

*Wirkungen des Ausbaus Erneuerbarer Energien
- Impact of Renewable Energy Sources -*



Untersuchung im Rahmen des Projekts

„Wirkungen des Ausbaus erneuerbarer Energien (ImpRES)“,
gefördert vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

Verteilungswirkungen im Wärmebereich

Bearbeiter:

Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI), Karlsruhe,

Judit Kockat, Tim Treske, Barbara Breitschopf

Karlsruhe, Berlin, Osnabrück, Saarbrücken, 28. Februar 2015



Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 Einleitung	1
1.1 Zielsetzung.....	1
1.2 Systemanalytische versus einzelwirtschaftliche Analyse	1
1.3 Vorgehensweise und Aufbau	2
1.4 Abgrenzung der Analyse anhand der Abdeckung des Endenergiebedarfes der Sektoren.....	3
2 Ansatz zur Ermittlung der Differenzkosten und der Verteilungseffekte	6
2.1 Methodischer Ansatz für die Ermittlung der systemanalytischen Differenzkosten der Wärmebereitstellung	6
2.1.1 Haushalte und GHD Sektor.....	6
2.1.2 Industriesektor	7
2.2 Methodischer Ansatz für die Ermittlung der einzelwirtschaftlichen Mehrkosten im Wärmebereich	9
2.2.1 Gebäude- und leistungsklassenspezifische Verteilungseffekte	10
2.2.2 Regionale Verteilungseffekte	10
3 Ergebnisse	11
3.1 Systemanalytische Differenzkosten nach Sektoren	11
3.1.1 Systemanalytische Differenzkosten im Sektor Haushalte.....	12
3.1.2 Systemanalytische Differenzkosten im Sektor GHD.....	13
3.1.3 Systemanalytische Differenzkosten im Sektor Industrie.....	15
3.2 Einzelwirtschaftliche Be- und Entlastungen	17
3.2.1 Einzelwirtschaftliche Be- und Entlastungen nach Sektoren und Energieträgern.....	17
3.2.2 Gebäudespezifische Verteilungseffekte im Haushaltssektor	20
3.2.3 Regionale Verteilungseffekte für die einzelwirtschaftlichen Be- und Entlastungen im Haushaltssektor.....	22

4	Zusammenfassung	27
5	Anhang.....	29
6	Referenzen	30

Abbildungsverzeichnis

	Seite
Abbildung 1:	3
Abbildung 2:	4
Abbildung 3:	5
Abbildung 4:	7
Abbildung 5:	9
Abbildung 6:	10
Abbildung 7:	11
Abbildung 8:	13
Abbildung 9:	14
Abbildung 10:	15
Abbildung 11:	16
Abbildung 12:	17
Abbildung 13:	18
Abbildung 14:	19
Abbildung 15:	20
Abbildung 16:	21

Abbildung 17:	Regionale Verteilung der zwischen 2000 und 2012 ermittelten einzelwirtschaftlichen Differenzkosten für den Haushaltssektor aufgeschlüsselt nach PLZ (Euro).....	23
Abbildung 18:	Aufteilung der im Jahr 2012 angefallenen einzelwirtschaftlichen Differenzkosten nach Bundesland und Energieträger	25
Abbildung 19:	Regionale Verteilung der kumulierten einzelwirtschaftlichen Differenzkosten aufgeschlüsselt nach Postleitzahl für Wärmepumpen (links) und Solarthermieanlagen (rechts) , Zeitraum: 2000 – 2012 (Euro).....	26

1 Einleitung

Mit zunehmendem Ausbau Erneuerbarer Energien (EE) steigen die Systemkosten und die daraus resultierenden einzelwirtschaftlichen Belastungen verschiedener Akteure oder Gruppen. Wer in welchem Umfang sich an diesen Kosten beteiligen soll, steht vor allem im Strombereich zunehmend im Mittelpunkt der Diskussion¹. Im Gegensatz dazu haben bisher die Be- bzw. Entlastungen des Ausbaus EE im Wärmebereich in dieser Diskussion wenig Beachtung gefunden. Sie sollen im Rahmen dieses Arbeitspapiers möglichst differenziert nach Sektoren, Energieträgern (Solarenergie, Biomasse, Erd- und Umweltwärme) sowie Gebäudekategorien und Regionen abgeschätzt werden.

1.1 Zielsetzung

Ziel dieser Untersuchung ist es, die systemanalytischen sowie einzelwirtschaftlichen Belastungen bzw. Entlastungen, die durch den Ausbau Erneuerbarer Energien im Bereich Wärme hervorgerufen werden, zu quantifizieren. Wenn möglich erfolgt eine differenzierte Darstellung der Daten nach Regionen und Wirtschaftssektoren.

Die Abschätzung beruht auf dem Differenzkostenansatz, d.h. es wird ermittelt inwieweit bei der Nutzung erneuerbarer Energieträger im deutschen Wärmebereich höhere oder geringere Kosten als bei einer fossil basierten Wärmeerzeugung anfallen. Dabei erfolgt eine Unterscheidung in einzelwirtschaftliche und systemanalytische Differenzkosten. Die Verteilung der ermittelten Differenzkosten soll sowohl auf räumlich - regionaler Ebene als auch auf akteursspezifischer Ebene untersucht werden.

1.2 Systemanalytische versus einzelwirtschaftliche Analyse

Die Untersuchung der Kosten- und Nutzenwirkungen des Einsatzes Erneuerbarer Energien erfolgt in zwei Wirkungskategorien:

- Systemanalytische Kosten ergeben sich aus einer Gegenüberstellung der Vollkosten der Energiebereitstellung aus erneuerbaren und konventionellen Energieträgern auf Ebene des Wärmeerzeugungssystems. Sie zeigen somit die reinen Kosten eines Systems für die Wärmeerzeugung auf und geben den Ressourcenverbrauch wider. Staatliche Förderungen und erhobene Steuern werden aus diesem Grund nicht mit einbezogen.
- Die Ermittlung der Verteilungswirkungen erfolgt auf einzelwirtschaftlicher Ebene und zeigen auf, welche Kosten aus einzelwirtschaftlicher Sicht, z.B. aus Sicht eines Haushalts für die Wärmeerzeugung anfallen. Ausgehend von den sys-

¹ Breitschopf, B., Diekmann, J. (2010, 2011)

temanalytischen Kosten werden die einzelwirtschaftlichen Kosten durch Abzug von Förderung, bspw. der Förderung durch das Marktanreizprogramm, und Hinzuziehen der zu entrichtenden Steuern, bspw. Energiesteuer, MwSt., ermittelt.

1.3 Vorgehensweise und Aufbau

Die Ermittlung der Differenzkosten erfolgt für drei Sektoren: *Haushalte, Industrie* sowie *Gewerbe, Handel & Dienstleistungen (GHD)* für den Zeitraum von 2000 bis einschließlich 2012. Die Berechnungen erfolgen auf Preisbasis 2012 (StBA 2013b). Die Vorgehensweise (Abbildung 1) wird nachfolgend kurz skizziert²:

Um die Differenzkosten in den Sektoren *Haushalte* und *Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD)* zu berechnen, werden für die wichtigsten Technologien zur Wärmebereitstellung mit erneuerbaren aber auch mit konventionellen Energieträgern Referenztechnologien festgelegt. Als Grundlage für die Auswahl dienen die Förderdaten des staatlichen Marktanreizprogramms (MAP) zur Förderung von Wärmebereitstellungstechnologien auf erneuerbarer Energieträgerbasis. Die jährlich installierten Anlagenzahlen jeder Technologie werden auf Leistungsklassen verteilt. Für die Ermittlung der Anlagen- und Verbrauchsstruktur werden im Haushaltssektor Referenzgebäude definiert. Im GHD-Sektor werden vordefinierten Gebäudeklassen verwendet. Ausgehend von den Leistungsbedarfen der Referenzgebäude erfolgt eine Einteilung in technologiespezifische Leistungsklassen und die Zuordnung des Anlagenbestandes. Für jede EE-Technologie wird eine Wirtschaftlichkeitsberechnung durchgeführt und die Wärmebereitstellungskosten (Investition, Betrieb, ggf. Brennstoffe (StBA 2013a)) berechnet. Diese werden den Kosten für Technologien auf fossiler Energieträgerbasis gegenübergestellt und so die Differenzkosten ermittelt.

Im Sektor *Industrie* erfolgt die Berechnung der Differenzkosten wirtschaftszweigspezifisch. Es werden Wirtschaftszweige mit relevantem Wärmeanteil auf erneuerbarer Energieträgerbasis identifiziert (BMU 2011, BMU 2012a, BMWi 2013). Deren technische Prozesse werden analysiert und eine Verteilung und Kostenbewertung der erneuerbaren Energiemengen vorgenommen. Der auf erneuerbaren Energieträger basierten Wärmeerzeugung wird eine entsprechend fossil basierte Erzeugung gegenübergestellt und die jeweiligen Wärmeerzeugungskosten verglichen. Zur Ermittlung der Gesamtkosten der Wärmeerzeugung werden auch hier Anlagenkosten einberechnet.

² siehe auch Breitschopf, B., Diekmann, J. (2010)

Zur Ermittlung der Verteilungswirkungen wird jede in Deutschland installierte Wärmebereitstellungsanlage einer Leistungsklasse zugeordnet und mit den berechneten Differenzkosten bewertet. Ausgehend von den Installationsstandorten der Anlagen nach PLZ-Gebieten, werden Aussagen über die regionale Verteilung der angefallenen Differenzkosten getroffen. Weiterhin wird auf Basis der bestehenden Datengrundlage eine akteur- beziehungsweise gebäudespezifische Verteilung vorgenommen.

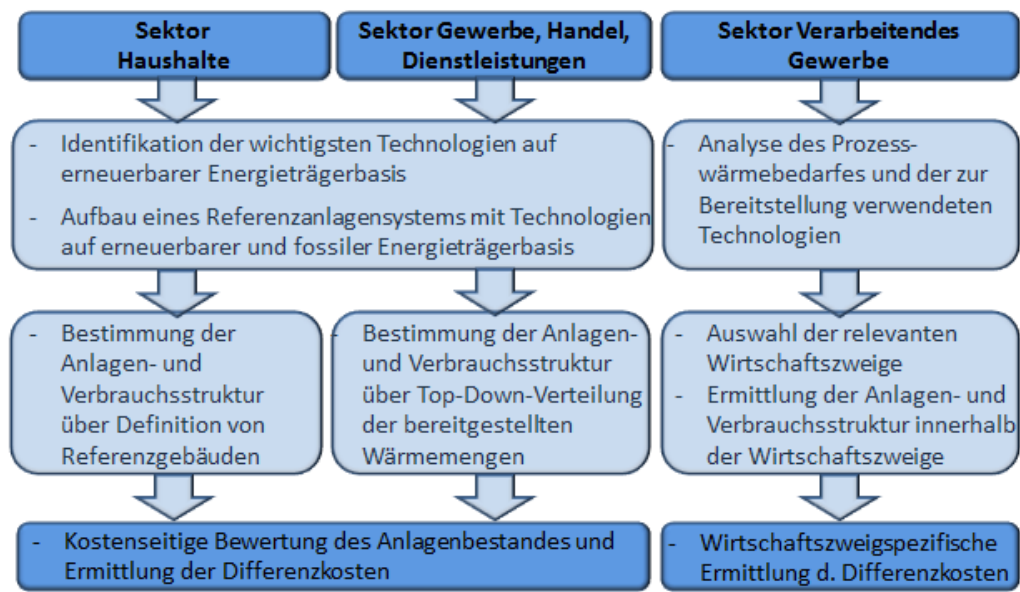
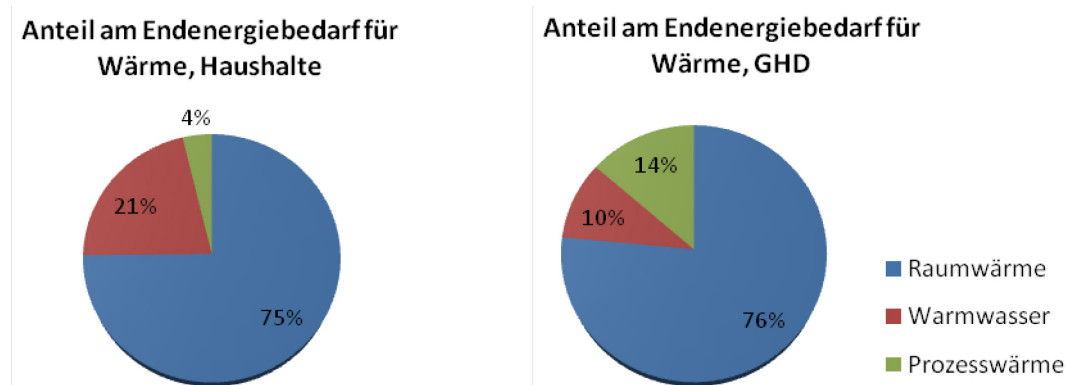


Abbildung 1: Vorgehensweise bei der sektorspezifischen Berechnung der Differenzkosten

Im Unterschied zu den Systemkosten werden bei den einzelwirtschaftlichen Kosten die für jeden Akteur spezifischen Steuern und Förderungen mit einberechnet.

