528	641	612	1.680	949	1.187	266
- Braunkohle	336	408	1.060	443	423	448	1
- Erdgas/Öl/übrig.Gase	148	530	640	1.566	1.312	707	594
KWK fossil gesamt	186	926	838	2.085	1.325	942	861
HKW (kohle, erdgas)	136	576	534	1.498	808	444	407
BHKW (Erdgas, Öl)	50	350	304	588	517	497	453

5.2 Ermittlung der Nettobeschäftigung

Die Bilanzierung der Beschäftigungseffekte sowie die weiteren gesamtwirtschaftlichen Wechselwirkungen werden wie bereits in [BMU06] in dem ökonometrischen Modell PANTA RHEI abgebildet. Dabei werden dynamische Effekte einer sich ändernden Wirtschaftsstruktur und des technischen Fortschritts berücksichtigt, soweit dies auf Basis von Vergangenheitsda-

ten möglich ist. Die Impulse der Szenarien gehen vor allem von den Energiepreisen (Strom, Brenn- und Kraftstoffe) und den Endnachfragekomponenten Investitionen und Exporte von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien aus. Dies löst vielfältige Effekte auch in vorgelagerten Bereichen (Vorleistungsnachfrage) aus. Vermehrte Produktion kann zu mehr Wertschöpfung, aber auch zu mehr Importen und mehr Vorleistungseinsatz führen. Für diese Verteilung und die Frage, ob mögliche zusätzliche Wertschöpfung auch zu mehr Beschäftigung führt, spielen Preis-, Lohn- und Produktivitätsentwicklung eine wichtige Rolle. Höhere Löhne bzw. mehr Beschäftigung wirken über höhere verfügbare Einkommen auch wieder auf die Endnachfrage.

Abbildung 15 zeigt den zeitlichen Verlauf der Nettobeschäftigungseffekte des Szenarios NATPLUS-2005 im Vergleich zum EE-NUL-Scenario ab dem Jahr 2004. Insbesondere mit dem beobachteten starken Anstieg der beschäftigungswirksamen Investitionen (vgl. Tabelle 1) von 2004 auf 2006 sind auch die Nettobeschäftigungseffekte von rund 38.000 im Jahr 2004 auf etwa 67.000 im Jahr 2006 angestiegen. Bei der Zahl der Erwerbstätigen, die u.a. auch Selbständige erfasst, liegt der Effekt im Jahr 2006 sogar bei rund 78.000. Der scheinbare Rückgang in den Folgejahren liegt an der Verwendung des konservativen Szenarios NATPLUS-2005 aus [BMU06]. Zum besseren Verständnis der relativen Effekte werden hier die wesentlichen Annahmen des NATPLUS-2005-Szenarios kurz zusammengefasst:

- demografische und ökonomische Eckdaten aus EWI/Prognos05
- Ausstieg aus der Nutzung der Kernenergie bis ca. 2023
- zielorientiertes Szenario mit wesentlicher Ausrichtung an den vorgegebenen Klimaschutzzielen
- jährlich mittlere Abnahme der Energieintensität um 2,25%/a
- absolute Beiträge der EE etwa doppelt so hoch wie im Referenzfall, Anteile um das 2,5fache höher.

Unter diesen Annahmen wird allerdings im Jahr 2010 noch nicht einmal die bereits im Jahr 2006 realisierte Bruttobeschäftigung erreicht. Die rasante Entwicklung bei der Installation von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien hat das Szenario weit übertroffen. Damit zeigt sich, dass im Szenario NATPLUS-2005 die tatsächliche Dynamik des Ausbaus der Erneuerbaren Energien deutlich unterschätzt worden ist, die in aktualisierten Szenarien [BMU07c] deutlich höher angesetzt wird. Aus Gründen der Vergleichbarkeit mit den Ergebnissen aus BMU06 wird hier aber die NUL-Variante dem in BMU06 beschriebenen Szenario NATPLUS-2005 gegenübergestellt. Grundsätzlich kann der Versuch eine derart dynamische Branche daten- und modellgestützt abzubilden nur durch wiederholte Datenerhebung und laufende

Aktualisierung der verwendeten Modelle gelingen. Eine erneute Befragung, die die in BMU06 begonnene Struktur aktualisiert und gegenüber neuen Entwicklungen in diesem dynamischen Markt flexibel ist, ist daher wünschenswert für die weitere wissenschaftliche Begleitung des Ausbauprozesses erneuerbarer Energien.

