

Nutzen durch erneuerbare Energien im Jahr 2008



**Vermiedene fossile Energieimporte
und externe Kosten**

Dezember 2009

Auftraggeber: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
11055 Berlin

Bearbeitung: Dr. Bernd Wenzel
Ingenieurbüro für neue Energien
Bertholdstr. 24
14513 Teltow
www.ifne.de

Abbildungen Titelseite: BMU/Thomas Härtrich; BMU/Bernd Müller; H.-G.Oed; BMU/Bernd Müller

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Einleitung | 5 |
| 2 | Vermiedene externe Kosten in der Stromerzeugung | 7 |
| 2.1 | Vorbemerkung | 7 |
| 2.2 | Emissions- und Substitutionsfaktoren | 7 |
| 2.3 | Vermiedene Emissionen | 9 |
| 2.4 | Vermiedene externe Kosten..... | 10 |
| 3 | Vermiedene Energieimporte | 13 |
| 3.1 | Vorbemerkung | 13 |
| 3.2 | Substituierte fossile Primärenergiemenge | 14 |
| 3.3 | Eingesparte Importkosten | 14 |
| 3.3.1 | Brutto-Einsparung | 14 |
| 3.3.2 | Berücksichtigung von Biomasse-Importen | 15 |
| 4 | Zusammenfassung | 19 |
| 5 | Literatur | 21 |

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

| | | |
|------------|--|----|
| Abb. 1: | Substitutionsfaktoren fossiler Stromerzeugung [Klobasa et al 2009, 18] | 8 |
| Abb. 2: | Gegenüberstellung der Brutto- und Nettoeinsparung bei den eingesparten Energieimporten im Jahr 2008..... | 17 |
| Tabelle 1: | Spezifische Emissionen für Technologien der Stromerzeugung aus fossilen Energieträgern inkl. Vorketten | 8 |
| Tabelle 2: | Spezifisch vermiedene Emissionen durch die erneuerbaren Energien mit Berücksichtigung der Vorketten | 9 |
| Tabelle 3 | Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien 2008 | 9 |
| Tabelle 4: | Vermiedene Emissionsmengen durch erneuerbare Energien inkl. Berücksichtigung der Vorketten | 10 |
| Tabelle 5: | Spezifische Schadenskosten für Klimaschäden und Luftschadstoffe | 10 |
| Tabelle 6: | Einsparung fossiler Primärenergie durch die Nutzung erneuerbarer Energien im Jahr 2008 | 14 |
| Tabelle 7: | Entwicklung der eingesparten Kosten bei Energieimporten im Zeitraum 2004 bis 2008 (brutto) | 15 |
| Tabelle 8: | Entwicklung der eingesparten Kosten bei Energieimporten für 2007 / 2008 (netto) | 17 |

1 Einleitung

Die Nutzung erneuerbarer Energien (EE) hat in Deutschland auch im Jahr 2008 weiter zugelegt. So stieg der Anteil der Stromproduktion aus erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch von 14% auf rund 15%. Bezogen auf den gesamten Endenergieverbrauch lag der Anteil der erneuerbaren Energien bei 9,6%.

Die wachsende Nutzung hilft, negative Umweltwirkungen durch die Nutzung fossiler Energieträger im Strom-, Wärme- und Kraftstoffbereich – hier vor allem CO₂-Emissionen - zu reduzieren bzw. nicht weiter anwachsen zu lassen. Gleichzeitig führt die Nutzung erneuerbarer Energien auch zu einem geringeren Bedarf an fossilen Energieträgern wie Erdgas, Erdöl und Steinkohle, da diese durch die EE verdrängt werden und in der Folge auch nicht mehr importiert werden müssen. Die Kosten für den Import fossiler Energieträger – vor allem Erdöl - werden nach Ansicht vieler Experten aufgrund fundamentaler Zusammenhänge (steigende Nachfrage bei gleichbleibenden oder gar sinkenden Angebot) wieder/weiter ansteigen, nachdem im Jahr 2008 bereits ein vorläufiger historischer Höhepunkt bei den Energiepreisen erreicht wurde. Insgesamt gab Deutschland im Jahr 2008 nach Angaben des Statistischen Bundesamtes rund 87 Mrd. Euro für den Import von Erdöl, Erdgas und Steinkohle aus. Im Jahr 2007 waren es noch 64 Mrd. Euro [DESTATIS 2008].

Neben den ökonomischen Risiken wird vor allem die wachsende Abhängigkeit von Energieimporten als problematisch angesehen. Vor allem die Abhängigkeit von wenigen und zum Teil politisch unzuverlässigen oder instabilen Exportländern wird kritisch beurteilt [Frondelet et al. 2009]. Außerdem trägt die Verbrennung fossiler Energieträger zum Klimawandel bei, der auch in Deutschland bereits Schäden verursacht. Neben den Schadenskosten sind für Anpassungsmaßnahmen, wie z.B. die Erhöhung von Deichen, hohe Investitionen zu tätigen. Diese Kosten werden als externe Kosten bezeichnet, da sie bislang nicht vollständig von den Verursachern in der betriebswirtschaftlichen Kalkulation berücksichtigt werden müssen.