1.4 Abgrenzung der Analyse anhand der Abdeckung des Endenergiebedarfes der Sektoren

Als Grundlage für die Differenzkostenberechnung im Haushaltssektor und im GHD-Sektor wird die Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser in Gebäuden untersucht. Die Prozesswärme oder Kälte bei Haushalten und GHD, wie z.B. für das Kochen in Haushalten, Kühlen von Lagerräumen oder Erhitzen bei Verarbeitungsprozessen, wird nicht berücksichtigt. Trotz dieses Ausschlusses werden rund 96 % des Wärmebedarfes in Haushalten abgedeckt. Im GHD-Sektor sind es rund 86 % des Wärmebedarfes (siehe Abbildung 2).

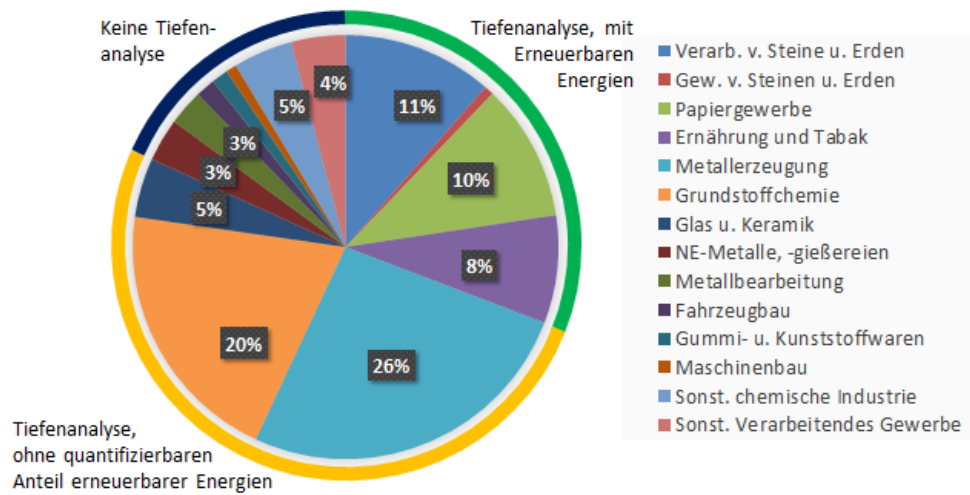


Quelle: AGEB 2013: Anwendungsbilanzen Haushalte 2011

Abbildung 2: Energieanteile der Anwendungen für die Wärmebereitstellung im Haushalts- und im GHD-Sektor

Als primäre Grundlage für die Differenzkostenberechnung im **Industriesektor** wird die Bereitstellung von Prozesswärme in den Wirtschaftszweigen sektorspezifisch untersucht. Von den 14 vorhandenen Sektoren werden zehn Sektoren als relevant hinsichtlich des Energieeinsatzes eingestuft und einer intensiven Analyse unterzogen. Damit werden 89 % des industriellen Prozesswärmebedarfs abgedeckt. Für die Bereitstellung von Raumwärme wird auf die Datenbasis aus dem GHD-Sektor zurückgegriffen. Die Bereitstellung von Warmwasser (<1 %) wird nicht berücksichtigt. Insgesamt werden so 90 % des Wärmebedarfs abgedeckt.

Anschließend wird eine Klassifizierung in Wirtschaftszweige mit relevantem Anteil Erneuerbarer Energien und Wirtschaftszweige mit vernachlässigbarem Anteil Erneuerbarer Energien vorgenommen. Die Berechnung der Differenzkosten erfolgt auf Basis dieser Klassifizierung für die ausgewählten Wirtschaftszweige Verarbeitung von Steinen und Erden, Papiergewerbe, Ernährungs- und Tabakindustrie sowie das sonstige verarbeitende Gewerbe (siehe Abbildung 3).



Quelle: AGEB 2013: Anwendungsbilanz Industrie 2009; eigene Zusammenstellung

Abbildung 3: Anteile der Anwendungen am Wärmebedarf im Industrie-Sektor nach Wirtschaftszweigen und Selektion für die weitere Analyse

2 Ansatz zur Ermittlung der Differenzkosten und der Verteilungseffekte

2.1 Methodischer Ansatz für die Ermittlung der systemanalytischen Differenzkosten der Wärmebereitstellung

Zur Abschätzung der systemanalytischen Differenzkosten eines EE-basierten Wärmeerzeugungssystems wird auf den in ISI et al. (2011) beschriebenen Ansatz zurückgegriffen. Dieser vergleicht die Wärmebereitstellungskosten der EE-Technologien mit denen fossiler Technologien. Die Ermittlung der Kosten im Wärmebereich ist komplex, da überwiegend dezentrale Systeme in Wohn- und Nichtwohngebäuden die Versorgung übernehmen. Insofern müssen eine Vielzahl an Systemen betrachtet werden wobei neben den Verbrauchskosten auch Investitionen und Betriebskosten der jeweiligen Wärmetechnologien zu berücksichtigen sind. Diese unterscheiden sich nicht nur nach Art des Systems, sondern auch nach Art der zu versorgenden Gebäude.

Die systemanalytischen Differenzkosten im Wärmebereich sind die, auf die Nutzungsdauer umgelegten, Erzeugungsmehr- oder -minderkosten der verschiedenen Wärmeerzeugungstechnologien. Die Kostendifferenz EE-Wärmetechnologien gegenüber fossilen Heizsystemen werden auf Vollkostenbasis definiert. Neben den technologie-spezifischen Parametern sind auch gebäudespezifische Kennwerte, wie Wärmebedarf und Wärmeverlust zu berücksichtigen. Für die Berechnung der Differenzkosten wird daher eine Gebäudetypologie herangezogen, die einen Kostenvergleich der Technologien innerhalb eines Gebäudetyps ermöglicht. Dieser Ansatz wird sowohl auf Wohngebäude als auch auf Nichtwohngebäude angewendet. Ent- oder Belastungen durch Fördermaßnahmen oder Steuern sind in dieser systembezogenen Berechnung nicht berücksichtigt. Der Ansatz ist in Abbildung 4 kurz skizziert.

2.1.1 Haushalte und GHD Sektor

Ermittlung der Anlagenstruktur

Um die Anlagenstruktur der Technologien mit Nutzung erneuerbarer Energieträger im Sektor Haushalte nach Gebäudetypen zu bestimmen, werden in einem ersten Schritt Referenzgebäude aus dem Gebäudebestand in Deutschland abgeleitet. Die dafür berechneten Endenergiebedarfe werden anschließend verwendet, um die zur Deckung des Endenergiebedarfs notwendigen Anlagenleistungen für jede Technologie zu bestimmen. Daraufhin werden die Anlagenbestände anhand von Förderstatistiken und eigenen Berechnungen auf die Referenzgebäude verteilt. Es ergibt sich schließlich eine dreidimensionale Matrix aus Referenzgebäuden, Technologien und dem Jahr der Installation, welche die Anlagenstruktur abbildet und im nächsten Schritt kostenmäßig bewertet wird.

Bewertung der Anlagen für Wärmebereitstellung in Gebäuden mit Technologiekosten

Die Ermittlung der Wärmebereitstellungskosten basiert auf der VDI 2067-1 (2012). Hierfür erfolgt eine Unterteilung in kapitalgebundene, betriebsgebundene und verbrauchsgebundene Kosten. Für Bestandsgebäude und Neubauten (StBA 2010) ist die Berechnung nach EEWärmeG identisch³.

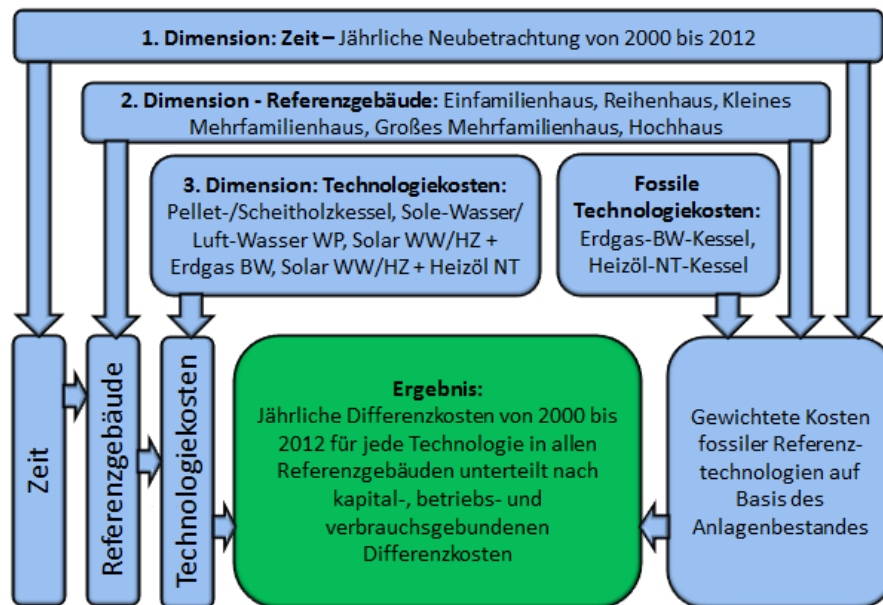


Abbildung 4: Dimensionen und Vorgehensweise bei der Berechnung der Differenzkosten

2.1.2 Industriesektor

Im Sektor Industrie erfolgt aufgrund der Datenlage keine explizite Ermittlung der Anlagenstruktur. Stattdessen werden die nach Energieträgern aufgeschlüsselten Energiemengen in relevanten Wirtschaftszweigen (StBA 2008) anhand ihrer Energieträgerkosten mit den Kosten der fossilen Referenzenergieträger verglichen. Dies ist möglich, da in der Industrie überwiegend Biomasse (FNR 2013) als erneuerbarer Energieträger eingesetzt wird und die verwendeten EE-Technologien zur Wärmebereitstellung mit Technologien auf fossiler Energieträgerbasis weitgehend identisch sind (z.B. Biomasse mit KWK). Diese Annahme führt dazu, dass betriebs- und kapitalgebundenen Kosten nicht analysiert werden müssen. Dadurch wird eine anlagenspezifische Aufteilung überflüssig.

³ Die Preisabweichung von privat eingeschlagenem Holz wird in diesem Schritt zunächst nicht berücksichtigt, da die Datenbasis vage ist. Im Kapitel 3 (Ergebniskapitel) wird dieser Punkt diskutiert und die Wirkung grob abgeschätzt.

In den Wirtschaftszweigen der papierverarbeitenden Industrie, der Lebensmittelindustrie und des Sonstigen verarbeitenden Gewerbes werden die Differenzkosten anhand von Referenzanlagen abgeschätzt. Die Vorgaben der VDI 2067 dienen für die Ermittlung der Wärmebereitstellungskosten.

Im **Papiergewerbe** stellt sich die Situation aufgrund der Nutzung von Ablauge etwas anders dar. Daher erfolgt im Papiergewerbe eine spezielle Berechnung der kapital- bzw. betriebsgebundenen und verbrauchsgebundenen Differenzkosten. Als Biomasse wird hauptsächlich die Ablauge in Biomasse-KWK-Anlagen verbrannt (UBA 2011a). Die verbrauchsgebundenen Kosten werden anhand der individuellen Preise der Brennstoffe und der brennstoffspezifisch bereitgestellten Wärmemengen errechnet. Die kapital- bzw. betriebsgebundenen Kosten für die WärmeGESTEHUNG ergeben sich, indem von den Gesamtkosten die EEG-Vergütung⁴ (AusglMechV, 2010 und AusglMech-AV, 2010) für Strom aus Biomasseanlagen abgezogen wird. Zum Vergleich wird als fossile Referenzanlage ein Gasturbinen-Heizkraftwerk angesetzt. Die GesteHUNGskosten der fossilen Biogas-Referenzanlage werden in Anlehnung an VDI 2067 berechnet. Auf Basis der hinterlegten elektrischen und thermischen Wirkungsgrade werden die GesteHUNGskosten für die jeweilige Referenzanlage auf die Strom- und Wärmebereitstellung verteilt. Die spezifischen WärmeGESTEHUNGskosten werden mit der durch erneuerbare Energieträger bereitgestellten Wärmemenge multipliziert.

