



GREENPEACE

# Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte durch den Ausbau Erneuerbarer Energien

i|ö|w

INSTITUT FÜR  
ÖKOLOGISCHE WIRTSCHAFTSFORSCHUNG

[www.greenpeace.de](http://www.greenpeace.de)

Die Studie wurde im Auftrag von Greenpeace durchgeführt vom Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW), Berlin.

**Autoren** Astrid Aretz, Katharina Heinbach, Bernd Hirschl, André Schröder

Astrid Aretz, Katharina Heinbach, Bernd Hirschl, André Schröder

# Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte durch den Ausbau Erneuerbarer Energien

Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW), Berlin

Studie im Auftrag von Greenpeace Deutschland, Hamburg

August 2013



i | ö | w

INSTITUT FÜR  
ÖKOLOGISCHE WIRTSCHAFTSFORSCHUNG



# Inhaltsverzeichnis

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>Zusammenfassung und Kontextualisierung der Ergebnisse.....</b>                                     | <b>7</b>  |
| <b>2</b> | <b>Abstract .....</b>   | <b>15</b> |
| <b>3</b> | <b>Einleitung .....</b>   | <b>21</b> |
| <b>4</b> | <b>Methodisches Vorgehen .....</b>  | <b>21</b> |
| <b>5</b> | <b>Berechnung der direkten Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte für das Jahr 2012 .....</b>      | <b>27</b> |
| 5.1      | Vorgehensweise und Annahmen .....   | 27        |
| 5.2      | Ergebnisse für Deutschland im Jahr 2012.....  | 30        |
| <b>6</b> | <b>Ermittlung der indirekten Effekte durch die Nutzung Erneuerbarer Energien .....</b>                | <b>34</b> |
| 6.1      | Vorgehensweise und Annahmen .....   | 34        |
| 6.2      | Ergebnisse für Deutschland im Jahr 2012.....  | 35        |
| <b>7</b> | <b>Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte im Jahr 2030.....</b>                                    | <b>39</b> |
| 7.1      | Vorgehensweise und Annahmen .....   | 39        |
| 7.2      | Szenarien für den EE-Ausbau bis 2030.....   | 40        |
| 7.3      | Ergebnisse der szenariobasierten Hochrechnungen für das Jahr 2030.....                                | 45        |
| <b>8</b> | <b>Literaturverzeichnis.....</b>  | <b>53</b> |
| <b>9</b> | <b>Anhang .....</b>   | <b>56</b> |
| 9.1      | Berechnung der eingesparten Energieimporte durch die Nutzung erneuerbarer Energien im Jahr 2012 ..... | 56        |

# Abbildungsverzeichnis

|           |   |    |
|-----------|---|----|
| Abb. 1.1: | Direkte Wertschöpfung durch erneuerbare Energien nach Stufen und Technologiebereichen in Deutschland im Jahr 2012.....  | 8  |
| Abb. 1.2: | Direkte Beschäftigung (Vollzeitäquivalente) durch erneuerbare Energien nach Stufen und Technologiebereichen in Deutschland im Jahr 2012 .....                       | 9  |
| Abb. 1.3: | Direkte und indirekte Wertschöpfungseffekte durch erneuerbare Energien nach Technologiebereichen in Deutschland im Jahr 2012.....                                   | 10 |
| Abb. 1.4: | Direkte Wertschöpfungseffekte durch erneuerbare Energien in Deutschland im Jahr 2012 und den Ausbauszenarien 2011 A und 2011 THG95 im Jahr 2030.....                | 11 |
| Abb. 1.5: | Direkte Wertschöpfungseffekte durch erneuerbare Energien in Deutschland im Jahr 2012 und den Ausbauszenarien 2011 A und 2011 THG95 im Jahr 2030 nach Stufen.....    | 12 |
| Abb. 2.1: | Direct value added by renewable energies in Germany in the year 2012, differentiated by RE technologies and value added stages .....                                | 16 |
| Abb. 2.2: | Direct employment effects (full-time-equivalents) by renewable energies in Germany in the year 2012, differentiated by RE technologies and value added stages ..... | 17 |
| Abb. 2.3: | Direct and indirect value added by renewable energies in Germany in the year 2012, differentiated by RE technologies .....  | 18 |
| Abb. 2.4: | Direct value added by renewable energies in Germany in the year 2012 and the scenarios 2011 A and THG95 in the year 2030 .....                                      | 19 |
| Abb. 2.5: | Direct value added by renewable energies in Germany in the year 2012 and the scenarios 2011 A and THG95 in the year 2030, differentiated by value added step ...    | 20 |
| Abb. 5.1: | Direkte Wertschöpfung durch erneuerbare Energien nach Stufen und Technologiebereichen in Deutschland im Jahr 2012.....  | 31 |
| Abb. 6.1: | Direkte und indirekte Wertschöpfungseffekte durch erneuerbare Energien nach Technologiebereichen in Deutschland im Jahr 2012.....                                   | 37 |
| Abb. 7.1: | Direkte Wertschöpfung durch erneuerbare Energien in Deutschland im Szenario 2011 A im Jahr 2030 nach Stufen und Technologiebereichen.....                           | 51 |
| Abb. 7.2: | Direkte Wertschöpfung durch erneuerbare Energien in Deutschland im Szenario 2011 THG95 im Jahr 2030 nach Stufen und Technologiebereichen .....                      | 52 |

## Tabellenverzeichnis

|           |   |    |
|-----------|---|----|
| Tab. 4.1: | Abgebildete Wertschöpfungsketten der erneuerbaren Energien nach Technologien und Größen- bzw. Brennstoffdifferenzierung.....  | 22 |
| Tab. 5.1: | Annahmen für den Bestand und Zubau von EE-Anlagen sowie die Bereitstellung von Biokraftstoffen und Energieholz in Deutschland im Jahr 2012.....   | 27 |
| Tab. 5.2: | Direkte Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte durch erneuerbare Energien in Deutschland im Jahr 2012 nach Technologiebereichen und Wertschöpfungsbestandteilen .....                        | 32 |
| Tab. 5.3: | Direkte Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte durch erneuerbare Energien in Deutschland im Jahr 2012 nach Technologiebereichen und Wertschöpfungsstufen.....                                | 33 |
| Tab. 6.1: | Indirekte Wertschöpfungseffekte durch erneuerbare Energien in Deutschland im Jahr 2012 nach Technologiebereichen und Wertschöpfungsbestandteilen .....  | 38 |
| Tab. 7.1: | Annahmen für den Bestand und Zubau von EE-Anlagen sowie die Bereitstellung von Biokraftstoffen und Energieholz in Deutschland im Jahr 2030 im Szenario 2011 A .....                             | 43 |
| Tab. 7.2: | Annahmen für den Bestand und Zubau von EE-Anlagen sowie die Bereitstellung von Biokraftstoffen und Energieholz in Deutschland im Jahr 2030 im Szenario 2011 THG95 .....                         | 44 |
| Tab. 7.3: | Direkte Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte durch erneuerbare Energien in Deutschland im Szenario 2011 A im Jahr 2030 nach Technologiebereichen und Wertschöpfungsbestandteilen .....     | 47 |
| Tab. 7.4: | Direkte Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte durch erneuerbare Energien in Deutschland im Szenario 2011 A im Jahr 2030 nach Technologiebereichen und Wertschöpfungsstufen.....             | 48 |
| Tab. 7.5: | Direkte Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte durch erneuerbare Energien in Deutschland im Szenario 2011 THG95 im Jahr 2030 nach Technologiebereichen und Wertschöpfungsbestandteilen ..... | 49 |
| Tab. 7.6: | Direkte Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte durch erneuerbare Energien in Deutschland im Szenario 2011 THG95 im Jahr 2030 nach Technologiebereichen und Wertschöpfungsstufen .....        | 50 |
| Tab. 9.1: | Eingesparte Energieimporte durch die Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland im Jahr 2012.....   | 57 |



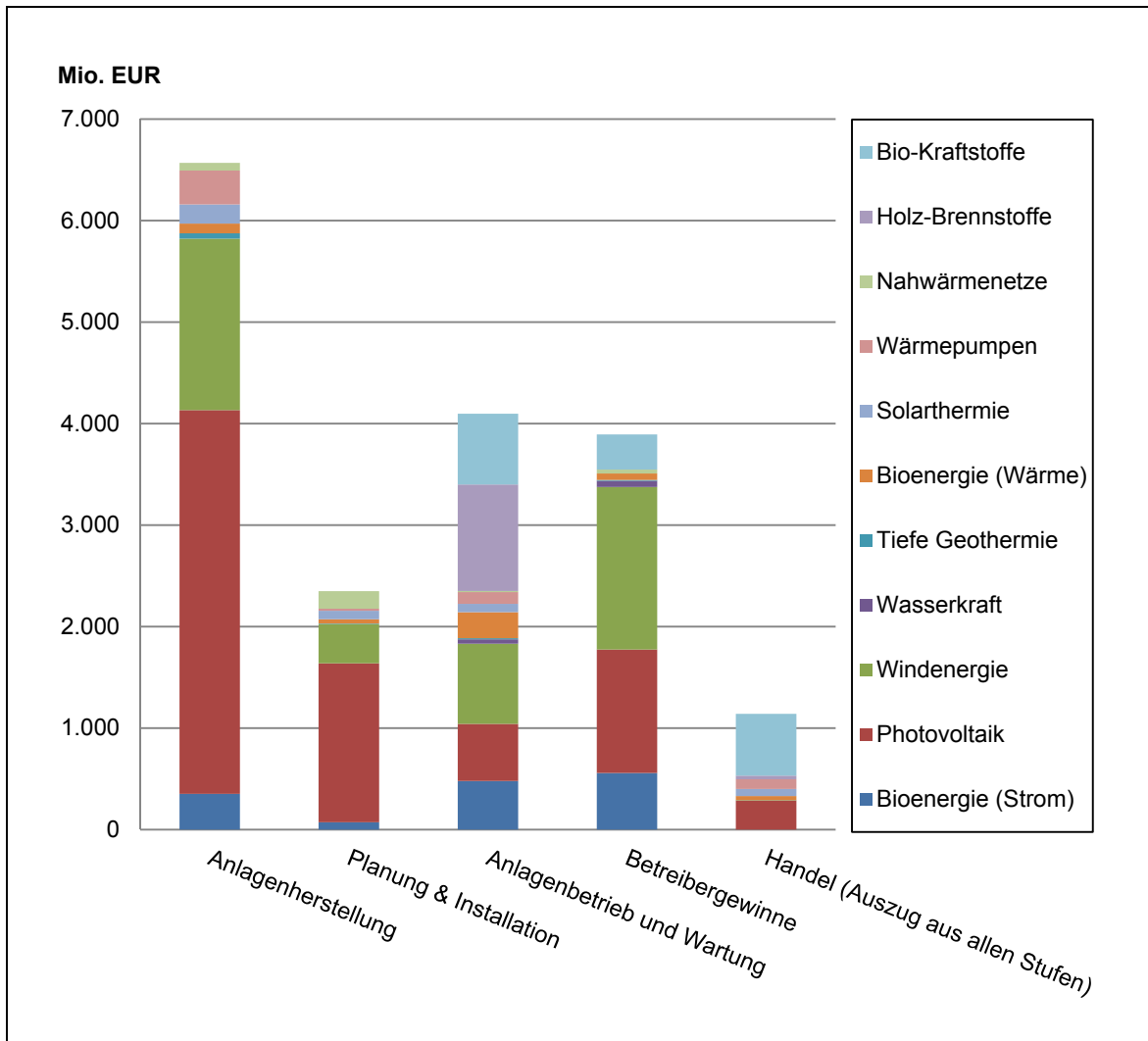


# 1 Zusammenfassung und Kontextualisierung der Ergebnisse

Das IÖW hat im Jahr 2010 die kommunale Wertschöpfung durch den Ausbau erneuerbarer Energien für das Jahr 2009 quantifiziert und die Berechnungen fortlaufend für die Folgejahre fortgeschrieben. Mit dieser Studie wird im Auftrag von Greenpeace Deutschland eine Aktualisierung für das Jahr 2012 vorgenommen, die die Marktentwicklung der erneuerbaren Energien im letzten Jahr berücksichtigt. Zusätzlich zur kommunalen Ebene werden auch die Steuereinnahmen der Länder und des Bundes mit ausgewiesen sowie die direkt Beschäftigten in der EE-Branche.

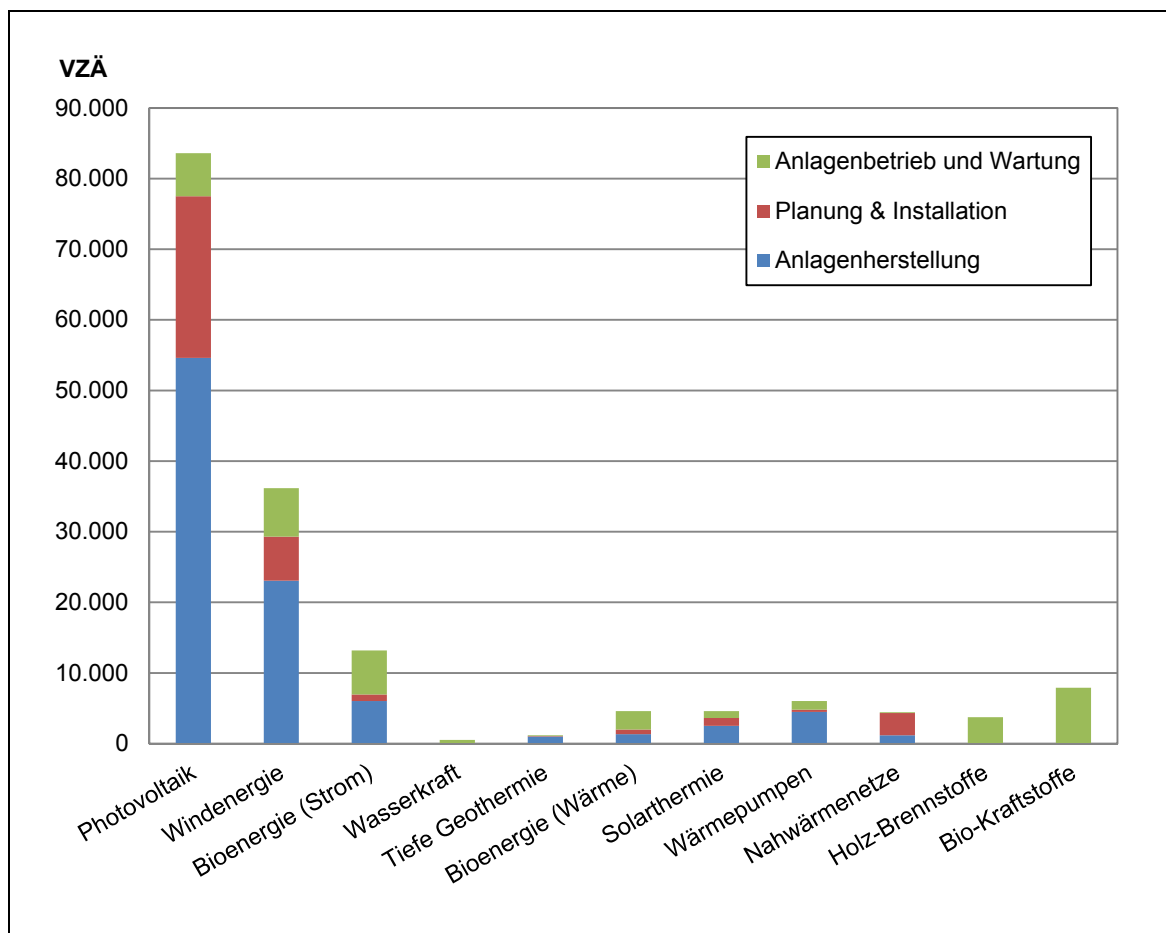
Die für das Jahr 2012 ermittelte **direkte Wertschöpfung durch erneuerbare Energien in Deutschland** summiert sich bundesweit auf rund **16,9 Mrd. EUR**. Die kommunale Wertschöpfung beträgt davon rund 11,1 Mrd. EUR, so dass 66 % der gesamten Wertschöpfung verteilt über das Bundesgebiet den Kommunen zu Gute kommen. Den Landeshaushalten fließen 1,3 Mrd. EUR an Steuereinnahmen zu, was einem Anteil von rund 8 % entspricht. Weitere 4,5 Mrd. EUR bzw. rund 27 % sind Steuern und sonstige Abgaben an den Bund.

Die Verteilung der Wertschöpfung bei den einzelnen Technologien über die vier Wertschöpfungsstufen Anlagenproduktion, Planung und Installation, Anlagenbetrieb und Wartung sowie Betreibergewinne wird in Abb. 1.1 dargestellt. Die Herstellung von EE-Anlagen und Komponenten ist mit einer Wertschöpfung von rund 6,6 Mrd. EUR die größte Wertschöpfungsstufe. Die Effekte in der Stufe Planung und Installation summieren sich auf 2,3 Mrd. EUR. Die betriebsbezogenen Stufen machen zusammengenommen 8,0 Mrd. EUR bzw. 47 % der Wertschöpfung aus. Während die Produktionsstätten in der Regel nur in wenigen Kommunen angesiedelt sind, können Installateure, Dienstleister sowie Betreiber und Investoren in jeder Region verteilt über ganz Deutschland ansässig sein. In allen Stufen, mit Ausnahme der Betreibergewinne, kommt - je nach EE-Technologie - dem Handel eine wichtige Rolle zu. Der Handel mit Anlagenkomponenten, Installations- und Ersatzmaterial sowie mit Brenn- und Kraftstoffen summiert sich über alle Technologiebereiche und Stufen auf 1,1 Mrd. EUR.



**Abb. 1.1: Direkte Wertschöpfung durch erneuerbare Energien nach Stufen und Technologiebereichen in Deutschland im Jahr 2012**

Mit der ermittelten Wertschöpfung sind **bundesweit 166.000 direkt in der EE-Branche Beschäftigte** (Vollzeitäquivalente) verbunden. Abb. 1.2 zeigt die Beschäftigten im Jahr 2012 aufgeschlüsselt nach Technologiebereichen und Wertschöpfungsstufen. Dies umfasst alle Beschäftigten, die direkt mit der Herstellung der Anlage oder einzelner Komponenten, ihrer Installation und dem Betrieb der EE-Anlagen zusammenhängen. Die Beschäftigten in den Vorleistungsstufen der beteiligten Unternehmen, bspw. Zulieferer eines Komponentenherstellers, sind in der oben genannten Zahl der Vollzeit Arbeitsplätze nicht enthalten. Durch eine Einbeziehung der indirekten Effekte würde sich somit eine höhere Anzahl an EE-Arbeitsplätzen ergeben. In der Veröffentlichung „Bruttopeschäftigung durch erneuerbare Energien in Deutschland im Jahr 2012“ des Bundesumweltministeriums haben O’Sullivan et al (2013) eine **Bruttopeschäftigung durch erneuerbare Energien in Höhe von 377.800 Personen** für 2012 ermittelt. Diese umfasst neben den direkten auch indirekte Effekte, die Beschäftigung durch die Brenn- und Kraftstoffbereitstellung (inklusive dem Anbau von Energiepflanzen) mit 121.200 Personen und 9.400 Arbeitsplätze im Bereich der öffentlich geförderten Forschung und Verwaltung.



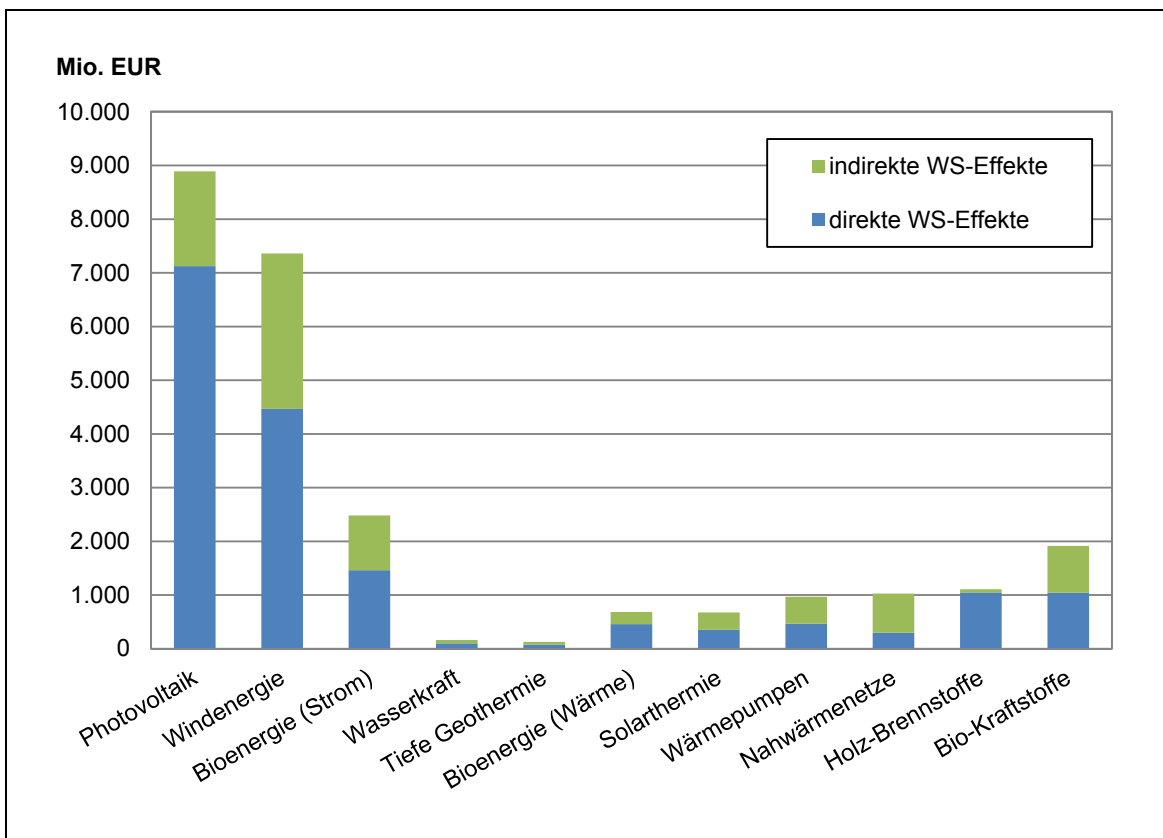
**Abb. 1.2: Direkte Beschäftigung (Vollzeitäquivalente) durch erneuerbare Energien nach Stufen und Technologiebereichen in Deutschland im Jahr 2012<sup>1</sup>**

Erstmalig wurden zu den direkten Effekten, die bei der Produktion, der Installation und dem Betrieb der EE-Anlagen entstehen, auch die indirekten, vorgelagerten Effekte berechnet. Zur Abschätzung dieser indirekten Effekte wird ein Input-Output-Modell verwendet, wodurch die Vorleistungsbezüge aus anderen Wirtschaftszweigen quantifiziert werden können.

Die für das Jahr 2012 ermittelten **indirekten Wertschöpfungseffekte durch die Nutzung erneuerbarer Energien** betragen in Summe knapp **8,5 Mrd. EUR**. Auf die kommunale Ebene entfallen davon 6,0 Mrd. EUR. Weiterhin fließen 0,4 Mrd. EUR an Steuereinnahmen an die Länder und die Steuern und sonstigen Abgaben an den Bund machen rund 24 % aus.

Zusammen mit der Wertschöpfung, welche direkt durch die Produktion, die Planung und Installation sowie den Betrieb der EE-Anlagen generiert wird, als auch die Effekte, welche auf den Bezug von Vorleistungen zurückzuführen sind, ergeben sich für **2012** in **Summe** Effekte in Höhe von **25,4 Mrd. EUR**. Die zusammengefassten Ergebnisse für die einzelnen Technologiebereiche sind in Abb. 1.3 dargestellt.

<sup>1</sup> In der Stufe Betreibergewinne sind per Definition nur die Gewinne der Anlagenbetreiber und die darauf gezahlten Gewinnsteuern enthalten, deswegen wird diese Stufe hier nicht mit aufgeführt. Die Beschäftigung durch den Betrieb der Anlage wird in der Stufe Anlagenbetrieb und Wartung ausgewiesen.