Nach 2015 steigen die Nettobeschäftigungseffekte des Szenarios NATPLUS-2005 gegenüber dem EE-NULL-Szenario deutlich an, weil einerseits die Exporte von EE-Anlagen deutlich steigen und andererseits gleichzeitig die Erneuerbaren Energien immer wirtschaftlicher werden, was sich in sinkenden Differenzkosten bzw. Strompreisunterschieden im Modell niederschlägt. Ab dem Jahr 2020 liegen die Nettobeschäftigungseffekte in einer Größenordnung von 50.000 bis 80.000 Beschäftigten oder sogar 80.000 bis 120.000 Erwerbstätigen. Im Vergleich zu [BMU06] zeigt sich ein etwas anderer, weniger linearer, zeitlicher Verlauf der in beiden Fällen durchgehend positiven Nettobeschäftigungseffekte. Dies ist in der Anpassung des NATPLUS-2005 Szenarios an den aktuellen Stand begründet und dem Einfluss dieser Anpassung auf die folgenden Jahre. Dieser Einfluss hält teilweise bis um das Jahr 2020 an, sodass die Beschäftigungszahlen hier nicht direkt mit den Ergebnissen aus BMU06 vergleichbar sind. Für das Jahr 2030 hingegen lässt sich die Nettobeschäftigung sehr gut mit den Werten aus BMU06 vergleichen. Gut 80.000 Beschäftigten (knapp 120.000 Erwerbstätigen) hier stehen den 62.000 Beschäftigten (84.000 Erwerbstätigen) in der Szenariovariante „verhaltener Export“ gegenüber.

Da die Modellierung des EE-NULL-Szenarios zum einen insbesondere die heutigen Effekte des derzeit bestehenden Ausbaus erneuerbarer Energien im Blick hat und zum anderen die Anpassung des NATPLUS-2005 Szenarios an die Dynamik der letzten Jahre nicht ohne Brüche möglich ist, wurde auf eine weitere Variantenausgestaltung verzichtet. Der heutige Ist-Zustand lässt sich nicht in Varianten abbilden und der Einfluss des Exports wurde in BMU06 ausführlich untersucht und dokumentiert. Die Effekte einer größeren Nettobeschäftigung bei stärkerem Exportaufkommen sind hier ähnlich wie in BMU06.