Im **sonstigen verarbeitenden Gewerbe und in der Lebensmittelindustrie** kann lediglich auf die insgesamt durch Biomasse bereitgestellte Wärmemenge zurückgegriffen werden. Für eine prozess- oder technologiespezifische Aufteilung konnte trotz intensiver Recherchen keine valide Datengrundlage gefunden werden. Daher werden in diesen Sektoren ein Biomasse-Heizkraftwerk, ein Biomasse-Heizwerk, eine Biogasanlage und ein Holz-Heizwerk als Referenzanlagen auf erneuerbarer Energieträgerbasis festgelegt. Als Referenzanlagen für die fossile Wärmebereitstellung werden ein konventionelles Erdgas Heizwerk und ein modernes Gegendruckturbinen-Dampfkraftwerk gewählt, wobei die modernen Anlagen im Laufe der Zeit verstärkt eingesetzt werden. Die Berechnung der Wärmebereitstellungskosten erfolgt wie im Wirtschaftszweig Papiergewerbe in Anlehnung an VDI 2067. Um die verbrauchsgebundenen Kosten zu berechnen, werden die Preise von Holzhackschnitzeln nach C.a.r.m.e.n. e. V. angesetzt.

Im Wirtschaftszweig **Verarbeitung von Steinen und Erden** werden auf Basis der biogenen Anteile der Brennstoffe die bereitgestellten Wärmemengen auf erneuerbarer

⁴ Die Stromgestehungskosten werden mit den im Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) festgelegten Grundvergütungssätzen für Strom aus Biomasseanlagen bis zu einer Anlagenleistung von fünf Megawatt bewertet. Diese Vorgehensweise wird gewählt, um die Entwicklung der tatsächlichen Stromgestehungskosten abzubilden und darauf aufbauend die WärmeGESTEHUNGskosten zu berechnen.

Energieträgerbasis berechnet. In den erneuerbar bereitgestellten Wärmemengen ist die Verbrennung von Altreifen, Kunststoff und Lösungsmitteln nicht einbezogen, trotz ihrer teilweise hohen biogenen Anteile. Die thermische Verwertung dieser Sekundär-brennstoffe verursacht höhere Emissionen als die Verbrennung der äquivalenten Menge fossiler Energieträger und entspricht nicht den Vorgaben des Kreislaufwirtschafts-gesetzes (Bund). Als fossile Referenzenergieträger werden ausgehend vom jährlichen Verbrauch Braunkohle und Steinkohle festgelegt.

2.2 Methodischer Ansatz für die Ermittlung der einzelwirtschaftlichen Mehrkosten im Wärmebereich



Abbildung 5: Übersicht über die betrachteten Verteilungseffekte

Zur Berechnung der einzelwirtschaftlichen Differenzkosten, werden die systemanalytischen Differenzkosten als Grundlage genutzt, zusätzlich werden jegliche Steuern oder Förderungen wie bspw. das MAP (BMU 2009) berücksichtigt. Diese einzelwirtschaftlich verbleibenden Mehr- oder Minderkosten stellen die resultierenden Be- oder Entlastungen der einzelnen Akteure dar, die nach Abzug aller Zahlungen (z.B. Förderungen im Wärmebereich) bei diesen verbleiben (nach Steinbach 2009).

Auf Basis der Förderdaten der BAFA (BMF 2011a; BMU2013; BMF 2012; BMF 2013) werden die förderbedingten Verteilungswirkungen nach Gebäude- bzw. Leistungsklassen der darin installierten Anlagen und nach regionaler Verteilung analysiert. Aus den vorangehend ermittelten einzelwirtschaftlichen Kosten in den drei Sektoren Haushalte, GHD und Industrie ergibt sich darüber hinaus eine akteursspezifische Verteilung.

2.2.1 Gebäude- und leistungsklassenspezifische Verteilungseffekte

Anhand der gebäude- und leistungsklassenspezifischen Verteilung lassen sich Aussagen darüber ableiten, inwiefern Wohnungseigentümer bereits in die Nutzung Erneuerbarer Energien investiert haben und welche Differenzkosten ihnen dabei entstanden sind.

Im ersten Schritt der Differenzkostenverteilung werden auf Basis der Referenzgebäude aus dem Haushaltssektor die Leistungsklassen (Größe) der Wärmebereitstellungssysteme festgelegt. Anschließend erfolgt eine Zuordnung der installierten Anlagen zu den Leistungsklassen. Im nächsten Schritt werden die Differenzkosten auf jedes Referenzgebäude energieträgerspezifisch verteilt.

Als Grundlage der Verteilung der Differenzkosten auf die Leistungsklassen und Gebäudetypen bieten sich die geförderten Anlagenzahlen nach Energieträger an. Die Anlagenzahlen entstammen den Evaluationsberichten des MAP.

2.2.2 Regionale Verteilungseffekte

Die regionale Zuordnung der Differenzkosten für die Wärmeversorgung der Gebäude im Haushalts- und GHD-Sektor zu Bundesländern und Postleitzahlenbereichen erfolgt auf Basis der Anlagenverteilung, wie Abbildung 6 darstellt.

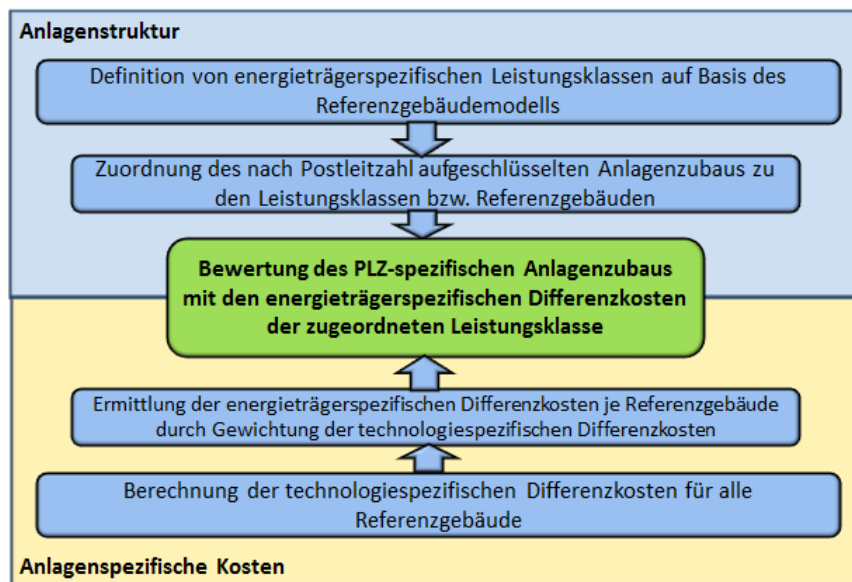


Abbildung 6: Vorgehensweise bei der Berechnung der PLZ-spezifischen Differenzkosten

3 Ergebnisse

3.1 Systemanalytische Differenzkosten nach Sektoren

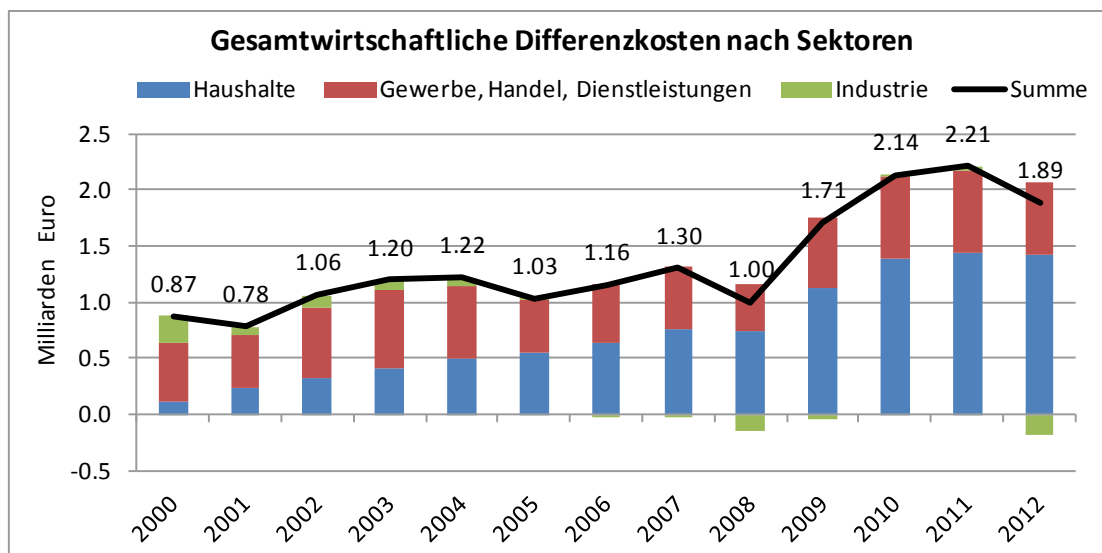


Abbildung 7: Jährliche systemanalytische Differenzkosten nach Sektoren

Die systemanalytischen Differenzkosten der gesamten EE-Nutzung im Wärmebereich betragen im Jahr 2012 1,7 Mrd. €. Davon fallen knapp 1,4 Mrd. € in den Haushalten, und 0,65 Mrd. € im GHD-Sektor an, während der Industriesektor um knapp 0,2 Mrd. € entlastet wird, siehe Abbildung 7. Die Differenzkosten im Wärmebereich fallen im Jahr 2012 leicht ab, nachdem sie im Jahr 2011 (rund 2,2 Mrd. €)⁵ gegenüber 2010 (rund 2,1 Mrd. €) angestiegen waren.⁶

Der Rückgang der Differenzkosten ist auf stagnierende oder gesunkene Preise für Biomasse und gestiegene Preise für fossile Energieträger zurückzuführen. Bei der Interpretation der genannten Kostengrößen ist zu beachten, dass diese den gesamten Wärmeausbau umfassen, d. h. Investitionen im Gebäudeneubau, Gebäudebestand und der Industrie. Bei einer anderen Abgrenzung des EE-Wärmeausbaus, z. B. nur im Neubau, ergeben sich andere Kostengrößen (vgl. hierzu ISI/DIW/IZES/GWS 2011).

⁵ Angaben hier auf Preisbasis 2012, in ISI/DIW/IZES/GWS (2011, 2012, 2013) zu laufenden Preisen sowie Aktualisierung des Vorjahreswertes aufgrund abschließend vorliegender Daten für 2011-13.

⁶ Die hier ausgewiesenen Werte sind mit den im Monitoringbericht ISI/DIW/IZES/GWS (2013) ausgewiesenen Differenzkosten nicht vollständig vergleichbar, da die Datengrundlage (Zeitreihen) sowie die Berechnungsdetails (Gebäudegrundlage, Anlagenspezifikationen) sich unterscheiden.

Tabelle 1: Jährliche und kumulierte systemanalytische Differenzkosten nach Sektoren (2000 – 2012)

Mio. €	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Haushalte													
jährlich	107	238	327	412	497	551	637	753	744	1,132	1,385	1,446	1,417
kumuliert	107	344	672	1,084	1,581	2,132	2,769	3,522	4,266	5,397	6,783	8,229	9,646
Gewerbe, Handel, Dienstleistungen													
jährlich	535	467	618	704	640	468	522	562	410	617	736	728	657
kumuliert	535	1,002	1,621	2,325	2,965	3,434	3,955	4,517	4,928	5,545	6,281	7,009	7,666
Industrie													
jährlich	232	79	119	80	82	12	(3)	(13)	(151)	(43)	16	35	(186)
kumuliert	232	311	430	511	592	604	602	588	437	394	410	445	259
Summe													
jährlich	874	784	1,065	1,197	1,219	1,032	1,156	1,302	1,003	1,706	2,137	2,210	1,888
kumuliert	874	1,658	2,723	3,919	5,138	6,170	7,326	8,628	9,631	11,336	13,474	15,683	17,571

3.1.1 Systemanalytische Differenzkosten im Sektor Haushalte

Die Differenzkosten im Sektor Haushalte betragen im Jahr 2012 knapp 1,5 Mrd. €. Die jährlichen Differenzkosten sind zu 59 Prozent auf Technologien mit Nutzung von solarer Wärme zurückzuführen. Für diese ergibt sich in 2012 eine Summe von 0,7 Mrd. €. Im Zeitraum von 2000 bis 2012 kumulieren sich im Haushaltssektor Differenzkosten in Höhe von 19,8 Mrd. €.