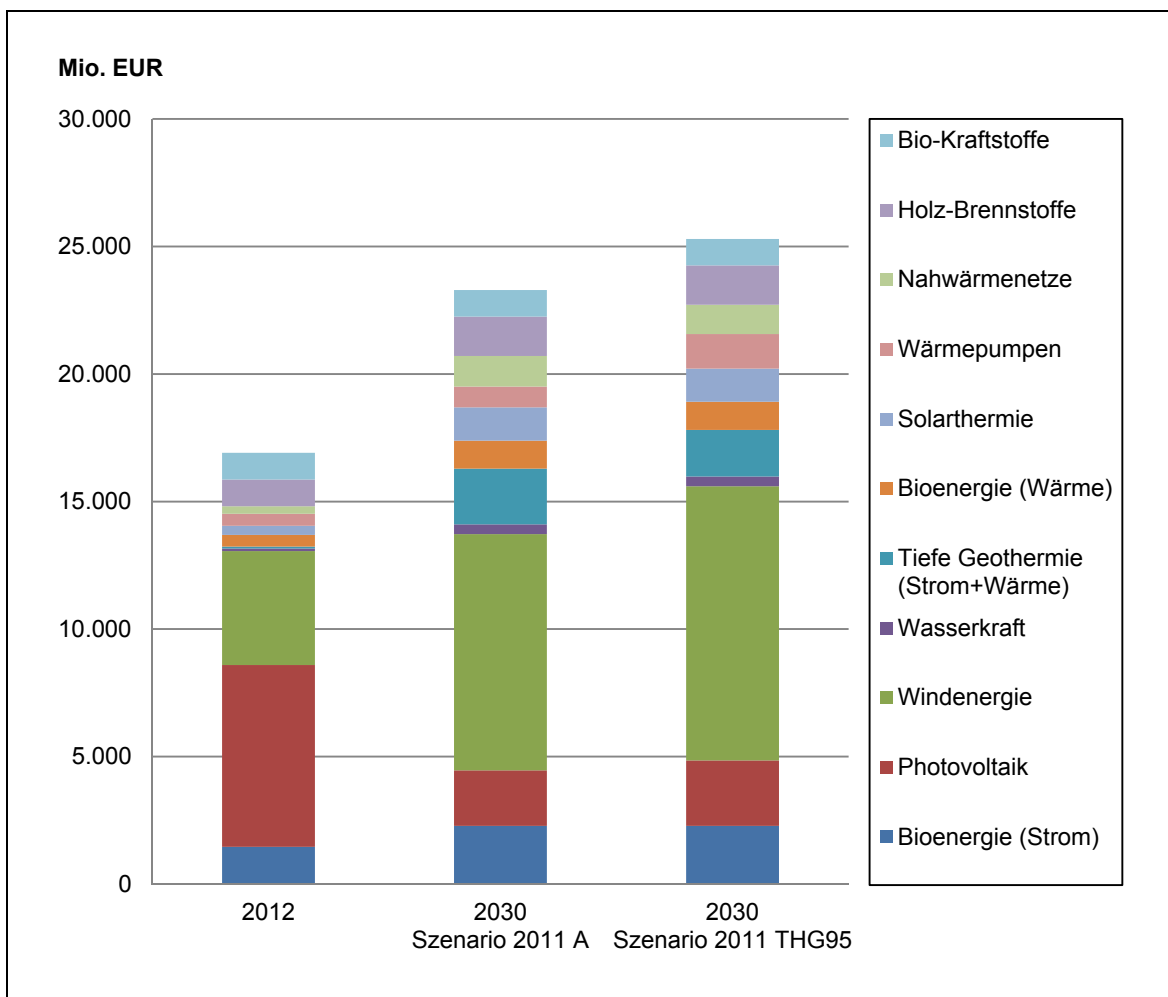


**Abb. 1.3: Direkte und indirekte Wertschöpfungseffekte durch erneuerbare Energien nach Technologiebereichen in Deutschland im Jahr 2012**

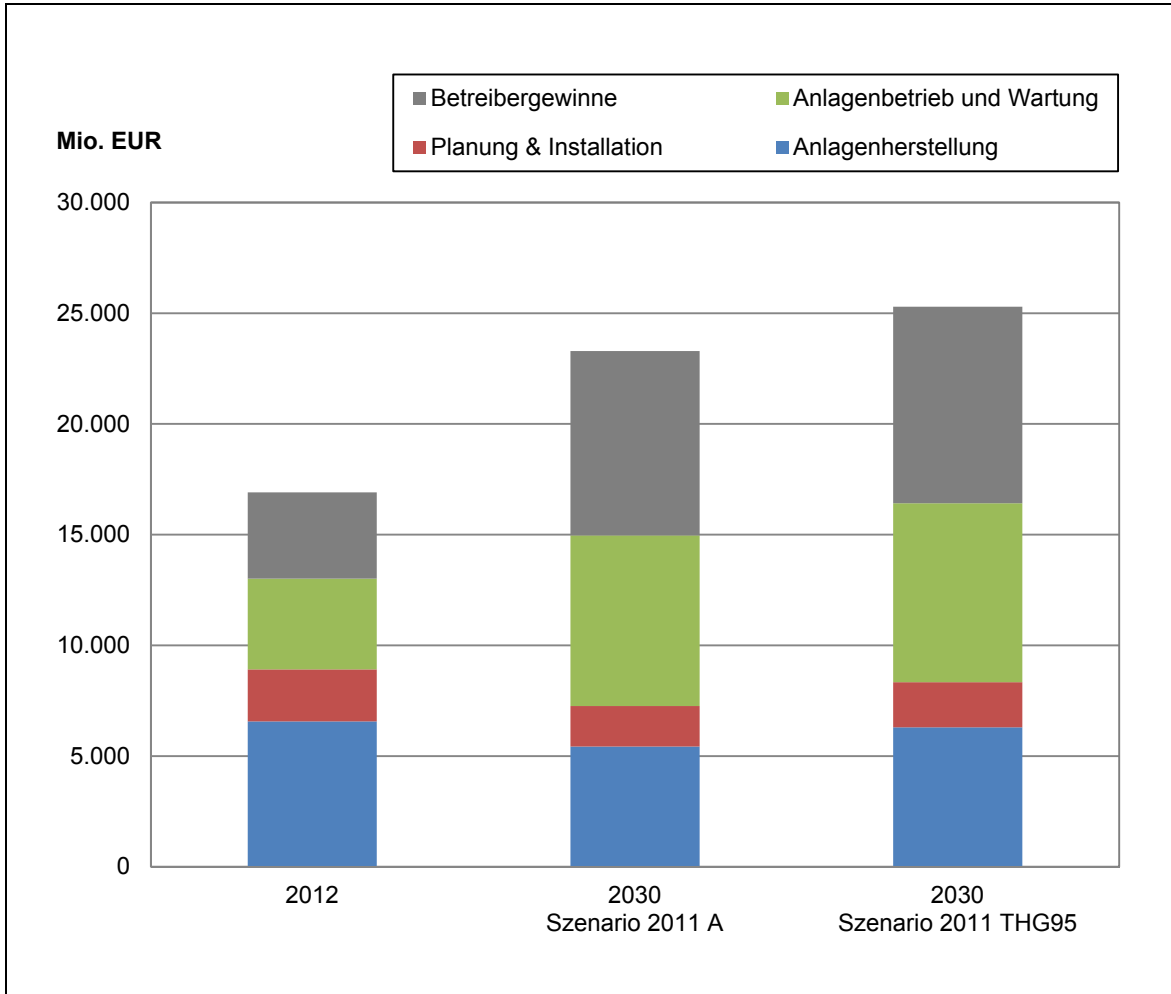
Mit dem weiteren Ausbau erneuerbarer Energien wird auch die Wertschöpfung steigen. Um das Potenzial für Kommunen und die Veränderungen im Zeitverlauf aufzuzeigen, wird anhand von zwei Ausbauszenarien für erneuerbare Energien bis zum Jahr 2030 die Wertschöpfung dargestellt. Dazu werden zwei Szenarien zu Grunde gelegt, die den weiteren Ausbau der erneuerbaren Energien beschreiben. Die zwei Szenarien wurden der Veröffentlichung „Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global“ (Nitsch et al. 2012a; Nitsch et al. 2012b) des Bundesumweltministeriums (BMU) entnommen. Im Einzelnen handelt es sich um das Szenario 2011 A und das Szenario 2011 THG95. In beiden Szenarien gelten die Mindestziele einer Reduzierung der Treibhausgasemissionen um 80 % (Basisjahr 1990) und eine Minderung des Stromverbrauchs um 25 % bis 2050 (bezogen auf Endenergie Strom im Jahr 2008) (Nitsch et al. 2012a). Das Szenario 2011 THG95 gibt darüber hinaus einen Ausblick auf den EE-Ausbau unter der ehrgeizigen Zielsetzung, die Treibhausgase bis 2060 um 95 % zu reduzieren und erfordert damit im Zieljahr in allen Nutzungsbereichen eine annähernde Vollversorgung mit erneuerbaren Energien. Die Ergebnisse für 2012 und die der beiden Szenarien sind in Abb. 1.5 dargestellt.

Während die **direkte Wertschöpfung** in 2012 noch bei rund 16,9 Mrd. EUR lag, kann sie im Fall des EE-Ausbaus gemäß dem **Szenario 2011 A in 2030** auf **23,3 Mrd. EUR** anwachsen, bei dem geplanten Ausbaugrad im **Szenario 2011 THG95** auf rund **25,3 Mrd. EUR** (siehe Abb. 1.4). Die Beschäftigungszahlen steigen gemäß der beiden Szenarien von 166.000 Vollzeitbeschäftigten in den diversen EE-Branchen auf rund 180.000 (gemäß Szenario 2011 A) bzw. rund 198.000 (gemäß

Szenario 2011 THG95). Die Differenz zwischen den beiden Szenarien ist im Strombereich vorrangig auf den unterschiedlichen Zubau der Windenergie und der Photovoltaik zurückzuführen. Bei der Wärmebereitstellung unterscheiden sich die Ausbaupfade im Wesentlichen bei der Umweltwärme. Bei einem Großteil der im IÖW-Modell abgebildeten Technologien handelt es sich um dezentrale erneuerbare Energien – die Offshore-Windenergie und die tiefe Geothermie stellen hier eine Ausnahme dar. Auch wenn die betrachteten Szenarien bei diesen beiden Technologien eine hohe Zunahme vorsehen, so sind 2030 trotzdem mehr als 70 % der Wertschöpfungseffekte auf dezentrale erneuerbare Energien zurückzuführen. Wesentliches Kennzeichen der Wertschöpfung aus diesen dezentralen erneuerbaren Energien ist es, dass mit wachsendem Anlagenbestand alle Kommunen von der Wertschöpfung profitieren können – auch unabhängig von der Ansiedelung von Produktionsunternehmen - wenn lokale Akteure an der Installation, dem Betrieb und der Investition beteiligt sind. Diese drei Wertschöpfungsstufen können zusammen in 2030 drei Viertel der Wertschöpfung umfassen und verteilt über das ganze Land anfallen (siehe Abb. 1.5).



**Abb. 1.4: Direkte Wertschöpfungseffekte durch erneuerbare Energien in Deutschland im Jahr 2012 und den Ausbauszenarien 2011 A und 2011 THG95 im Jahr 2030**



**Abb. 1.5: Direkte Wertschöpfungseffekte durch erneuerbare Energien in Deutschland im Jahr 2012 und den Ausbauszenarien 2011 A und 2011 THG95 im Jahr 2030 nach Stufen**

### Vergleich mit anderen Wirtschaftsbranchen

Die hier ermittelte direkte Vollzeitbeschäftigung für 2012 lässt sich für einen Vergleich der Größenordnung zu anderen Branchen, denen in Deutschland eine hohe Bedeutung zugemessen wird und für die Verbandsangaben vorliegen, in Beziehung setzen. Stellt man den Beschäftigten im EE-Bereich (166.000 Vollzeitäquivalente) beispielweise die Zahlen für die deutsche Automobilzuliefererindustrie im Jahr 2012 gegenüber (291.750 (VDA 2013)), so erreicht die Beschäftigung im EE-Bereich knapp 60 % der Beschäftigtenzahl bei der Zuliefererindustrie. Vor dem Hintergrund, dass es sich bei der berechneten EE-Beschäftigung um Vollzeitäquivalente handelt, ist davon auszugehen, dass die Beschäftigtenzahl (pro Kopf) in der Realität noch höher ausfällt. Verglichen mit den in der chemischen Industrie tätigen Personen (324.300 (VCI 2012)) machen die ermittelten Beschäftigungseffekte für die EE-Branche einen Anteil von rund 50 % aus. Stellt man den rund 205.600

Arbeitnehmern im Wirtschaftsbereich Energieversorgung<sup>2</sup> (Statistisches Bundesamt 2013) die knapp 36.400 Beschäftigten gegenüber, die mit dem Betrieb der hier abgebildeten EE-Anlagen verbunden sind, so zeigt sich, dass diese einem Prozentsatz von 18 % entsprechen.<sup>3</sup> Verglichen mit dem Beitrag der erneuerbaren Energien zum Endenergieverbrauch im Jahr 2012 insgesamt - 12,6 % (BMU 2013) - verdeutlicht diese Zahl die Bedeutung der EE-Branche für die Beschäftigung in Deutschland.

### **Eingesparte Energieimporte durch den Ausbau der erneuerbaren Energien**

Mit dem Ausbau der erneuerbaren Energien ist auch eine zunehmende Substitution der Energieerzeugung auf Basis fossiler Energieträger verbunden. Da diese zu einem großen Anteil importiert werden, bedeutet eine Einsparung fossiler Brennstoffe auch eine Verringerung der Energieimporte nach Deutschland. Um die Größenordnung dieses Effekts aufzuzeigen, hat das IÖW zusätzlich die eingesparten Energieimporte für das Jahr 2012 berechnet, welche mit der Energiebereitstellung aus erneuerbaren Energien verbunden sind. Die Vorgehensweise ist an die von Lehr (2011) beschriebene Methode angelehnt; eine Beschreibung findet sich im Anhang in Kapitel 9.1.

In Summe ergeben sich für das Jahr 2012 **vermiedene Energieimporte von rund 6,6 Mrd. EUR**. Diese teilen sich zu 52 % auf den Bereich Strom, zu 30 % auf den Wärmebereich und zu 18 % auf den Verkehrssektor auf. Da jedoch auch biogene Kraftstoffe nach Deutschland importiert werden, muss für eine Nettobetrachtung die Einfuhr dieser Energieträger gegengerechnet werden. Netto ergibt sich demnach eine Verringerung der Energieimporte um 6,1 Mrd. EUR. Entsprechend des zunehmenden Anteils der erneuerbaren Energien am Energieverbrauch in den beiden Szenarien für 2030, ist auch bei den vermiedenen Kosten für den Import fossiler Energieträger nach Deutschland ein Anstieg zu erwarten. So kann die Verringerung der Energieimporte gemäß Nitsch et al. (2012a) im Szenario 2011 A im Jahr 2030 ein Volumen von bis zu 82 Mrd. EUR<sup>4</sup> betragen.

### **Länderspezifische Wertschöpfungsstrukturen und Strategien zur Steigerung der Wertschöpfung**

Obwohl der Aspekt der regionalen Wertschöpfung in vielen Zielsetzungen auf kommunaler und regionaler Ebene verankert ist, basieren die Ziele zumeist nicht auf konkreten Berechnungen. Das IÖW hat in drei Studien die Wertschöpfung in den drei Bundesländer Mecklenburg-Vorpommern, Baden-Württemberg und Brandenburg quantifiziert und insbesondere auch durch Erhebungen der relevanten Unternehmens- und Betreiberdaten für Onshore Windenergie detailliert analysiert, in welchen Bereichen der Wertschöpfungskette Schwerpunkte liegen und diese systematisch vergleichend gegenübergestellt, um auf diese Weise besondere Spezifika und allgemeine Effekte herauszuarbeiten (Bost et al. (2012), Hirschl et al. (2011a), Hirschl et al. (2011b)).

Die Analyse der Effekte durch die Onshore-Windenergie in den drei Bundesländern Baden-Württemberg, Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern zeigt übergreifend, dass diese Techno-

<sup>2</sup> Umfasst die Bereiche Elektrizitätsversorgung, Gasversorgung sowie Wärme- und Kälteversorgung nach Statistischem Bundesamt.

<sup>3</sup> Hier ist zu beachten, dass ein Anteil der Beschäftigten aus dem Wirtschaftszweig Energieversorgung im EE-Bereich arbeitet.

<sup>4</sup> Preispfad A, Preisbasis 2012.

logie zu signifikanten Wertschöpfungs- und Beschäftigungsbeiträgen im jeweiligen Land beitragen kann. In welchem Maße die Länder von dem Ausbau der Windenergie profitieren, ist jedoch unter anderem abhängig von der Wirtschaftsstruktur des Bundeslandes, der vor Ort installierten Leistung und der Investitionsneigung seiner Bürger.

- In Baden-Württemberg entfallen im Jahr 2010 knapp 90 % der gesamten Wertschöpfung auf die Produktion von Anlagenkomponenten, was auf die starke Zulieferindustrie und einen hohen Exportanteil zurückzuführen ist – bei gleichzeitig unterdurchschnittlichen Zubauzahlen. Damit profitiert das Land trotz des geringen Bestands an WEA deutlich sichtbar vom bundes- und weltweiten Boom der Windkraft, ist damit aber auch in hohem Maße abhängig von der Entwicklung außerhalb des Landes.
- In Mecklenburg-Vorpommern werden im Jahr 2010 94 % der Wertschöpfung im Windbereich auf den Stufen der Planung und Installation, dem Anlagenbetrieb und der Betreiber-gesellschaft generiert und sind damit primär auf den landesweiten Bestand und Zubau von WEA zurückzuführen. Die Produktionsleistungen in der Windbranche des Bundeslandes sind vergleichsweise gering. Dennoch trägt die Produktionsstufe zu rund 23 % der Beschäftigten bei.
- In Brandenburg leisten sowohl die Produktion von Anlagen und Komponenten als auch die Effekte durch die Errichtung und den Bestand an WEA im Land einen wichtigen Beitrag zur gesamten Wertschöpfung und Beschäftigung durch die Onshore-Windenergie. Im Jahr 2010 trägt die Produktion rund 20 % zur Wertschöpfung und knapp 50 % zur Beschäftigung bei.

So haben sowohl das industriestarke Produktionsland Baden-Württemberg mit sehr wenig installierter Leistung vor Ort ebenso wie das industriearme Bundesland Mecklenburg-Vorpommern mit seiner Küstennähe, viel freier Fläche und vergleichsweise hoher installierter Leistung jeweils hohe Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte durch Windenergie erzielen können. Das Bundesland Brandenburg profitiert in dieser Hinsicht gewissermaßen doppelt, da es sowohl über nennenswerte Effekte aus der Produktion als auch aus dem Betrieb des Anlagenbestands verfügt. Diesbezüglich ist jedoch zu konstatieren, dass der primäre Fokus auf Wertschöpfungseffekte aus der Produktion auch bedeutet, dass der Einfluss des Bundeslandes auf die tatsächliche Entwicklung dieser Bereiche stark eingeschränkt ist.

Gerade mit Blick auf die betriebsbezogenen Wertschöpfungsstufen sowie die Stufe Planung und Installation, welche vom jeweiligen Bestand und Zubau in einem Bundesland abhängig sind, eröffnen sich jedoch für die Länder Handlungsspielräume, um die Wertschöpfung und Beschäftigung aktiv zu steigern. Zudem sind es insbesondere diese Wertschöpfungsstufen, die dezentral und breit verteilt über das jeweilige Land einer Vielzahl von Akteuren und Kommunen zu Gute kommen. Demgegenüber sind die hohen Wertschöpfungsanteile in einem Bundesland wie Baden-Württemberg auf die wenigen Produktionsstandorte begrenzt. Voraussetzung für die Erschließung der hier aufgezeigten zukünftigen Wertschöpfungspotenziale ist jedoch, dass die beteiligten Akteure – also beispielsweise Projektierer, Betreiber-gesellschaften und Investoren – in Zukunft auch zunehmend innerhalb des Landes ansässig sind.

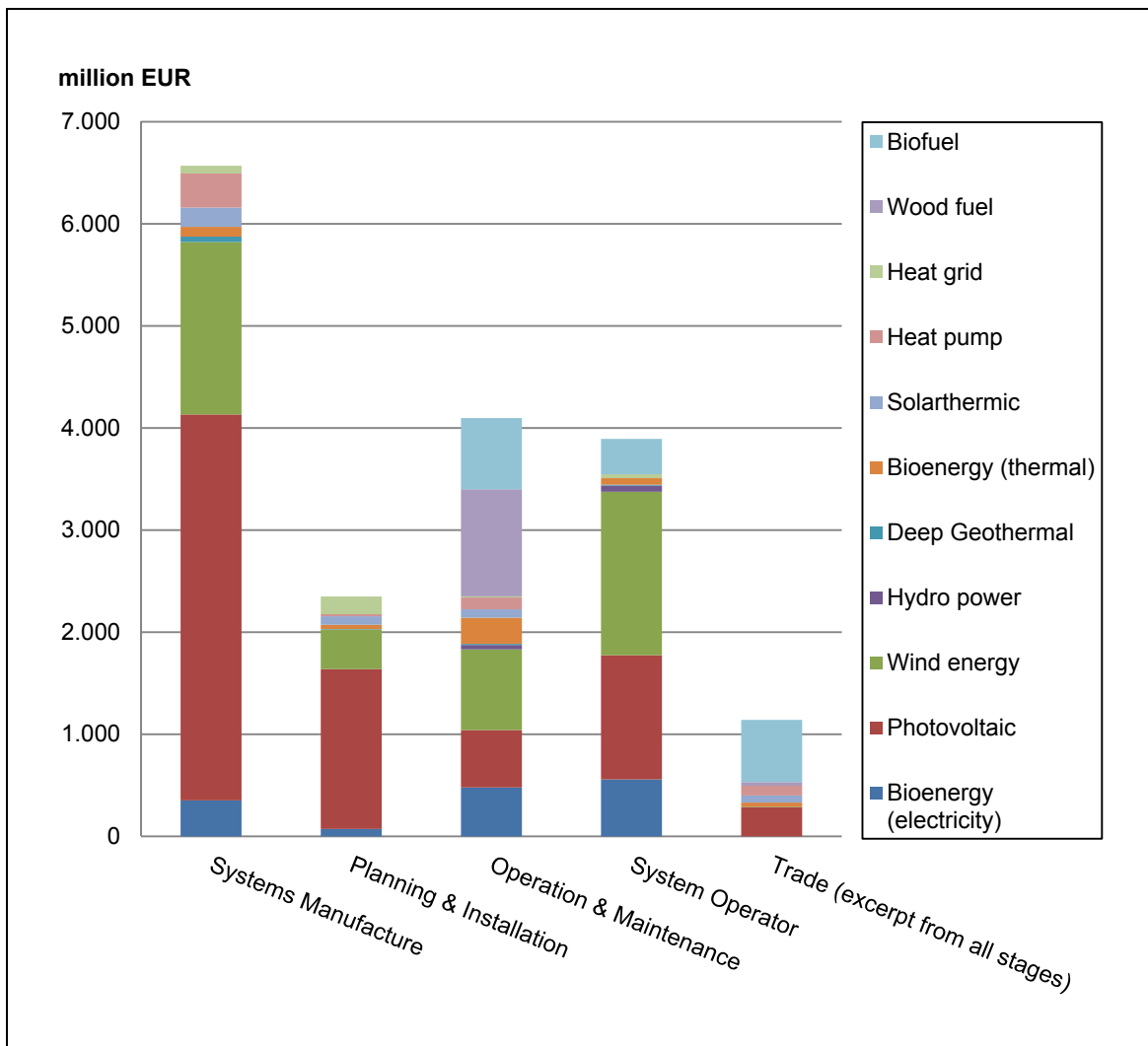


## 2 Abstract

After the nuclear catastrophe in Fukushima in summer 2011, the German government with its Energy Transition Package passed resolutions to accelerate the transition to renewable energies (RE). Accordingly, the share of renewable energies is to be increased to at least 35 % by 2020, 50 % by 2030, 65 % by 2040 and 80 % by 2050. With the amendment of the EEG (Renewable Energy Act) the Federal Government's objectives regarding the share of renewable energies in gross energy consumption were enshrined in law. In the proposal for a revision of the EEG, the German Environment Minister has encouraged to increase the aimed-at share of Renewables in 2040 to 40 % (Altmaier 2012).