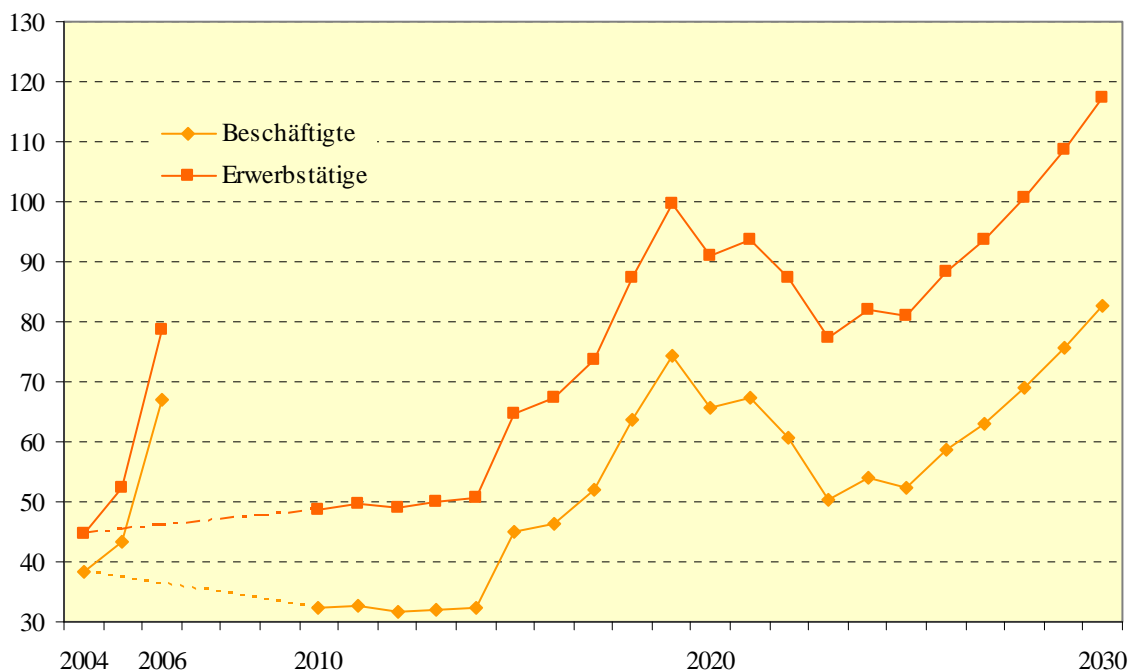


Abbildung 15: Nettobeschäftigungseffekt des Szenarios NATPLUS-2005 im Vergleich zum EE-NUL-Szenario in 1000 (ab 2010: Modellrechnung basierend auf Ausgangsdaten des Jahres 2004).

Die Betrachtung wichtiger gesamtwirtschaftlicher Größen in Tabelle 20 und Tabelle 21 verdeutlicht, dass die Exporte von EE-Anlagen die inländischen Investitionen im Zeitverlauf als Treiber der positiven Nettobeschäftigungseffekte ablösen.

Aus energiepolitischer Sicht ist die Frage nach der bisherigen Wirkung der Förderung erneuerbarer Energien auf die Beschäftigung von Interesse. Zur formal korrekten Behandlung dieser Frage war hierzu die Betrachtung eines fiktiven EE-NUL-Szenarios als „Referenz“ ab 1995 ohne EEG und ohne andere Förderinstrumente für erneuerbare Energie erforderlich, die dann ex post der tatsächlichen Entwicklung und ex ante dem NATPLUS-2005-Szenario gegenübergestellt wurde. Es handelt sich also um eine Differenzbetrachtung zwischen zwei unterschiedlichen Entwicklungspfaden, wobei der eine Pfad rein hypothetischen Charakter hat. In [BMU06] wurden die in 2004 entstandenen Wirkungen des Ausbaus erneuerbarer Energien indirekt aus den zukünftig sich entwickelnden Unterschieden von Investitionsvolumina, Differenzkosten und Energiemengen zwischen den beiden Szenarien und aus der für das Jahr 2004 ermittelten Bruttobeschäftigung auf zwischen 35.000 und 40.000 Erwerbstätigen abgeschätzt. Die aus dem Modell abgeleitete vorliegende Nettobeschäftigung von 38.000 Erwerbstätigen bestätigt diese Schätzungen der Vergangenheit.

Tabelle 20: Gesamtwirtschaftliche Effekte in NATPLUS-2005 – Absolute Abweichungen zum EE-NULL-Szenario (ab 2010: Modellrechnung basierend auf Ausgangsdaten des Jahres 2004), Modell: PANTA RHEI VI, 05.09.2007.

Gesamtwirtschaft:		2006	2010	2015	2020	2030
BIP	Mrd. €95	20,39	15,30	18,95	26,36	34,58
Bruttoproduktion	Mrd. €95	46,36	38,58	48,32	63,34	80,27
Konsum private Haushalte	Mrd. €95	10,23	6,70	9,96	13,36	19,65
Konsum Staat	Mrd. €95	2,17	1,45	1,67	2,55	3,54
Bauinvestitionen	Mrd. €95	1,02	0,75	1,02	1,54	1,59
Ausrüstungsinvestitionen	Mrd. €95	12,05	5,66	4,47	5,91	7,84
Export	Mrd. €95	2,90	7,08	10,02	13,26	16,67
Import	Mrd. €95	8,30	6,59	8,49	10,70	15,33
Staatsverschuldung	Mrd. €	-18,21	-33,39	-64,67	-115,05	-283,98
Durchschnittlicher Stundenlohnsatz	€	0,11	0,14	0,17	0,19	0,21
Preisindex der Lebenshaltung	1995 = 100	0,17	0,35	0,37	0,17	-0,20
Erwerbstätige	1.000	78,54	48,77	64,63	91,15	117,24
Beschäftigte	1.000	66,88	32,34	44,86	65,74	82,68

Tabelle 21: Gesamtwirtschaftliche Effekte in NATPLUS-2005 – Relative Abweichungen zum EE-NULL-Szenario (ab 2010: Modellrechnung basierend auf Ausgangsdaten des Jahres 2004), Modell: PANTA RHEI VI, 05.09.2007.

