



forsa. Gesellschaft für
Sozialforschung und statistische Analysen mbH

Erhebung des Energieverbrauchs der privaten Haushalte für die Jahre 2006-2008

**Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung
(RWI)**

**forsa Gesellschaft für Sozialforschung und statistische
Analysen mbH**

Kurzbericht zum Forschungsprojekt Nr. 54/09 des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (BMWi)

Oktober 2011

Projektteam:

RWI: Prof. Dr. Manuel Frondel (Projektleitung), Dr. Peter Grösche (Projektleitung), Nolan Ritter, Dr. Harald Tauchmann, Prof. Dr. Colin Vance

forsa: Peter Matuschek, Ute Müller

Zusammenfassung

Ziel dieser Studie ist die **Gewinnung aussagekräftiger Informationen über den Energieverbrauch privater Haushalte in Deutschland** für die Jahre 2006 bis 2008. Dies geschieht mittels einer Stichprobenerhebung, die auf einem repräsentativen Panel von rund 10 000 Haushalten des forsa-Instituts basiert. Diese Haushalte werden umfassend zu ihrem Verbrauch der jeweils benutzten Energieträger, den Wohnverhältnissen und den Charakteristika des bewohnten Gebäudes befragt. Ausgehend von einer Nettostichprobe mit 6 715 Haushalten werden die Verbrauchskennziffern nach einzelnen Energieträgern getrennt auf die Grundgesamtheit aller privaten Haushalte in Deutschland hochgerechnet. Die Ergebnisse für die Jahre 2006 bis 2008 werden mit denen der vorigen Erhebung für das Jahr 2005 verglichen. Diese beruht auf demselben Erhebungsinstrument sowie demselben Panel von Haushalten und sollte daher für Vergleichszwecke gut geeignet sein. Nicht zuletzt erfolgt ein Vergleich mit den vorläufigen Ergebnissen der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB).

Über die Verbrauchserhebung und –hochrechnung hinaus **wird im Rahmen dieses Forschungsprojekts verstärkt auch das den Energieverbrauch verursachende Verbrauchsverhalten der Haushalte analysiert.** Dafür wurde eigens eine neue, „**Energietagebuch**“ genannte, Erhebung konzipiert, die die Ausstattung und Nutzung von Elektrogeräten auf regelmäßiger Basis erfasst. In der vorliegenden Studie wurde die erste Welle der so gewonnenen Information dazu genutzt, den Stromverbrauch für den Betrieb von Elektrogeräten zu ermitteln.

Methodisches Vorgehen

Das methodische Vorgehen der vorliegenden Forschungsarbeit orientierte sich stark an der von RWI und forsa durchgeführten Studie zur Erhebung des Energieverbrauchs privater Haushalte für 2005, vor allem hinsichtlich der Wahl des Erhebungsinstrumentes und der Art der Hochrechnung des Energieverbrauchs. So erfolgte die Hochrechnung in der Regel geschichtet nach Region und Gebäudearten bzw. in Ausnahmefällen nach Haushaltsgröße. Insbesondere wurde berücksichtigt, dass die Fähigkeit, Angaben beispielsweise über den Stromverbrauch machen zu können, mit dem Verbrauchsverhalten korreliert sein kann. So könnten Haushalte, die weniger sorgsam mit Energie umgehen, auch weniger sorgfältig bei der Aufbewahrung der Abrechnungen sein, und könnten folglich den Verbrauch nicht quantifizieren. Werden solche Zusammenhänge ignoriert, könnte der Energieverbrauch unterschätzt werden, denn die Stichprobe würde systematisch zu wenig Verbrauchsangaben potentieller „Energieverschwender“ beinhalten.

Durch die Verwendung von *Discrete-Choice*-Modellen wurde möglichen derartigen Problemen von **Item-Non-Response** Rechnung getragen. Auf Basis solcher ökonometrischer Modelle wurden in Abhängigkeit der jeweiligen sozioökonomischen Charakteristika eines Haushaltes Wahrscheinlichkeiten dafür geschätzt, dass dieser eine gültige Angabe zum Verbrauch machen kann. Diese Wahrscheinlichkeiten waren Grundlage eines Gewichtungsschemas, das bei der Hochrechnung systematisch mehr Gewicht auf Haushalte mit geringer Antwortwahrscheinlichkeit legte.

Die Erhebung wurde mit forsa.omninet durchgeführt, einem Erhebungsinstrument, das eine hohe Antwortrate bei gleichzeitiger Gewährleistung einer hohen Datenqualität ermöglicht. Damit können unter anderem Erfassungsfehler bei der Datenübertragung vom Fragebogen in den Computer vermieden und **automatische Plausibilitäts- und Konsistenzchecks** durchgeführt werden. Besonders vorteilhaft erweisen sich die **Visualisierungsmöglichkeiten** dieses sich des Fernsehers bedienenden Erhebungsinstrumentes. Auf diese Weise stellt die Befragung kaum mehr Anforde-

rungen an das technische Verständnis der befragten Haushalte und ist somit für Laien zu bewältigen.