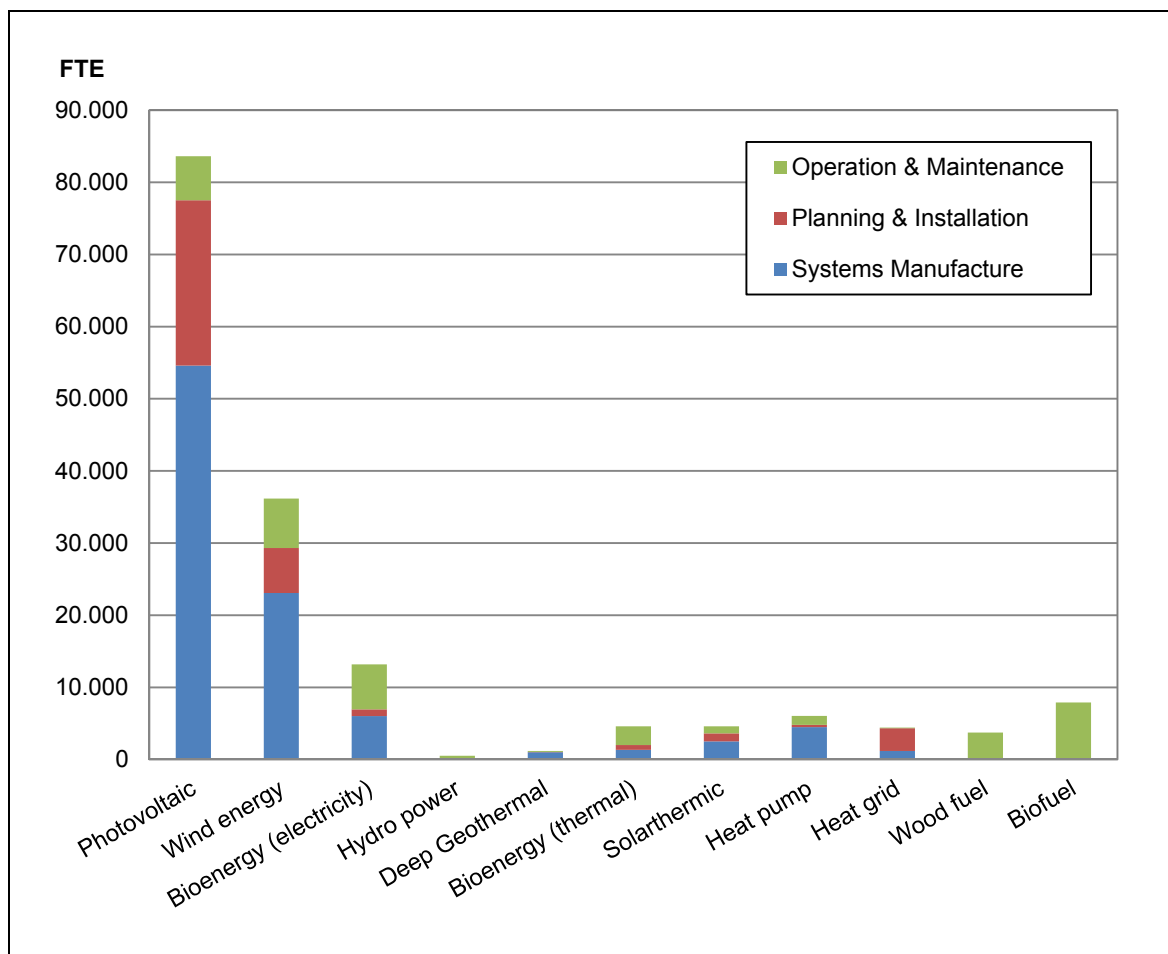
On a local scale, those objectives for the expansion of renewable energies give rise to the opportunity to benefit economically. In 2010 the IÖW, in cooperation with the Centre for Renewable Energies at the University of Freiburg, has quantified this value added due to the expansion of renewable energies for the year 2009 and has continuously updated the calculations since. In this study, there will be an update for 2012, taking into account the market development of renewable energies in the last year. In addition to the municipal level, tax revenues on state and federal levels are accounted for as well as direct employees in the RE sector. The **direct value added by renewable energies in Germany in 2012** adds up to **16.9 billion EUR** with a municipal value added of around 11.1 billion EUR. Therefore 66 % of the total value added in the Federal Republic benefit local communities. About 1.3 billion EUR tax revenues accrue to the state budgets, which corresponds to a share of around 8 %. Further 4.5 billion EUR, or almost 27 % are taxes and other dues to the federal level.

The distribution of value added for each technology and across the four value-added stages Systems Manufacture, Planning and Installation, Operation and Maintenance and System Operator can be seen in Figure 2.1 (Abb. 2.1). Manufacturing RE systems and components generates a value added of 6.6 billion EUR and is therefore the largest value-added step. The effects of Planning and Installation add up to 2.3 billion EUR. The operation-related steps account for a share of 47 % of value added or 8.0 billion EUR. While the production facilities are usually located in only a few municipalities, installers, service providers as well as operators and investors can be found all over Germany. Depending on the RE technology, trade plays an important role in all stages, with the exception of the System Operator stage. Trading system-components, installation and substitute materials as well as fuels adds up to 1.1 billion EUR (all technologies and stages included).



**Abb. 2.1: Direct value added by renewable energies in Germany in the year 2012, differentiated by RE technologies and value added stages**

Associated with the value added determined in this study are **166.000 employees** (full-time-equivalents), **working in the RE-sector in Germany**. Figure 2.2 (Abb. 2.2) shows the direct employment effects in 2012 differentiated by RE technologies and value added stages. The number referred to above includes all employees directly involved in the manufacturing of renewable energy plants or components thereof as well as the installation and the operation of these facilities. The employment effects generated on upstream value-added stages such as the manufacturer's suppliers, however, are not included in the 166.000 full-time-equivalents. An inclusion of these indirect effects would thus result in a higher number of jobs in the RE sector. In the study „Bruttobeschäftigung durch erneuerbare Energien in Deutschland im Jahr 2012“ published by the German Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety, O'Sullivan et al (2013) have determined gross employment effects of 377.800 jobs created in 2012 by RE in Germany. This includes direct as well as indirect effects. Also, it contains 121.200 jobs created by fuel supply activities (including the cultivation of energy crops) and 9.400 jobs by publicly funded research and administration.

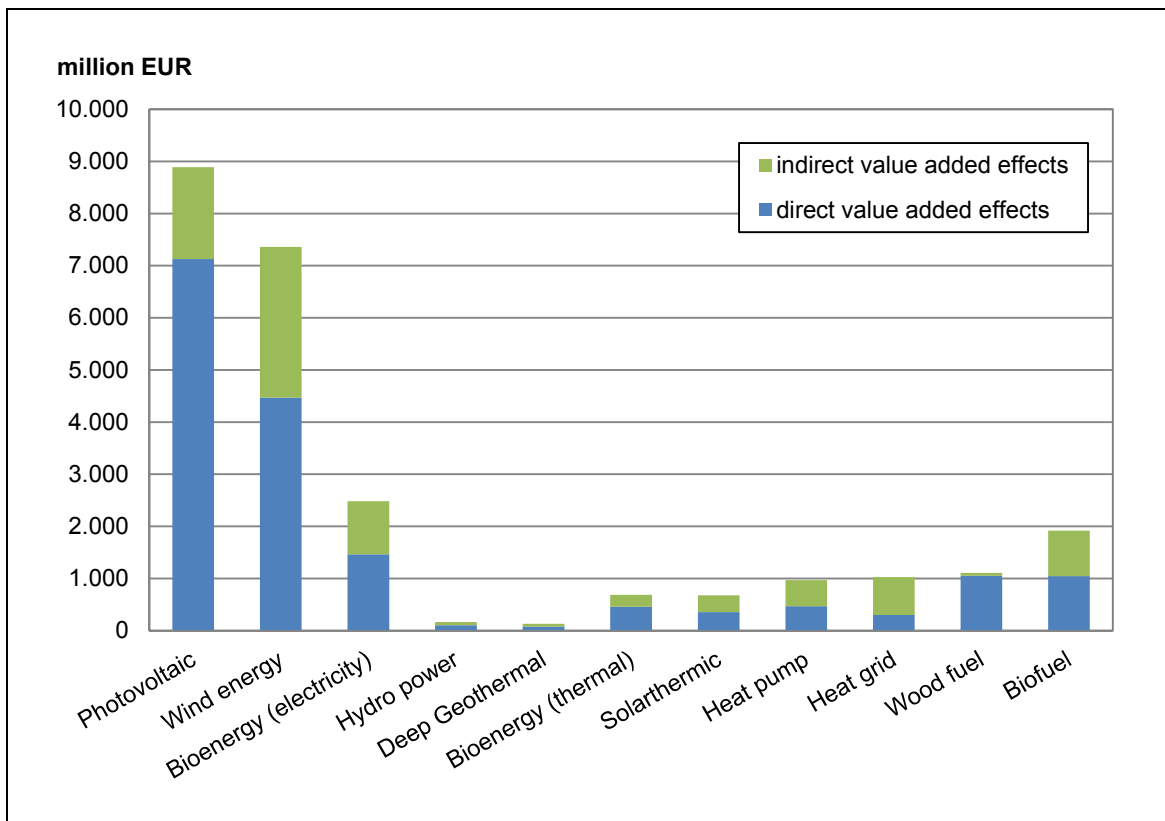


**Abb. 2.2: Direct employment effects (full-time-equivalents) by renewable energies in Germany in the year 2012, differentiated by RE technologies and value added stages**

For the first time, not only direct effects (emerging from production, installation and operation of RE plants), but also indirect, upstream effects are calculated. To estimate those indirect effects an input-output model is used, which makes it possible to quantify the input from other economic sectors.

The indirect value-added effects by the use of renewable energies determined for 2012 add up to about 8.5 billion EUR. A share of 6.0 billion EUR goes to the municipal level and 0.4 billion EUR accrue as tax revenues to federal state budgets. Those taxes and other dues which go to the Federation account for 24 %.

In sum, the value added directly generated by Systems Manufacture, Planning and Installation, Operation and Maintenance and System Operator as well as the effects generated by upstream value-added stages in the year 2012 add up to 25.4 billion EUR. Figure 2.3 (Abb. 2.3) shows the aggregated results differentiated by RE technology.



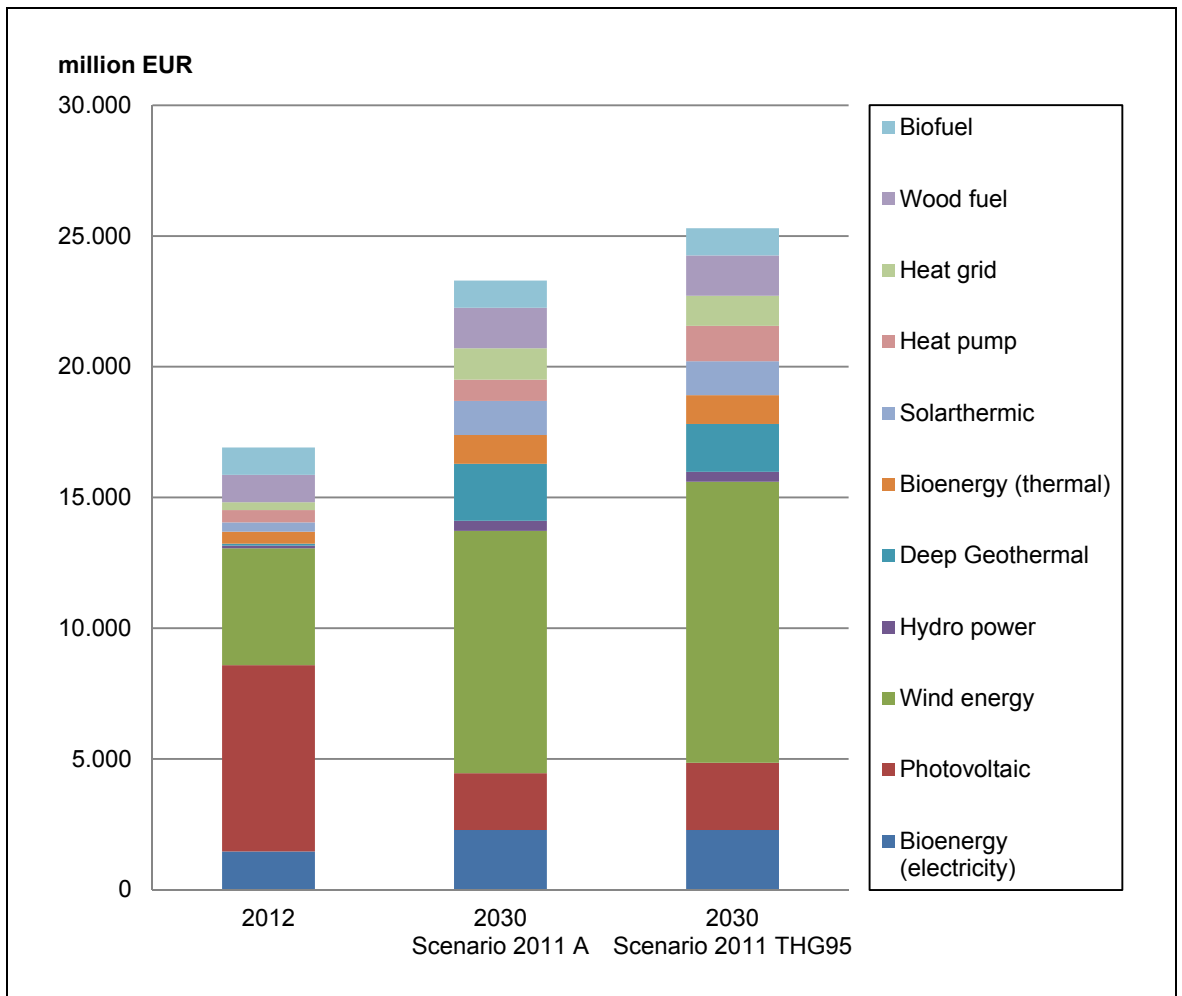
**Abb. 2.3: Direct and indirect value added by renewable energies in Germany in the year 2012, differentiated by RE technologies**

With the further expansion of renewable energies, value added will also increase. In order to show the potential for municipalities and the changes over the course of time, future value added effects are estimated by means of two scenarios for the expansion of renewable energies until 2030.

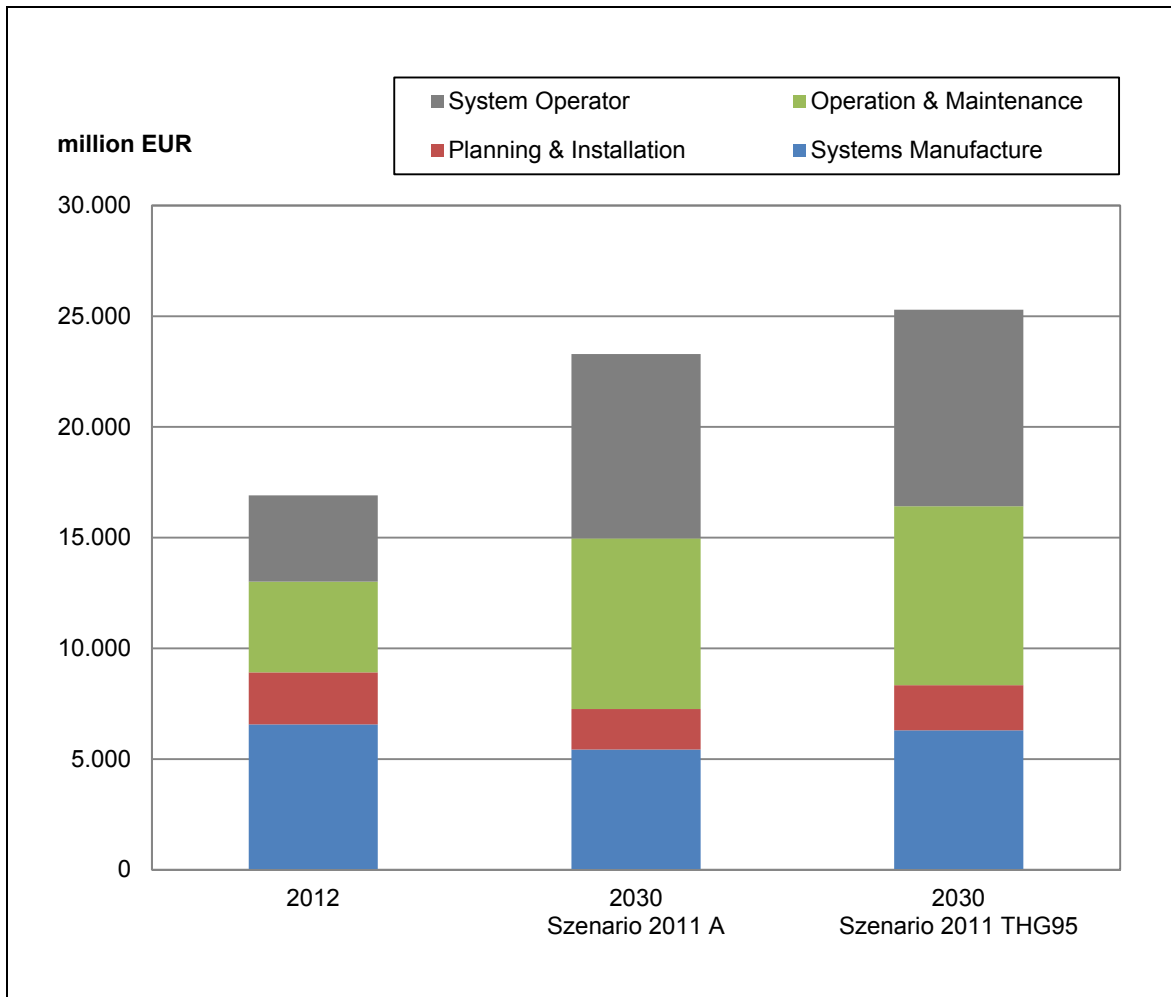
Those two scenarios illustrate the further expansion of renewable energies and were taken from the publication “Long-term scenarios and strategies for the deployment of renewable energies in Germany in view of European and global developments” (Nitsch et al. 2012a; Nitsch et al. 2012b) by the Federal Ministry of the Environment (BMU). In particular these are the Scenario 2011 A and the Scenario 2011 THG95. For both scenarios, the minimum targets of a reduction of GHG emissions by 80 % (reference year 1990) and of gross electricity consumption by 25 % in 2050 (in reference to final energy in 2008) (Nitsch et al. 2012a) apply. Furthermore, the Scenario 2011 THG95 provides a preview of the RE-expansion under the ambitious target of a 95 % reduction of GHG by 2060. It therefore requires that energy is nearly fully supplied from RE sources in all fields of use in the target year. The results for those two scenarios are depicted in Figure 2.4 (Abb. 2.5).

While in 2012, the direct value added by renewable energies was 16.9 billion EUR, in 2030 it can increase to **23.3 billion EUR** in case of a RE-expansion as described in **Scenario 2011 A** and to **25.3 billion EUR** with the projected level of expansion in the **Scenario 2011 THG95** as can be seen in Figure 1.5 (Abb. 2.5). According to the two scenarios, the number of employees in the RE-sector rises from 166,000 full-time-equivalents to about 179,500 (in Scenario 2011 A) and to 197,600 respectively (in Scenario 2011 THG95). The difference between the two scenarios in the energy sector is mainly due to the different amount of added capacities of wind power and photovoltaic. With regard to heat supply the trajectories for the RE-expansion mainly differ in the field of ambient heat. The majority of RE-technologies considered in the IÖW-model are decentralized renewable energies – offshore wind power and deep geothermal energy are exceptions. Even though

the scenarios anticipate high increases for those two technologies, in 2030 more than 70 % of value added will be due to decentralized renewable energies. An essential characteristic of the value added by those decentralized renewable energies is, that with growing numbers of installed plants, all municipalities can benefit from the value added – independently of the location of manufacturing companies – if local actors are involved in the process of installation, operation and investment. In 2030, those three value-added-stages can together count for three quarters of the total value added and can be generated all over the country as can be seen in Figure 2.5 (Abb. 2.5).



**Abb. 2.4: Direct value added by renewable energies in Germany in the year 2012 and the scenarios 2011 A and THG95 in the year 2030**



**Abb. 2.5:** Direct value added by renewable energies in Germany in the year 2012 and the scenarios 2011 A and THG95 in the year 2030, differentiated by value added step

### 3 Einleitung

Kommunen können durch die Nutzung erneuerbarer Energien wirtschaftlich profitieren, durch Steuereinnahmen sowie Einkommen und Gewinne der Beschäftigten und Unternehmen vor Ort. Das Institut für ökologische Wirtschaftsforschung quantifiziert die Wertschöpfung durch die Nutzung erneuerbarer Energien seit dem Jahr 2009 jährlich und berücksichtigt dabei die Entwicklung der Branche. Im Rahmen dieser Studie ist im Auftrag von Greenpeace Deutschland die Aktualisierung für das Jahr 2012 vorgenommen worden und erstmalig wurde zusätzlich zu den direkten Effekten, die bislang Ergebnis der Analysen waren, auch die indirekten Effekte berechnet.

Daneben wurden auch die Perspektiven dargestellt, die sich aus dem weiteren Ausbau der erneuerbaren Energien ergeben könnten. Anhand von zwei Szenarien aus der Studie „Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global“ des Bundesumweltministeriums wurde die Wertschöpfung für das Jahr 2030 berechnet. Für die Jahre 2012 und 2030 wurden weiterhin die vermiedenen Importe an fossilen Energieträgern berechnet und daraus die Kosteneinsparungen berechnet.

### 4 Methodisches Vorgehen

Im Rahmen der Studie „Kommunale Wertschöpfung durch Erneuerbare Energien“ (KoWEE) hat das IÖW in Kooperation mit dem Zentrum für Erneuerbare Energien im Jahr 2010 und im Auftrag der Agentur für Erneuerbare Energien (AEE) ein Modell zur Ermittlung von Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekten auf kommunaler Ebene entwickelt (im Folgenden auch als IÖW-Modell bezeichnet) (siehe Hirschl et al. (2010)). Seitdem wurde das Modell kontinuierlich weiterentwickelt und in nachfolgenden Studien unter anderem auf einige Regionen und Bundesländer angewandt.<sup>5</sup> Aktuell umfasst das Modell 29 Wertschöpfungsketten und repräsentiert damit ein breites Portfolio dezentraler strom- und wärmeerzeugender Anlagen, aber auch die Bereitstellung von biogenen Brenn- und Kraftstoffen sowie ein Nahwärmenetz, welches durch EE-Anlagen gespeist wird. Für diese Wertschöpfungsketten können mit dem Modell nach einem Bottom up-Ansatz die einzelnen Bestandteile der Wertschöpfung berechnet und damit die direkte Bruttowertschöpfung ausgewiesen werden. Darüber hinaus ermöglicht das Modell die Ermittlung von Brutto-Beschäftigungseffekten in Form von Vollzeitarbeitsplätzen.

Die nachfolgende Tabelle (Tab. 4.1) zeigt die im Modell abgebildeten Wertschöpfungsketten. Einige EE-Technologien werden mit dem Modell derzeit noch nicht erfasst. Dies sind große Wasserkraftanlagen, die stationäre Nutzung flüssiger Biomasse und Holzvergaser-KWK-Anlagen. Für Offshore-Windenergieanlagen liegt bislang keine eigenständige Wertschöpfungskette vor; aufgrund der Bedeutung dieser Wertschöpfungskette für die betrachteten Szenarien im Jahr 2030 wird die Technologie jedoch vereinfacht mit der Kette für die Windenergie an Land auch für 2012 abgebildet. Dafür wurden wesentliche Kennzahlen wie z.B. die Investitionskosten und die Renditen ange-

<sup>5</sup> Siehe hierzu beispielsweise Weiß et al. (2012), Hirschl et al. (2011b) und Bost et al. (2012) sowie das Projekt *EE-Regionen EE-Regionen: Sozialökologie der Selbstversorgung*, [www.ee-regionen.de](http://www.ee-regionen.de).

passt. Auf diese Weise erfolgt eine (konservative) Abschätzung der Wertschöpfung der Offshore-Windenergie, wenngleich damit spezifische Charakteristika nicht berücksichtigt werden können.