Die Nutzung von erneuerbaren Energien wirkt diesen Nachteilen – ebenso wie Effizienzmaßnahmen – deutlich entgegen. Die vorliegende Untersuchung ermittelt als zeitliche Fortschreibung die im Jahr 2008 bei fossilen Energieimporten und externen Kosten erzielten Einsparungen.

Die methodischen Grundlagen für die Berechnung der externen Kosten basieren auf den Arbeiten von Krewitt & Schlomann (2006). Die statistischen Angaben zur Nutzung erneuerbarer Energien wurden vorab von der Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien Statistik zur Verfügung gestellt.

2 Vermiedene externe Kosten in der Stromerzeugung

2.1 Vorbemerkung

Die im Folgenden durchgeführten Berechnungen zu vermiedenen externen Kosten schreiben die Ergebnisse von [Krewitt & Schlomann 2006] und [Wenzel 2008] für die Jahre 2006 bzw. 2007 für das Jahr 2008 fort. Methodische Änderungen bei der Ermittlung der verwendeten Emissionsfaktoren für Kohlendioxid und Luftschadstoffe aus Stromerzeugungsanlagen inklusive der Vorketten [UBA 2009], der Substitutionsfaktoren [Klobasa et al. 2009] sowie die weiter gestiegene Verwendung erneuerbarer Energieträger machten eine Neuberechnung der vermiedenen externen Kosten erforderlich.

Der von Krewitt & Schlomann in ihrer Untersuchung empfohlene „beste Schätzwert“ zur Berechnung der *Schadenskosten* des Klimawandels von 70 Euro / t CO₂ bleibt unverändert. [Krewitt & Schlomann 2006, 1]. Ein vergleichbarer Wert von 85 Euro / t CO₂ wurde auch im so genannten Stern-Report zugrunde gelegt. Auch die erwarteten *Vermeidungskosten* durch die geplante Abscheidung von CO₂ in Kohlekraftwerken erreichen spezifische Kosten bis zu 50 Euro / t CO₂ [BMU 2007, 33]. Der empfohlene „beste Schätzwert“ der Schadenskosten liegt somit in einer belastbaren Größenordnung und ist geeignet, die Kosten des CO₂-bedingten Klimawandels konkreter zu beziffern.

Für eine vertiefte Betrachtung der zugrunde gelegten Zusammenhänge wird auf das ausführliche Gutachten von Krewitt & Schlomann verwiesen.

2.2 Emissions- und Substitutionsfaktoren

Zur Errechnung der durch die Nutzung erneuerbarer Energien vermiedenen Emissionen werden im ersten Schritt die spezifischen Emissionen der fossilen Kraftwerkstechnologien benötigt, die durch die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien verdrängt werden. Diese Emissionsfaktoren berücksichtigen auch die Vorketten aus dem Bau der Kraftwerke und Bereitstellung der Brennstoffe (vgl. Tabelle 1).

Tabelle 1: Spezifische Emissionen für Technologien der Stromerzeugung aus fossilen Energieträgern inkl. Vorketten

| | CO ₂ | SO ₂ | NO _x | Staub |
|------------|-----------------------|-----------------|-----------------|-------|
| | g / kWh _{el} | | | |
| Braunkohle | 1082 | 0,87 | 0,76 | 0,03 |
| Steinkohle | 900 | 0,63 | 0,64 | 0,04 |
| Gas | 500 | 0 | 0,48 | 0 |

Quelle: UBA 2009

Das Einspeiseprofil von Wind oder Solarstrom ist naturgemäß anders, als das von Biogas oder der Wasserkraft. Sie verdrängen somit jeweils einen unterschiedlichen fossilen Kraftwerksmix. Daher sind für jede einzelne Sparte der EE-Stromerzeugung die Substitutionsfaktoren zu ermitteln. Die Substitutionsfaktoren wurden in einer aktuellen Untersuchung erstmals auf Basis von Simulationsrechnungen mit einem Kraftwerksmodell analysiert [Klobasa et al. 2009].

Danach ersetzt Strom aus erneuerbaren Energien spartenspezifisch sehr unterschiedliche Stromerzeugungen aus fossilen Kraftwerken, wie in Abb. 1 gezeigt wird.