In einer Sensitivitätsbetrachtung werden die jährlichen Differenzkosten unter Berücksichtigung der Selbstversorgung privater Haushalte mit Scheitholz berechnet. Entsprechend des Berichts von Mantau et al. (2013) wird ein Selbstversorgungsanteil von 40 % für Scheitholz angenommen und mit Energieträgerkosten von 0 Euro bewertet. Dadurch sinken die Differenzkosten im Haushaltssektor um 0,24 Mrd. € in 2012. Der Unterschied ist in der Gegenüberstellung der nächsten Abbildung 8 sichtbar.

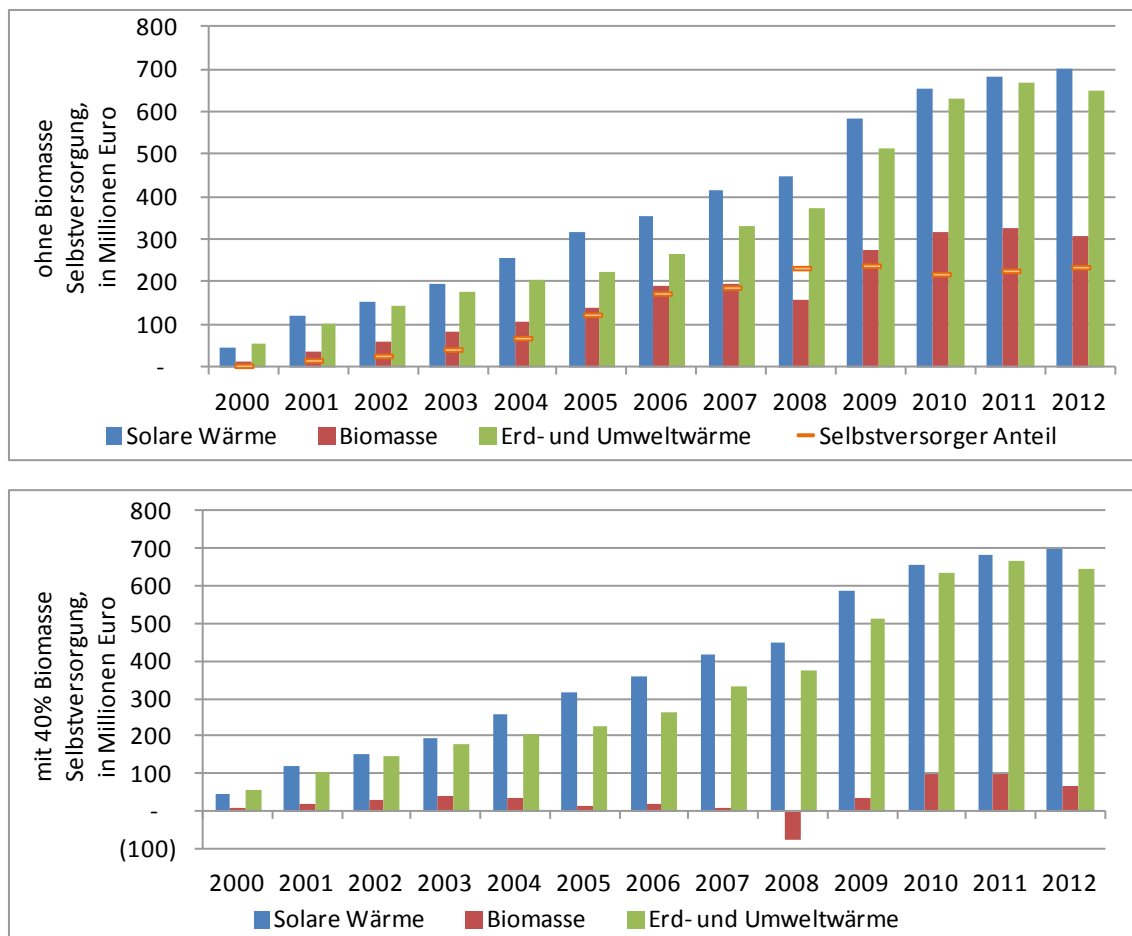


Abbildung 8: Jährliche systemanalytische Differenzkosten im Sektor Haushalte

Sollten die Preise fossiler Energieträger steigen, ist eine weitere Verringerung der Differenzkosten im Biomassebereich zu erwarten. Bei der Interpretation der Ergebnisse ist jedoch zu berücksichtigen, dass die fossile Preisbasis auf einem Mix aus Erdgas-BW-Kesseln und im Betrieb teureren Heizöl-NT-Kesseln beruht. Es kann nicht davon ausgegangen werden, dass der Betrieb der untersuchten Pelletkessel und Scheitholz-kessel zeitnah kostengünstiger wird, als der Betrieb eines modernen Erdgas-BW-Kessels. Deshalb ist zu vermuten, dass in Neubauten auch weiterhin die Kombination von relativ günstigen Erdgas-BW-Kesseln mit solarthermischen Anlagen bevorzugt wird, um den Anforderungen des EEWärmeG zu genügen.

3.1.2 Systemanalytische Differenzkosten im Sektor GHD

Im Sektor GHD ergeben sich im Jahr 2012 Differenzkosten in Höhe von 0,66 Mrd €. Im Gegensatz zum Sektor Haushalte, überwiegt der Anteil der Biomasse an den Differenzkosten, deren Schwankungen so auch die gesamte Differenzkostenentwicklung prägen. Von im Jahr 2000 rund 300 Millionen Euro schwanken die Differenzkosten für

Biomasse und steigen im Jahr 2010 auf rund 450 Millionen Euro. In den beiden Folgejahren verringert sich der Wert bis auf 380 Millionen Euro im Jahr 2012. Die besonders zu Beginn steigende Tendenz lässt sich insgesamt mit dem Anlagenzubau begründen (Abbildung 9), während die Schwankungen mit der Preisentwicklung der fossilen Vergleichswärmeversorgung zusammenhängen.

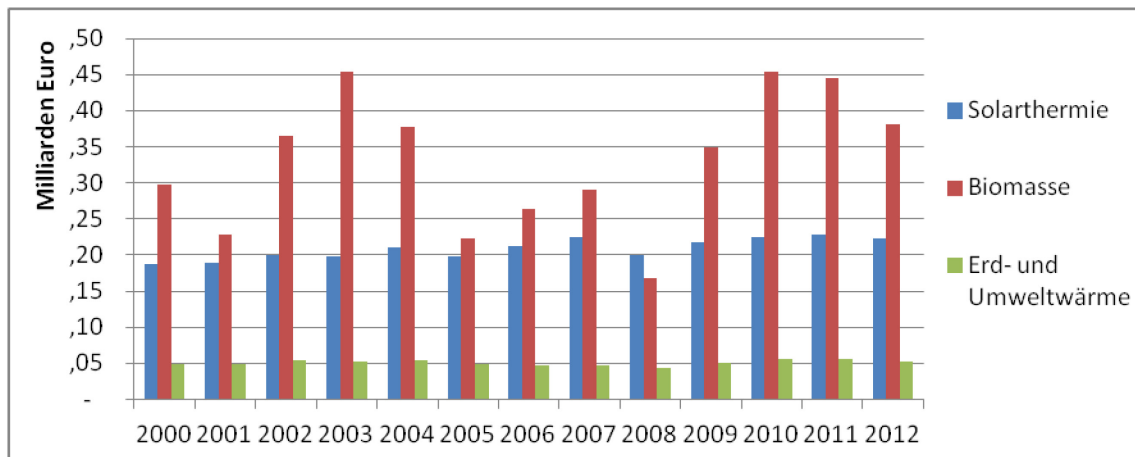


Abbildung 9: Jährliche systemanalytische Differenzkosten im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen

Insgesamt ergeben sich für den Sektor GHD im Betrachtungszeitraum 2000 - 2012 systemanalytische Differenzkosten in Höhe von 10,64 Mrd. € (kumuliert).

Neben der Einteilung der Differenzkosten nach Energieträger wird auf Basis von Rohde (2012) eine wirtschaftszweigspezifische Unterteilung vorgenommen. Wirtschaftszweigbezogen entstehen mit 400 bis 450 Millionen Euro pro Jahr in der Landwirtschaft die größten Differenzkosten. In diesem Wirtschaftszweig spielt Biomasse eine sehr wichtige Rolle und wird daher in dieser Analyse als einzige Erneuerbare Option betrachtet. Die Biomasse wird häufig direkt aus anderen Produktionsprozessen zur Verfügung gestellt. Für die Abschätzung hier werden jedoch die Kosten für Biomasse auf Basis der Marktpreise von Pellets und Hackschnitzeln angesetzt, obwohl auch Neben-/Abfallprodukte zum Einsatz kommen können. Aufgrund von günstigerem oder sogar kostenlosem Bezug ist so die tatsächliche Höhe der Differenzkosten insbesondere im Wirtschaftszweig Landwirtschaft vermutlich deutlich geringer, als hier angegeben.

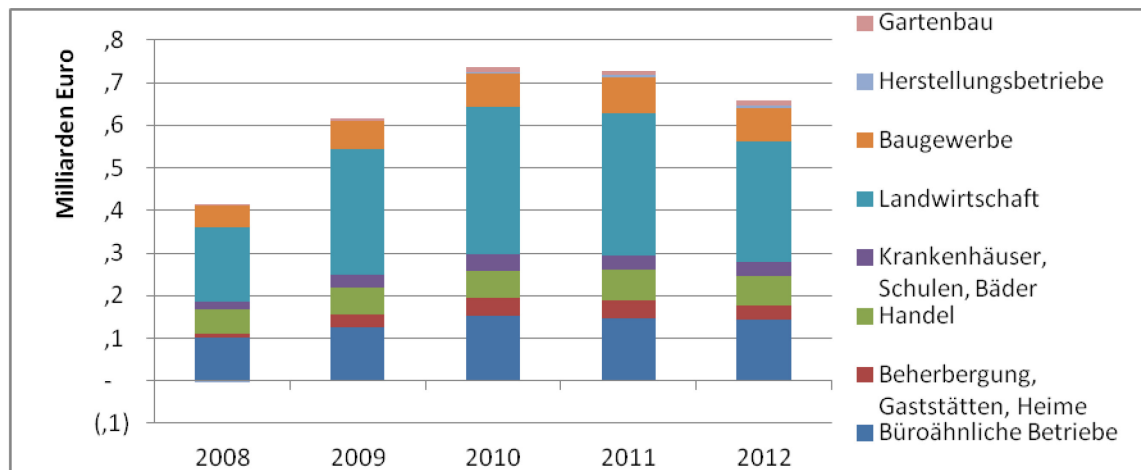


Abbildung 10: Jährliche systemanalytische Differenzkosten im Sektor GHD nach Wirtschaftsbereichen

Für den Wirtschaftszweig Büroähnliche Betriebe ergeben sich Mehrkosten zwischen 136,0 und 193,3 Millionen Euro. Die aufgrund von solarthermischer sowie erd- und umweltbezogener Wärme verursachten Differenzkosten sind in diesem Wirtschaftszweig verhältnismäßig hoch. Im Wirtschaftszweig Herstellungsbetriebe hingegen, ergeben sich für das Jahr 2008 Minderkosten in Höhe von 3,5 Millionen Euro. In den Folgejahren hingegen wurden geringe Mehrkosten errechnet (siehe Abbildung 10).

3.1.3 Systemanalytische Differenzkosten im Sektor Industrie

Im Sektor Industrie werden ausschließlich Technologien mit Nutzung von Biomasse betrachtet, da in den als Datengrundlage verwendeten Anwendungsbilanzen keine solarthermische oder durch Erd- und Umweltwärme bereitgestellte Energie erfasst wird. Die Berechnung der Differenzkosten erfolgt für zehn Sektoren, wobei die drei relevantesten Wirtschaftszweige separat dargestellt werden und die restlichen unter Sonstiges Verarbeitendes Gewerbe aggregiert sind.