**Tab. 4.1: Abgebildete Wertschöpfungsketten der erneuerbaren Energien nach Technologien und Größen- bzw. Brennstoffdifferenzierung**

Quelle: eigene Darstellung.

| EE-Technologie                      | Differenzierung               |
|-------------------------------------|-------------------------------|
| <b>Strom</b>                        |                               |
| Windkraft                           | Onshore                       |
|                                     | Repowering                    |
|                                     | Offshore <sup>6</sup>         |
| Photovoltaik                        | Dachanlagen klein             |
|                                     | Dachanlagen groß              |
|                                     | Freiflächenanlagen            |
| Wasserkraft                         | Kleinanlagen                  |
| <b>Strom und Wärme</b>              |                               |
| Biogas                              | Kleinanlagen                  |
|                                     | Großanlagen                   |
| Holzheizkraftwerk                   | Großanlagen                   |
| <b>Wärme</b>                        |                               |
| Solarthermie                        | Kleinanlagen                  |
|                                     | Großanlagen                   |
| Zentralheizungsanlagen holzbefeuert | Pellet-Heizanlage klein       |
|                                     | Pellet-Heizanlage groß        |
|                                     | Scheitholz-Heizanlage klein   |
|                                     | Scheitholz-Heizanlage groß    |
|                                     | Hackschnitzel-Heizanlage groß |
| Holzheizwerk                        | Großanlagen                   |

<sup>6</sup> Die Wertschöpfungskette der Offshore-Windenergie wird vereinfacht mit der modifizierten Onshore-Wertschöpfungskette abgebildet.



| <b>EE-Technologie</b>         | <b>Differenzierung</b>         |
|-------------------------------|--------------------------------|
| Wärmepumpen                   | Kleinanlagen                   |
|                               | Großanlagen                    |
| Tiefe Geothermie              |                                |
| <b>Wärmedistribution</b>      |                                |
| EE-Wärmenetz                  | EE-Nahwärmenetze               |
| <b>Brenn- und Kraftstoffe</b> |                                |
| Holzbrennstoff-Bereitstellung | Pellets                        |
|                               | Scheitholz teilmechanisiert    |
|                               | Scheitholz vollmechanisiert    |
|                               | Hackschnitzel teilmechanisiert |
|                               | Hackschnitzel vollmechanisiert |
| Kraftstoff-Bereitstellung     | Pflanzenöl                     |
|                               | Bioethanol                     |
|                               | Biodiesel                      |

Zentrale Grundlage für die Ermittlung der Wertschöpfung mit dem IÖW-Modell bildet die Analyse der Investitions- und Betriebskosten der einzelnen EE-Technologien. Diese entsprechen den spezifischen Umsätzen entlang der Wertschöpfungskette einer EE-Technologie und werden auf die installierte Anlagenleistung bezogen.<sup>7</sup>

Die Wertschöpfungsketten werden in vier aggregierte Wertschöpfungsstufen unterteilt:

1. **Anlagenproduktion**  
(Investitionskosten für die EE-Anlagen und einzelne Anlagenkomponenten)
2. **Planung und Installation**  
(Investitionsnebenkosten für Planungsbüros, Montage, tlw. Grundstückskauf etc.)
3. **Anlagenbetrieb**  
(Betriebskosten für Wartungsarbeiten, Brennstoff- und Energiekosten, Versicherung, Fremdkapitalzinsen, tlw. Betriebspersonal oder Pachtzahlungen etc.)

<sup>7</sup> Bei der Solarthermie ist die Bezugsgröße die installierte Kollektorfläche und bei den Kraftstoffen und beim Energieholz das produzierte Volumen. Nahwärmenetze lassen sich mit der Länge in Trassenmetern kombiniert mit der durchschnittlich transportierten Wärmemenge in kWh beschreiben.

#### 4. **Betreibergewinne**

(Gewinne der Anlagenbetreiber und darauf gezahlte Gewinnsteuern)

Jede der oben genannten Wertschöpfungsstufen lässt sich wiederum je nach Wertschöpfungskette in verschiedene Wertschöpfungsschritte untergliedern, die sich zwischen den EE-Technologien unterscheiden können. Den einzelnen Wertschöpfungsschritten werden einzelne oder mehrere typische Wirtschaftszweige zugeordnet, für die statistische Datenquellen für ökonomische Kennzahlen verfügbar sind. Die Umsätze in den einzelnen Stufen werden durch eine Zuordnung der einzelnen Kostenpositionen der Investitions- und Betriebskosten zu den entsprechenden Wertschöpfungsschritten ermittelt. In der Literatur sind Kostenstrukturen vorwiegend relativ bezogen auf die Investitionskosten, bzw. teilweise bezogen auf die Investitionsnebenkosten angegeben. Dieser prozentuale Aufbau ermöglicht die Anwendung der Kostenstrukturen auf die spezifischen Investitionskosten, die der aktuellen Literatur (Marktanalysen, Evaluierungsberichte etc.) entnommen wurden. Die Kosten bzw. Umsätze in den Wertschöpfungsstufen „Anlagenproduktion“ und „Planung & Installation“ fallen einmalig durch die Investitionen in eine EE-Anlage an. Die Kosten bzw. Umsätze für den Betrieb werden dagegen jährlich über die gesamte Betriebsdauer der EE-Anlagen generiert.

Die Wertschöpfung setzt sich grundsätzlich aus den folgenden drei Bestandteilen zusammen:

1. die um die Gewinnsteuern bereinigten **Gewinne** der beteiligten Unternehmen,
2. die **Nettoeinkommen** der beteiligten Beschäftigten und
3. die auf die Unternehmensgewinne und die Bruttoeinkommen gezahlten **Steuern**.

Bei den gezahlten Steuern wird in Steuereinnahmen der Kommunen, der Länder und des Bundes differenziert.

Für die Ermittlung der Vor-Steuer-Gewinne der Unternehmen in den jeweiligen Wertschöpfungsschritten wird jeder Position eine Umsatzrentabilität zugeordnet, welche den Jahresüberschuss vor Steuern eines Unternehmens ins Verhältnis setzt zu dem in dieser Periode erzielten Umsatz. Die Umsatzrentabilität ist einer Statistik der Deutschen Bundesbank entnommen, in welcher hochgerechnete Angaben aus Jahresabschlüssen deutscher Unternehmen für die Jahre 2006 bis 2010 aufgeführt sind (Bundesbank 2012). Die durchschnittlichen Umsatzrenditen der verschiedenen Branchen werden als Mittelwert der Jahre 2006 bis 2010 errechnet. Eine Abweichung zu dem beschriebenen Vorgehen bildet die Bestimmung der Gewinne der Anlagenbetreiber. Hier erfolgt die Berechnung der Vor-Steuer-Gewinne mithilfe von durchschnittlichen Eigenkapitalrenditen der jeweiligen EE-Technologien, welche aus dem EEG-Erfahrungsbericht (BMU 2011a) entnommen werden.<sup>8</sup>

Die Einkommenseffekte werden in Abhängigkeit vom Umsatz für die einzelnen Positionen der Wertschöpfungsstufen ermittelt. Neben den Einkommen ist auch die Beschäftigungswirkung Ergebnis dieser Methodik. Zunächst wird die Beschäftigungswirkung als Anzahl der beschäftigten

---

<sup>8</sup> Für die kleinen PV-Dachanlagen wird die Rendite für die Berechnungen im Jahr 2012 aufgrund der Kürzungen bei der EEG-Vergütung von 14 % auf 12,9 % angepasst, da für neu installierte Anlagen von einer Rendite um die 6 % ausgegangen wird (Podewils 2012). Die unterstellte Rendite von 12,9 % setzt sich anteilig aus den Renditen der Bestandsanlagen und dem Zubau zusammen.

Personen ermittelt. Hierzu werden aus Veröffentlichungen der Bundesagentur für Arbeit (Bundesagentur für Arbeit 2012) Angaben zur Anzahl der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten nach Wirtschaftszweigen extrahiert. Zusätzlich werden wirtschaftszweigspezifische Umsätze erhoben (Statistisches Bundesamt 2012a). Daraus lässt sich eine Indikation für die Anzahl der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten pro Euro Umsatz ermitteln, die, multipliziert mit dem Umsatz pro kW installierter Leistung<sup>9</sup>, die spezifische Angabe der Beschäftigten (Köpfe) pro kW Leistung ermöglicht. Diese Angabe wird dann mithilfe von Sonderdatenauswertungen des Statistischen Bundesamtes in Vollzeitäquivalente (VZÄ) umgerechnet. Die Sonderauswertungen stammen zum einen aus der vierteljährlichen Verdiensterhebung im produzierenden Gewerbe und im Dienstleistungsbereich und zum anderen aus Daten des Mikrozensus „RS 3.8 Erwerbstätige nach Wirtschaftsunterabschnitten“. Auf Basis der durchschnittlichen Bruttojahreseinkommen in dem Wirtschaftszweig des jeweiligen Wertschöpfungsschrittes, bestimmt können aus den Quellen des Statistischen Bundesamtes (Statistisches Bundesamt 2012b) dann die gezahlten Löhne und Gehälter in Euro pro kW ermittelt werden.

Steuereinnahmen und Einnahmen aus sonstigen Abgaben entstehen aus der Besteuerung der Unternehmensgewinne und der Einkommen der Beschäftigten. Im Rahmen der Steuern und sonstigen Abgaben auf Unternehmensgewinne wird neben der Besteuerung auf der Unternehmensebene auch die Besteuerung ausgeschütteter Gewinne betrachtet. Das Modell beinhaltet die Gewerbesteuer, die Einkommensteuer, die Körperschaftsteuer und die Abgeltungsteuer, sowie den Solidaritätszuschlag, die Kirchensteuer und ggf. Krankenkassenbeiträge. Grundsätzlich ist für die Berechnung der Steuerlast eines Unternehmens die Gesellschaftsform maßgeblich. Daher wird für die im Wertschöpfungsprozess beteiligten Unternehmen auf Basis der WZ-08 eine Unterteilung in Kapital- und Personengesellschaften vorgenommen, um Unterschiede in der Unternehmensbesteuerung berücksichtigen zu können (Statistisches Bundesamt 2012c). Um die Nach-Steuer-Gewinne modellieren zu können, ist zuerst eine Abschätzung des zu versteuernden Einkommens notwendig, welches die Bemessungsgrundlage für die Steuerfestsetzung bei der Einkommensteuer und der Körperschaftsteuer darstellt. Das zu versteuernde Einkommen wird mithilfe von Angaben zu gezahlten Steuern am Vor-Steuer-Gewinn nach Bundesbank (2012), dem Vor-Steuer-Gewinn und der idealtypischen Unternehmensbesteuerung von Kapital- und Personengesellschaften berechnet. Die Gewerbesteuer wird vereinfachend auf Basis des Vor-Steuer-Gewinns errechnet. Bei den Kapitalgesellschaften (KapG) werden auf der Unternehmensebene Gewerbesteuer, Körperschaftsteuer zzgl. Solidaritätszuschlag auf die Körperschaftsteuer fällig. Im Rahmen der Personenunternehmen (PersU) findet, mit Ausnahme der Gewerbesteuer, eine Besteuerung auf Ebene der Gesellschafter statt.

Für die ausgeschütteten Gewinne wird bei den KapG die Annahme getroffen, dass 50 % der Teilhaber Privatpersonen und jeweils 25 % KapG und PersU sind. Weiterhin wird eine Ausschüttungsquote von 50 % der Nach-Steuer-Gewinne festgelegt. Privatpersonen als Anleger zahlen Abgeltungsteuer auf die ausgeschütteten Gewinne, KapG zahlen Körperschaftsteuer und Solidaritätszuschlag und PersU zahlen Einkommensteuer, Kirchensteuer und Solidaritätszuschlag. Die Besteuerung der Personenunternehmen erfolgt unter der Aufteilung der Gesellschafter in Privatpersonen, KapG und PersU nach einer Sonderauswertung des Statistischen Bundesamtes aus der Statistik über die Personengesellschaften/Gemeinschaften 2008. Für KapG sind hier Körperschaftsteuer

---

<sup>9</sup> Beziehungsweise installierter Kollektorfläche bei der Solarthermie, produziertem Volumen bei den Kraftstoffen und beim Energieholz und Länge in Trassenmetern bei den Nahwärmenetzen.

und Solidaritätszuschlag zu entrichten, für PersU und Privatpersonen fallen Einkommensteuer, Kirchensteuer und Solidaritätszuschlag an, für Privatpersonen zusätzlich noch Krankenkassenbeiträge.

Für die Steuern und sonstigen Abgaben auf die Einkommen der Beschäftigten sind die vorher berechneten Bruttojahresgehälter maßgeblich. Hier werden entsprechende Zahlungen an Einkommensteuer, Kirchensteuer, Solidaritätszuschlag und Sozialabgaben (Arbeitgeber und Arbeitnehmer) berücksichtigt.

Unter Berücksichtigung dieser Systematik kann dann der Umfang der Steuer- und Abgabenzahlungen ermittelt und der Nach-Steuer-Gewinn bzw. die Nettoeinkommen errechnet werden.

Die Kommunen profitieren im Wertschöpfungsprozess, neben den indirekten Effekten durch Gewinne und Einkommen, direkt auf zwei Wegen. Zum einen erhalten sie die Gewerbesteuer in fast vollem Umfang. Hiervon ist lediglich eine Umlage an den Bund (3,72 %) und die Länder (13,23 %) zu entrichten. Daneben partizipieren die Kommunen anteilig an der veranlagten Einkommen- (15 %) sowie der Abgeltungsteuer (12 %).

Weiterhin können mit dem IÖW-Modell neben den kommunal relevanten Bruttowertschöpfungskomponenten auch die Bruttowertschöpfungseffekte auf Länder- und auf Bundesebene berechnet werden. Auf der Landesebene werden hierbei Einnahmen aus der Körperschaft-, Einkommen-, Abgeltung- und Gewerbesteuer berücksichtigt, auf Bundesebene werden die jeweiligen Anteile an der Körperschaft-, Einkommen-, Abgeltung- und Gewerbesteuer, als auch Einnahmen durch den Solidaritätszuschlag und die Sozialabgaben der Arbeitnehmer/innen und Arbeitgeber/innen miteinbezogen. Dies ermöglicht eine deutschlandweite Quantifizierung der Wertschöpfungseffekte für jede dieser drei Ebenen, d.h. eine Bestimmung, welche Wertschöpfung in den deutschen Kommunen, Ländern oder in Deutschland insgesamt durch die im Modell abgebildeten EE-Technologien generiert wird.

Bei der Analyse mit dem oben beschriebenen Modell werden die Wertschöpfungsketten auf die direkt EE-relevanten Umsätze begrenzt. So wird beispielsweise die Produktion von Anlagenkomponenten in die Analyse der direkten Effekte einbezogen. Durch Vorleistungs- und Zulieferbezug werden weitere Wertschöpfungseffekte generiert. Diese sogenannten indirekten Effekte durch die Nutzung erneuerbarer Energien werden im Rahmen dieser Studie mit Hilfe eines erweiterten, statisch offenen Input-Output-Modells ebenfalls ermittelt. Die Vorgehensweise wird in Kapitel 6 beschrieben.

## 5 Berechnung der direkten Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte für das Jahr 2012

### 5.1 Vorgehensweise und Annahmen

Mit dem IÖW-Modell werden für jede der betrachteten Wertschöpfungsketten die spezifischen Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte, bezogen auf eine Einheit installierte EE-Leistung bzw. produziertem Volumen, berechnet. Dies ermöglicht eine Hochrechnung der Effekte auf die Bundesebene für das Jahr 2012 mit Hilfe der gesamten in Deutschland installierten und zugebauten Leistung im Jahr 2012 sowie der in diesem Jahr produzierten und gehandelten Menge an Biokraftstoffen und Holz-Brennstoffen.<sup>10</sup> Tab. 5.1 gibt einen Überblick über die Annahme für den Bestand und Zubau von EE-Anlagen sowie die Bereitstellung von Biokraftstoffen und Energieholz in Deutschland, welche den Berechnungen der Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte im Jahr 2012 zugrunde liegen.

**Tab. 5.1: Annahmen für den Bestand und Zubau von EE-Anlagen sowie die Bereitstellung von Biokraftstoffen und Energieholz in Deutschland im Jahr 2012**

Der Bestand im Jahr 2012 ergibt sich aus dem Bestand zum Jahresende 2011 zzgl. der Hälfte des Zubaus im Jahr 2012.

<sup>1</sup> Davon insgesamt 280 MW mit Netzanschluss.

<sup>2</sup> Anlagen mit einer installierten Leistung  $> 1 \text{ MW}_{\text{el}}$  sind hier nicht berücksichtigt, da diese Wertschöpfungskette im IÖW-Modell nicht abgebildet ist.

<sup>3</sup> Darin nicht enthalten sind Biomasse(heiz)Kraftwerke der Papier- und Zellstoffindustrie und Vergasungsanlagen.

<sup>4</sup> Über das MAP geförderte Zentralheizungsanlagen; Einzelfeuerungen werden nicht berücksichtigt.

<sup>5</sup> Umfasst alle über die KfW-geförderten Anlagen. Da bspw. auch auf regionaler Ebene Förderprogramme existieren, wird der Bestand an Holz-Heizwerken möglicherweise unterschätzt. Gleiches gilt für den Bestand an Nahwärmenetzen.

<sup>6</sup> Das bereitgestellte Volumen im Jahr 2012 wurde auf Basis der von Lehr et al. (2011) angegebenen Mengen und der Zunahme der Wärmebereitstellung aus biogenen Festbrennstoffen bis 2012 abgeschätzt.

<sup>7</sup> Die Daten nach BMU (2013) haben den Stand Februar 2013 und sind daher teilweise noch vorläufige Angaben.

| EE-Technologie                    | Bestand 2012        | Zubau 2012          | Quelle      |
|-----------------------------------|---------------------|---------------------|-------------|
|                                   | [MW <sub>el</sub> ] | [MW <sub>el</sub> ] |             |
| Windenergie Onshore               | 30.042,0            | 2.334,7             | DEWI (2013) |
| Windenergie Offshore <sup>1</sup> | 267,8               | 105,0               |             |

<sup>10</sup> Hierbei ist zu beachten, dass die Hochrechnung auf Basis der EE-Technologien vorgenommen wird, welche im IÖW-Modell abgebildet werden. Damit wird ein Großteil der in Deutschland installierten EE-Leistung abgedeckt, jedoch noch nicht die ganze Bandbreite der Technologien erfasst (siehe Kapitel 4).

| EE-Technologie                                     | Bestand 2012           | Zubau 2012             | Quelle  |
|--|------------------------|------------------------|---|
|  | [MW <sub>el</sub> ]    | [MW <sub>el</sub> ]    |   |
| Photovoltaik                                       | 28.841,1               | 7.604,1                | BNetzA (2013), BMU (2013) <sup>7</sup>                  |
| Wasserkraftwerke klein                             | 352,1                  | 0,0                    | BMU (2013)  |
| Biogas <sup>2</sup>                                | 2.466,5                | 201,3                  | Fachverband Biogas (2012),<br>Fachverband Biogas (2013) |
| Biomasse-Heizkraftwerk <sup>3</sup>                | 1.285,0                | 50,0                   | DBFZ (2012). DBFZ (2013)                                |
|  | [MW <sub>th</sub> ]    | [MW <sub>th</sub> ]    |   |
| Zentralheizungsanlagen<br>holzbeheizt <sup>4</sup> | 6.052,9                | 667,1                  | eclareon GmbH (2013)                                    |
| Holzheizwerke <sup>5</sup>                         | 3.131,3                | 190,9                  | KfW (2013)  |
| Wärmepumpen  | 5.750,0                | 700,0                  | BWP(2013)   |
| Tiefe Geothermie                                   | 160,3                  | 48,0                   | BMU (2013)  |
|  | [Mio. m <sup>2</sup> ] | [Mio. m <sup>2</sup> ] |   |
| Solarthermie                                       | 15,8                   | 1,2                    | BSW Solar (2013)  |
|  | [T <sub>rm</sub> ]     | [T <sub>rm</sub> ]     |   |
| Wärmenetz  | 4.071.258,1            | 1.556.962,1            | KfW (2013)  |
| <b>Produktion und Handel 2012</b>                  |                        |                        |   |
|  | [Mio. l]               |                        |   |
| Pflanzenöl   |                        | 18,2                   | BMU (2013), Lehr et al. (2011)                          |
| Bioethanol   |                        | 776,4                  | BDBe (2013)   |
| Biodiesel  |                        | 2.954,5                | FNR (2013a)   |
|  | Produktion<br>2012     | Handel 2012            |   |
| Pellets [Mio. t]                                   | 1,8                    | 1,7                    | DEPI (2013)   |
| Hackschnitzel [Mio. Srm] <sup>6</sup>              | 12,7                   |                        | Lehr et al. (2011) und eigene<br>Berechnungen           |
| Scheitholz [Mio. Rm] <sup>6</sup>                  | 24,7                   |                        | Lehr et al. (2011) und eigene<br>Berechnungen           |

Die Vorgehensweise bei der Hochrechnung der Effekte auf die nationale Ebene unterscheidet sich für die einzelnen Wertschöpfungsstufen. Maßgeblich für die Bestimmung der Effekte auf der Stufe der Anlagenproduktion ist der Zubau an installierter Leistung des betrachteten Jahres. Dabei müssen Im- und Exportwirkungen berücksichtigt werden. Da die Importe nicht zur Wertschöpfung in Deutschland beitragen, muss der Zubau um den Import von Anlagen und um die importierten Vorleistungen verringert werden. Für Photovoltaik-Anlagen wird eine Importquote von 75 % angenommen (eigene Abschätzung auf der Grundlage von Alt und Alt (2013) und Buddensiek (2013)). Für die holzbefeuerten Zentralheizungsanlagen basieren die Annahmen zu den Importquoten auf (Hartmann et al. 2010). Für die verbleibenden Technologien werden Importquoten nach Lehr et al. (2011) zugrunde gelegt. Im Gegensatz zu den Importen tragen die Exporte der in Deutschland ansässigen Produzenten von Anlagen oder Anlagenkomponenten zur Schaffung von Arbeitsplätzen und Wertschöpfung in Deutschland bei. Die angenommenen Exportquoten basieren auf (Statistisches Bundesamt 2012d) und Lehr et al. (2011), abweichend davon wurden für die EE-Technologien Wind Onshore, Photovoltaik und Biogas aktuelle Exportquoten der entsprechenden Verbände angesetzt (Wind: 66 %, PV: 60 % und Biogas 40%). Auch bei der Produktion von Ersatzmaterial müssen Im- und Exporte berücksichtigt werden. Diese werden auch nach der oben beschriebenen Vorgehensweise ermittelt, jedoch werden die Im- und Exporte in diesem Fall nicht auf den Zubau sondern auf den Anlagenbestand bezogen, da für den gesamten Bestand Wartungsleistungen mit Nutzung von Ersatzmaterial anzusetzen sind.

Auf der Wertschöpfungsstufe der Planung und der Installation wird für die Hochrechnung auf Bundesebene der gesamte Leistungszubau an EE-Anlagen in Deutschland im betrachteten Jahr verwendet. Dem liegt die Annahme zugrunde, dass Planung und Installation durch deutsche Unternehmen erfolgen, weswegen Im- und Exporte hier nicht berücksichtigt werden.

Die Ermittlung der Beschäftigungs- und Wertschöpfungseffekte durch den Betrieb der EE-Anlagen, einschließlich der Betreibergewinne, erfolgt auf der Grundlage des gesamten Anlagenbestands. Der Anlagenbestand setzt sich jeweils aus dem Bestand des vorangegangenen Jahres und der Hälfte des Zubaus des betrachteten Jahres zusammen. Für die Ermittlung der Effekte im Jahr 2012 entspricht dies der installierten Leistung der EE-Anlagen Ende 2011 und der Hälfte des Zubaus im Jahr 2012. Auch für die Wertschöpfungsstufen Anlagenbetrieb und Betreibergewinne wird die Annahme getroffen, dass die einzelnen Wertschöpfungsschritte von deutschen Unternehmen abgedeckt werden.