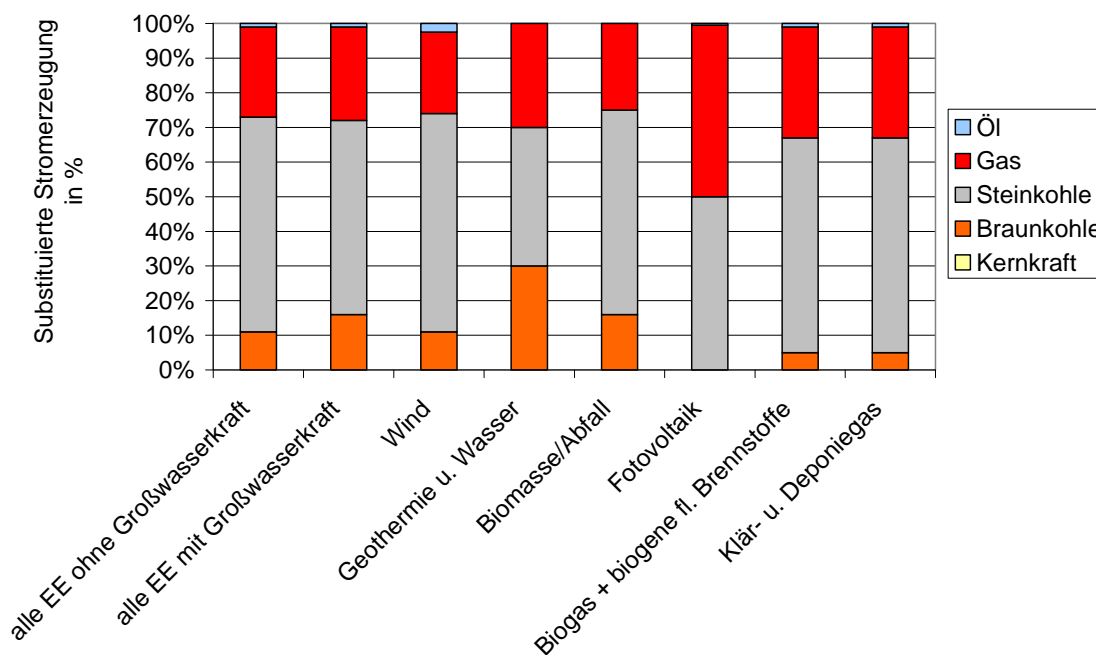


Abb. 1: Substitutionsfaktoren fossiler Stromerzeugung [Klobasa et al 2009, 18]

Aus den spezifischen Emissionen in Verbindung mit den Substitutionsfaktoren ergeben sich für die einzelnen EE-Sparten spezifische Vermeidungsfaktoren für CO₂-Emissionen und Luftschadstoffe. Dabei zeigt sich, dass Biomasseanlagen bei den Luftschadstoffen NO_x und Staub zum Teil zu erhebliche Mehrbelastungen verursachen, da diese Anlagen hinsichtlich

dieser Schadstoffe anderen genehmigungsrechtlichen Voraussetzungen unterliegen als fossil befeuerte Großkraftwerke. Die Ergebnisse für die einzelnen EE-Sparten zeigt Tabelle 2.

Tabelle 2: Spezifisch vermiedene Emissionen durch die erneuerbaren Energien mit Berücksichtigung der Vorketten

| | CO ₂ g/kWh | SO ₂ mg/kWh | NO _x mg/kWh | Staub mg/kWh |
|---------------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------|
| Wasserkraft | 851 | 544 | 685 | -11 |
| Klär- und Deponiegas, Grubengas | 780 | 398 | -43 | 25 |
| Biogas | 688 | 230 | -1320 | -301 |
| Biomasse (fest) | 819 | 337 | -1832 | -7 |
| Biomasse (flüssig) | 570 | 1 | -5505 | -857 |
| Geothermie | 835 | 518 | 703 | 30 |
| Wind | 753 | 451 | 607 | -3 |
| Photovoltaik | 591 | 106 | 492 | -52 |
| biogener Anteil des Abfalls | 829 | 443 | 638 | 19 |

Quelle: UBA; für Deponie- und Grubengas wurde der Vermeidungsfaktor von Klärgas angesetzt

2.3 Vermiedene Emissionen

Durch Multiplikation der spezifischen Emissionsvermeidungsfaktoren nach Tabelle 2 und den durch die jeweiligen EE-Sparten erzeugten Strommengen nach Tabelle 3 ergeben sich die insgesamt vermiedenen Emissionen, auf deren Basis anschließend die externen Kosten bewertet werden.

Nach vorläufigen Angaben der Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien Statistik wurden 2008 insgesamt rund 92,8 TWh Strom aus erneuerbaren Energien erzeugt. Die Einzelbeträge zeigt Tabelle 3.

Tabelle 3 Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien 2008

| | GWh |
|--------------------------------|--------|
| Wasserkraft | 20.785 |
| Windenergie | 40.574 |
| Photovoltaik | 4.420 |
| Gase (Bio-, Klär-, Deponiegas) | 10.272 |
| Biomasse (fest u. flüssig) | 12.007 |
| Biogener Anteil des Abfalls | 4.940 |

Quelle: AGEE Stat, gerundete Werte

Insgesamt haben die erneuerbaren Energien im *Strombereich* rund 71 Mio. t CO₂-Emissionen, 40 kt Schwefeldioxid und 7 kt Stickoxide vermieden. Die Staubemissionen lagen dagegen sogar um 4 kt höher, als dies bei rein fossiler Stromerzeugung der Fall gewesen wäre.