Gesamtwirtschaft:		2006	2010	2015	2020	2030
BIP	Mrd. €95	0,98	0,69	0,79	1,01	1,16
Bruttoproduktion	Mrd. €96	1,20	0,93	1,06	1,26	1,34
Konsum private Haushalte	Mrd. €95	0,93	0,58	0,82	1,04	1,40
Konsum Staat	Mrd. €95	0,53	0,34	0,37	0,50	0,59
Bauinvestitionen	Mrd. €95	0,45	0,34	0,46	0,67	0,67
Ausrüstungsinvestitionen	Mrd. €95	6,24	2,71	2,02	2,50	2,92
Export	Mrd. €95	0,37	0,74	0,84	0,92	0,79
Import	Mrd. €95	1,24	0,83	0,88	0,92	0,89
Staatsverschuldung	Mrd. €	-1,10	-1,65	-2,57	-3,76	-6,45
Durchschnittlicher Stundenlohnsatz	€	0,54	0,65	0,73	0,76	0,68
Preisindex der Lebenshaltung	1995 = 100	0,14	0,30	0,30	0,13	-0,14
Erwerbstätige	1.000	0,20	0,12	0,16	0,22	0,29
Beschäftigte	1.000	0,19	0,09	0,12	0,18	0,23

6 Schlussfolgerungen und Ausblick

Die Entwicklung der durch den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland induzierten Bruttobeschäftigung hat in den vergangenen Jahren eine stark positive Tendenz aufgewiesen. Zwischen 2004 und 2006 konnte allein im Bereich der Investitionen in Anlagen sowie deren Betrieb eine Zunahme der Beschäftigung um 47 % von 157.100 auf 231.300 Personenjahre verzeichnet werden.

Berücksichtigt man auch noch die Beschäftigten im Rahmen der öffentlichen und gemeinnützigen Mittelbereitstellung, kommt man im Jahr 2006 insgesamt zu einer Größenordnung von mindestens 235.500, von denen 4.000 auf die Forschung, Öffentlichkeitsarbeit sowie Wirtschaftsförderung entfallen und weitere 310 im öffentlichen Dienst beschäftigt sind.

Die Abschätzung dieser Beschäftigtenzahlen erfolgte im Wesentlichen auf Grundlage der Datenerhebung des Jahres 2004. Es ist davon auszugehen, dass die Genauigkeit der Abschätzungen abnimmt, je weiter die Basis zurückliegt, weshalb empfohlen wird, für das laufende Jahr eine neue Erhebung vorzunehmen. In einer neuen Erhebung könnte sowohl die aufgrund der Dynamik des Sektors dringend gebotene Aktualisierung der Daten vorgenommen werden als auch bestehende Lücken dieser Erhebung, etwa im Bereich der Bereitstellung von Biokraftstoffen und von Biomasse, im Bereich der öffentlichen Forschung und Herstellung von prozesstechnischen Anlagen geschlossen werden. Aller Voraussicht nach wird die Entwicklung der Beschäftigten der EE-Branche weiterhin positiv sein. Es wird davon ausgegangen, dass bis zum Jahr 2020 etwa 400.000 Beschäftigte in der Branche der erneuerbaren Energien möglich sein werden, wobei die öffentlichen Mittel noch unberücksichtigt bleiben [BMU06]. Wesentliche Einflussfaktoren, von denen es abhängt, ob diese Größenordnung erreicht werden kann, sind dabei die Attraktivität des Produktionsstandorts Deutschland in Verbindung mit den künftigen Exporterfolgen der deutschen EE-Branche. Wie Untersuchungen gezeigt haben, wird die Attraktivität eines Produktionsstandortes u. a. stark mit den Forschungsaktivitäten vor Ort in Verbindung gebracht [BMU06]. Ein verstärkter Fokus der öffentlichen Förderung auf die Unterstützung von Forschungsaktivitäten im Bereich erneuerbarer Energien zur Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit deutscher Unternehmen erscheint daher sinnvoll. Eine Erhöhung der Beschäftigten in diesem Bereich stellt dabei eher einen Bonus dar.