Für die Wertschöpfungsketten der Bioenergieträger (Produktion von Biokraftstoffen und Holzbrennstoffen) erfolgt die Hochrechnung, abweichend von der beschriebenen Vorgehensweise, anhand von Produktionsmengen des Jahres 2012. Diese Wertschöpfungsketten enthalten nicht die Produktion der Energiepflanzen an sich, da davon auszugehen ist, dass Energiepflanzen den Anbau anderer Kulturen verdrängen und keine zusätzliche Wertschöpfung generiert wird. Auch die Produktion von Verarbeitungsanlagen selbst wird aufgrund methodischer Schwierigkeiten nicht abgebildet. Errechnet wird hier die Wertschöpfung aus der Konditionierung der Energiepflanzen und der Distribution des fertigen Energieträgers, also der Wertschöpfungsschritte, die ausschließlich für die Aufbereitung für die energetische Nutzung vorgenommen werden.

## 5.2 Ergebnisse für Deutschland im Jahr 2012

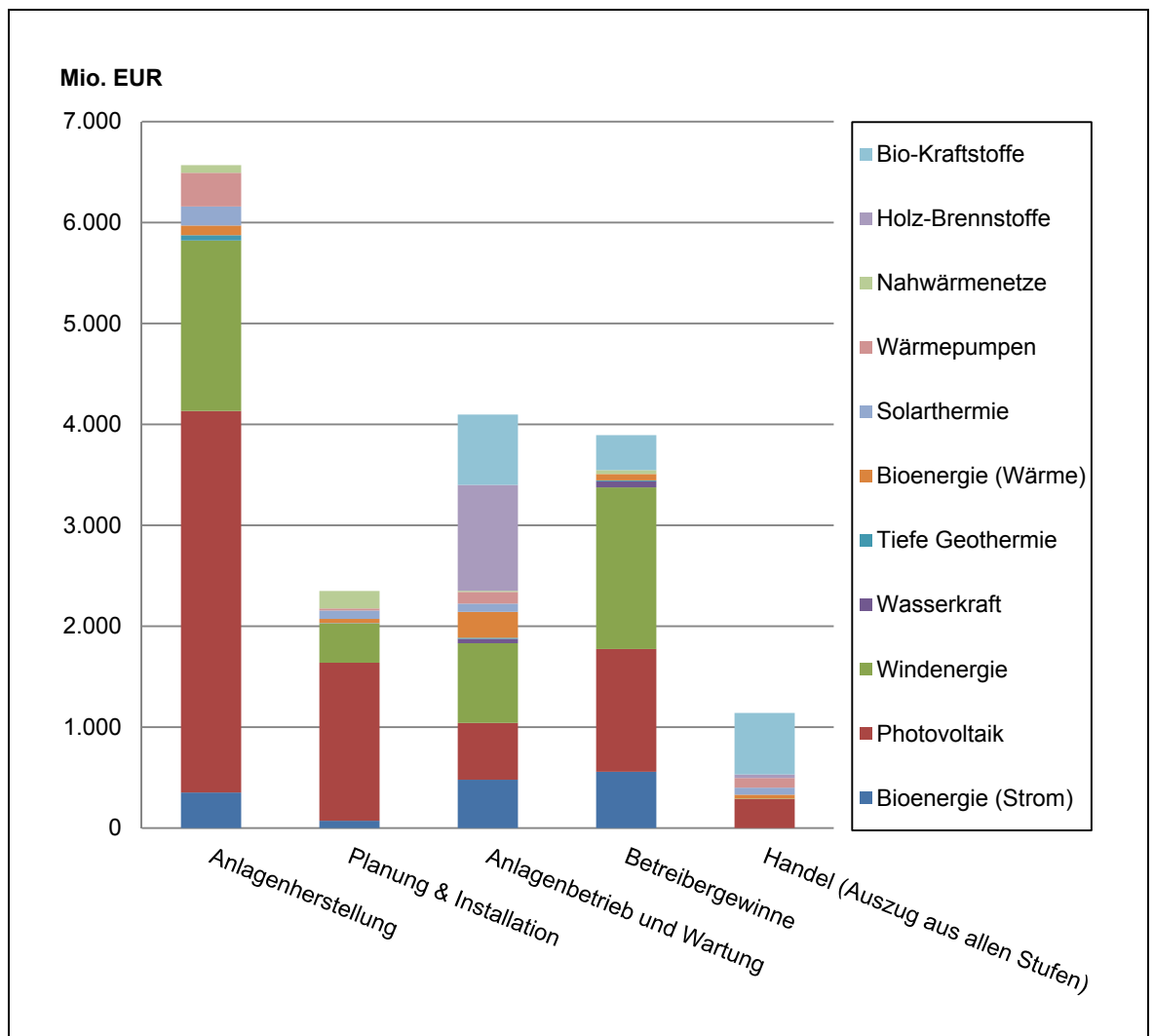
Die für das Jahr 2012 ermittelte **direkte Wertschöpfung** durch erneuerbare Energien in Deutschland summiert sich **bundesweit auf rund 16,9 Mrd. EUR**. Davon entfallen 4,8 Mrd. EUR bzw. 29 % auf die Gewinne der Unternehmen nach Steuern. Die Nettoeinkommen der Beschäftigten machen einen Anteil von 30 % an der gesamten Wertschöpfung aus. Die kommunale Wertschöpfung beträgt rund 11,1 Mrd. EUR, was bedeutet, dass 66 % der gesamten Wertschöpfung verteilt über das Bundesgebiet den Kommunen zu Gute kommt. Den Landeshaushalten fließen knapp 1,3 Mrd. EUR an Steuereinnahmen zu, was einem Anteil von rund 8 % entspricht. Weitere 4,5 Mrd. EUR bzw. knapp 27 % sind Steuern und sonstige Abgaben an den Bund. Mit der ermittelten Wertschöpfung sind bundesweit rund 166.000 direkt in der EE-Branche Beschäftigte (Vollzeit-äquivalente) verbunden. In Tab. 5.2 sind die Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte für das Jahr 2012 aufgeschlüsselt nach Technologien und nach Bestandteilen der Wertschöpfung dargestellt. Es wird deutlich, dass die beiden EE-Technologien Windenergie und Photovoltaik über alle Stufen den größten Beitrag zur gesamten Wertschöpfung in Deutschland leisten, sie machen zusammen einen Anteil von nahezu 70 % aus. Auch ist ein Großteil der Beschäftigungseffekte in diesen beiden Branchen angesiedelt.

Betrachtet man die Effekte, welche bei den einzelnen Technologien über die vier Wertschöpfungsstufen Anlagenproduktion, Planung und Installation, Anlagenbetrieb und Wartung sowie Betreibergewinne generiert werden, so ergibt sich folgendes Bild: mit der Herstellung von EE-Anlagen und Komponenten ist eine Wertschöpfung von rund 6,6 Mrd. EUR verbunden. Die Effekte in der Stufe Planung und Installation summieren sich auf 2,3 Mrd. EUR. Die betriebsbezogenen Stufen machen zusammengenommen einen Anteil an der Wertschöpfung von 47 % bzw. 8,0 Mrd. EUR aus (siehe Abb. 5.1). Während die Produktionsstätten in der Regel nur in wenigen Kommunen angesiedelt sind, können Installateure, Dienstleister sowie Betreiber und Investoren in jeder Region verteilt über ganz Deutschland ansässig sein. In allen Stufen, mit Ausnahme der Betreibergewinne, kommt - je nach EE-Technologie - dem Handel eine wichtige Rolle zu. Der Handel mit Anlagenkomponenten, Installations- und Ersatzmaterial sowie mit Brenn- und Kraftstoffen summiert sich über alle Technologiebereiche und Stufen auf 1,1 Mrd. EUR und damit sind rund 13.860 Beschäftigte verbunden.

Im Vergleich mit dem Jahr 2011 zeigt sich, dass sich die Wertschöpfung und die Beschäftigung durch erneuerbare Energien unterschiedlich entwickelt haben.<sup>11</sup> Die direkte Wertschöpfung ist gegenüber dem Vorjahr um rund 10 % gewachsen, was unter anderem darauf zurückzuführen ist, dass – unabhängig vom Zubau im jeweiligen Jahr - mit einem steigenden Anlagenbestand auch eine höhere Wertschöpfung durch den Betrieb der EE-Anlagen einhergeht. Demgegenüber zeigt sich bei den Beschäftigtenzahlen ein Rückgang um rund 10 %. Hier sind die Wirkungen durch die Novellierung des EEG bereits sichtbar. In der Photovoltaik-Branche mussten 2012 mehrere Hersteller Insolvenz anmelden und auch bei Biogas ist aufgrund der EEG-Novelle bei den Zubauzahlen im Jahr 2012 ein Rückgang zu beobachten, welcher sich bei den Herstellern und bei der Planung & Installation bemerkbar macht.

<sup>11</sup> Das IÖW-Modell wird kontinuierlich weiterentwickelt und überarbeitet d.h. es werden neue Wertschöpfungsketten ergänzt und methodische Änderungen vorgenommen. Dies schränkt einen direkten Vergleich der für die Vorjahre ermittelten Zahlen für Wertschöpfung und Beschäftigung ein. Bei der nachfolgenden Abschätzung der Veränderung gegenüber 2011 ist dies, soweit möglich, berücksichtigt.





**Abb. 5.1: Direkte Wertschöpfung durch erneuerbare Energien nach Stufen und Technologiebereichen in Deutschland im Jahr 2012**

**Tab. 5.2: Direkte Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte durch erneuerbare Energien in Deutschland im Jahr 2012 nach Technologiebereichen und Wertschöpfungsbestandteilen**

Quelle. Eigene Berechnungen.

| 2012               | Gewinne nach Steuern | Nettoeinkommen durch Beschäftigung | Steuern an die Kommunen | WS Kommunal   | Steuern an die Länder | WS Länder-ebene | Steuern und sonst. Abgaben an den Bund | WS gesamt     | Vollzeitbeschäftigte |
|--------------------|----------------------|------------------------------------|-------------------------|---------------|-----------------------|-----------------|--|---------------|----------------------|
|                    | [Mio. Euro]          |                                    |                         |               |                       |                 |  |               | [VZÄ]                |
| Bioenergie (Strom) | 531                  | 383                                | 88                      | 1.002         | 110                   | 1.112           | 351                                    | 1.463         | 13.200               |
| Photovoltaik       | 1.473                | 2.604                              | 350                     | 4.428         | 520                   | 4.948           | 2.178                                  | 7.126         | 83.600               |
| Windenergie        | 1.489                | 1.124                              | 468                     | 3.081         | 338                   | 3.419           | 1.049                                  | 4.468         | 36.200               |
| Wasserkraft        | 43                   | 18                                 | 10                      | 71            | 10                    | 81              | 21                                     | 101           | 500                  |
| <b>Summe Strom</b> | <b>3.535</b>         | <b>4.128</b>                       | <b>917</b>              | <b>8.581</b>  | <b>978</b>            | <b>9.559</b>    | <b>3.599</b>                           | <b>13.158</b> | <b>133.500</b>       |
| Tiefe Geothermie   | 14                   | 32                                 | 4                       | 50            | 5                     | 55              | 23                                     | 78            | 1.200                |
| Bioenergie (Wärme) | 75                   | 205                                | 22                      | 302           | 33                    | 334             | 124                                    | 459           | 4.600                |
| Solarthermie       | 54                   | 142                                | 16                      | 212           | 26                    | 238             | 116                                    | 354           | 4.600                |
| Wärmepumpen        | 69                   | 188                                | 21                      | 279           | 35                    | 314             | 155                                    | 469           | 6.000                |
| Nahwärmenetze      | 58                   | 115                                | 16                      | 188           | 18                    | 206             | 91                                     | 298           | 4.400                |
| <b>Summe Wärme</b> | <b>270</b>           | <b>682</b>                         | <b>79</b>               | <b>1.031</b>  | <b>117</b>            | <b>1.148</b>    | <b>510</b>                             | <b>1.658</b>  | <b>20.900</b>        |
| Holz-Brennstoffe   | 645                  | 68                                 | 42                      | 754           | 120                   | 874             | 176                                    | 1.050         | 3.700                |
| Bio-Kraftstoffe    | 388                  | 240                                | 83                      | 710           | 91                    | 801             | 243                                    | 1.044         | 7.900                |
| <b>Summe</b>       | <b>4.838</b>         | <b>5.118</b>                       | <b>1.121</b>            | <b>11.077</b> | <b>1.306</b>          | <b>12.382</b>   | <b>4.528</b>                           | <b>16.910</b> | <b>166.000</b>       |

**Tab. 5.3: Direkte Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte durch erneuerbare Energien in Deutschland im Jahr 2012 nach Technologiebereichen und Wertschöpfungsstufen**

Quelle: Eigene Berechnungen.

| 2012               | Anlagenherstellung | Planung & Installation | Anlagenbetrieb und Wartung | Betreiber-gewinne | Handel (Auszug aus allen Stufen) | WS gesamt     |
|--------------------|--------------------|------------------------|----------------------------|-------------------|----------------------------------|---------------|
|                    | [Mio. Euro]        |                        |                            |                   |                                  |               |
| Bioenergie (Strom) | 353                | 73                     | 479                        | 558               | 0                                | 1.463         |
| Photovoltaik       | 3.781              | 1.566                  | 563                        | 1.217             | 288                              | 7.126         |
| Windenergie        | 1.689              | 388                    | 790                        | 1.601             | 4                                | 4.468         |
| Wasserkraft        | 0                  | 0                      | 42                         | 59                | 0                                | 101           |
| <b>Summe Strom</b> | <b>5.822</b>       | <b>2.027</b>           | <b>1.874</b>               | <b>3.435</b>      | <b>292</b>                       | <b>13.158</b> |
| Tiefe Geothermie   | 52                 | 4                      | 12                         | 10                | 0                                | 78            |
| Bioenergie (Wärme) | 97                 | 42                     | 256                        | 63                | 38                               | 459           |
| Solarthermie       | 189                | 83                     | 83                         | 0                 | 71                               | 354           |
| Wärmepumpen        | 333                | 20                     | 116                        | 0                 | 95                               | 469           |
| Nahwärmenetze      | 76                 | 174                    | 9                          | 39                | 0                                | 298           |
| <b>Summe Wärme</b> | <b>746</b>         | <b>323</b>             | <b>476</b>                 | <b>112</b>        | <b>204</b>                       | <b>1.658</b>  |
| Holz-Brennstoffe   | 0                  | 0                      | 1.050                      | 0                 | 37                               | 1.050         |
| Bio-Kraftstoffe    | 0                  | 0                      | 698                        | 346               | 609                              | 1.044         |
| <b>Summe</b>       | <b>6.568</b>       | <b>2.350</b>           | <b>4.098</b>               | <b>3.894</b>      | <b>1.141</b>                     | <b>16.910</b> |

## 6 Ermittlung der indirekten Effekte durch die Nutzung Erneuerbarer Energien

### 6.1 Vorgehensweise und Annahmen

Die volkswirtschaftliche Bedeutung der erneuerbaren Energien wird unterschätzt, wenn ausschließlich die Wertschöpfung betrachtet wird, die direkt mit der Planung, der Errichtung und dem Betrieb von EE-Anlagen sowie der Bereitstellung der energetisch genutzten Biomasse verbunden ist (siehe hierzu Kapitel 5.1). Die Unternehmen, die direkt Güter zur Erzeugung erneuerbarer Energien bereitstellen, benötigen für die Herstellung ihrer Waren und Dienstleistungen selbst Vorleistungen anderer Unternehmen, wie z. B. Bergbauerzeugnisse, Halbwaren, Energie, Wasser, Transportdienstleistungen oder unternehmensnahe Dienstleistungen. Diese Vorleistungslieferanten beziehen für die Herstellung ihrer Güter wiederum Vorleistungen anderer Unternehmen. Damit entsteht ein Nachfrageimpuls für theoretisch unendlich viele weitere Wirkungskunden, wobei die zusätzliche Nachfrage von Runde zu Runde abnimmt und sich die kumulierten Effekte einem Grenzwert annähern. In jeder dieser, der direkten Wirkungskunden logisch vorgelagerten indirekten Wirkungskunden, entsteht ebenfalls Wertschöpfung. Diese wird für alle indirekten Wirkungskunden zusammengefasst als indirekter Wertschöpfungseffekt dargestellt.

Die vom IÖW entwickelte und in dieser Studie verwendete, sehr detaillierte Methodik zur Abschätzung der direkten Wertschöpfung, lässt sich aufgrund der hohen Verflechtungskomplexität für die Bestimmung des Wertschöpfungseffektes in den indirekten Wirkungskunden nicht anwenden. Zur Abschätzung dieses indirekten Effektes verwendet das IÖW ein Input-Output-Modell. Es handelt sich hierbei um ein offenes statisches Leontief-Modell, welches üblicherweise für die Abschätzung direkter und indirekter, gesamt- bzw. regionalwirtschaftlicher Effekte von großen Investitionsvorhaben, wie dem Bau eines Flughafens, der Anlage eines Messegeländes oder der Errichtung von Offshore-Windparks, verwendet wird.

Die Datengrundlage eines jeden Input-Output-Modells sind Input-Output-Tabellen. Sie bilden detailliert die güter- und produktionsmäßigen Verflechtungen zwischen den verschiedenen Wirtschaftsbereichen ab. Es wird dabei zusätzlich unterschieden, ob die empfangenen Güter aus dem Inland oder aus dem Ausland stammen. Die vom IÖW verwendeten Input-Output-Tabellen des Statistischen Bundesamtes enthalten außerdem die Produktionswerte, die Bruttowertschöpfung, die Zahl der Erwerbstätigen, die importierten Güter sowie die Güter für die letzte Verwendung (Endnachfrage) in weitgehender Übereinstimmung mit der volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung, detailliert ausgewiesen nach 73 Wirtschaftsbereichen. Die aktuellste Input-Output-Tabelle des Statistischen Bundesamtes stammt aus dem Jahr 2013 und bildet die güter- und produktionsmäßigen Verflechtungen des Jahres 2009 ab. Diese Tabelle wird zusammen mit aktuellen Daten der volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung aus dem Jahr 2012 für die Abschätzung der indirekten Effekte durch die erneuerbaren Energien verwendet.

Das hier verwendete Input-Output-Modell ist auf mehrere durchaus kritisch zu betrachtende Annahmen gestützt. Die für diese Studie wesentlichen Annahmen werden im Folgenden benannt und sind insbesondere bei der Interpretation der Ergebnisse, die mit diesem Modell gewonnen werden, zu berücksichtigen (siehe hierzu auch Schröder 2010, S.55):

- Die Nachfrage nach Gütern eines Produktionsbereichs führt zum Einsatz von Vorleistungsgütern und Primärinputs im stets gleichen Verhältnis. Tatsächlich sind die 73 Produktionsbereiche heterogen zusammengesetzt und stellen je Produktionsbereich verschiedene Güter her, die jeweils unterschiedliche Inputs benötigen.
- Die güter- und produktionsmäßigen Verflechtungen der Produktionsbereiche werden in den Input-Output-Tabellen einheitlich in monetären Werten abgebildet. Sie bilden sich aus der Anzahl der gelieferten bzw. empfangenen Güter und deren spezifischen Herstellungspreisen. Es ist offensichtlich, dass sich zwischen dem Jahr 2009 (Stand der aktuellsten Input-Output-Tabelle für Deutschland) und dem hier gewählten Untersuchungsjahr 2012 sowohl Güterpreise als auch Produktionsverfahren geändert haben. Beides führt zu Änderungen in den monetär dargestellten Verflechtungen der Produktionsbereiche. Diese Änderungen können aufgrund nicht verfügbarer Daten für die Jahre 20010 bis 2012 jedoch nicht berücksichtigt werden.
- Die von einem exogenen Nachfrageimpuls ausgehenden Effekte werden vollständig in der Zeitperiode realisiert, in welcher der Nachfrageimpuls erfolgt, das heißt im Rahmen dieser Studie innerhalb des Jahres 2012. Tatsächlich wurden die verwendeten Vorleistungsgüter teilweise bereits in den Vorjahren hergestellt.

Die hier aufgeführten Annahmen, auf die sich das Input-Output-Modell stützt, machen deutlich, dass die ermittelten Ergebnisse, wenngleich sie in Zahlen ausgedrückt sehr exakt wirken, nicht exakt sind und lediglich als Schätzungen anzusehen sind. Der Versuch, ein realitätsnäheres Input-Output-Modell zu erstellen, erfordert einen Ausgangsdatenbedarf, der über das vorliegende Datenmaterial deutlich hinausgeht. In der Praxis werden daher selten komplexere Input-Output-Modelle angewendet als das statische offene Leontief-Modell, wie es auch in dieser Studie zur Anwendung kommt.

Als das Input-Output-Modell antreibender Primärimpuls dient die Vorleistungsgüternachfrage der direkt an der Nutzung erneuerbarer Energien beteiligten Unternehmen. Ihre Vorleistungsnachfrage wird entsprechend der in der Input-Output-Tabelle abgebildeten Vorleistungsinputstruktur ihres Produktionsbereiches auf alle 73 Produktionsbereiche, einschließlich des eigenen, verteilt. Mithilfe des Input-Output-Modells kann von dieser Güternachfrage ausgehend der in jedem Produktionsbereich, über alle Wirkungsrunden entstehende Produktionswert sowie die damit verbundene Bruttowertschöpfung, einschließlich der gezahlten Arbeitnehmerentgelte und der erzielten Nettobetriebsüberschüsse, abgeschätzt werden. Über die Verknüpfung der produktionsbereichsspezifischen Arbeitnehmerentgelte, Nettobetriebsüberschüsse und der insgesamt erreichten Bruttowertschöpfung mit den Daten der volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung sowie der Statistik über das Steueraufkommen in Deutschland lassen sich auch für die indirekte Ebene zum einen die Nettoeinkommen durch Beschäftigung, die Lohnsteuer und die Sozialabgaben und zum anderen die veranlagte Einkommensteuer, die Körperschaftssteuer, der Solidaritätszuschlag, die Gewinne nach Steuern, die Netto-Gewerbesteuer und die Gewerbesteuerumlage vereinfacht abschätzen. Die Abgeltungssteuer und die Grunderwerbssteuer wurden für die indirekte Ebene nicht bestimmt, da sie auf dieser Ebene nicht sinnvoll der Nutzung erneuerbarer Energien zuzuordnen sind.