Tabelle 4: Vermiedene Emissionsmengen durch erneuerbare Energien inkl. Berücksichtigung der Vorketten

| | CO ₂ Mill. t | SO ₂ Mill. t | NO _x Mill. t | Partikel Mill. t |
|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------|
| Wasserkraft | 17,67 | 0,0113 | 0,0142 | -0,0002 |
| Klär- und Deponiegas | 1,51 | 0,0008 | -0,0001 | 0,0000 |
| Biogas | 5,55 | 0,0019 | -0,0110 | -0,0025 |
| Biomasse (fest) | 8,91 | 0,0037 | -0,0200 | -0,0001 |
| Biomasse (flüssig) | 0,71 | 0,0000 | -0,0060 | -0,0009 |
| Geothermie | 0,01 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| Wind | 30,27 | 0,0183 | 0,0246 | -0,0001 |
| Photovoltaik | 2,56 | 0,0005 | 0,0022 | -0,0002 |
| biogener Anteil des Abfalls | 4,07 | 0,0022 | 0,0032 | 0,0001 |
| Summe | 71,25 | 0,039 | 0,007 | -0,004 |

2.4 Vermiedene externe Kosten

Zur Berechnung der externen Schadenskosten werden die von Krewitt & Schlomann empfohlenen Schadenskosten nach Tabelle 5 verwendet. Neben den Schadenskosten für den Klimawandel sind darüber hinaus die spezifischen sehr hohen externen Kosten für Luftschadstoffe bedeutsam. Aufgrund der gegenüber CO₂-Menge aber deutlich geringeren Emissionsmengen der Luftschadstoffe haben diese dennoch nur eine untergeordnete Bedeutung.

Tabelle 5: Spezifische Schadenskosten für Klimaschäden und Luftschadstoffe

| | CO ₂ | SO ₂ | NO _x | PM ₁₀ |
|--------------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|
| Euro / t | | | | |
| Klimawandel | 70 | | | |
| Gesundheitsschäden | | 3060 | 3120 | 12000 |
| Ernteverluste | | -10 | 130 | |
| Materialschäden | | 230 | 70 | |
| Summe | 70 | 3280 | 3320 | 12000 |

Quelle: Krewitt & Schlomann 2006, 34

Durch Multiplikation der Ergebnisse in Tabelle 4 und der spezifischen Schadenskosten gemäß Tabelle 5 errechnen sich vermiedene externe Schadenskosten in Höhe von brutto 5,1 Mrd. Euro.

Da aber durch den CO₂-Emissionshandel bereits ein Teil der externen Kosten als betriebswirtschaftlicher Aufwand internalisiert ist, liegen die vermiedenen externen Schadenskosten netto geringer. Der Zertifikatspreis für CO₂ lag auf Basis von Angaben der EEX (Carbix) im Jahr 2008 durchschnittlich bei rund 17 Euro / t CO₂. Folglich lag der noch nicht internalisierte Netto-Schadenwert für externe Kosten bei 53 Euro pro Tonne.

Damit vermindern sich die noch nicht internalisierten externen Kosten auf rund 3,9 Mrd. Euro. Berücksichtigt man weiter, dass die nach dem EEG vergütete (geförderte) Strommenge generell unter der Gesamtmenge des aus erneuerbaren Energien erzeugten Stroms liegt (2008 voraussichtlich rund 72 TWh), dann lagen die hierdurch vermiedenen externen Kosten brutto bei rund 3,8 Mrd. Euro und unter Berücksichtigung des Emissionshandelspreises bei 2,8 Mrd. Euro.

Zusätzlich wurden nach Angaben der AGEE Stat durch die Nutzung von erneuerbaren Energien im Wärme und Kraftstoffbereich - unter Berücksichtigung der Vorketten - CO₂-Emissionen in Höhe von 30,4 bzw. 8,3 Mio. t eingespart. Dies entspricht weiteren vermiedenen externen Kosten in Höhe von 2,7 Mrd. Euro.

3 Vermiedene Energieimporte

3.1 Vorbemerkung

Durch den Einsatz erneuerbarer Energien wird der Verbrauch von fossilen Energieträgern reduziert. Fossile Energieträger wie Erdöl, Erdgas und Steinkohle werden in kontinuierlich wachsendem Umfang nach Deutschland importiert. Ganz besonders ist der Importanteil von Steinkohle seit dem Jahr 1990 bis 2007 von 8% auf 67% gestiegen. Der Anteil bei Erdgas dagegen nur von 76% auf 83% und bei Erdöl schwankt der Importanteil seit Jahrzehnten im Bereich von 95 - 97%.

Parallel sind die Importkosten für diese fossilen Energieträger auch deutlich gestiegen. So kostete Erdöl im Jahresdurchschnitt 2008 nahezu das 4-fache gegenüber 1991, Erdgas das 3-fache und Steinkohle das 2,5-fache. Ganz besonders im Jahr 2008 kam es zu sehr starken Preisanstiegen, die mit der Ende 2008 eingetretenen Weltwirtschaftskrise vorerst gestoppt wurden. Nach Überwindung der Krise und wieder steigender Energienachfrage ist ein deutlicher Wiederanstieg der Brennstoffpreise zu erwarten. Bereits jetzt hat sich mitten in der Wirtschaftskrise der Ölpreis wieder deutlich erhöht. Seit Jahresbeginn 2009 hat sich der Preis bereits wieder fast verdoppelt. Im Februar lag der Preis kurzfristig sogar unter 40 \$/Barrel, Mitte Juni 2009 dagegen schon im Bereich von rund 70 \$/Barrel und damit wieder auf dem Preisniveau von vor zwei Jahren.

Durch die wachsenden Anteile der erneuerbaren Energien an der Strom- und Wärmeerzeugung sowie bei Kraftstoffen (hier vor allem die Beimischung von Biodiesel und EBTE) in Verbindung mit den im Jahr 2008 nochmals deutlich gestiegenen Brennstoffpreisen ist auch der Beitrag zur Entlastung der Energieimportrechnung deutlich gewachsen.