Die Entwicklung der Beschäftigten im Zusammenhang mit dem Zubau von Produktionskapazitäten in Deutschland von heute 23.500 Personenjahren ist bislang an anderer Stelle noch nicht näher untersucht worden. In einzelnen Bereichen, wie der Photovoltaik sowie der Anlagen zur Biokraftstofferzeugung, ist zurzeit jedoch vermutlich ein Höchststand in Deutschland erreicht. Andere Bereiche, wie die Windenergie, erwarten in den kommenden Jahren offenbar wieder einen Anstieg der Investitionstätigkeit, was bereits aus den ersten Erklärungen einzel-

ner Unternehmen entnommen werden kann. Im Hinblick auf die hieraus resultierenden Arbeitsplatzwirkungen in Deutschland spielt es dabei eine wesentliche Rolle, in welchem Ausmaß hierbei in inländische Standorte investiert wird. Eine kurzfristige Abnahme der Auslastung der Beschäftigten in der Herstellung von Produktionskapazitäten für die EE-Branche kann demnach nicht ausgeschlossen werden.

Insgesamt lässt sich abschließend festhalten, dass bei der Ermittlung der Bruttobeschäftigung im Bereich erneuerbarer Energien eine Reihe verschiedener Aspekte berücksichtigt werden können. Eine vergleichende Darstellung im Zeitablauf wird dadurch begrenzt, dass sich sowohl das Spektrum der betrachteten Einflussfaktoren wie auch die empirische Basis der Abschätzung verändert haben. Unter diesen Restriktionen gibt Tabelle 22 einen Überblick über die bisher veröffentlichten Ergebnisse zur Bruttobeschäftigung im Bereich erneuerbare Energien.

Tabelle 22: Übersicht über die Vergleichbarkeit der Beschäftigungszahlen im Bereich erneuerbarer Energien in Deutschland 1998 bis 2006 [DIW03]; [BMU06]; aktuelle Ergebnisse

	1998	2002	2004	2006
Windenergie	16.600	53.200	63.900	82.100
Solarenergie	5.400	12.700	25.100	40.200
Wasserkraft	8.600	8.400	9.500	9.400
Geothermie	1.600	2.400	1.800	4.200
Biomasse	25.400	29.000	34.200	45.200
Brennstoffbereitstellung / Kraftstoffe	k. A.	k. A.	22.600	50.200
Dienstleistungen	10.000	13.000	k. A.	k. A.
Summe	66.600	118.700	157.100	231.300
Beschäftigte durch öffentliche / gemeinnützige Mittel	k. A.	k. A.	3.390	4.340
Summe	k. A.	k. A.	160.490	235.640
Nachrichtlich: Ausbau von Produktionskapazitäten	k. A.	k. A.	5.812	23.515

Aus dieser Darstellung wird deutlich, dass nicht alle Bereiche in den verschiedenen Jahren gleichermaßen in die Untersuchungen einbezogen wurden. So ist beispielsweise die Berück-

sichtigung der Bereitstellung der Biomasse sowie die Herstellung von Biokraftstoffen erstmalig für das Berichtsjahr 2004 erfolgt. Gleichzeitig ist die Betrachtung der Dienstleistungsbeschäftigten, die in der Elektrizitätswirtschaft den Bereich erneuerbarer Energien abdecken, seit 2002 nicht mehr vorgenommen worden. Generell sei hier nochmals darauf hingewiesen, dass durch die Erhebung der EE-Branche im Jahr 2004 erstmals eine stabile Datenbasis vorhanden war, weshalb die Vergleichbarkeit der Ergebnisse vor und nach diesem Zeitpunkt wissenschaftlich nur unter großen Einschränkungen vertretbar ist.