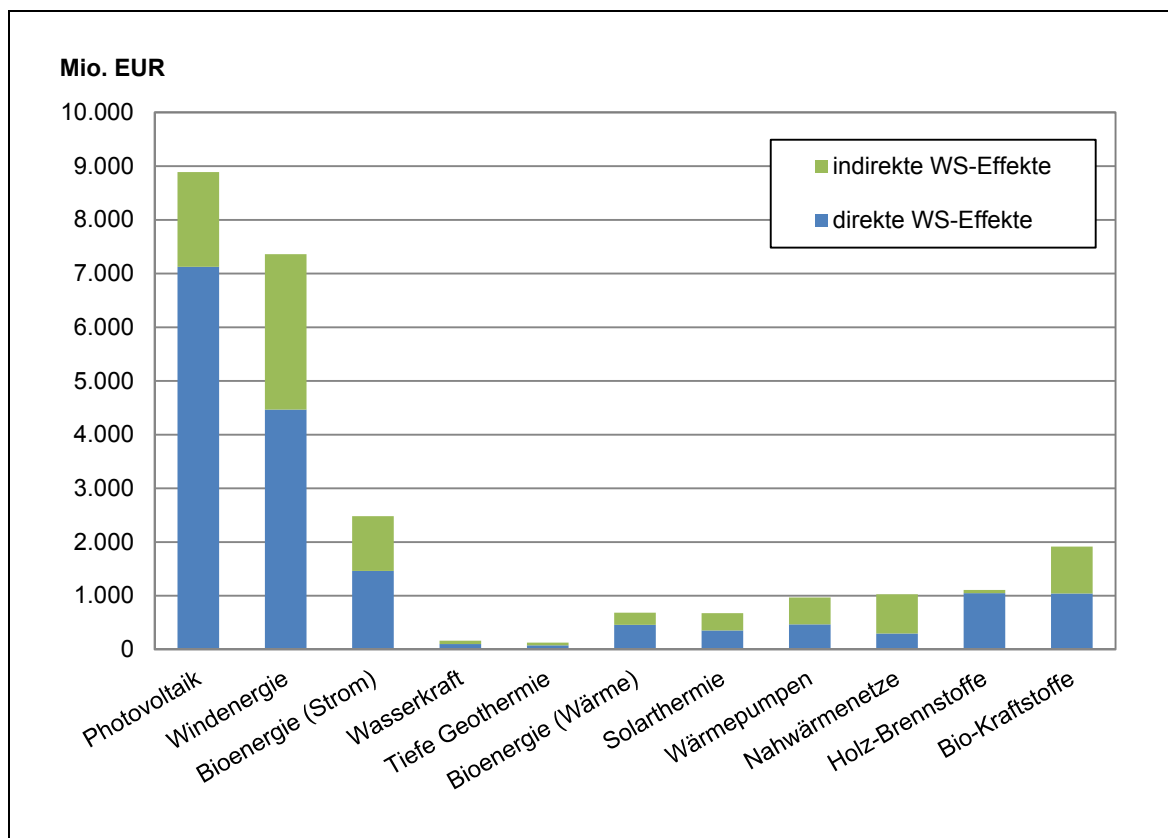
## 6.2 Ergebnisse für Deutschland im Jahr 2012

Die für das Jahr 2012 ermittelten indirekten Wertschöpfungseffekte durch die Nutzung erneuerbarer Energien betragen in Summe 8,5 Mrd. EUR. Davon entfallen 35 % auf die Gewinne der Unternehmen nach Steuern, 33 % auf die Nettoeinkommen der Beschäftigten und 3 % auf kommunale Steuereinnahmen. Zusammengefasst ergibt sich eine kommunale Wertschöpfung von

6,0 Mrd. EUR. Weiterhin fließen 0,4 Mrd. EUR an Steuereinnahmen an die Länder und die Steuern und sonstigen Abgaben an den Bund machen rund 24 % aus. Tab. 6.1 gibt einen Überblick über die Ergebnisse nach Wertschöpfungsbestandteilen und Technologiebereichen. Die ausgewiesenen Effekte sind den Stufen Anlagenproduktion, Planung und Installation sowie dem Anlagenbetrieb und der Wartung zuzuordnen. Da auf Ebene der Betreibergewinne die entsprechenden Positionen in der Stufe des Anlagenbetriebs wiederzufinden sind und somit direkte Effekte darstellen, fallen hier keine Vorleistungsbezüge an.

Betrachtet man nun die Wertschöpfung, welche direkt durch die Produktion, die Planung und Installation sowie den Betrieb der EE-Anlagen generiert wird, als auch die Effekte, welche auf den Bezug von Vorleistungen zurückzuführen sind, so ergeben sich für 2012 in Summe Effekte in Höhe von 25,4 Mrd. EUR. Die zusammengefassten Ergebnisse für die einzelnen Technologiebereiche sind in Abb. 6.1 dargestellt. Es zeigt sich, dass die Anteile der indirekten und der direkten Effekte an der gesamten Wertschöpfung bei den einzelnen Technologiebereichen unterschiedlich hoch ausfallen. Grundsätzlich lässt sich dies damit erklären, dass den Wertschöpfungsschritten je nach Technologie unterschiedliche Wirtschaftszweige zugeordnet sind. Die wirtschaftszweigspezifischen Kennzahlen haben einerseits Einfluss auf die Höhe der direkten Wertschöpfung. Weiterhin wirken sich Unterschiede bei den Abschreibungen auf die Nettowertschöpfung aus.

Bei den Holz-Brennstoffen ist der geringe Prozentsatz der indirekten Wertschöpfung methodisch zu erklären. Wie in Kapitel 5.1 erläutert wurde, werden bei der Bereitstellung des Energieholzes lediglich die Schritte im Modell abgebildet, welche direkt mit der Aufbereitung für die energetische Nutzung verbunden sind. Die vorgelagerte Holzernte wird nicht betrachtet, da das Energieholz in vielen Fällen als Kuppelprodukt bei der Stammholzernte anfällt und somit nicht eindeutig zuzuordnen ist, welcher Anteil der Kosten bzw. Umsätze auf das Energieholz entfällt. Bei einigen Holzsortimenten als auch bei den Rohstoffen für die Pelletproduktion können zudem Nutzungskonkurrenzen auftreten, so dass andere Einsatzpfade substituiert werden und keine zusätzliche Wertschöpfung generiert wird. Aus diesem Grund werden die entsprechenden Vorleistungsbezüge auch bei der Analyse der indirekten Effekte nicht mit einbezogen und die indirekte Wertschöpfung fällt hier vergleichsweise niedrig aus.



**Abb. 6.1: Direkte und indirekte Wertschöpfungseffekte durch erneuerbare Energien nach Technologiebereichen in Deutschland im Jahr 2012**

**Tab. 6.1: Indirekte Wertschöpfungseffekte durch erneuerbare Energien in Deutschland im Jahr 2012 nach Technologiebereichen und Wertschöpfungsbestandteilen**

Quelle. Eigene Berechnungen. \* ohne Abgeltungssteuer und Grunderwerbssteuer.

| 2012               | Gewinne nach Steuern | Nettoeinkommen durch Beschäftigung | Steuern an die Kommunen* | WS Kommunal  | Steuern an die Länder | WS Länder ebene | Steuern und sonst. Abgaben an den Bund | WS gesamt    |
|--------------------|----------------------|------------------------------------|--------------------------|--------------|-----------------------|-----------------|--|--------------|
|                    | [Mio. Euro]          |                                    |                          |              |                       |                 |  |              |
| Bioenergie (Strom) | 325                  | 349                                | 31                       | 705          | 53                    | 758             | 261                                    | 1.019        |
| Photovoltaik       | 938                  | 440                                | 45                       | 1.423        | 58                    | 1.481           | 283                                    | 1.764        |
| Windenergie        | 838                  | 1.043                              | 85                       | 1.967        | 152                   | 2.119           | 774                                    | 2.893        |
| Wasserkraft        | 20                   | 21                                 | 2                        | 43           | 3                     | 46              | 16                                     | 62           |
| <b>Summe Strom</b> | <b>2.121</b>         | <b>1.853</b>                       | <b>163</b>               | <b>4.137</b> | <b>266</b>            | <b>4.404</b>    | <b>1.334</b>                           | <b>5.738</b> |
| Tiefe Geothermie   | 18                   | 17                                 | 2                        | 36           | 3                     | 38              | 13                                     | 51           |
| Bioenergie (Wärme) | 68                   | 81                                 | 7                        | 155          | 12                    | 167             | 60                                     | 228          |
| Solarthermie       | 86                   | 121                                | 9                        | 216          | 17                    | 234             | 89                                     | 323          |
| Wärmepumpen        | 149                  | 178                                | 15                       | 342          | 26                    | 368             | 132                                    | 500          |
| Nahwärmenetze      | 248                  | 240                                | 23                       | 511          | 37                    | 549             | 181                                    | 729          |
| <b>Summe Wärme</b> | <b>569</b>           | <b>637</b>                         | <b>55</b>                | <b>1.261</b> | <b>95</b>             | <b>1.356</b>    | <b>475</b>                             | <b>1.831</b> |
| Holz-Brennstoffe   | 17                   | 21                                 | 2                        | 39           | 3                     | 42              | 15                                     | 58           |
| Bio-Kraftstoffe    | 273                  | 302                                | 26                       | 602          | 45                    | 647             | 226                                    | 873          |
| <b>Summe</b>       | <b>2.980</b>         | <b>2.812</b>                       | <b>246</b>               | <b>6.039</b> | <b>410</b>            | <b>6.449</b>    | <b>2.051</b>                           | <b>8.499</b> |



# 7 Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte im Jahr 2030

## 7.1 Vorgehensweise und Annahmen

Mit dieser Studie sollen nicht nur die Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte für das Jahr 2012 aufgezeigt werden, sondern es soll auch dargestellt werden, welche Wertschöpfungseffekte in Deutschland mit einem weiteren Ausbau der erneuerbaren Energien einhergehen. Hierfür werden zwei Szenarien zur zukünftigen Entwicklung des EE-Ausbaus betrachtet und gegenübergestellt. Bezugsjahr für die Berechnung der Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte in den beiden Ausbauszenarien ist das Jahr 2030. Die zwei Szenarien wurden der Veröffentlichung „Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global“ (Nitsch et al. 2012a; Nitsch et al. 2012b) des Bundesumweltministeriums (BMU) entnommen; im Einzelnen handelt es sich um das Szenario 2011 A und das Szenario 2011 THG95. In Kapitel 7.2 folgt eine nähere Erläuterung der beiden Ausbaupfade.

Wesentliche Eingangsdaten für die Ermittlung der Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte im Jahr 2030 mit dem IÖW-Modell sind der Bestand und der Zubau an installierter EE-Leistung sowie das produzierte Volumen der Biokraftstoffe und der Holz-Brennstoffe im Jahr 2030. Auch hier berechnet sich der Bestand im Jahr 2030 aus dem Anlagenbestand Ende 2029 zuzüglich der Hälfte des Zubaus im Jahr 2030. Hinsichtlich der Ermittlung der Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte durch die Produktion von Anlagen und Komponenten sowie die Planung und die Installation in den beiden Ausbauszenarien ist zu berücksichtigen, dass im Jahr 2030 neben der Neuinstallation von Anlagen auch der Ersatz von Altanlagen (Repowering) eine wichtige Rolle spielt. Die Differenz zwischen dem Bestand Ende 2029 und Ende 2030 spiegelt somit nicht die tatsächliche Installation von EE-Leistung wider. Grundlage für die Berechnung der Effekte in diesen Stufen ist aus diesem Grund der Zubau inklusive dem Ersatz von Altanlagen.

Vereinfachend werden für die Ausbauszenarien die heutigen Im- und Exportquoten angesetzt (siehe Kapitel 5.1), da keine Abschätzungen zur Entwicklung der Im- und Exporte für die einzelnen EE-Technologien bis 2030 zur Verfügung stehen.

Für die szenariobasierte Hochrechnung ist weiterhin zu berücksichtigen, dass sich bis 2030 die Investitionskosten in den meisten Fällen aufgrund von Lernkurveneffekten verringern werden und somit die spezifischen Investitionskosten der EE-Technologien einer Degression unterworfen werden müssen. Die Kostendegression bis zum Jahr 2030 wurde auf Basis der angenommenen Kostenentwicklung in den Langfristszenarien des BMU (Nitsch et al. 2012a; Nitsch et al. 2012b) berechnet. Vereinfachend wird angenommen, dass sich die übrige Kostenstruktur nicht verändert.

Die Ermittlung der Steuern im Jahr 2030 erfolgt auf der Grundlage der im Jahr 2012 geltenden steuerlichen Gesetzgebung. Auch die technologiespezifischen Eigenkapitalrenditen, welche dem EEG-Erfahrungsbericht (BMU 2011b) entnommen wurden, werden konstant gehalten. Allerdings wird auch hier bei den kleinen PV-Dachanlagen die Rendite vor dem Hintergrund der Vergütungs-

degression bei der Photovoltaik nach unten korrigiert. Für das Jahr 2030 wird für diese Technologie eine Rendite von 6 % anstelle von 12,9 % angenommen.

## 7.2 Szenarien für den EE-Ausbau bis 2030

Die Rahmenbedingungen für den Entwicklungspfad des EE-Ausbaus in beiden Szenarien liefern die im Sommer 2011 ausformulierten Ziele der Energiewende. Das heißt, für beide betrachteten Szenarien gelten die Mindestziele einer Reduzierung der Treibhausgasemissionen um 80 % (Basisjahr 1990) und eine Minderung des Stromverbrauchs um 25 % bis 2050 (bezogen auf Endenergie Strom im Jahr 2008) (Nitsch et al. 2012a).

Das Szenario 2011 A stellt in Bezug auf den Energiebedarf und die Entwicklung des EE-Ausbaus die mittlere Variante der drei von Nitsch et al. (2012a) aufgestellten Hauptszenarien dar. Der im Juni 2011 von der Bundesregierung beschlossene Ausstieg aus der Kernenergie wird hier bereits berücksichtigt. Nach dem Szenario 2011 A liegt der Endenergieverbrauch im Jahr 2030 bei 6.820 PJ/a, was rund 74 % des Verbrauchs von 2005 entspricht. Der Anteil der Erneuerbaren Energien an der gesamten Endenergie liegt dabei bei knapp 36 %. Im Stromsektor liegen die EE-Technologien bei einem Prozentsatz von rund 68 %, während sie im Wärme- und Kraftstoffbereich 29 % bzw. 20 % ausmachen. Für den Bruttostromverbrauch 2030 ergibt das Szenario 2011 A einen Wert von 548 TWh/a mit einem EE-Anteil von 63 %. Außerdem werden CO<sub>2</sub>-Einsparungen in Höhe von 635 Mio.t/a erwartet (Nitsch et al. 2012b).

Das Szenario 2011 THG95 gibt einen Ausblick auf den EE-Ausbau unter der ehrgeizigen Zielsetzung, die Treibhausgase bis 2060 um 95 % zu reduzieren und erfordert damit im Zieljahr in allen Nutzungsbereichen eine annähernde Vollversorgung mit erneuerbaren Energien. Um das weitreichende Ziel einer 95 %-Reduzierung von Treibhausgasen zu erreichen, wird im Szenario 2011 THG95 davon ausgegangen, dass vor allem der EE-Strombereich ausgebaut wird. Da die Potenziale für eine direkte Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien aufgrund begrenzter Biomassepotenziale und technischer Hindernisse im Bereich der Prozesswärme limitiert sind, wird verstärkt EE-Strom und Wasserstoff zur Wärmeerzeugung eingesetzt, um die Wärmebereitstellung auf Basis fossiler Energieträger zu ersetzen. Den größten Beitrag wird in diesem Szenario schlussendlich die Windenergie ausmachen, gefolgt von Solarenergie und Biomasse (Nitsch et al. 2012a). In dem ambitionierten Szenario 2011 THG95 liegt der Endenergieverbrauch im Jahr 2030 bei 6.708 PJ/a (72,6 % des Wertes von 2005), wovon rund 39 % aus erneuerbaren Energiequellen stammen. Die EE-Anteile bei den einzelnen Energien gestalten sich wie folgendermaßen: Beim Strom sind es knapp 66 %, bei Wärme ca. 32 % und am Kraftstoff haben EE-Technologien einen Anteil von knapp 23 %. Die zu erwartenden CO<sub>2</sub>-Einsparungen summieren sich auf 646 Mio.t/a (Nitsch et al. 2012b).

Die Angaben zur installierten Leistung der EE-Anlagen zur Strom- und Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien und zum Verbrauch an biogenen Kraftstoffen im Jahr 2029 und 2030 in den Szenarien 2011 A und 2011 THG95 bilden die Grundlage für die Ermittlung der Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte. Für die Berechnungen war eine Zuordnung zu den Anlagenkategorien des IÖW-Modells erforderlich. Teilweise mussten dabei Annahmen getroffen werden, welche im nachfolgenden Abschnitt dargestellt sind. Grundsätzlich ist auch hier wieder zu berücksichtigen, dass die Effekte nur für die EE-Technologien berechnet werden können, welche im IÖW-Modell abgebildet sind und die Offshore-Windenergie nur vereinfacht über die modifizierte Wertschöpfungskette der Onshore-Windenergie abgebildet wird (siehe Kapitel 4). In beiden betrachteten Szenarien kommt dem Einsatz von EE-Wasserstoff bzw. EE-Methan als chemisch gespeicher-

ter EE-Strom eine wichtige Rolle zu. Mit dem IÖW-Modell können zwar die Effekte durch die zusätzliche Leistungsinstallation bei den stromerzeugenden EE-Anlagen ermittelt werden, die Elektrolyse und die Methanisierung sind jedoch im Modell nicht abgebildet und somit nicht darstellbar. Da sich die Wasserstofferzeugung und -verwendung in den Szenarien im Jahr 2030 noch nicht unterscheidet, hat dies im Hinblick auf einen Vergleich der Ausbaupfade keine Relevanz.

Für das Szenario 2011 THG95 liegen keine Informationen zu der installierten Leistung (Zubau inklusive Ersatz) im Jahr 2030 vor. Entsprechend dem höheren Ausbaugrad bei Wind in diesem Szenario, wird angenommen, dass das Repowering alter Anlagen 5 % höher ausfällt als im Szenario 2011 A.

Die jüngsten Kürzungen bei der EEG-Vergütung für Photovoltaikanlagen finden in der Studie von Nitsch et al. (2012a) noch keine Berücksichtigung. Da jedoch keine gesicherten Kenntnisse vorliegen, wie sich die Rahmenbedingungen (Kosten der Module, Strompreise und EEG-Vergütung, Deckelung der PV-Leistung etc.) bis 2030 entwickeln werden, wird keine Anpassung der installierten PV-Leistung in den zwei betrachteten Szenarien vorgenommen. Gleichwohl müssen die Ergebnisse für die Photovoltaik vor dem Hintergrund der aktuellen gesetzlichen Änderungen und der Diskussion um die zukünftige Ausgestaltung der Förderung interpretiert werden.

Die Aufteilung des Repowering bei den stromerzeugenden Anlagen im Bereich Biomasse auf die Unterkategorien Biogas und Biomasse-Heiz(kraft)werke wurde folgendermaßen vorgenommen: vor dem Hintergrund, dass der Ersatz von Altanlagen in 2030 überwiegend Anlagen betrifft, welche im Zeitraum 2010 bis 2020 in Betrieb genommen wurden, wird der Mittelwert des Anteils der jeweiligen Kategorie am Bestand in 2010 und 2020 angesetzt, um den Anteil an der repowerten Leistung zu berechnen. Die gleiche Vorgehensweise wird bei der Aufteilung des Zubaus inklusive dem Ersatz von Altanlagen bei den wärmeerzeugenden Anlagen im Bereich Biomasse auf Holz-Heizwerke und Einzelanlagen angewendet.

Mit dem IÖW-Modell werden Holzvergaser-KWK-Anlagen und die Mitverbrennung von Biomasse nicht abgebildet. Auch wird der Einsatz von Biomasse in Anlagen der Papier- und Zellstoffindustrie hier nicht berücksichtigt. Aus diesem Grund wurde bei der Anlagenleistung im Bereich der biogenen Festbrennstoffe ein Abschlag in Höhe der im Jahr 2012 installierten Leistung (rund 900 MW) vorgenommen, da angenommen wird, dass die Potenziale in diesem Bereich weitestgehend ausgeschöpft sind.

Bei der Wärmebereitstellung mittels thermischen Kollektoren im Jahr 2030 geht nur der Anteil der Kollektorfläche in die Berechnungen ein, welcher auf Einzelanlagen zurückzuführen ist, da Nahwärmanlagen bislang im IÖW-Modell nicht abgebildet sind. Da die Wärmebereitstellung durch solarthermische Anlagen im Jahr 2030 jedoch für die Szenarien 2011 A und 2011 THG95 identisch ist, hat dies keine Auswirkungen auf die Gegenüberstellung der Ausbaupfade und der damit verbundenen Effekte.

Bei den Biowärme-Einzelanlagen werden, wie auch bei den Berechnungen für das Jahr 2012, nur die Zentralheizungsanlagen berücksichtigt. Dabei wird angenommen, dass diese im Jahr 2030 bezogen auf die installierte Leistung einen Anteil von 35 % am Bestand ausmachen und der Anteil der Zentralfeuerstätten bei dem Ersatz von Altanlagen bei 50 % liegt, da davon ausgegangen wird, dass zunehmend Einzelfeuerstätten durch Zentralheizungen ersetzt werden. Darüber hinaus wird auf Grundlage des Basis-Szenarios Wärme des DBFZ (2011) angenommen, dass die Leistung der Pelletfeuerungen relativ gesehen stärker zunimmt als der Bestand an Scheitholz- und Hackschnitzelheizungen.

Das im Jahr 2030 bereitgestellte Energieholz (Pellets, Scheitholz und Hackschnitzel) wird über die Zunahme der Wärmebereitstellung bei den jeweiligen Anlagenkategorien abgeschätzt. In Bezug auf die Produktion von Pellets wird angenommen, dass die Produktion in Deutschland dem Pelletbedarf im Jahr 2030 entspricht. Vor dem Hintergrund, dass Deutschland heute einen erheblichen Anteil der hier produzierten Pellets exportiert, stellt dies vermutlich eine konservative Schätzung dar.

In den beiden Ausbauszenarien ist für 2030 im Verkehrssektor ein deutlich höherer Anteil der Biokraftstoffe am Energieverbrauch vorgesehen. Welchen Anteil die deutsche Biokraftstoffindustrie hierzu leisten kann und wird, ist momentan jedoch nicht abzusehen. Dies wird im Wesentlichen von den politischen Rahmenbedingungen und der Entwicklung am globalen Markt abhängen. Aktuell wird eine Deckelung des Anteils von Biokraftstoffen aus Energiepflanzen auf 5,5 % des Energieeinsatzes in der EU im Jahr 2020 diskutiert, wodurch eine zukünftige Erhöhung der Produktion von Biodiesel und Bioethanol in Deutschland derzeit fraglich ist. Vor diesem Hintergrund wird vereinfachend unterstellt, dass die Produktion in 2030 den heutigen Produktionszahlen entspricht.

Die beiden Tabellen Tab. 7.1 und Tab. 7.2 zeigen den Bestand und den Zubau von EE-Anlagen sowie die Bereitstellung von Holz-Brennstoffen und Biokraftstoffen im Jahr 2030 in den beiden Szenarien zum Ausbau der erneuerbaren Energien mit den oben aufgeführten Annahmen. Wie bereits erwähnt, unterscheiden sich die beiden Ausbaupfade im Bereich Strom vor allem hinsichtlich des Zubaus an installierter Leistung bei der Photovoltaik und der Windenergie mit Blick auf die direkte Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien bei der Umweltwärme.