Uneingeschränkt gilt dies bei der Nutzung von Wind, Sonne und Wasser. Bei der Nutzung von Biomasse kam es aber in den letzten 2-3 Jahren zu umfangreicheren Biomasseimporten bei Palmöl, Biodiesel, Bioethanol sowie Ölsaaten, welche den Brutto-Einsparungseffekt wieder mindern. Doch bestehen, was die genaue Höhe angeht, große Unsicherheiten, da insbesondere eine separate statistische Erfassung von Palmölimporten für energetische Zwecke oder Ölsaaten-Importen für die Biodieselerzeugung fehlt. Gleiches gilt auch für den direkten Biodiesel- oder Bioethanol-Import. Somit muss in diesem Bereich mit Abschätzungen gearbeitet werden, die über Rückrechnungen aus der Energieerzeugung oder Abgleich mit anderen Statistiken vorgenommen werden.

3.2 Substituierte fossile Primärenergiemenge

Die durch den Einsatz erneuerbarer Energien in den Bereichen Strom, Wärme und Kraftstoffe substituierte fossile Energiemenge betrug 2008 insgesamt rund 374 TWh Primärenergie [vgl. Tabelle 6].

Daran hatte der eingesparte Primärenergieeinsatz zur Stromerzeugung mit rund 233 TWh einen Anteil von rund 60%. Umgerechnet wurde in der Stromerzeugung der Einsatz von rund 17 Mio. t Braunkohle, 17 Mio. t Steinkohle und 6,2 Mrd. m³ Erdgas eingespart. Diese hätten ohne erneuerbare Energien eingesetzt werden müssen, um deren Strommenge am Strommix bereitzustellen (vgl. auch Tabelle 6). Im Bereich der Wärmebereitstellung substituierten die erneuerbaren Energien rund 110 TWh Primärenergie und im Kraftstoffsektor waren es rund 32 TWh.

Im Vergleich zum Vorjahr ist der Anstieg des vermiedenen Primärenergieeinsatzes relativ gering ausgefallen. Die durch EE-Strom substituierten Energiemengen lagen 2008 mit 233 TWh nur geringfügig über den 230 TWh aus dem Jahr 2007. Vor allem in der Stromerzeugung ist dies auf methodischen Veränderungen bei den in Kapitel 2.2 erläuterten Substitutionsfaktoren zurückzuführen. Hierdurch kam es zu einer deutlichen Verschiebung der durch EE-Stromerzeugung substituierten fossilen Brennstoffe. Der Anteil der verdrängten Braunkohle ging deutlich zu Gunsten von mehr Erdgas und Steinkohle zurück.

Tabelle 6: Einsparung fossiler Primärenergie durch die Nutzung erneuerbarer Energien im Jahr 2008

| | Braunkohle | Steinkohle | Erdgas | Öl schwer / Heizöl leicht | Diesel | Benzin | gesamt |
|---------------|---------------------|--------------|---------------------|---------------------------|-------------|------------|--------------|
| | Primärenergie [TWh] | | | | | | |
| Strom | 37,0 | 145,4 | 55,4 | 2,2 | - | - | 240,1 |
| Wärme | 7,4 | 7,7 | 57,5 | 44,2 | - | - | 116,8 |
| Kraftstoff | | | | | 23,0 | 3,9 | 26,9 |
| gesamt | 44,4 | 153,1 | 112,9 | 46,4 | 23,0 | 3,9 | 383,7 |
| gesamt in PJ | 159,78 | 551,24 | 406,61 | 166,96 | 82,80 | 14,04 | 1381,4 |
| entsprechend | Mio. t | Mio. t | Mio. m ³ | Mio Liter | Mio Liter | Mio. Liter | |
| | 17,0 | 18,3 | 12812,0 | 4672,0 | 2312,0 | 431,0 | |

Quelle: AGEE Stat

3.3 Eingesparte Importkosten

3.3.1 Brutto-Einsparung

Zur Ermittlung der eingesparten Kosten sind die substituierten Energiemengen mit den jeweiligen Importquoten und Importpreisen zu bewerten. Im Bereich Strom ist nur die Importquote von Steinkohle und Erdgas relevant, da substituierte Braunkohle für die Verstromung nicht importiert wird. Im Bereich Wärme und Verkehr spielt auch das Mineralöl eine große bzw. überragende Rolle.

Da die Abnahme aus deutschen Zechen garantiert ist, kann sich eine geringere Nachfrage bei Kraftwerkskohle durch Nutzung erneuerbarer Energien zur Stromerzeugung nur bei der Importmenge auswirken, so dass für Steinkohle mit einer Importquote von 100 % gerechnet wird. Braunkohle zur Stromerzeugung wird nicht importiert, so dass die substituierten Mengen hier keine Bedeutung haben.

Die Preisentwicklung der relevanten Energieträger zeigte im Jahr 2008 deutlich nach oben. So stieg der Grenzübergangspreis für Mineralöl im Jahr 2008 auf durchschnittlich 484 Euro / t, gut 25% über dem Preis aus dem Jahr 2007. Damit stieg der Grenzübergangspreis für Erdgas in der Folge aufgrund der Ölpreisbindung auch deutlich um 34% auf 7.450 Euro/TJ. Auch bei der Steinkohle war ein deutlicher Anstieg um rund 65 % auf rund 113 Euro/t SKE Steinkohle zu verzeichnen gewesen. [BMWi 2009]. Allein die Preissteigerungen bei den Brennstoffen haben die Kosten um rund 1 Mrd. Euro erhöht.