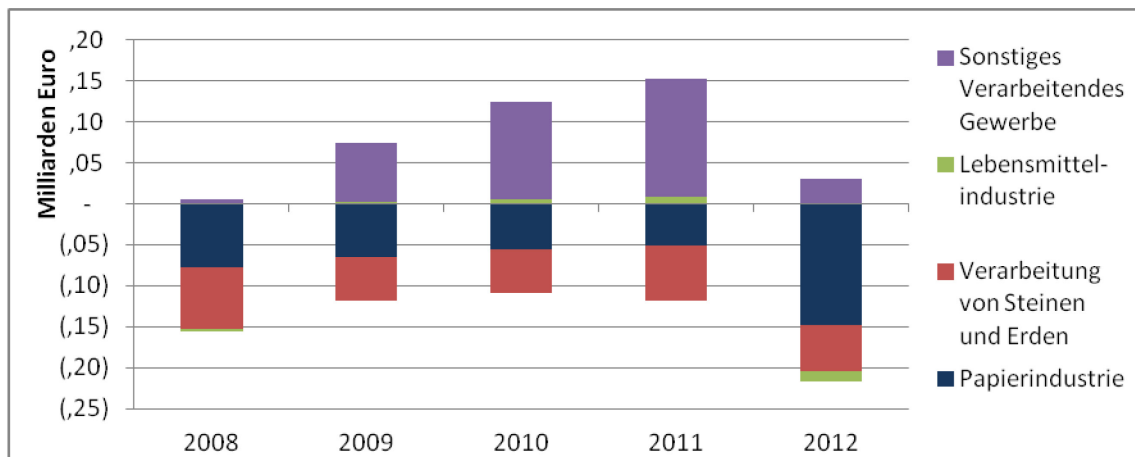


Abbildung 11: Jährliche systemanalytische Differenzkosten im Sektor Industrie nach Wirtschaftszweigen

Die jährlichen systemanalytischen Differenzkosten entlasten den Industriesektor im Jahr 2012 um etwa 0,19 Milliarden Euro. Sie bestehen je nach Wirtschaftszweig aus Be- und Entlastungen. Die niederen Mehrkosten im Jahr 2008 und 2012 sind auf hohe Erdgaspreise zurückzuführen. Weiterhin zeigt ein stetiger Rückgang der kapital- und betriebsgebundenen Kosten der erneuerbaren Technologien nach und nach Wirkung.

Rund 0,03 Mrd. € Differenzkosten (2012) entstehen dem Wirtschaftszweig Sonstiges Verarbeitendes Gewerbe. Gleichzeitig besteht gerade in diesem Sektor eine große Datenunsicherheit. Die Differenzkosten wurden hier hauptsächlich auf Basis der in den Anwendungsbilanzen von 2011⁷ angegebenen Anteile Erneuerbarer Energien unter Annahme von Referenztechnologien errechnet, siehe auch Abschnitt 2.1.2.

Im Wirtschaftszweig Verarbeitung von Steinen und Erden konnte die Zementindustrie als wichtigster Vertreter identifiziert werden. Insgesamt ergeben sich für den Wirtschaftszweig kumulierte Minderkosten in Höhe von 689,5 Millionen Euro bzw. jährliche 0,06 Mrd. € für 2012.

In der Papierindustrie wird die benötigte Wärme insbesondere durch KWK-Anlagen erzeugt. Für das Jahr 2012 ergeben sich Minderkosten in Höhe von knapp 150 Millionen Euro. Es ist zu beachten, dass die Verbrennung von Abfällen und Faser-/Deinking-Rückständen, die Entsorgungskosten einsparen können, nicht betrachtet werden, da sie nicht ausreichend quantifiziert werden können. Daher werden die Differenzkosten für die Papierindustrie in der vorliegenden Betrachtung systematisch überschätzt. Auch in Einzelprojekten (BMU 1997) wird von Kosteneinsparungen berichtet.

⁷ Die im Sonstigen verarbeitenden Gewerbe zusammengefassten Wirtschaftszweige haben laut Rohde (2012) mit 72 Terrawattstunden im Jahr 2011 einen Anteil von 4,5 Prozent am Gesamtwärmeverbrauch im Industriebereich.

In 2012 kommt es zu deutlichen Minderkosten, da die Stromvergütung auf 11 ct/ kWh gestiegen ist und die kapital- und betriebsgebundene Kosten für Wärmeerzeugung nun sichtbar aufwiegt. Die Darstellung der von 2000 bis 2012 kumulierten systemanalytischen Differenzkosten zeigt diese negativen Differenzkosten in Abbildung 12 ab 2008.

In den Wirtschaftszweigen Lebensmittelindustrie und Sonstige und verarbeitende Gewerbe ist ein Referenzanlagenmix definiert. In der Lebensmittelindustrie ergeben sich auf dieser Basis für das Jahr 2012 rund 11 Millionen Euro Minderkosten während in den restlichen Sektoren (sonstiges Verarbeitendes Gewerbe) Mehrkosten von rund 1,3 Mio Euro anfallen.

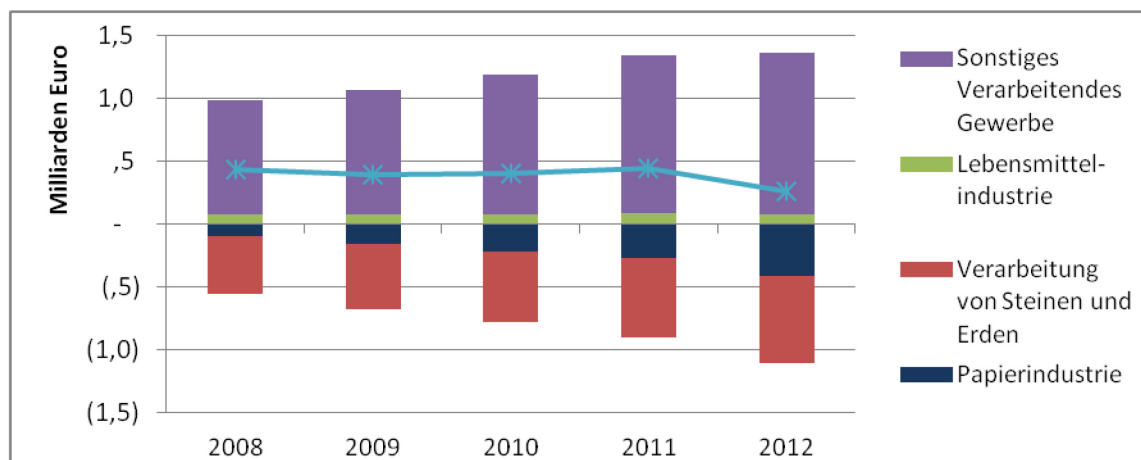


Abbildung 12: Kumulierte systemanalytische Differenzkosten im Sektor Industrie, kumuliert im Zeitraum von 2000 bis 2012

3.2 Einzelwirtschaftliche Be- und Entlastungen

3.2.1 Einzelwirtschaftliche Be- und Entlastungen nach Sektoren und Energieträgern

Die einzelwirtschaftlichen Differenzkosten⁸ fallen aufgrund der staatlichen Förderung durch das Marktanreizprogramm geringer aus als die systemanalytischen Differenzkosten. Knapp 0,2 Mrd. € der systemanalytischen Differenzkosten werden im Jahr 2012 durch das Marktanreizprogramm kompensiert. Einzelwirtschaftlich verbleiben im Jahr 2012 Mehrkosten für die Wärmeerzeugung mit EE von rund 1,6 Mrd. € (Abbildung 13) und liegen damit unter dem Wert von 2011.

⁸ Detailtabelle im Anhang, siehe Tabelle 3

Zusätzlich zu dieser Minderung führen Steuereffekte zur weiteren Reduktion der einzelwirtschaftlichen Differenzkosten (näher zur Methodik und möglichen alternativen Abgrenzungen: ISI/DIW/IZES/GWS 2011). Der Steuereffekt kann sich mindernd aber auch erhöhend auf die Differenzkosten auswirken. Mindernd wirkt er, wenn durch den Einsatz Erneuerbarer Energien die Brennstoffkosten und die damit verbundene Mehrwertsteuer geringer sind. Weiterhin fallen in diesem Fall ggf. die Mineralöl- bzw. Erdgassteuer weg. Der erhöhende Steuereffekt entsteht, wenn die Investitionen in Erneuerbare so viel höher sind, dass die Mehrwertsteuer auf die kapitalgebundenen Kosten alle zuvor genannten mindernden Effekte übertrifft.

Der Großteil des Fördereffektes kommt aus den Sektoren Haushalte, des Steuereffektes aus GHD.

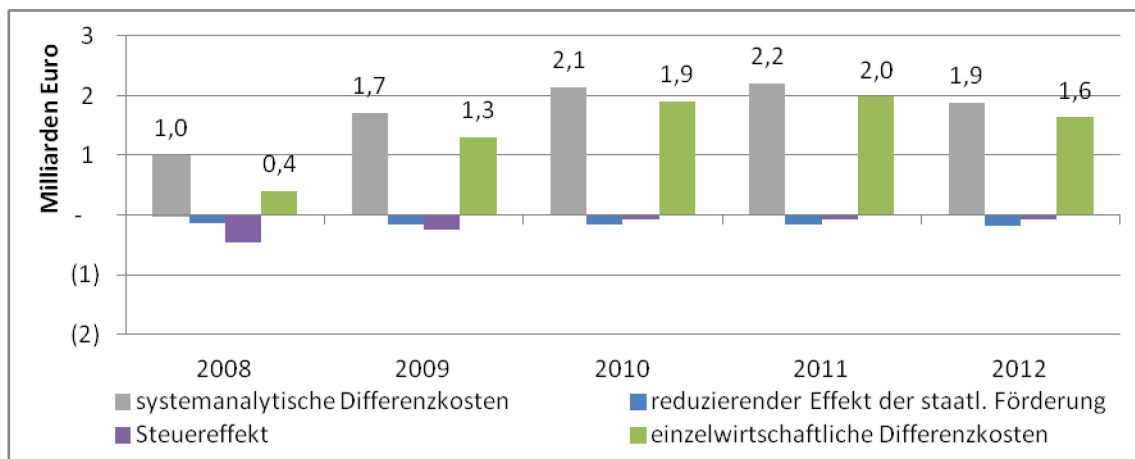


Abbildung 13: Jährliche systemanalytische und einzelwirtschaftliche Differenzkosten der Wärmeerzeugung – aggregiert über alle Sektoren

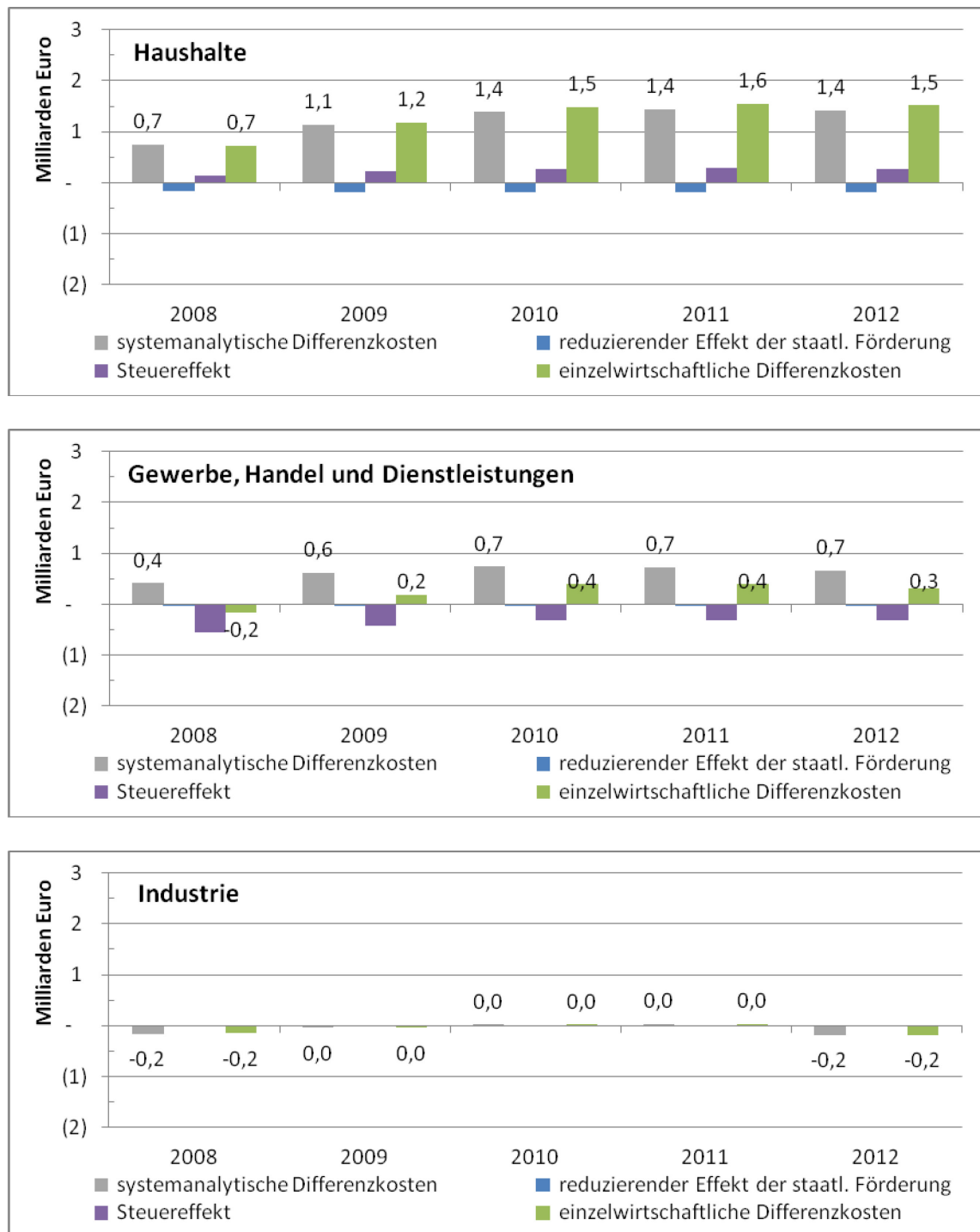


Abbildung 14: Jährliche systemanalytische und einzelwirtschaftliche Differenzkosten der Wärmezeugung nach Sektoren

In Abbildung 14 ist zu erkennen, dass der Steuereffekt im Haushaltssektor die Differenzkosten erhöht, während er sie im GHD Sektor senkt. Zwei Ursachen wurden für diese unterschiedliche Wirkung identifiziert.