**Tab. 7.1: Annahmen für den Bestand und Zubau von EE-Anlagen sowie die Bereitstellung von Biokraftstoffen und Energieholz in Deutschland im Jahr 2030 im Szenario 2011 A**

Der Bestand im Jahr 2030 ergibt sich aus dem Bestand zum Jahresende 2029 zzgl. der Hälfte des Zubaus im Jahr 2030.

| EE-Technologie                       | Bestand 2030<br>Szenario 2011 A | Zubau 2030<br>Szenario 2011 A |
|--------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|
|                                      | [MW <sub>el</sub> ]             | [MW <sub>el</sub> ]           |
| Windenergie Onshore                  | 43.490,5                        | 2.519,0                       |
| Windenergie Offshore                 | 22.825,0                        | 1.550,0                       |
| Photovoltaik                         | 60.639,0                        | 2.110,0                       |
| Wasserkraftwerke klein               | 711,5                           | 20,0                          |
| Biogas                               | 2.980,1                         | 144,9                         |
| Biomasse-Heizkraftwerk               | 3.311,0                         | 189,4                         |
|                                      | [MW <sub>th</sub> ]             | [MW <sub>th</sub> ]           |
| Zentralheizungsanlagen holzbefeuert  | 13.251,4                        | 924,6                         |
| Holzheizwerke                        | 9.861,1                         | 469,7                         |
| Wärmepumpen                          | 15.859,9                        | 1.399,9                       |
| Tiefe Geothermie (inkl. KWK-Anlagen) | 5.418,1                         | 407,1                         |
|                                      | [Mio. m <sup>2</sup> ]          | [Mio. m <sup>2</sup> ]        |
| Solarthermie                         | 84,4                            | 8,7                           |
|                                      | [T <sub>rm</sub> ]              | [T <sub>rm</sub> ]            |
| Wärmenetz                            | 55.870.191,2                    | 3.354.306,0                   |
|                                      | Produktion und Handel 2030      |                               |
|                                      | [Mio. l]                        |                               |
| Bioethanol                           | 776,4                           |                               |
| Biodiesel                            | 2.954,5                         |                               |
|                                      | Produktion 2030                 | Handel 2030                   |
| Pellets [Mio. t]                     | 3,7                             | 3,7                           |
| Hackschnitzel [Mio. Srm]             | 20,9                            |                               |
| Scheitholz [Mio. Rm]                 | 34,4                            |                               |

**Tab. 7.2: Annahmen für den Bestand und Zubau von EE-Anlagen sowie die Bereitstellung von Biokraftstoffen und Energieholz in Deutschland im Jahr 2030 im Szenario 2011 THG95**

Der Bestand im Jahr 2030 ergibt sich aus dem Bestand zum Jahresende 2029 zzgl. der Hälfte des Zubaus im Jahr 2030.

| EE-Technologie                       | Bestand 2030<br>Szenario 2011 THG95 | Zubau 2030<br>Szenario 2011 THG95 |
|--------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|
|                                      | [MW <sub>el</sub> ]                 | [MW <sub>el</sub> ]               |
| Windenergie Onshore                  | 51.925,5                            | 3.094,0                           |
| Windenergie Offshore                 | 24.542,5                            | 1.903,8                           |
| Photovoltaik                         | 67.194,0                            | 2.800,0                           |
| Wasserkraftwerke klein               | 711,5                               | 20,0                              |
| Biogas                               | 2.980,1                             | 144,9                             |
| Biomasse-Heizkraftwerk               | 3.311,0                             | 189,4                             |
|                                      | [MW <sub>th</sub> ]                 | [MW <sub>th</sub> ]               |
| Zentralheizungsanlagen holzbefeuert  | 13.251,4                            | 924,6                             |
| Holzheizwerke                        | 9.861,1                             | 469,7                             |
| Wärmepumpen                          | 24.936,1                            | 2.378,3                           |
| Tiefe Geothermie (inkl. KWK-Anlagen) | 3.680,4                             | 271,4                             |
|                                      | [Mio. m <sup>2</sup> ]              | [Mio. m <sup>2</sup> ]            |
| Solarthermie                         | 84,4                                | 8,7                               |
|                                      | [T <sub>rm</sub> ]                  | [T <sub>rm</sub> ]                |
| Wärmenetz                            | 53.968.445,5                        | 3.173.465,1                       |
|                                      | Produktion und Handel 2030          |                                   |
|                                      | [Mio. l]                            |                                   |
| Bioethanol                           | 776,4                               |                                   |
| Biodiesel                            | 2.954,5                             |                                   |
|                                      | Produktion 2030                     | Handel 2030                       |
| Pellets [Mio. t]                     | 3,7                                 | 3,7                               |
| Hackschnitzel [Mio. Srm]             | 20,9                                |                                   |
| Scheitholz [Mio. Rm]                 | 34,4                                |                                   |

## 7.3 Ergebnisse der szenariobasierten Hochrechnungen für das Jahr 2030

Mit dem fortschreitenden Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland gemäß den in dieser Studie betrachteten Szenarien gehen auch höhere Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte einher. So würde die Wertschöpfung auf Bundesebene im Szenario 2011 A auf rund 23,3 Mrd. EUR ansteigen, was eine Zunahme um 38 % gegenüber 2012 bedeutet. Mit dieser Wertschöpfung sind Beschäftigungseffekte in Höhe von rund 179.500 Vollzeitäquivalenten verbunden, was im Vergleich zu 2012 rund 13.500 zusätzliche Vollzeitstellen bedeutet. Entsprechend dem höheren Ausbaugrad im Szenario 2011 THG95 fällt die Steigerung gegenüber 2012 noch größer aus: hier sind 2030 auf Bundesebene Wertschöpfungseffekte von 25,3 Mrd. EUR zu erwarten, 50 % mehr als im Jahr 2012. Bei den Beschäftigungseffekten wäre eine Zunahme von 19 % auf etwa 197.600 Vollzeitarbeitsplätze zu erwarten. In den Tabellen Tab. 7.3 und Tab. 7.5 sind die Ergebnisse aufgeschlüsselt nach Technologiebereichen und Wertschöpfungsbestandteilen für die beiden Ausbaupfade aufgeführt. Die Tab. 7.4 und Tab. 7.6 zeigen die Ergebnisse differenziert nach Technologiebereichen und Wertschöpfungsstufen.<sup>12</sup>

Hinsichtlich der Verteilung der Effekte auf die Bestandteile der Wertschöpfung lässt sich feststellen, dass auch 2030 ein Großteil der generierten Wertschöpfung den Kommunen zu Gute kommt: mit rund 70 % tragen die Einkommen der Beschäftigten, die Gewinne der Unternehmen und die kommunalen Steuerabgaben zu der Wertschöpfung bei. Die Unternehmensgewinne nach Steuern summieren sich auf 8,6 Mrd. EUR im Szenario 2011 A bzw. 9,2 Mrd. EUR im Szenario 2011 THG95, was jeweils rund 36 % der gesamten Wertschöpfung entspricht. Die Nettoeinkommen der Beschäftigten machen jeweils einen Anteil von rund 24 % aus und die Steuern an die Kommunen knapp 9 %. Etwa 22 % der Wertschöpfung würde in beiden Szenarien durch weitere Steuereinnahmen und Steueranteile dem Bundeshaushalt zufließen und etwa 8 % den Haushalten der Bundesländer.

Die zu erwartende Zunahme der Wertschöpfung bis 2030 ist in beiden Ausbaupfaden zu einem großen Anteil auf die Windenergie und hier vor allem auf den zunehmenden Beitrag der Offshore-Anlagen, zurückzuführen.<sup>13</sup> Im Szenario 2011 A ergibt sich in diesem Bereich eine Wertschöpfung von 9,3 Mrd. EUR, was gegenüber 2012 eine Verdopplung bedeutet. Gemäß dem höheren Ausbaugrad bei dieser Technologie im Szenario 2011 THG95 fallen hier die zu erwartenden Effekte in 2030 noch einmal rund 1,4 Mrd. EUR höher aus. Weiterhin zeigt sich eine starke Zunahme der Wertschöpfung bei der tiefen Geothermie, was auf den deutlich höheren Bestand und Zubau im Jahr 2030 zurückzuführen ist. Bei der Photovoltaik sind angesichts der sehr hohen Zubaueffekte des Jahres 2012 in den zwei betrachteten Szenarien Rückgänge von bis zu 70 % zu verzeichnen. Allerdings ist die Wertschöpfung in der Produktion stark abhängig von der Importquote. Wenn diese in Zukunft unterhalb der Quote aus dem Jahr 2012 in Höhe von ca. 75 % liegen würde, könnte in dieser Branche auch eine höhere Wertschöpfung generiert werden.

<sup>12</sup> Die Angaben zur Wertschöpfung sind in EUR<sub>2012</sub> ausgewiesen. Es wurde unterstellt, dass sich Gehälter etc. entsprechend der Inflationsrate entwickeln.

<sup>13</sup> Auch hier muss das Ergebnis der Wertschöpfungsanalyse für die Offshore-Windenergie wieder vor dem Hintergrund interpretiert werden, dass die Technologie vereinfacht mit einer modifizierten Kette der Onshore-Windenergie abgebildet wird.

Die betrachteten EE-Ausbauszenarien unterscheiden sich in ihren Ergebnissen für das Jahr 2030 im Strombereich im Wesentlichen bei den Technologien Wind und Photovoltaik: in diesen Bereichen ist durch den höheren Ausbaugrad im ambitionierten Szenario 2011 THG95 von einer rund 16 % höheren Wertschöpfung und 21 % höheren Beschäftigungseffekten als im Szenario 2011 A auszugehen. Bei der Umweltwärme liegt den Berechnungen im Szenario THG95 ein deutlich höherer Anteil an Einzelanlagen und ein geringerer Anteil Nahwärme zugrunde, was entsprechend bei den Wärmepumpen zu höheren und bei der tiefen Geothermie zu geringeren Effekten resultiert.

Betrachtet man die Ergebnisse der szenariobasierten Hochrechnung für 2030 aufgeschlüsselt nach den vier zentralen Wertschöpfungsstufen wird deutlich, dass mit steigendem Anlagenbestand die Bedeutung der betriebsbezogenen Stufen, die über die gesamte Laufzeit anfallen, deutlich zunimmt (siehe Abb. 7.1 und Abb. 7.2). Im Szenario 2011 A machen die Effekte in diesen Stufen rund 70 % der gesamten Wertschöpfung aus, während auf die Anlagenproduktion nur noch knapp 23 % und auf die Installation und Planung rund 8 % entfallen. Im Szenario 2011 THG95 zeigt sich eine ähnliche Verteilung, jedoch macht die Anlagenherstellung mit 25 % einen etwas größeren Anteil an der gesamten Wertschöpfung aus, was durch höhere Zubaueffekte bei diesem Ausbaupfad zu erklären ist.



**Tab. 7.3: Direkte Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte durch erneuerbare Energien in Deutschland im Szenario 2011 A im Jahr 2030 nach Technologiebereichen und Wertschöpfungsbestandteilen**

Quelle. Eigene Berechnungen.

| 2030<br>Szenario 2011 A           | Gewinne<br>nach<br>Steuern | Nettoein-<br>kommen<br>durch<br>Beschäfti-<br>gung | Steuern<br>an die<br>Kommun-<br>nen | WS<br>Kommun-<br>nal | Steuern<br>an die<br>Länder | WS<br>Länder-<br>ebene | Steuern<br>und sonst.<br>Abgaben<br>an den<br>Bund | WS<br>gesamt  | Vollzeit-<br>beschäfti-<br>gte |
|-----------------------------------|----------------------------|--|-------------------------------------|----------------------|-----------------------------|------------------------|--|---------------|--------------------------------|
|                                   | [Mio. Euro]                |  |                                     |                      |                             |                        |  |               | [VZÄ]                          |
| Bioenergie (Strom)                | 834                        | 578  | 146                                 | 1.557                | 180                         | 1.737                  | 543  | 2.280         | 19.00                          |
| Photovoltaik                      | 684                        | 631  | 140                                 | 1.454                | 166                         | 1.620                  | 558  | 2.178         | 18.900                         |
| Windenergie                       | 3.874                      | 1.719  | 1.193                               | 6.786                | 708                         | 7.495                  | 1.770  | 9.264         | 55.000                         |
| Wasserkraft                       | 127                        | 99   | 30                                  | 256                  | 33                          | 289                    | 94   | 384           | 3.400                          |
| <b>Strom gesamt</b>               | <b>5.519</b>               | <b>3.026</b>                                       | <b>1.508</b>                        | <b>10.054</b>        | <b>1.088</b>                | <b>11.142</b>          | <b>2.965</b>                                       | <b>14.107</b> | <b>96.300</b>                  |
| Tiefe Geothermie<br>(Strom+Wärme) | 761                        | 598  | 147                                 | 1.507                | 159                         | 1.666                  | 515  | 2.181         | 20.800                         |
| Bioenergie (Wärme)                | 177                        | 504  | 52                                  | 733                  | 77                          | 811                    | 291  | 1.101         | 10.500                         |
| Solarthermie                      | 197                        | 521  | 60                                  | 778                  | 96                          | 875                    | 428  | 1.303         | 16.900                         |
| Wärmepumpen                       | 127                        | 324  | 38                                  | 489                  | 61                          | 551                    | 267  | 818           | 10.300                         |
| Nahwärmenetze                     | 489                        | 284  | 112                                 | 885                  | 70                          | 955                    | 246  | 1.201         | 10.800                         |
| <b>Wärme gesamt</b>               | <b>1.751</b>               | <b>2.231</b>                                       | <b>410</b>                          | <b>4.392</b>         | <b>464</b>                  | <b>4.857</b>           | <b>1.746</b>                                       | <b>6.603</b>  | <b>69.400</b>                  |
| Holz-Brennstoffe                  | 926                        | 112  | 64                                  | 1.102                | 176                         | 1.278                  | 265  | 1.543         | 6.000                          |
| Bio-Kraftstoffe                   | 387                        | 239  | 82                                  | 708                  | 90                          | 798                    | 242  | 1.040         | 8.000                          |
| <b>Summe</b>                      | <b>8.583</b>               | <b>5.607</b>                                       | <b>2.065</b>                        | <b>16.256</b>        | <b>1.818</b>                | <b>18.074</b>          | <b>5.219</b>                                       | <b>23.293</b> | <b>179.500</b>                 |

**Tab. 7.4: Direkte Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte durch erneuerbare Energien in Deutschland im Szenario 2011 A im Jahr 2030 nach Technologiebereichen und Wertschöpfungsstufen**

Quelle: Eigene Berechnungen.

| 2030<br>Szenario 2011 A        | Anlagen-<br>herstellung | Planung &<br>Installation | Anlagenbe-<br>trieb und<br>Wartung | Betreiber-<br>gewinne | Handel<br>(Auszug aus<br>allen Stufen) | WS<br>gesamt  |
|--------------------------------|-------------------------|---------------------------|------------------------------------|-----------------------|--|---------------|
|                                | [Mio. Euro]             |                           |                                    |                       |  |               |
| Bioenergie (Strom)             | 367                     | 81                        | 918                                | 914                   | 0                                      | 2.280         |
| Photovoltaik                   | 499                     | 214                       | 749                                | 716                   | 69                                     | 2.178         |
| Windenergie                    | 2.174                   | 662                       | 1.718                              | 4.711                 | 15                                     | 9.264         |
| Wasserkraft                    | 107                     | 31                        | 102                                | 144                   | 0                                      | 384           |
| <b>Summe Strom</b>             | <b>3.147</b>            | <b>989</b>                | <b>3.486</b>                       | <b>6.485</b>          | <b>84</b>                              | <b>14.107</b> |
| Tiefe Geothermie (Strom+Wärme) | 760                     | 44                        | 584                                | 792                   | 0                                      | 2.181         |
| Bioenergie (Wärme)             | 133                     | 73                        | 722                                | 173                   | 49                                     | 1.101         |
| Solarthermie                   | 730                     | 323                       | 250                                | 0                     | 267                                    | 1.303         |
| Wärmepumpen                    | 495                     | 29                        | 293                                | 0                     | 150                                    | 818           |
| Nahwärmenetze                  | 163                     | 374                       | 128                                | 535                   | 0                                      | 1.201         |
| <b>Summe Wärme</b>             | <b>2.282</b>            | <b>843</b>                | <b>1.977</b>                       | <b>1.500</b>          | <b>466</b>                             | <b>6.603</b>  |
| Holz-Brennstoffe               | 0                       | 0                         | 1.543                              | 0                     | 79                                     | 1.543         |
| Bio-Kraftstoffe                | 0                       | 0                         | 695                                | 345                   | 607                                    | 1.040         |
| <b>Summe</b>                   | <b>5.429</b>            | <b>1.832</b>              | <b>7.701</b>                       | <b>8.331</b>          | <b>1.235</b>                           | <b>23.293</b> |

**Tab. 7.5: Direkte Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte durch erneuerbare Energien in Deutschland im Szenario 2011 THG95 im Jahr 2030 nach Technologiebereichen und Wertschöpfungsbestandteilen**

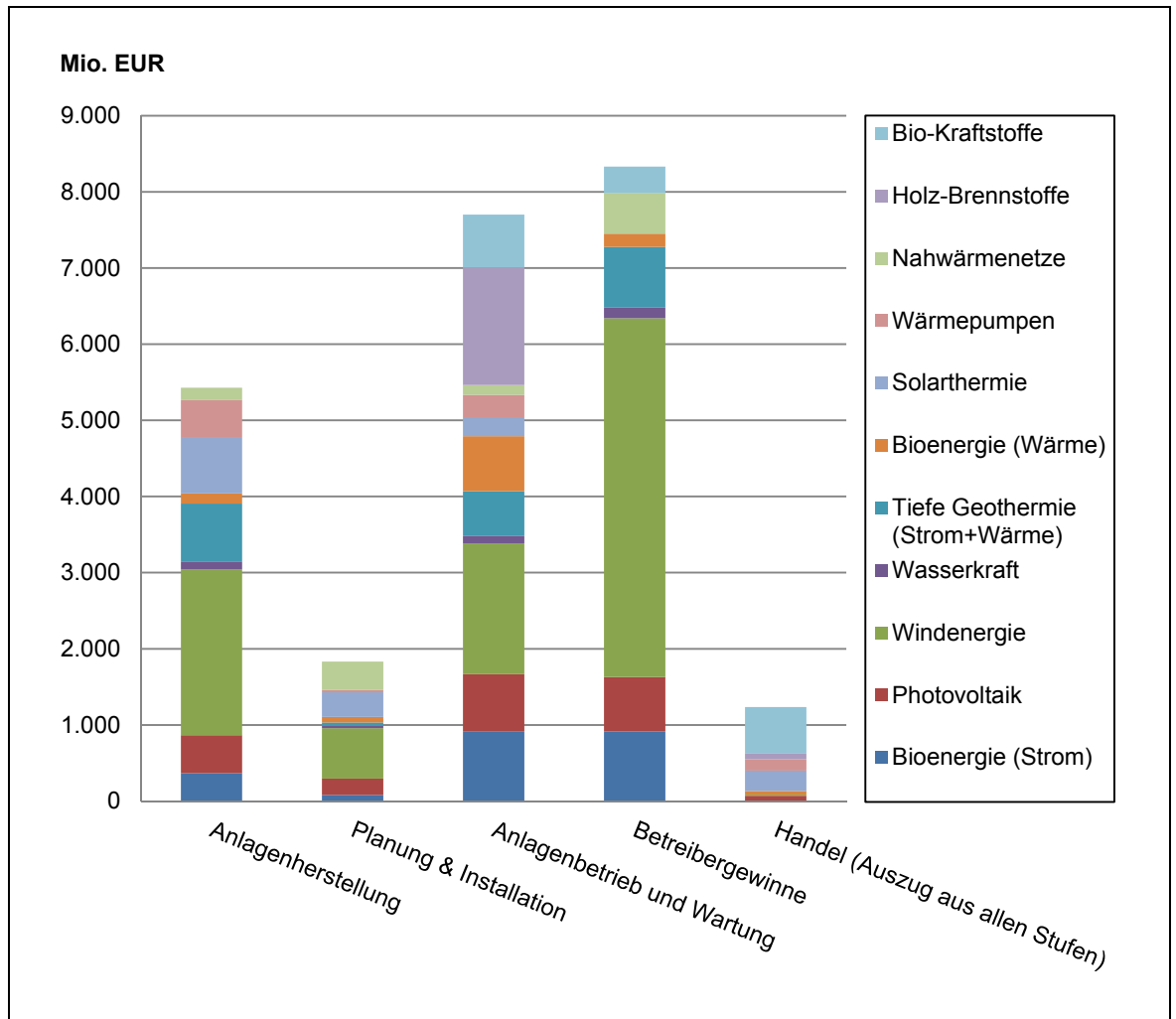
Quelle: Eigene Berechnungen.

| 2030<br>Szenario 2011<br>THG95    | Gewinne<br>nach<br>Steuern | Nettoein-<br>kommen<br>durch<br>Beschäfti-<br>gung | Steuern<br>an die<br>Kommun-<br>nen | WS<br>Kommun-<br>nal | Steuern<br>an die<br>Länder | WS<br>Länder-<br>ebene | Steuern<br>und sonst.<br>Abgaben<br>an den<br>Bund | WS<br>gesamt  | Vollzeit-<br>beschäfti-<br>gte |
|-----------------------------------|----------------------------|--|-------------------------------------|----------------------|-----------------------------|------------------------|--|---------------|--------------------------------|
|                                   | [Mio. Euro]                |  |                                     |                      |                             |                        |  |               | [VZÄ]                          |
| Bioenergie (Strom)                | 834                        | 578  | 146                                 | 1.557                | 180                         | 1.737                  | 543  | 2.280         | 19.000                         |
| Photovoltaik                      | 773                        | 768  | 161                                 | 1.702                | 195                         | 1.898                  | 674  | 2.572         | 23.200                         |
| Windenergie                       | 4.397                      | 2.070  | 1.357                               | 7.824                | 820                         | 8.645                  | 2.102  | 10.747        | 66.300                         |
| Wasserkraft                       | 127                        | 99   | 30                                  | 256                  | 33                          | 289                    | 94   | 384           | 3.400                          |
| <b>Strom gesamt</b>               | <b>6.131</b>               | <b>3.516</b>                                       | <b>1.693</b>                        | <b>11.340</b>        | <b>1.229</b>                | <b>12.569</b>          | <b>3.414</b>                                       | <b>15.983</b> | <b>112.000</b>                 |
| Tiefe Geothermie<br>(Strom+Wärme) | 660                        | 485  | 126                                 | 1.271                | 133                         | 1.404                  | 422  | 1.826         | 17.000                         |
| Bioenergie (Wärme)                | 177                        | 504  | 52                                  | 733                  | 77                          | 811                    | 291  | 1.101         | 10.500                         |
| Solarthermie                      | 197                        | 521  | 60                                  | 778                  | 96                          | 875                    | 428  | 1.303         | 16.900                         |
| Wärmepumpen                       | 207                        | 537  | 63                                  | 808                  | 101                         | 909                    | 443  | 1.352         | 17.200                         |
| Nahwärmenetze                     | 471                        | 270  | 108                                 | 849                  | 67                          | 916                    | 233  | 1.149         | 10.200                         |
| <b>Wärme gesamt</b>               | <b>1.713</b>               | <b>2.317</b>                                       | <b>410</b>                          | <b>4.439</b>         | <b>475</b>                  | <b>4.914</b>           | <b>1.817</b>                                       | <b>6.731</b>  | <b>71.800</b>                  |
| Holz-Brennstoffe                  | 926                        | 112  | 64                                  | 1.102                | 176                         | 1.278                  | 265  | 1.543         | 6.000                          |
| Bio-Kraftstoffe                   | 387                        | 239  | 82                                  | 708                  | 90                          | 798                    | 242  | 1.040         | 7.900                          |
| <b>Summe</b>                      | <b>9.157</b>               | <b>6.183</b>                                       | <b>2.248</b>                        | <b>17.589</b>        | <b>1.970</b>                | <b>19.559</b>          | <b>5.738</b>                                       | <b>25.297</b> | <b>197.600</b>                 |

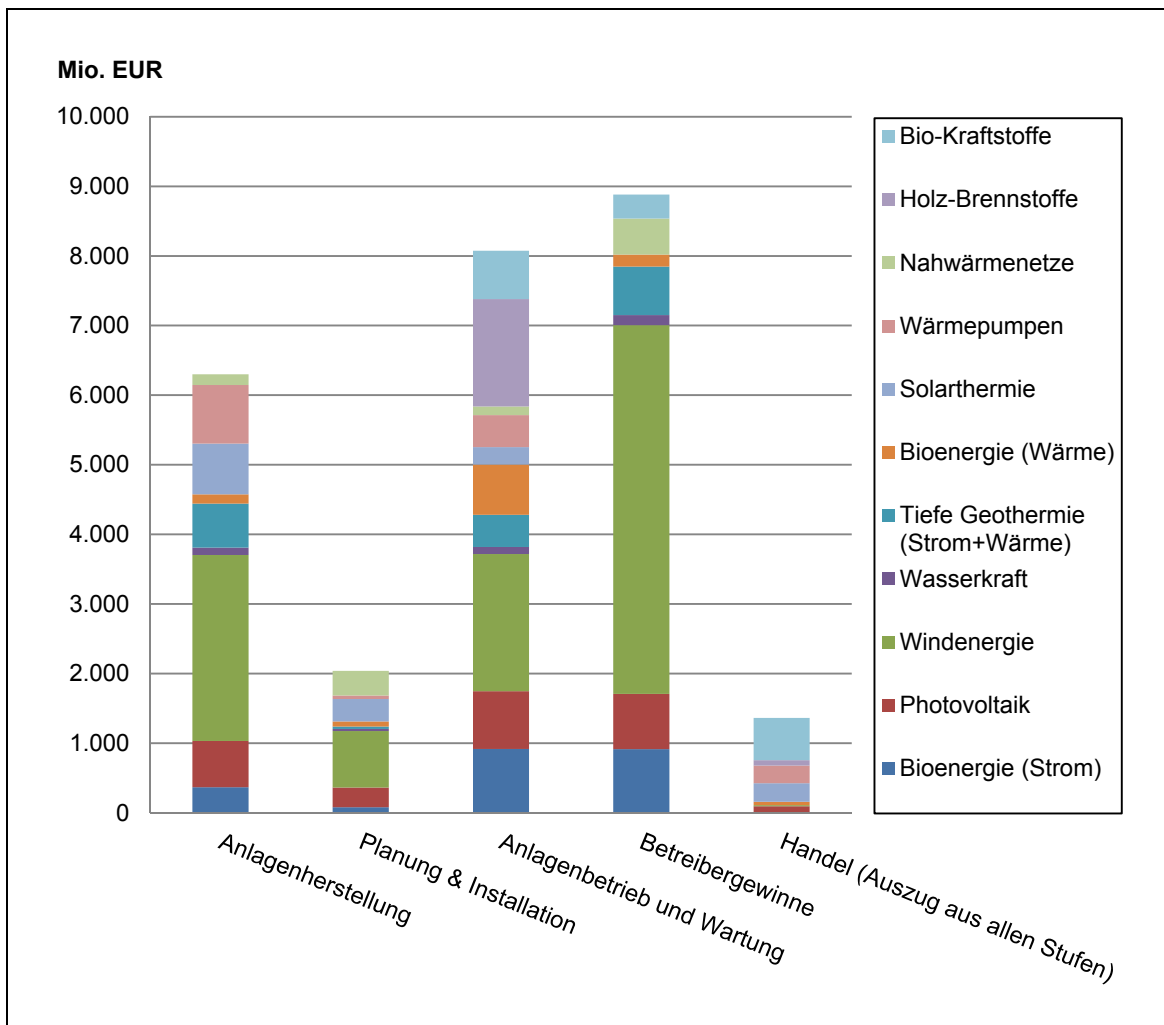
**Tab. 7.6: Direkte Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte durch erneuerbare Energien in Deutschland im Szenario 2011 THG95 im Jahr 2030 nach Technologiebereichen und Wertschöpfungsstufen**