Insgesamt kam es 2008 zu einem Anstieg der Brutto-Importeinsparungen auf rund 6,9 Mrd. Euro. Vor allem in der Stromerzeugung ist dies neben den höheren Brennstoffpreisen auf Aktualisierungen bei den in Kapitel 2.2 erläuterten Substitutionsfaktoren zurückzuführen. Der Anteil der verdrängten Braunkohle ging deutlich zu Gunsten von mehr Erdgas und Steinkohle zurück. Diese beiden Erzeugungsarten weisen aber deutlich höhere Brennstoffpreise auf. Damit ist das Delta der Importeinsparungen für Strom gegenüber dem Vorjahr etwa je zur Hälfte auf höhere Brennstoffpreise sowie die methodische Aktualisierung zurückzuführen.

Tabelle 7: Entwicklung der eingesparten Kosten bei Energieimporten im Zeitraum 2004 bis 2008 (brutto)

| | Strom | Wärme | Kraftstoff | gesamt |
|------|--------------|--------------|-------------------|---------------|
| | [Mrd. EUR] | | | |
| 2004 | 0,4 | 0,9 | 0,3 | 1,6 |
| 2005 | 0,7 | 1,6 | 0,7 | 3,0 |
| 2006 | 0,9 | 2,1 | 1,5 | 4,5 |
| 2007 | 1,2 | 2,5 | 1,7 | 5,4 |
| 2008 | 3,0 | 3,1 | 1,1 | 7,2 |

IfnE-Berechnungen

3.3.2 Berücksichtigung von Biomasse-Importen

Seit 2006 war eine deutliche Zunahme bei Biomasse-Importen festzustellen, insbesondere bei Palmöl und bei Biokraftstoffen. Dies musste im Sinne einer Nettobetrachtung entsprechend berücksichtigt werden, da die Importeinsparungen hierdurch wieder gemindert werden. Für das Jahr 2007 wurde eine entsprechende Berücksichtigung erstmals vorgenommen [vgl. Wenzel 2008].

Wie schon für das Jahr 2007, so stößt man bei der Ermittlung der Biomasse-Importe auch für das Jahr 2008 auf große Datenlücken. Nach wie vor werden die Importe von Biomasse für die energetische Nutzung (Biodiesel, Bioethanol, Palmöl) bisher nicht eigenständig erfasst. Das

gilt auch für Ölsaaten, die in inländischen Ölmühlen gepresst und das dabei gewonnene Öl zu Pflanzenöl und Biodiesel weiterverarbeitet wird. Die Importmengen für die energetische Biomassenutzung im Bereich Kraftstoffe und Strom wurden daher wie folgt abgeschätzt:

Bei **Biodiesel** kann die importierte Menge über den Abgleich der inländischen Produktion mit dem Gesamtabsatz ermittelt werden. Nach der amtlichen Mineralölstatistik [BAFA 2009] stand einem Biodieselabsatz von 2,8 Mio. t. im Jahr 2008 nach Verbandsangaben¹ eine inländische Produktion von rund 2,6 Mio. t gegenüber. Daraus errechnet sich eine notwendige Importmenge von rund 0,2 Mio. t Biodiesel. Im Vorjahr lag diese Menge mit rund 0,8 Mio. t noch deutlich höher. Der Grund ist der massive Nachfragerückgang bei der Verwendung von 100% Biodiesel (B100) durch höhere Besteuerung von Biodiesel. Der durchschnittliche Importpreis für Biodiesel lag nach Angaben eines Ölgroßhändlers 2008 bei 1.040 Euro / 1.000 l Biodiesel. Daraus errechnen sich Importkosten für Biodiesel von rund 240 Mio. Euro.

Bei **Bioethanol** betrug der Absatz im vergangenen Jahr rund 0,63 Mio. t. Die inländische Produktion betrug nach Verbandsangaben² rund 0,46 Mio. t. Somit ergibt sich ein netto erforderlicher Import von rund 0,17 Mio. t. Angaben zum durchschnittlichen Importpreis für Bioethanol konnten nicht ermittelt werden³. Die Preise für Bioethanol und Biodiesel liegen relativ nah beieinander, so dass 1.000 Euro / 1.000 l Bioethanol angesetzt wurden. Die Importkosten für Bioethanol betragen somit rund 210 Mio. Euro.