Die Zusammenstellung der internationalen Szenarien zeigt, dass die erwarteten Entwicklungen im Bereich erneuerbarer Energien auch weiterhin stark voneinander abweichen. Die mit dem Ausbau verbundenen weltweiten Investitionen werden in keiner Veröffentlichung so vollständig und differenziert abgeschätzt, wie in der Studie [BMU06]. Die bereits getätigten Investitionen der Jahre 2004, 2005 und 2006 werden in drei neueren Untersuchungen abgeschätzt, die hier ausgewertet wurden. 2004 wurden demnach mindestens 30 Mrd. US-\$ (entsprechend 24 Mrd. €) investiert, die 2005 auf etwa 38 Mrd. US-\$ (entsprechend 31 Mrd. €) anstiegen. Bei diesen Werten konnte allerdings auf Grund mangelnder Informationen insbesondere kleine privat genutzte Anlagen nicht vollständig berücksichtigt werden, wodurch es sich bei diesen Zahlen lediglich um Mindestschätzungen handeln kann. 2006 wurden mindestens 31 Mrd. US-\$ (entsprechend 25 Mrd. €) in Anlagen zur Stromerzeugung investiert, wobei keine Vergleichbarkeit mit den Zahlen der vorhergehenden Jahre gegeben werden kann. Über die Investitionen im Wärmebereich gibt es keine Erkenntnisse. Insgesamt zeigt sich, dass die vor einem Jahr in [BMU06] ermittelten zukünftigen Investitionen immer noch die beste verfügbare Abschätzung sind: Demnach kann sich das weltweite Investitionsvolumen in Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien bis zum Jahr 2020 auf rund 250 Mrd. €₂₀₀₀/a erhöhen. Bis 2030 ist eine weitere Steigerung auf rund 460 Mrd. €₂₀₀₀/a zu erwarten.

Die Ermittlung der Nettobeschäftigungseffekte auf Basis eines EE-Null-Szenarios hat gezeigt, dass die Abschätzung der Studie [BMU06] für das Jahr 2004 mit 35.000 bis 40.000 Beschäftigten zutreffend war. Insgesamt 38.000 Beschäftigte waren im Jahr 2004 durch den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland mehr beschäftigt, als dies ohne eine solche Entwicklung der Fall gewesen wäre. Im Jahr 2006 belief sich diese Zahl sogar auf 67.000 Beschäftigte oder insgesamt 78.000 Erwerbstätige, bei denen u. a. die Selbstständigen miteinbezogen werden. Ab dem Jahr 2020 kann bei einer Ausbautwicklung, die unter dem heutigen Wissensstand als konservativ bezeichnet werden kann, bis 2030 ein Nettobeschäftigungseffekt in einer Größenordnung von 50.000 bis 80.000 Beschäftigte oder sogar 80.000 bis 120.000 Erwerbstätige erreicht werden. Wie in BMU06 erklärt sich die Bandbreite dieser Angaben aus unterschiedlichen Annahmen für den Export von Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energien. Falls es Deutschland gelingt seine durch den verstärkten Ausbau gewonne-

ne Marktführerposition zu festigen und weiter zu entwickeln, lassen sich die Obergrenzen der Bandbreiten realisieren.

Literaturverzeichnis

- [BMBF06] Bernhardt, U.; Kunde, A.: Bundesbericht Forschung 2006, Hrsg.: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), 2006.
- [BMU06] 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.
- [BMU07a] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU): Erneuerbare Energien in Zahlen – nationale und internationale Entwicklung – Stand Juni 2007.
- [BMU07b] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU): Erfahrungsbericht 2007 zum Erneuerbaren-Energien-Gesetz (EEG) gemäß §20 EEG – BMU Entwurf – Kurzfassung, 5.7.2007.
- [BMU07c] Nitsch, J.: Leitstudie 2007 – Ausbaustrategie Erneuerbare Energien - Aktualisierung und Neubewertung bis zu den Jahren 2020 und 2030 mit Ausblick bis 2050, Untersuchung im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), Februar 2007.
- [BMU07d] Welke, M.; Heimann, D.; Nick-Leptin, J.: Innovation durch Forschung - Jahresbericht 2006 zur Forschungsförderung im Bereich der erneuerbaren Energien, Hrsg.: Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), März 2007.
- [BMU07e] Walser, M.; Neidlein, H.-C.: Stiftungen zur Förderung erneuerbarer Energien auf Bundes und Länderebene, Kurzgutachten im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), Mai 2007.
- [DEWI05] Ender, C., Molly, J. P. (DEWI): Ermittlung der deutschen Wertschöpfung im weltweiten Windenergiemarkt in 2004, DEWI Magazin Nr. 27, August 2005.
- [DEWI06] Ender, C., Molly, J. P. (DEWI): Ermittlung der deutschen Wertschöpfung im weltweiten Windenergiemarkt in 2005, DEWI Magazin Nr. 29, August