Im GHD Sektor spielt die Mehrwertsteuer keine Rolle. Der einzige Steuereffekt in diesem Sektor ist der Wegfall der Energiesteuer beim Wechsel von Erdgas und Heizöl auf Erneuerbare. Im Haushaltssektor betrifft die Mehrwertsteuer jedoch neben den laufenden Energiekosten auch die Investitionen. Da die Investitionen für EE-Technologie meist höher sind als diese für fossil basierte Technologien, erhöht sich hierfür die MwSt.

Auf der anderen Seite setzt sich der Erneuerbaren Mix in den Sektoren unterschiedlich zusammen. Während im GHD Sektor hauptsächlich in Biomasse investiert wird, verteilen sich die Investitionen im Haushaltssektor hauptsächlich auf Solarenergie und auf Erd- bzw. Umweltwärme, siehe Abbildung 15.

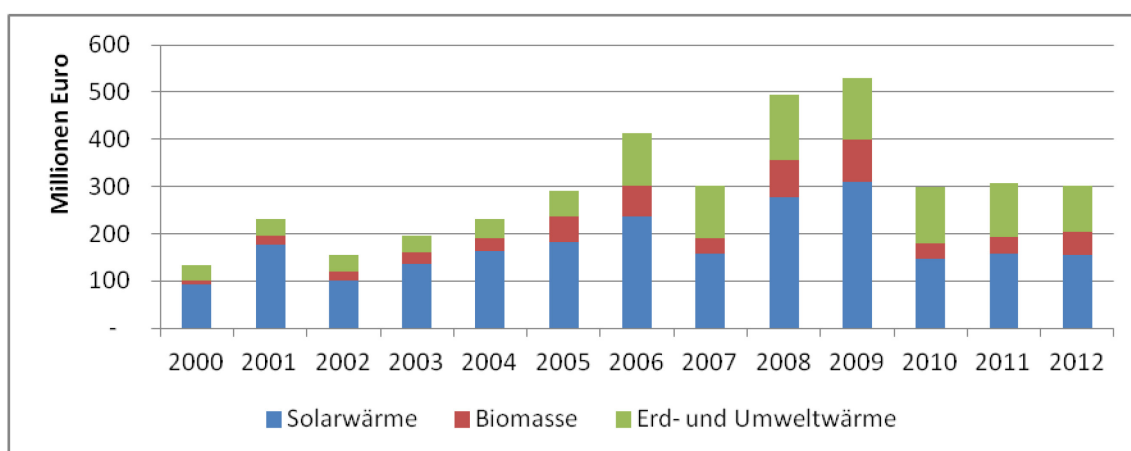


Abbildung 15: Jährliche einzelwirtschaftliche Investitionen im Haushaltssektor nach erneuerbaren Energieträgern

3.2.2 Gebäudespezifische Verteilungseffekte im Haushaltssektor

Die über den Zeitraum 2000 bis 2012 kumulierten einzelwirtschaftlichen Differenzkosten⁹ im Haushaltssektor teilen sich auf die verschiedenen Energieträger und Gebäudetypen folgendermaßen auf: Der mit Abstand größte Anteil der einzelwirtschaftlichen Differenzkosten ergibt sich mit 46,4 Prozent für solarthermische Anlagen in Einfamilien- und Reihenhäusern, siehe Tabelle 2

⁹ Kumulierte Differenzkosten berechnen sich als Summe der jährlichen Differenzkosten seit 2000 bis 2012 (Preisbasis 2012).

Tabelle 2: Verteilung von 2000 bis 2012 kumulierten Differenzkosten auf Gebäudetypen und Energiequelle

Gebäude \ Energieträger	Biomasse	Solar	Erd- und Umweltwärme	Summe
Einfamilienhaus & Reihenhäuser	9,8%	46,4%	5,7%	62%
Kleines Mehrfamilienhaus	-2,6%	17,2%	12,4%	27%
Großes Mehrfamilienhaus	-1,4%	5,4%	3,9%	8%
Hochhaus	-0,6%	2,0%	1,6%	3%
Summe	5,3%	71,0%	23,6%	

Im Vergleich zu diesem langjährigen Wert ist der Anteil im Jahr 2012 auf 40 % gesunken, siehe Abbildung 16. Einfamilien- und Reihenhäusern tragen nach wie vor über alle Energieträger hinweg die Mehrheit der Differenzkosten sowohl kumuliert von 2000 bis 2012 als auch im Jahr 2012 allein, vergleiche Tabelle 2 und Abbildung 16.

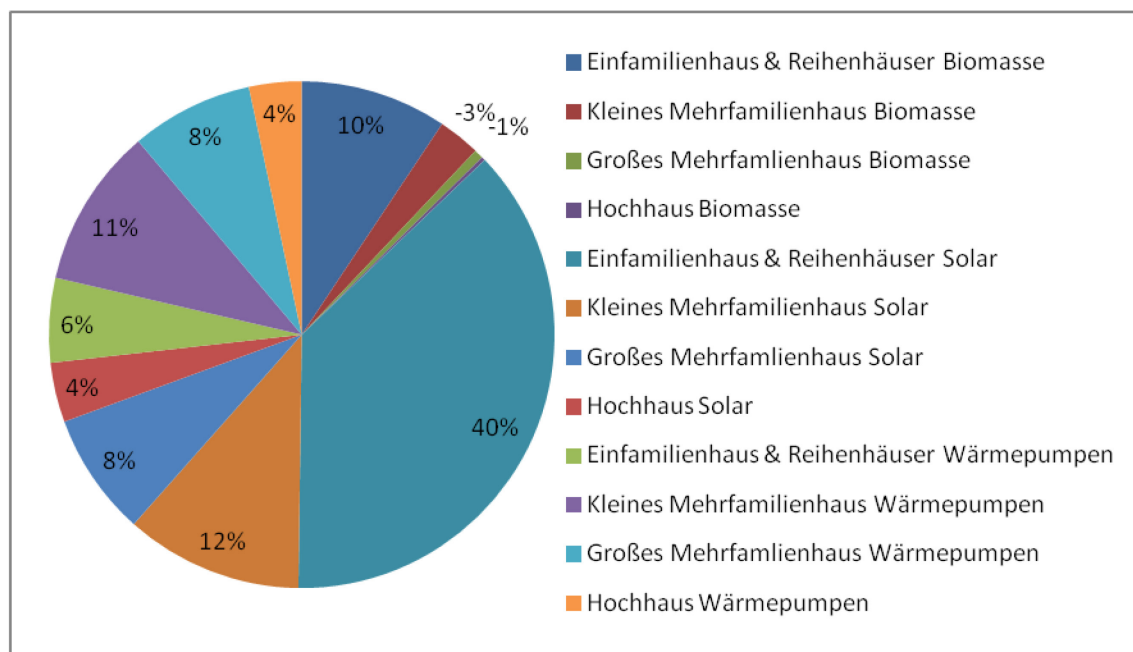


Abbildung 16: Anteil der Gebäudetypen und Energieträger an den einzelwirtschaftlichen Differenzkosten im Haushaltssektor 2012

Den drittgrößten Anteil der Differenzkosten (neben Einfamilien- und Reihenhäuser Solar sowie Kleines Mehrfamilienhaus Solar) im Sektor Haushalte stellen Wärmepumpen in kleinen Mehrfamilienhäusern mit 11 Prozent. Wärmepumpen spielen in diesen Gebäuden eine wichtige Rolle.

Die durch Biomasse verursachten Belastungen für Einfamilienhäuser entsprechen einem Anteil von 10 Prozent, während für andere Gebäudetypen in der Summe Entlastungen entstehen. Insgesamt wird deutlich, dass Besitzer von Einfamilienhäusern mit rund 712 Mio. € (56 %) den Großteil der jährlichen Belastungen im Jahr 2012 tragen.

3.2.3 Regionale Verteilungseffekte für die einzelwirtschaftlichen Be- und Entlastungen im Haushaltssektor

Zur Darstellung der regionalen Verteilung der kumulierten einzelwirtschaftlichen Be- und Entlastungen der Haushalte im Zeitraum von 2000 – 2012 erfolgt die Zuordnung der Gebäudetypen über die Postleitzahl. In Abbildung 17 sind die insgesamt je PLZ-Gebiet angefallenen absoluten Werte der einzelwirtschaftlichen Differenzkosten postleitzahlenspezifisch dargestellt. Rot gefärbte Bereiche stehen dabei für Regionen mit hohen absoluten Differenzkosten, während nicht vorhandene oder geringe Differenzkosten blau getönt sind.

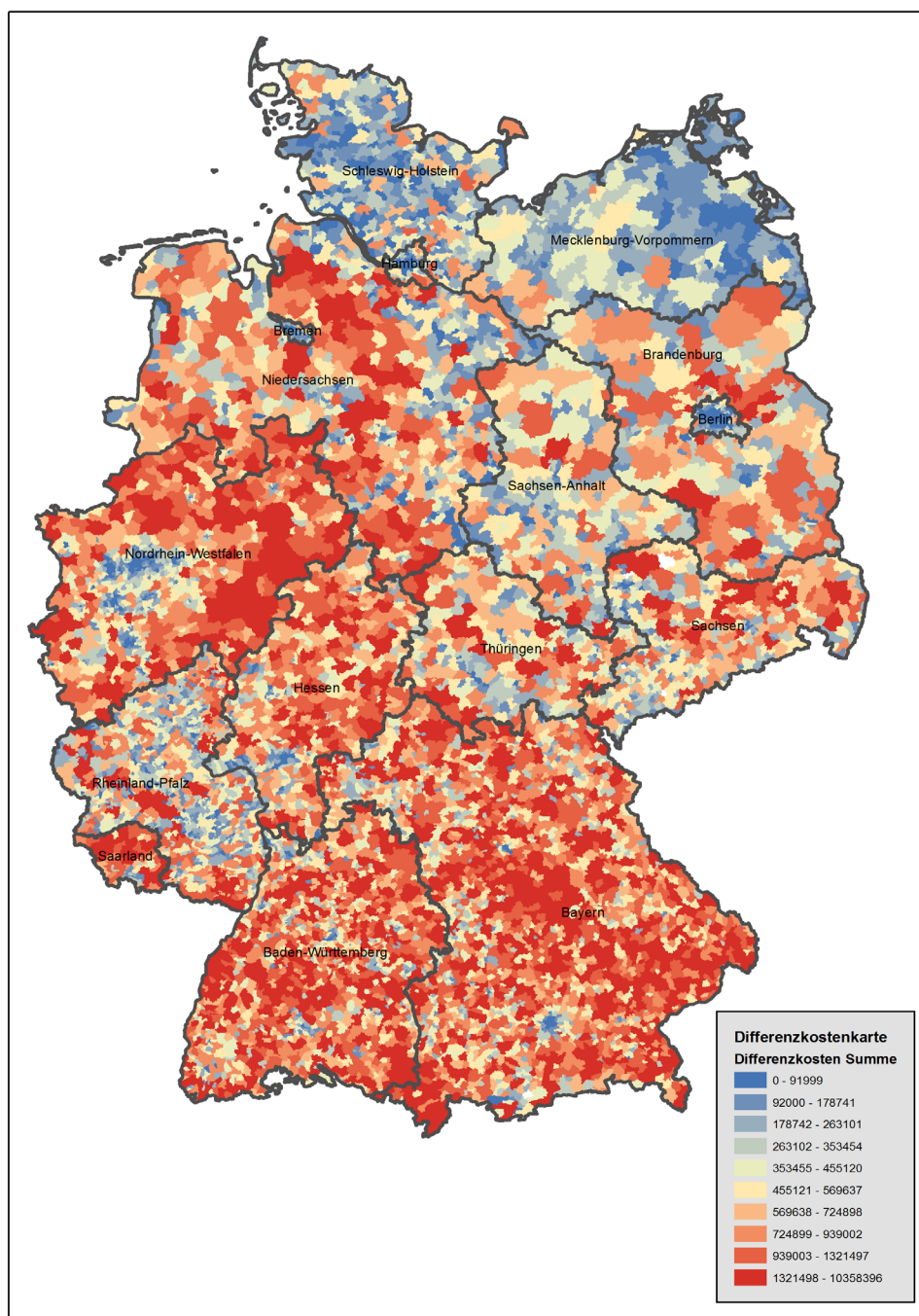


Abbildung 17: Regionale Verteilung der zwischen 2000 und 2012 ermittelten einzelwirtschaftlichen Differenzkosten für den Haushaltssektor aufgeschlüsselt nach PLZ (Euro)

Ballungszentren wie das Ruhrgebiet in Nordrhein-Westfalen und Großstädte wie Berlin oder München zeigen relativ geringe Differenzkosten auf. Aufgrund der Bebauungsdichte leben dort mehr Menschen weshalb höhere Differenzkosten zu erwarten wären.