Die **Palmölmenge**, die in Blockheizkraftwerken zur kombinierten Strom- und Wärmeerzeugung eingesetzt wird, lässt sich näherungsweise auf Basis der Angaben zur Stromerzeugung zurückrechnen. Der Anteil des Palmöleinsatzes an der Stromproduktion aus flüssiger Biomasse wurde in einer Untersuchung mit 83% ermittelt [vgl. Pastowski et al 2008, 32], wobei dieser Anteil nur für Neuanlagen nach 2005 gilt und umgerüstete Bestandsanlagen (Dieselmotoren) dabei noch nicht berücksichtigt sind. Dadurch dürfte der tatsächliche Palmölanteil noch höher liegen, denn gerade große Diesel-Blockheizkraftwerke sahen dadurch eine Möglichkeit vom EEG zu profitieren. Für die Berechnungen wird als konservative Herangehensweise dennoch nur von einem Anteil von 85% Palmöl am gesamten Brennstoffbedarf von Pflanzenöl-BHKW ausgegangen. Der notwendige Palmölimport erreicht damit eine Gesamtmenge von rund 239.000 t Palmöl⁴. Der durchschnittliche Importpreis für Palmöl lag Angaben der ZMP im Jahr 2008 bei 642 Euro / t Palmöl. Damit errechnen sich Importkosten für Palmöl von rund 150 Mio. Euro.

¹ Angaben des Verbandes der Biokraftstoffindustrie VDB.

² Angaben des Bundesverbandes der deutschen Bioethanolwirtschaft (BDB^e).

³ Die Zentrale Markt- und Preisberichtsstelle für Erzeugnisse der Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft (ZMP), über die in der Vergangenheit diese Daten zu bekommen waren, wurden zum 31.5.2009 liquidiert. Auf Nachfrage waren Ende Mai nur noch Angaben zum durchschnittlichen Preis von Palmöl zu erhalten.

⁴ Bei einer Stromproduktion aus flüssiger Biomasse in 2008 von rund 1,5 TWh, einem Energieinhalt von 37 MJ/kg Palmöl und einem mittleren elektrischen Wirkungsgrad des Pflanzenöl-BHKW von 38%.

Die Menge der importierten **Ölsaaten** zur Ölgewinnung / Biodieselherstellung in deutschen Raffinerien konnte für diese Studie nicht näher bestimmt werden.

Insgesamt entstehen durch Biomasse-Importe somit Kosten von rund 600 Mio. Euro, deutlich weniger noch als im Jahr 2007, als es noch geschätzte 1,1 Mrd. Euro waren. Die in Tabelle 7 gezeigten Bruttoeinsparungen reduzieren sich damit um knapp 10% (vgl. Tabelle 8).

Tabelle 8: Entwicklung der eingesparten Kosten bei Energieimporten für 2007 / 2008 (netto)

| | Strom | Wärme | Kraftstoff | gesamt |
|------|------------|-------|------------|------------|
| | [Mrd. EUR] | | | |
| 2007 | 0,9 | 2,5 | 1,0 | 4,4 |
| 2008 | 2,9 | 3,1 | 0,6 | 6,6 |

IfnE-Berechnungen

Die Importe betrafen vor allem den Bereich Kraftstoffe und Strom. Bei den Kraftstoffen reduziert sich die Importeinsparung um rund 450 Mio. Euro, auf den Strombereich entfallen rund 150 Mio. Euro. Für 2008 kann somit im Strom- und Kraftstoffsektor von einer Netto-Importvermeidung im Wert von zusammen rund 3,5 Mrd. Euro ausgegangen werden. Auf den Wärmebereich entfallen rund 3,1 Mrd. Euro, wobei dort ggf. mögliche Biomasseimporte (vor allem relevant wären Scheitholz und Holzpellets) nicht ermittelt werden konnten.

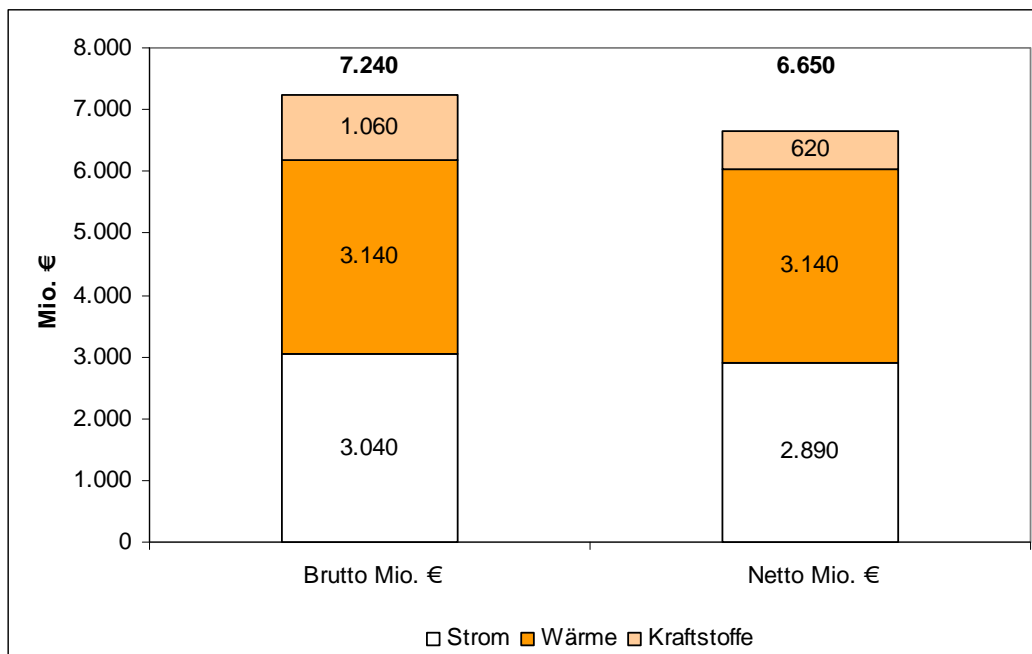


Abb. 2: Gegenüberstellung der Brutto- und Nettoeinsparung bei den eingesparten Energieimporten im Jahr 2008

4 Zusammenfassung

Die Nutzung erneuerbarer Energien hat auch im Jahr 2008 deutlich zugenommen. Im Strombereich wuchs die Stromproduktion aus erneuerbaren Energien von 87,5 TWh auf rund 93 TWh. Die Mehrkosten für Strom aus EEG-Anlagen für Stromabnehmer stiegen auf 4,5 Mrd. Euro [Wenzel 2009].