Quelle: Eigene Berechnungen.

| 2030<br>Szenario 2011 THG95    | Anlagen-<br>herstellung | Planung &<br>Installation | Anlagenbe-<br>trieb und<br>Wartung | Betreiber-<br>gewinne | Handel<br>(Auszug aus<br>allen Stufen) | WS<br>gesamt  |
|--------------------------------|-------------------------|---------------------------|------------------------------------|-----------------------|--|---------------|
|                                | [Mio. Euro]             |                           |                                    |                       |  |               |
| Bioenergie (Strom)             | 367                     | 81                        | 918                                | 914                   | 0                                      | 2.280         |
| Photovoltaik                   | 666                     | 282                       | 830                                | 794                   | 94                                     | 2.572         |
| Windenergie                    | 2.670                   | 810                       | 1.969                              | 5.298                 | 16                                     | 10.747        |
| Wasserkraft                    | 107                     | 31                        | 102                                | 144                   | 0                                      | 384           |
| <b>Summe Strom</b>             | <b>3.810</b>            | <b>1.205</b>              | <b>3.818</b>                       | <b>7.150</b>          | <b>109</b>                             | <b>15.983</b> |
| Tiefe Geothermie (Strom+Wärme) | 632                     | 34                        | 463                                | 697                   | 0                                      | 1.826         |
| Bioenergie (Wärme)             | 133                     | 73                        | 722                                | 173                   | 49                                     | 1.101         |
| Solarthermie                   | 730                     | 323                       | 250                                | 0                     | 267                                    | 1.303         |
| Wärmepumpen                    | 841                     | 50                        | 460                                | 0                     | 252                                    | 1.352         |
| Nahwärmenetze                  | 154                     | 354                       | 124                                | 517                   | 0                                      | 1.149         |
| <b>Summe Wärme</b>             | <b>2.491</b>            | <b>834</b>                | <b>2.019</b>                       | <b>1.387</b>          | <b>568</b>                             | <b>6.731</b>  |
| Holz-Brennstoffe               | 0                       | 0                         | 1.543                              | 0                     | 79                                     | 1.543         |
| Bio-Kraftstoffe                | 0                       | 0                         | 695                                | 345                   | 607                                    | 1.040         |
| <b>Summe</b>                   | <b>6.301</b>            | <b>2.039</b>              | <b>8.075</b>                       | <b>8.882</b>          | <b>1.363</b>                           | <b>25.297</b> |



**Abb. 7.1: Direkte Wertschöpfung durch erneuerbare Energien in Deutschland im Szenario 2011 A im Jahr 2030 nach Stufen und Technologiebereichen**



**Abb. 7.2: Direkte Wertschöpfung durch erneuerbare Energien in Deutschland im Szenario 2011 THG95 im Jahr 2030 nach Stufen und Technologiebereichen**

## 8 Literaturverzeichnis

- Alt, Franz und Bigi Alt (2013): Die Solarindustrie hat in Deutschland eine Zukunft. *Sonnenseite.com*.  
<http://www.sonnenseite.com/index.php?pageID=5&article:oid=a25588>.
- Altmaier, Peter (2012): Verfahrensvorschlag zur Neuregelung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG). 11. Oktober.
- BAFA [Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle] (2013a): Aufkommen und Export von Erdgas. Entwicklung der Grenzübergangspreise ab 1991. [http://www.bafa.de/bafa/de/energie/erdgas/ausgewaehlte\\_statistiken/egasmon.pdf](http://www.bafa.de/bafa/de/energie/erdgas/ausgewaehlte_statistiken/egasmon.pdf).
- BAFA [Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle] (2013b): Energie INFO. Rohölimporte.  
[http://www.bafa.de/bafa/de/energie/mineraloel\\_rohoel/energieinfo\\_rohoel/2012/dezember.pdf](http://www.bafa.de/bafa/de/energie/mineraloel_rohoel/energieinfo_rohoel/2012/dezember.pdf).
- BAFA [Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle] (2013c): Energie Info. Drittlandssteinkohlepreise frei deutsche Genze.  
<http://www.bafa.de/bafa/de/energie/steinkohle/drittlandskohlepreis/energieinfo.pdf>.
- BDBe [Bundesverband der deutschen Bioethanolwirtschaft] (2013): Marktdaten 2012 / 2013.  
[http://www.bdbe.de/files/4813/6783/1328/BDBe\\_Marktdaten\\_2012\\_2013.pdf](http://www.bdbe.de/files/4813/6783/1328/BDBe_Marktdaten_2012_2013.pdf).
- BMU [Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit] (2011a): Erfahrungsbericht 2011 zum Erneuerbare-Energien-Gesetz. [http://www.erneuerbare-energien.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/eeg\\_erfahrungsbericht\\_2011\\_entwurf.pdf](http://www.erneuerbare-energien.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/eeg_erfahrungsbericht_2011_entwurf.pdf) (Zugegriffen 8. Juli 2011).
- BMU [Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit] (2011b): Erfahrungsbericht 2011 zum Erneuerbare-Energien-Gesetz. [http://www.erneuerbare-energien.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/eeg\\_erfahrungsbericht\\_2011\\_entwurf.pdf](http://www.erneuerbare-energien.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/eeg_erfahrungsbericht_2011_entwurf.pdf) (Zugegriffen 8. Juli 2011).
- BMU [Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit] (2012): *Erneuerbare Energien in Zahlen. Internet-Update ausgewählter Daten*. Berlin. [http://www.erneuerbare-energien.de/fileadmin/Daten\\_EE/Dokumente\\_\\_PDFs\\_/20130114\\_BMU\\_EEiZ\\_Herbst12.pdf](http://www.erneuerbare-energien.de/fileadmin/Daten_EE/Dokumente__PDFs_/20130114_BMU_EEiZ_Herbst12.pdf).
- BMU [Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit] (2013): Erneuerbare Energien 2012. Daten des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland im Jahr 2012 auf der Grundlage der Angaben der Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat).
- BNetzA [Bundesnetzagentur] (2013): Zahlen, Daten und Informationen zum EEG. <http://www.bundesnetzagentur.de>.
- Bost, Mark, Timo Böther, Bernd Hirschl, Sebastian Kreuz, Anna Neumann und Julika Weiß (2012): *Erneuerbare Energien Potenziale in Brandenburg 2030*. Berlin: Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW).  
[http://www.ioew.de/publikation\\_single/Erneuerbare\\_Energien\\_Potenziale\\_in\\_Brandenburg\\_2030/](http://www.ioew.de/publikation_single/Erneuerbare_Energien_Potenziale_in_Brandenburg_2030/).
- BSW Solar [Bundesverband Solarwirtschaft] (2013): Statistische Zahlen der deutschen Solarwärmebranche (Solarthermie).
- Buddensiek, Volker (2013): Ernüchternde Zahlen. *Sonne Wind & Wärme*, Nr. 04/2013: 22–24.
- Bundesagentur für Arbeit (2012): Arbeitsmarkt in Zahlen - Beschäftigungsstatistik: Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte nach Wirtschaftszweigen (WZ 2008) Deutschland.
- Bundesbank (2012): Hochgerechnete Angaben aus Jahresabschlüssen deutscher Unternehmen von 2006 bis 2011.
- BWP [Bundesverband Wärmepumpe] (2013): persönliche Mitteilung.
- DBFZ [Deutsches Biomasseforschungszentrum] (2011): *Identifizierung strategischer Hemmnisse und Entwicklung von Lösungsansätzen zur Reduzierung der Nutzungskonkurrenzen beim weiteren Ausbau der energetischen Biomassennutzung*. DBFZ Report Nr. 4. Leipzig.
- DBFZ [Deutsches Biomasseforschungszentrum] (2012): Monitoring zur Wirkung des Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) auf die Entwicklung der Stromerzeugung aus Biomasse. (Zugegriffen 11. September 2012).
- DBFZ (2013): persönliche Mitteilung.
- DEPI [Deutsches Pelletinstitut] (2013): Pelletproduktion und Inlandsbedarf in Deutschland.  
[http://www.depi.de/media/filebase/files/infothek/images/Pelletproduktion\\_und\\_Inlandsbedarf\\_ENplus.jpg](http://www.depi.de/media/filebase/files/infothek/images/Pelletproduktion_und_Inlandsbedarf_ENplus.jpg).
- DEWI [Deutsches Windenergie Institut] (2013): Windenergie in Deutschland - Aufstellungszahlen für das Jahr 2012.

- Fachverband Biogas (2012): Branchenzahlen 2011 und Prognose der Branchenentwicklung 2012/2013. Entwicklung der Anzahl Biogasanlagen und der gesamten installierten elektrischen Leistung in Megawatt [MW].
- Fachverband Biogas (2013): Branchenzahlen 2012 und Prognose der Branchenentwicklung 2013. Entwicklung des jährlichen Zubaus von neuen Biogasanlagen in Deutschland.
- FNR [Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe] (2013a): Entwicklung Biodiesel-Produktion und -Absatz in Deutschland. <http://mediathek.fnr.de/grafiken/daten-und-fakten/bioenergie/biokraftstoffe/entwicklung-biodiesel-in-deutschland.html>.
- FNR [Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe] (2013b): Großhandelspreise Bioethanol (E 100). <http://mediathek.fnr.de/grafiken/daten-und-fakten/preise-und-kosten/biokraftstoffe-grosshandelspreise-interaktiv.html>.
- Eclareon GmbH (2013): Biomasseatlas. <http://www.biomasseatlas.de/> (Zugegriffen 2. Juli 2013).
- Hartmann, Dr. Hans, Klaus Reisinger, Christian Nothhaft und Peter Turowski (2010): *Kleine Biomassefeuerungen - Marktbetrachtungen, Betriebsdaten, Kosten und Wirtschaftlichkeit*. Berichte aus dem TFZ. Straubing.
- Hirschl, Bernd, Astrid Aretz und Timo Böther (2011a): Wertschöpfung und Beschäftigung durch Erneuerbare Energien in Mecklenburg-Vorpommern 2010 und 2030. [http://www.ioew.de/uploads/tx\\_ukioewdb/Studie-Wertsch%C3%B6pfung\\_EE-MV.pdf](http://www.ioew.de/uploads/tx_ukioewdb/Studie-Wertsch%C3%B6pfung_EE-MV.pdf) (Zugegriffen 7. März 2012).
- Hirschl, Bernd, Astrid Aretz, Andreas Prah, Timo Böther, Katharina Heinbach, Daniel Pick und Simon Funcke (2010): *Kommunale Wertschöpfung durch erneuerbare Energien*. Schriftenreihe des Instituts für ökologische Wirtschaftsforschung (Hrsg.). Nr. 196/10. Berlin. [http://www.ioew.de/uploads/tx\\_ukioewdb/IOEW\\_SR\\_196\\_Kommunale\\_Wertsch%C3%B6pfung\\_durch\\_Erneuerbare\\_Energien.pdf](http://www.ioew.de/uploads/tx_ukioewdb/IOEW_SR_196_Kommunale_Wertsch%C3%B6pfung_durch_Erneuerbare_Energien.pdf).
- Hirschl, Bernd, Timo Böther, Andre Schröder und Katharina Heinbach (2011b): Wertschöpfung und Beschäftigung durch Windenergie in Baden-Württemberg in den Jahren 2010 und 2020. [http://www.ioew.de/das\\_ioew/organisation/forschungsfelder/nachhaltige\\_energiwirtschaft\\_und\\_klimaschutz/publikationen/publikation040000000/?tx\\_t3ukioew\\_pi1\[pointer\]=1&tx\\_t3ukioew\\_pi1\[publikation\]=9967&cHash=64f485e8f5401ec5f89698341f516732](http://www.ioew.de/das_ioew/organisation/forschungsfelder/nachhaltige_energiwirtschaft_und_klimaschutz/publikationen/publikation040000000/?tx_t3ukioew_pi1[pointer]=1&tx_t3ukioew_pi1[publikation]=9967&cHash=64f485e8f5401ec5f89698341f516732) (Zugegriffen 7. März 2012).
- KfW (2013): KfW-Förderreport. <https://www.kfw.de/KfW-Konzern/%C3%9Cber-die-KfW/Zahlen-und-Fakten/KfW-auf-einen-Blick/F%C3%B6rderreport/>.
- Lehr, Ulrike (2011): *Einzel- und gesamtwirtschaftliche Analyse von Kosten- und Nutzenwirkungen des Ausbaus der erneuerbaren Energien im deutschen Strom- und Wärmemarkt. Methodenüberblick zur Abschätzung der Veränderungen von Energieimporten durch den Ausbau erneuerbarer Energien*. Osnabrück.
- Lehr, Ulrike, Christian Lutz, Dietmar Edler, Marlene O'Sullivan, Kristina Nienhaus, Joachim Nitsch, Barbara Breitschopf, Peter Bickel und Marion Ottmüller (2011): Kurz- und langfristige Auswirkungen des Ausbaus der erneuerbaren Energien auf den deutschen Arbeitsmarkt. [http://www.erneuerbare-energien.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/ee\\_arbeitsmarkt\\_bf.pdf](http://www.erneuerbare-energien.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/ee_arbeitsmarkt_bf.pdf) (Zugegriffen 24. April 2012).
- MWV [Mineralölwirtschaftsverband] (2013): MWV-Jahresbericht 2012/Mineralöl-Zahlen.
- Nitsch, Joachim, Thomas Pregger, Tobias Naegler, Dominik Heide, Diego Luca de Tena, Franz Trieb, Yvonne Scholz, et al. (2012a): *Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global*. Schlussbericht. Stuttgart, Kassel, Teltow.
- Nitsch, Joachim, Thomas Pregger, Tobias Naegler, Dominik Heide, Diego Luca de Tena, Franz Trieb, Yvonne Scholz, et al. (2012b): *Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global*. Datenanhang II zum Schlussbericht. Stuttgart, Kassel, Teltow.
- O'Sullivan, Marlene, Dietmar Edler, Peter Bickel, Ulrike Lehr, Frank Peter und Fabian Sakowski (2013): Bruttobeschäftigung durch erneuerbare Energien in Deutschland im Jahr 2012 -eine erste Abschätzung-.
- Podewils, Christoph (2012): Die Luft wird dünner. Ab 1. November gibt es weniger Geld für Solarstrom aus neu installierten Anlagen. *Photon*, Nr. 11/2012: 14–15.
- Schröder, André (2010): Regionalökonomische Effekte aus der Nutzung von Windenergie in der Region Hannover. [http://www.100-ee.de/fileadmin/Redaktion/Downloads/Schriftenreihe/Arbeitsmaterialien\\_100EE\\_Nr3.pdf](http://www.100-ee.de/fileadmin/Redaktion/Downloads/Schriftenreihe/Arbeitsmaterialien_100EE_Nr3.pdf).
- Statistisches Bundesamt (2012a): Statistisches Jahrbuch - Deutschland und Internationales.



- Statistisches Bundesamt (2012b): Verdienste und Arbeitskosten - Arbeitnehmerverdienste 2011.
- Statistisches Bundesamt (2012c): Finanzen und Steuern - Umsatzsteuerstatistik (Vorankündigungen) 2010.
- Statistisches Bundesamt (2012d): Umsatz mit Waren, Bau und Dienstleistungen für den Umweltschutz 2010.
- Statistisches Bundesamt (2013): Betriebe, Tätige Personen, Geleistete Arbeitsstunden, Entgelte (Energie- und Wasserversorgung): Deutschland, Jahre, Wirtschaftszweige. [www-genesis.destatis.de](http://www-genesis.destatis.de).
- UBA [Umweltbundesamt] (2013): *Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger - Durch Einsatz erneuerbarer Energien vermiedene Emissionen im Jahr 2012. Aktualisierte Anhänge 2 und 4 der Veröffentlichung „Climate Change 12/2009“*. Dessau-Roßlau.
- VCI [Verband der Chemischen Industrie] (2012): Chemiewirtschaft in Zahlen 2012. <https://www.vci.de/Downloads/Publikation/Chemiewirtschaft%20in%20Zahlen%202012.pdf>.
- VDA [Verband der Automobilindustrie] (2013): Jahreszahlen. <http://www.vda.de/de/zahlen/jahreszahlen/allgemeines/>.
- Weiß, Julika, Andreas Prah, Katharina Heinbach, Bernd Hirschl, Gabriel Weber und Steven Salecki (2012): *Kommunale Wertschöpfung durch Erneuerbare Energien in zwei Modellkommunen in Nordrhein-Westfalen*. Berlin.

## 9 Anhang

### 9.1 Berechnung der eingesparten Energieimporte durch die Nutzung erneuerbarer Energien im Jahr 2012

Der vermehrte Einsatz erneuerbarer Energien in den Sektoren Strom, Wärme und Verkehr hat auch eine zunehmende Substitution der Energieerzeugung auf Basis fossiler Energieträger zur Folge. Da ein Großteil der fossilen Energieträger nach Deutschland importiert wird, ergibt sich damit auch eine Verringerung der Energieimporte, beziehungsweise der Kosten für Energieimporte. Im Rahmen dieser Studie hat das IÖW die vermiedenen Importe berechnet, welche mit den ermittelten Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekten durch erneuerbare Energien im Jahr 2012 verbunden sind. Die Vorgehensweise für die Berechnungen lehnt sich an die in der Veröffentlichung *„Methodenüberblick zur Abschätzung der Veränderungen von Energieimporten durch den Ausbau erneuerbarer Energien“* (Lehr 2011) beschriebene Methode an. Die Einsparung fossiler Primärenergie durch die Nutzung erneuerbarer Energien wird mit Hilfe der von UBA (2013) veröffentlichten Substitutionsfaktoren und dem Verbrauch an fossiler Primärenergie aus BMU (2012) berechnet. Mit Hilfe der entsprechenden Heizwerte lässt sich dann aus der eingesparten fossilen Primärenergie die Menge der substituierten fossilen Brennstoffe ermitteln. Auf dieser Grundlage kann mit Hilfe von Informationen zu den Importpreisen und den Importquoten für die jeweiligen fossilen Energieträger in 2012 die Verringerung der Energieimporte nach Deutschland quantifiziert werden. Den Berechnungen liegt dabei die Annahme zugrunde, dass für die eingesparten fossilen Brennstoffe Erdgas und Öl die gleiche Importquote gilt, wie für die eingesetzten Mengen. Die Importanteile betragen im Jahr 2012 97 % für Rohöl (MWV 2013) und 91 % für Erdgas (BAFA 2013a). Da für deutsche Steinkohle eine garantierte Abnahmemenge vereinbart ist, kann der Rückgang der Nachfrage nach Steinkohle durch den Ausbau der erneuerbaren Energien nur den Import betreffen, d.h. es wird bei Steinkohle von einer Importquote von 100 % ausgegangen. Für die Importpreise wurden die jeweiligen Angaben der BAFA zu Grenzübergangspreisen im Jahr 2012 zugrunde gelegt (BAFA 2013b; BAFA 2013c; BAFA 2013a). Heizöl, Benzin und Diesel werden in Rohöl umgerechnet und den Importen von Rohöl zugeteilt.

Da nicht nur bei fossilen Brennstoffen ein Import nach Deutschland stattfindet, sondern auch biogene Energieträger nach Deutschland eingeführt werden, müssen diese Importe für eine Nettobetrachtung quantifiziert und mit den Ausgaben für fossile Energieträger gegengerechnet werden. Bei Pellets und Biodiesel überstieg der Export in 2012 den Import, so dass diese für die hier vorgenommene Betrachtung keine Relevanz haben. Im Fall von Bioethanol ergibt sich ein positiver Nettosaldo, da 2012 eine Produktion von 613.381 Tonnen einem Verbrauch von 1.249.527 Tonnen in Deutschland gegenüberstand und somit davon auszugehen ist, dass 636.146 Tonnen importiert wurden. Da für Bioethanol keine aktuellen Angaben zu Importpreisen zur Verfügung stehen, werden die Kosten für die Einfuhr von Bioethanol mit dem durchschnittlichen Großhandelspreis im Jahr 2012 in Höhe von 0,63 EUR/Liter (exkl. Energiesteuer) (FNR 2013b) abgeschätzt. Der Verringerung bei den Energieimporten fossiler Energieträger von 6,6 Mrd. EUR stehen somit Ausgaben für den Import von biogenem Kraftstoff in Höhe von 0,5 Mrd. EUR gegenüber. Netto ergibt sich somit durch die Nutzung erneuerbarer Energien eine Einsparung von 6,1 Mrd. EUR in 2012 (siehe Tab. 9.1). Die vermiedenen Importe wurden nur für die im IÖW-Modell abgebildeten Wertschöpfungsketten quantifiziert, um eine einheitliche Bezugsbasis für die Ergebnisse der Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte und die Berechnungen der eingesparten Energieimporte zu gewährleisten.

**Tab. 9.1: Eingesparte Energieimporte durch die Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland im Jahr 2012**

Quelle: eigene Berechnungen.

| 2012          | Eingesparte Energieimporte<br>(brutto) | Eingesparte Energieimporte<br>(netto) |
|---------------|--|---------------------------------------|
|               | [Mrd. EUR]                             | [Mrd. EUR]                            |
| Strom         | 3,4                                    | 3,4                                   |
| Wärme         | 2,0                                    | 2,0                                   |
| Verkehr       | 1,2                                    | 0,7                                   |
| <b>Gesamt</b> | <b>6,6</b>                             | <b>6,1</b>                            |

GESCHÄFTSSTELLE BERLIN  
MAIN OFFICE

Potsdamer Straße 105

10785 Berlin

Telefon: + 49 – 30 – 884 594-0

Fax: + 49 – 30 – 882 54 39

BÜRO HEIDELBERG  
HEIDELBERG OFFICE

Bergstraße 7

69120 Heidelberg

Telefon: + 49 – 6221 – 649 16-0

Fax: + 49 – 6221 – 270 60

[mailbox@ioew.de](mailto:mailbox@ioew.de)

[www.ioew.de](http://www.ioew.de)



## ➡ **Kein Geld von Industrie und Staat**

Greenpeace ist international, überparteilich und völlig unabhängig von Politik, Parteien und Industrie. Mit gewaltfreien Aktionen kämpft Greenpeace für den Schutz der Lebensgrundlagen. Mehr als eine halbe Million Menschen in Deutschland spenden an Greenpeace und gewährleisten damit unsere tägliche Arbeit zum Schutz der Umwelt.