- 2006.
- [DEWI07] Ender, C., Molly, J. P. (DEWI): Ermittlung der deutschen Wertschöpfung im weltweiten Windenergiemarkt in 2006, DEWI Magazin Nr. 31, August 2007.
- [DIW03] Edler, D. (DIW): Aktualisierung der Schätzung der Beschäftigtenzahlen im Umweltschutz; Untersuchung im Auftrag des Umweltbundesamtes, Berlin 2003
- [EC06] European Commission: World energy technology Outlook – WETO H₂, Hrsg.: European Communities, 2006.
- [EREC/Greenpeace07a] Krewitt, W.; Simon, S.; Kronshage, S. (DLR): energy [r]evolution – a sustainable world energy outlook, Hrsg.: Greenpeace International, European Renewable Energy Council, Januar 2007.
- [EREC/Greenpeace07b] Krewitt, W.; Simon, S.; Kronshage, S. (DLR): futu[r]e investment – a sustainable investment plan for the power sector to save the climate, Hrsg.: Greenpeace International, European Renewable Energy Council, Juni 2007.
- [FNR07] Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V.: Übersicht der Biodiesel und Bioethanol Produktionskapazitäten in Deutschland, <http://www.fnr-server.de/cms35/Karten.614.0.html>, 1. August 2007.
- [IEA07] Internationale Energie Agentur (IEA): R&D Statistics, verfügbar unter <http://www.iea.org/Textbase/stats/rd.asp>.
- [IEA06a] Internationale Energy Agentur (IEA): World Energy Outlook 2006, Hrsg.: OECD, IEA, 2006.
- [IEA06b] Internationale Energy Agentur (IEA): Energy Technology Perspectives 2006, Hrsg.: OECD, IEA, 2006.
- [IWR07] Internationale Wirtschaftsforum Regenerative Energien: Energie Presse-dienst, <http://www.iwrpressdienst.de/>.
- [Koldehoff07] Koldehoff, W. B.: Marktstudie Solarthermie, Sonne, Wind und Wärme 6/2007 S. 80-83 und 8/2007 S. 40-44.
- [Nordex07] Nordex expandiert profitabel - Umsatzplus 66 % / 16,6 Mio. €EBIT, http://www.nordex-online.com/index.php?id=45&no_cache=1&L=0, Pressemitteilung, 20.03.2007.

- [Photon07a] Große Pläne – Die deutsche Photovoltaikindustrie macht sich auf den Weg von der Import- zur Exportbranche, Photon, Januar 2007.
- [Photon07b] Photovoltaic Technology Show 2007 Europe: Exhibition catalog, Photon EXPO, München, 4-5 April 2007.
- [PTJ05] Schneider, R. (PTJ): Förderung der nichtnuklearen Energieforschung durch die Bundesländer (2003), Projektträger Jülich / Forschungszentrum Jülich GmbH, 08.09.2005.
- [REN2105] Martinot, E. (Worldwatch Institute): Renewables 2005 – Global Status Report, Untersuchung im Auftrag des Renewable Energy Policy Network for the 21st century (REN21), November 2005.
- [REN2106] Martinot, E. (Worldwatch Institute): Renewables – Global Status Report – 2006 Update, Untersuchung im Auftrag des Renewable Energy Policy Network for the 21st century (REN21), Juli 2006.
- [StaBuA07] Statistisches Bundesamt, Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen: Input-Output-Rechnung 2003, Fachserie 18 Reihe 2, Artikelnummer: 2180200039004, Wiesbaden 2007.
- [UFOP07] Union zur Förderung von Öl- und Proteinpflanzen e. V.: Biodieselproduktionskapazitäten in Deutschland, <http://www.ufop.de/2287.php>, 1. August 2007.
- [UNEP07] Greenwood, C.; Hohler, A.; Liebreich, M., Sonntag-O’Brian, V.; Usher, E.: Global Trends in Sustainable Energy Investment 2007 – Analysis of Trends and Issues in the Financing of Renewable Energy and Energy Efficiency in OECD and Developing Countries, Untersuchung im Auftrag des United Nations Environment Programme, 2007.