Jedoch ist die Einsatzmöglichkeit von Biomasse und Solarthermie in dicht besiedelten Gebieten pro Kopf wesentlich ungünstiger. Einerseits stehen hier weniger Flächen für Solarthermie zur Verfügung, andererseits ist Biomasse nicht günstig zu erhalten und zu lagern. In vermieteten Mehrfamilienhäusern, die in Ballungszentren häufiger auftreten, hat der Einzelne zudem keine Entscheidungsfreiheit hinsichtlich der Wärmebereitstellungstechnik.

Es lässt sich ein Nord-Süd-, sowie ein Ost-West-Gefälle erkennen. D.h. in den südlichen und westlichen Bundesländern fallen höhere Differenzkosten an. Ursächlich hierfür ist die höhere Anzahl der installierten Anlagen im Vergleich zu den nördlichen und östlichen Gebieten. Die Anzahl der installierten Anlagen ist teils mit einer höheren Bevölkerungsdichte zu erklären.

Abbildung 18 zeigt die Aufteilung der jährlichen einzelwirtschaftlichen Differenzkosten auf Bundeslandebene für das Jahr 2012. In Bayern belaufen sie sich insgesamt auf rund 473 Mio. €. Für Baden-Württemberg ergeben sich 282 Mio. €, für Nordrhein-Westfalen rund 249 Mio. €. Damit verteilen sich rund 61 Prozent der insgesamt berechneten Differenzkosten auf diese drei Bundesländer.

Auch unter Berücksichtigung der Bevölkerungsdichte durch die Relation Differenzkosten zu den Einwohner- und Erwerbstätigenzahlen führen die Bundesländer Bayern und Baden-Württemberg die Differenzkostenrangliste an. Überraschend auf Platz 3 teilen sich Rheinland-Pfalz und Brandenburg Belastungen durch EE in Höhe von knapp 50 € pro Erwerbstätigen und zwischen 20 und 25 € pro Einwohner.

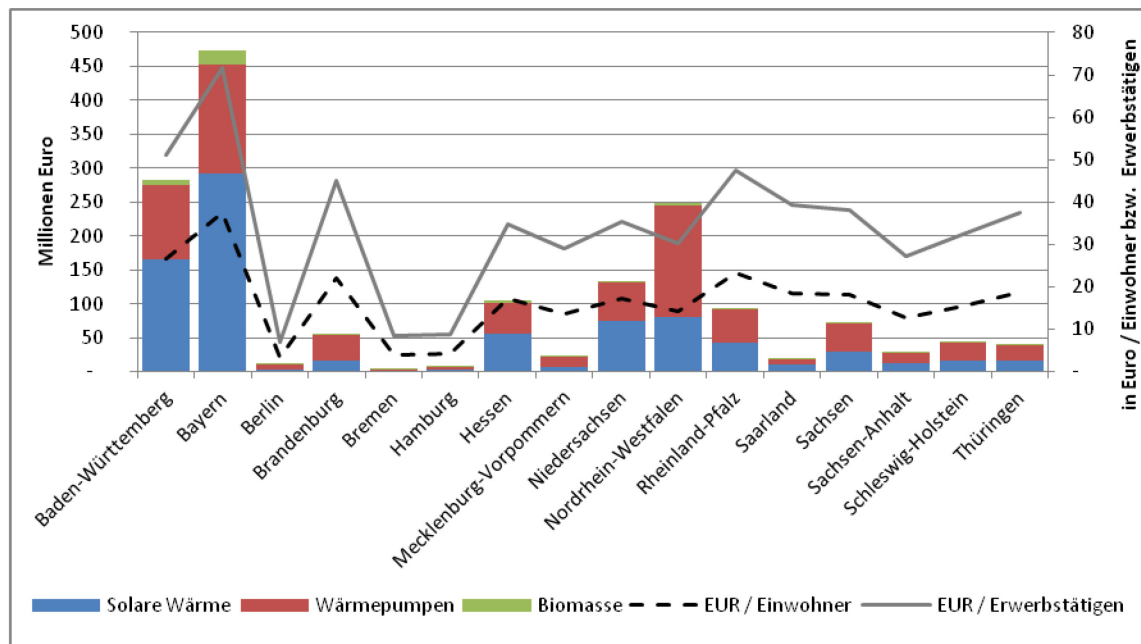


Abbildung 18: Aufteilung der im Jahr 2012 angefallenen einzelwirtschaftlichen Differenzkosten nach Bundesland und Energieträger

Bei Analyse der technologiespezifischen Verteilungseffekte offenbaren sich große regionale Unterschiede. Differenzkosten bei der Nutzung von Umwelt- und Erdwärme (Abbildung 19, links) sind insbesondere in Nordrhein-Westfalen entstanden. Mit Ausnahme des zentralen Ruhrgebietes ergeben sich dort bezogen auf die Fläche die bundesweit höchsten Differenzkosten. Ursache dafür könnte insbesondere das bundeslandbezogene Förderprogramm der NRW-Bank sein, in dessen Rahmen sehr günstige Kredite für die Installation von Wärmepumpen gewährt werden. Darüber hinaus bieten zahlreiche Energieversorgungsunternehmen spezielle Förderprogramme an, die von der Energieagentur NRW zentral zusammengefasst werden (Energieagentur NRW 2013). Diese länderspezifische Förderungen bieten einen großen Anreiz in Wärmepumpentechnologien zu investieren, wie an den Installationen zu erkennen ist. Sie sind allerdings in der vorliegenden Analyse nicht berücksichtigt. Insofern ist davon auszugehen, dass die einzelwirtschaftlichen Kosten in NRW für Wärmepumpen überschätzt sind.

Höhere einzelwirtschaftliche Differenzkosten ergeben sich darüber hinaus rund um den Großraum Berlin und im Westen Sachsens. Ein gesamtdeutsches Gefälle lässt sich nicht ableiten.

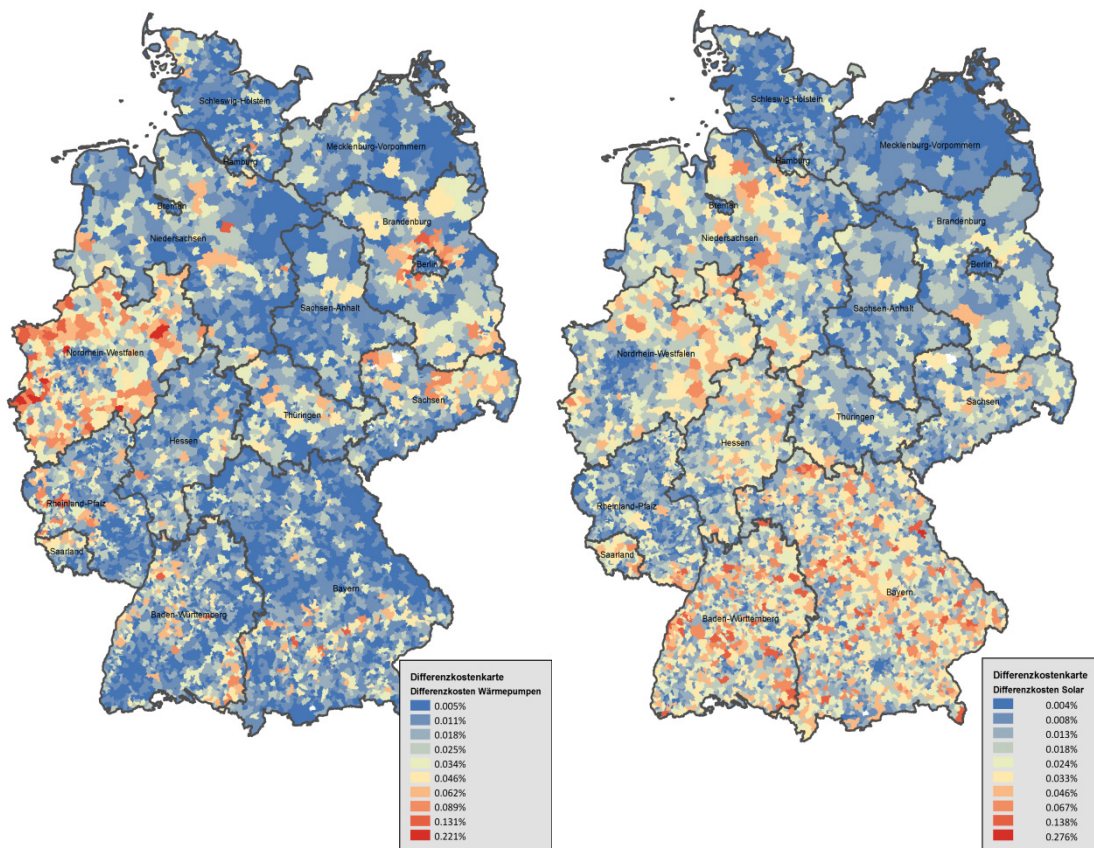


Abbildung 19: Regionale Verteilung der kumulierten einzelwirtschaftlichen Differenzkosten aufgeschlüsselt nach Postleitzahl für **Wärmepumpen (links)** und **Solarthermieanlagen (rechts)**, Zeitraum: 2000 – 2012 (Euro)

Im Vergleich dazu weisen die im Zuge der Solarthermie-Nutzung entstandenen Differenzkosten ein etwas anderes Verteilungsmuster auf. Zu erkennen ist in Abbildung 15(rechts) ein starkes Gefälle vom Südwesten hin zum Nordosten. Insbesondere in Schleswig-Holstein und Mecklenburg-Vorpommern ist die Summe der ermittelten Differenzkosten weit unterdurchschnittlich, da dort verhältnismäßig wenig Solarthermieanlagen installiert wurden (siehe KfW (2013)).

Bei Biomasseanlagen (nicht abgebildet) konzentrieren sich die Differenzkosten insbesondere auf den Südosten Nordrhein-Westfalens und Süddeutschland, wobei der Schwerpunkt im Bundesland Bayern liegt. Auch hier wurden viele Biomasseanlagen in den südlichen Bundesländern bspw. in Bayern installiert.

4 Zusammenfassung

Den Großteil der Differenzkosten tragen mit steigendem Anteil die Haushalte, siehe Abbildung 7, während Teile der Industrien sogar eine Entlastung durch den Einsatz Erneuerbarer Energien erfährt. Diese Verteilung ist hauptsächlich darauf zurückzuführen, dass in der Industrie vor allem wirtschaftliche Maßnahmen umgesetzt werden, während einzelne Haushalte aus ideellen Gründen investieren und Technologien einsetzen, die sich ggf. aus einzelwirtschaftlicher Sicht nicht rentieren. Ideelle Gründe mit Blick auf Umwelt- /Klimaschutz sowie Statussymbolcharakter könnten diese Entscheidungen motivieren. Verschiedene Förderprogramme vermindern zwar die einzelwirtschaftlichen Differenzkosten der Haushalte, doch höhere Ausgaben für Steuern (MwSt. aufgrund höherer Investitionen) kompensieren diesen Effekt teilweise wieder. Dahingegen nehmen Steuerausgaben kaum Einfluss auf die einzelwirtschaftlichen Differenzkosten bei GHD und Industrie.