Gleichzeitig wurden durch die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien insgesamt 71 Millionen Tonnen CO₂ vermieden, unter Einbeziehung von Wärme und Kraftstoffen aus erneuerbaren Energien waren es rund 110 Mio. t. Damit konnten externe Schadenskosten für Klimawandel und Luftschadstoffe in Höhe von 3,9 Mrd. Euro vermieden werden. Zusätzlich konnten im Wärme- und Kraftstoffbereich weitere 2,6 Mrd. Euro vermieden werden.

Der Bedarf an überwiegend zu importierenden fossilen Brennstoffen in der Stromerzeugung (Steinkohle und Erdgas) verminderte sich um rund 201 TWh Primärenergie. Die Stromerzeugung aus importierter Biomasse - vor allem Palmöl - sowie die Substitution von Diesel durch Biodiesel hat gegenüber dem Jahr 2007 abgenommen und hatte im Jahr 2008 einen Importwert von rund 600 Mio. Euro.

Die *Nettoeinsparung* bei den Importen fossiler Energieträger betrug im Jahr 2008 rund 6,6 Mrd. Euro, der größte Teil davon entfiel mit 3,1 Mrd. Euro auf den Bereich der Wärmeerzeugung, dicht gefolgt von der Stromerzeugung mit rund 2,9 Mrd. Euro. Auf den Kraftstoffbereich entfiel mit 0,6 Mrd. Euro der kleinste Anteil, denn hier war gleichzeitig der größte Biomasse-Importanteil zu berücksichtigen.

5 Literatur

- BAFA (2009) Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle: Mineralöldaten für die Bundesrepublik Deutschland Dezember 2008. Endgültige Daten mit Stand 21.4.2009.
- BMU (2007) Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.): RECCS Strukturell-ökonomisch-ökologischer Vergleich regenerativer Energietechnologien (RE) mit Carbon Capture and Storage (CCS). Wuppertal 2007.
- BMWi (2009) Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie: Energiedaten - Nationale und internationale Entwicklung. Stand: 26.5.2009. <http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/Binaer/energie-daten-gesamt,property=blob,bereich=bmwi,sprache=de,rwb=true.xls>
- DESTATIS (2008) Statistisches Bundesamt: Einfuhr und Ausfuhr (Spezialhandel) nach den Güterabteilungen des Güterverzeichnisses für Produktionsstatistiken 2008. <http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Content/Statistiken/Aussenhandel/Handelswaren/Tabellen/Content75/EinfuhrAusfuhrGueterabteilungen,templateId=renderPrint.psml>
- Frondelet al. (2009) Frondelet, M., Ritter, N., Schmidt, C.: Deutschlands Energieversorgungsrisiko gestern, heute und morgen. In: Zeitschrift für Energiewirtschaft 01/2009, S. 42-48.
- Klobasa et al. (2009) Klobasa, M., Sensfuss, F., Ragwitz, M.: Gutachten zur CO₂-Minderung im Stromsektor durch den Einsatz erneuerbarer Energien im Jahr 2006 und 2007. Karlsruhe 2009.
- Krewitt & Schlomann (2006) Krewitt, W., Schlomann, B.: Externe Kosten der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien im Vergleich zur Stromerzeugung aus fossilen Energieträgern. Stuttgart/Karlsruhe 2006, Ergänzung 2007.
- Pastowski et al (2008) A. Pastowski, M. Fishedick, K. Arnold, K. Bienge, J. von Geibler, F. Merten, D. Schüwer, G. Reinhardt, S. O. Gärtner, J. Münch, N. Rettenmaier, S. Kadelbach, D. Barthel: Sozial-ökologische Bewertung der stationären energetischen Nutzung von importierten Biokraftstoffen am Beispiel von Palmöl. Wuppertal, Heidelberg, Frankfurt/M., Würzburg 2008.
- UBA (2009) Umweltbundesamt: Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger. Durch Einsatz erneuerbarer Energien vermiedene Emissionen im Jahr 2007. Dessau 2009.
- Wenzel (2008) Wenzel, B.: Vermiedene Energie-Importe und externe Kosten durch die Nutzung erneuerbarer Energien 2007. Im Auftrag des Bundesumweltministeriums. Teltow 2008.
- Wenzel (2009) Wenzel, B.: Beschaffungsmehrkosten von Elektrizitätsversorgungs-Unternehmen durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz im Jahr 2008 (Differenzkosten nach § 15 EEG). Im Auftrag des Bundesumweltministeriums. Teltow 2009.