Die empirischen Ergebnisse stützen diese Argumentationsweise: die Solarthermie findet stärkere Verbreitung, siehe Abbildung 19, da diese eine relativ günstige Bereitstellung von Warmwasser¹⁰ ermöglicht. Für Wärmepumpen ist in Nordrhein-Westfalen eine hohe Einsatzrate zu erkennen, da dort länderspezifische Förderprogramme sichtbaren Erfolg haben. Dagegen ist Solarthermie besonders in den alten Bundesländern gleichmäßig verteilt. Bisher installierte Solarthermieanlagen sind für private Haushalte nicht immer die kostengünstigste Wärmeerzeugungsoption. Die entstehenden zusätzlichen Belastungen belegen die Kostenverteilung auf die Gebäudetypen in Abbildung 16 und Tabelle 2. Mit 46 % der in Wohngebäuden entstehenden Differenzkosten tragen Einfamilienhaushalte, die Solarthermie einsetzen, über den gesamten Betrachtungszeitraum von 2000 bis 2012 den größten Anteil.

In der deutschlandweiten Verteilung der Differenzkosten in Abbildung 17 ist zu erkennen, dass die Großstadtregionen einen relativ geringen Anteil aufweisen. Diese Beobachtung lässt sich dadurch erklären, dass der Einsatz von erneuerbaren Energieträgern im städtischen Raum erschwert ist. Beispielsweise ist der Zugang zu sowie die Lagerung von Biomasse im ländlichen Raum um ein vielfaches einfacher. Weiterhin ist der Einsatz von Solarthermieanlagen im städtischen Raum mit überwiegendem Mietbestand selten. Denn der Anreiz in Solarthermie zu investieren ist aufgrund der hohen Anfangsinvestitionen und der geringen Einnahmen für Vermieter gering.

Die Differenzkosten im GHD-Bereich sind überwiegend durch Biomasse getrieben. Die Energieträgerkosten hierfür sind jedoch schwierig abzuschätzen (insbesondere in der

¹⁰ Die Unterstützung der Raumwärmebereitstellung durch Solarthermie in 2012 ist kostenintensiver als der Einsatz von Wärmepumpen (Sole/Wasser).

Landwirtschaft), da diese häufig als Neben- oder Abfallprodukt anfallen. Daher ist hier eher der obere Rand der Differenzkosten ausgewiesen.

Im Industriesektor werden häufig Kuppelprodukte oder Abfallprodukte als Erneuerbare Energieträger (Biomasse) für die Wärmeerzeugung eingesetzt, die ansonsten ggf. entsorgt werden müssten. Insofern treten sogar teilweise Entlastungen auf, die hier eher unterschätzt werden.

Insgesamt ist festzuhalten, dass trotz hoher Anlageninvestitionen für erneuerbare Erzeugungstechnologien die verbrauchsgebundenen Kosten der fossilen Referenzsysteme (Preisschwankungen bei Erdgas und Öl) ein wesentlicher Treiber der Differenzkosten sind.

5 Anhang

Tabelle 3: Jährliche und kumulierte einzelwirtschaftliche Differenzkosten nach Sektoren

Mio.€	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Haushalte													
jährlich	110	239	337	421	506	554	640	772	728	1,174	1,481	1,553	1,516
kumuliert	110	350	686	1,107	1,613	2,167	2,807	3,579	4,307	5,481	6,962	8,515	10,030
Gewerbe, Handel, Dienstleistungen													
jährlich	303	167	276	249	173	(45)	(83)	(63)	(174)	178	402	391	307
kumuliert	303	470	746	995	1,168	1,123	1,040	977	803	981	1,383	1,774	2,081
Industrie													
jährlich	233	79	119	80	81	8	(4)	(13)	(151)	(43)	16	35	(186)
kumuliert	233	312	431	511	593	600	597	583	432	389	405	440	253
Summe													
jährlich	646	485	732	751	760	516	554	696	403	1,308	1,899	1,978	1,636
kumuliert	646	1,131	1,863	2,614	3,374	3,890	4,444	5,139	5,542	6,851	8,750	10,728	12,365

6 Referenzen

- AGEB (2013): Energieverbrauch in Deutschland im Jahr 2011. Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen, März 2013. (Sowie frühere Berichte der AGEB).
- AGEB (2013): Anwendungsbilanzen: Einzelberichte Industrie, GHD, Haushalte 2011 - 2012 sowie Vorjahre:
http://www.ag-energiebilanzen.de/index.php?article_id=8&archiv=5&year=2014
- AusglMechV (2010); Aktuelle Daten zu den Einnahmen- und Ausgabenpositionen nach AusglMechV für 2011, online verfügbar unter: <http://www.eeg-kwk.net/de/EEG-Konten-%C3%9Cbersicht.htm> (download Mai 2012).
- AusglMech-AV (2010); Ausgleichsmechanismus-Ausführungsverordnung §7 Absatz 6, online unter <http://www.gesetze-im-internet.de/ausglmechav/BJNR013400010.html> (download Juli 2011).
- BAFA (2013): Amtliche Mineralöl-daten; verfügbar unter: http://www.bafa.de/bafa/de/energie/mineraloel_rohoel/amtliche_mineraloel-daten/ (download Mai 2013)
- BMF (2011a): Bericht der Bundesregierung über die Entwicklung der Finanzhilfen des Bundes und der Steuervergünstigungen für die Jahre 2009 bis 2012 (23. Subventionsbericht). Berlin, September 2011. (Sowie frühere Subventionsberichte).
- BMF (2012): Bundeshaushalt 2013. - Einzelpläne. Bundesministerium der Finanzen. Haushaltsgesetz 2013 vom 20. Dezember 2012 (BGBl. I S. 2757) (Sowie frühere Einzelpläne).
- BMF (2013): Steuereinnahmen nach Steuerarten. Bundesministerium der Finanzen - Referat I A 6. (Sowie frühere Berichte des BMF zu Steuereinnahmen).
- BMU (1997) Abwasservermeidung durch geschlossenen Produktionskreislauf mit integrierter Kreislaufwasserbehandlungsanlage in einer Papierfabrik. Umwelt 9/97, S. 348f
- BMU (2009): Marktanreizprogramm für erneuerbare Energien. Bilanz für 2008: Investitionsförderung mit 236 Millionen € auf Rekordhöhe. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit - Referat KI III 2. In: Umwelt 2/2009. S. 117-119.
- BMU (2011): Erneuerbare Energien in Zahlen - nationale und internationale Entwicklung. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Berlin, 2011 und Internet-Update Stand: Dezember 2011.

-
- BMU (2012a), Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland; unter Verwendung von Daten der Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat); Stand: 8. März 2012; www.erneuerbare-energien.de/erneuerbare_energien/datenservice/zeitreihen/doc/45919.php
- BMU (2013): Innovation durch Forschung. Jahresbericht 2012 zur Forschungsförderung im Bereich der erneuerbaren Energien. März 2013. (Sowie frühere Jahresberichte).
- BMWi (2013), Zahlen und Fakten Energiedaten, Nationale und Internationale Entwicklung, letzte Aktualisierung 23.5.2013
- Breitschopf, B., Diekmann, J. (2010): Vermeidung externer Kosten durch Erneuerbare Energien - Methodischer Ansatz und Schätzung für 2009 (MEEEK), Untersuchung im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Juni 2010.
- Breitschopf, B., Diekmann, J. (2011): Gesamtwirtschaftliche Auswirkungen des Ausbaus erneuerbarer Energien, in: Finanzierung Erneuerbarer Energien, Hrsg. Markus Gerhard / Thomas Rüschen / Armin Sandhövel , Frankfurt School Verlag, Oktober 2011.
- Energieagentur NRW (2013): Förderung von Wärmepumpen. Online verfügbar unter www.energieagentur.nrw.de/foederung/foederung-von-waermepumpen-2608.asp, zuletzt geprüft am 20.08.2013.
- FNR (2012): Forschungsstelle Nachwachsende Rohstoffe e.V. Basisdaten Bioenergie Deutschland Stand August 2012.
- FNR (2013): Forschungsstelle Nachwachsende Rohstoffe e.V. Großhandelspreise Biokraftstoffe; verfügbar in Mediathek <http://mediathek.fnr.de/grafiken/daten-und-fakten/preise-und-kosten/biokraftstoffe-grosshandelspreise.html>
- ISI, GWS, IZES, DIW (2010a): Einzel- und gesamtwirtschaftliche Analyse der Kosten- und Nutzenwirkungen des Ausbaus Erneuerbarer Energien im deutschen Strom- und Wärmemarkt. Barbara Breitschopf, Marian Klobasa, Frank Sensfuß, Jan Steinbach, Mario Ragwitz, Ulrike Lehr, Juri Horst, Uwe Leprich, Eva Hauser, Jochen Diekmann, Frauke Braun, Manfred Horn. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Zwischenbericht, März 2010.

- ISI, GWS, IZES, DIW (2011): Methodische Ansätze zur Analyse der Kosten- und Nutzenwirkungen des Ausbaus Erneuerbarer Energien im Wärmebereich, Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Nov. 2011.
- KfW (2013): Förderreport der KfW Bankengruppe. Stichtag 31.12.2012. (Sowie frühere Förderreports).
- Mantau et al. 2013, Holzeinsatz im Bauwesen –Verwendungsstrukturen nach Gebäuden und Gewerken; Marktstudie zur Holzverwendung im Bauwesen; http://literatur.ti.bund.de/digbib_extern/dn052995.pdf
- Rohde (2012): Erstellung von Anwendungsbilanzen für das Jahr 2011 für das verarbeitende Gewerbe. Studie für die Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V. (AGEB). Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung. Karlsruhe. Online verfügbar unter <http://ag-energiebilanzen.de/viewpage.php?idpage=255>, zuletzt aktualisiert am 05.12.2012, zuletzt geprüft am 13.08.2013.
- StBA (2008) Statistisches Bundesamt (Hg.): Klassifikation der Wirtschaftszweige. Online verfügbar unter https://www.destatis.de/DE/Methoden/Klassifikationen/GueterWirtschaftsklassifikationen/klassifikationwz2008_erl.pdf?__blob=publicationFile, zuletzt geprüft am 17.08.2013.
- StBA (2010) Statistisches Bundesamt: Bauen und Wohnen - Mikrozensus - Zusatzerhebung 2010 Bestand und Struktur der Wohneinheiten Wohnsituation der Haushalte. Online verfügbar unter https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/EinkommenKonsumLebensbedingungen/Wohnen/WohnsituationHaushalte2055001109004.pdf?__blob=publicationFile, zuletzt geprüft am 19.08.2013.
- StBA (2013a) Statistisches Bundesamt: Preise - Daten zur Energiepreisentwicklung - Lange Reihen von Januar 2000 bis Juni 2013. Wiesbaden. Online verfügbar unter https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/Preise/Energiepreise/EnergiepreisentwicklungPDF_5619001.pdf;jsessionid=363A1322066D1B50F8F59FE0382C8F0B.cae2?__blob=publicationFile, zuletzt geprüft am 19.08.2013.
- StBA (2013b) Statistisches Bundesamt: Preise - Verbraucherpreisindizes für Deutschland Lange Reihen ab 1948. Statistisches Bundesamt. Online verfügbar unter https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/Preise/Verbraucherpreise/VerbraucherpreisindexLangeReihenPDF_5611103.pdf?__blob=publicationFile, zuletzt geprüft am 17.08.2013.

Steinbach, Jan (2009): Kosten und Nutzen des Ausbaus erneuerbarer Energien - mit Fokus auf die Differenzkosten im Wärmebereich. Diplomarbeit. Universität Karlsruhe, Karlsruhe. Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung, zuletzt geprüft am 13.08.2013.

UBA (Umweltbundesamt) (2011a): Nachhaltige Produktion. Zellstoff- und Papierindustrie. Online verfügbar unter http://www.umweltbundesamt.de/nachhaltige-produktion-anlagensicherheit/nachhaltige-produktion/zellstoff_und_papierindustrie.htm, zuletzt aktualisiert am 21.10.2011, zuletzt geprüft am 13.08.2013.

VDI 2067-1 (2012): Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen - Grundlagen und Kostenberechnung; Berechnung der Kosten von Wärmeversorgungsanlagen; Betriebstechnische und wirtschaftliche Grundlagen; Wirtschaftlichkeitsberechnungsverfahren