Ein notorisch kritischer Punkt für Haushaltsbefragungen zum Energieverbrauch sind die komplexen Heizkostenabrechnungen, mit denen in zentral beheizten Mehrfamilienhäusern die Energiekosten auf die Haushalte verteilt werden. Dafür wurde bereits für die Erhebung für 2005 ein Erhebungstool entwickelt, welches die Visualisierungsmöglichkeiten des forsa.omninet-Systems ausgiebig nutzt und den betroffenen Haushalten Musterrechnungen ihres Abrechnungsunternehmens zur Verfügung stellt (Abbildung 1). Die Haushalte werden Schritt für Schritt durch ihre Heizkostenabrechnung geführt und die Verbrauchswerte damit valide erhoben.

Abbildung 1: Beispiel eines Musterrechnungsausschnitts

[illegible]

Üblicherweise ist den Haushalten bei lagerfähigen Energieträgern wie Heizöl, Flüssiggas oder Holzpellets bestenfalls die Kauf- bzw. Liefermenge bekannt, nicht jedoch die jährliche Verbrauchsmenge. Um den Verbrauch eines lagerfähigen Energieträgers aus den Lieferungen errechnen zu können, wurden die Liefermengen für einen längeren Zeitraum erfasst, in diesem Fall von 2005 bis einschließlich 2009. Daneben wurde mit Hilfe meteorologischer Messwerte des Deutschen Wetterdienstes jeweils für die Monate Januar 2005 bis Dezember 2009 Heizgradtage für die Wohnorte der Haushalte errechnet. Für jeden Haushalt wurde aus der Summe der Liefermengen unter Berücksichtigung der jeweils unterschiedlichen kli-

matischen Bedingungen in den einzelnen Jahren ein Jahresverbrauch des lagerfähigen Energieträgers errechnet.

Alle auf Basis einer Stichprobenerhebung gewonnenen Ergebnisse sind mit Unsicherheit behaftet, die sich auf die Hochrechnungsergebnisse überträgt. Dies gilt auch für repräsentative Stichproben. Mit einer Stichprobe wird nur ein Teil der Grundgesamtheit befragt, dessen Verhalten bei einer repräsentativen Stichprobe zwar nicht systematisch, jedoch in zufälliger Weise von der Grundgesamtheit abweichen kann. Daher sind in der Studie neben den mittleren Verbrauchskennziffern und den **Hochrechnungsergebnisse** zudem die Schwankungsbreite des jeweiligen 95%-Konfidenzintervalls präsentiert. Mit Hilfe dieser Konfidenzintervalle kann man nicht nur eingrenzen, in welchem Bereich sich der wahre – aber unbekannte – Wert in der Grundgesamtheit mit großer Sicherheit bewegt. Derartige **Konfidenzintervalle sind auch un-
abdingbar**, wenn die Hochrechnungsergebnisse mit den Resultaten anderer Quellen verglichen werden sollen, etwa mit den Werten der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB). Es wäre äußerst unwahrscheinlich, wenn die AGEB-Werte vollkommen deckungsgleich mit den Hochrechnungsergebnissen dieser Studie wären. Treten aber Abweichungen auf, so stellt sich die Frage, ob diese zufällig oder systematischer Natur sind.

Ergebnisse

Tabelle 1 zeigt die Hochrechnungsergebnisse für die Jahre 2006 bis 2008 und die jeweiligen Energieträger. Ergänzend ist die halbe Länge des jeweiligen Konfidenzintervalls – in den jeweiligen Spaltenüberschriften gekennzeichnet durch das Symbol $\pm$ – angegeben, in dessen Grenzen der „wahre“ Wert der Grundgesamtheit mit einer Wahrscheinlichkeit von 95% liegt. Insgesamt haben die privaten Haushalte 2008 **rund 2 471 PJ an Energie verbraucht**, nicht berücksichtigt ist dabei der Energieverbrauch aus privater PKW-Nutzung. Der größte Teil entfällt auf **Erdgas mit gut 883 PJ** und **Heizöl mit 635 PJ**. An **Strom** haben die privaten Haushalte 2008 **rund 469 PJ** verbraucht.

Tabelle 1: Hochrechnungsergebnisse für 2006-2008 in Petajoule

	2008		2007		2006	
	Petajoule	±	Petajoule	±	Petajoule	±
Strom	468,6	18,1	460,2	15,4	470,0	17,4
Erdgas	882,7	41,4	828,2	37,8	940,7	50,8
Flüssiggas	24,9	7,3	24,5	7,4	26,6	7,8
Heizöl	634,5	35,0	604,0	34,7	656,6	37,0
Fernwärme	132,1	8,6	128,3	8,2	129,6	8,6
Braunkohle	10,0	3,4	13,1	4,2	13,8	6,0
Steinkohle	6,0	3,1	5,6	3,3	5,5	3,4
Stückholz	241,6	27,6	221,1	27,0	209,3	27,7
Hackschnitzel, Briketts	10,1	4,7	7,6	3,4	3,4	1,8
Holzpellets	9,7	6,9	7,4	5,5	3,2	2,7
Wärmepumpe	37,9	7,5	33,9	6,5	33,9	18,5
Solarwärme	12,9	1,5	10,4	1,4	8,4	1,2
Insgesamt	2 471,0	56,5	2 344,3	53,0	2 501,0	67,0
Pkw	1 206,9	103,8	1 290,2	103,6	1 314,2	110,0
Insgesamt	3 677,9	118,2	3 634,5	116,4	3 815,2	128,8

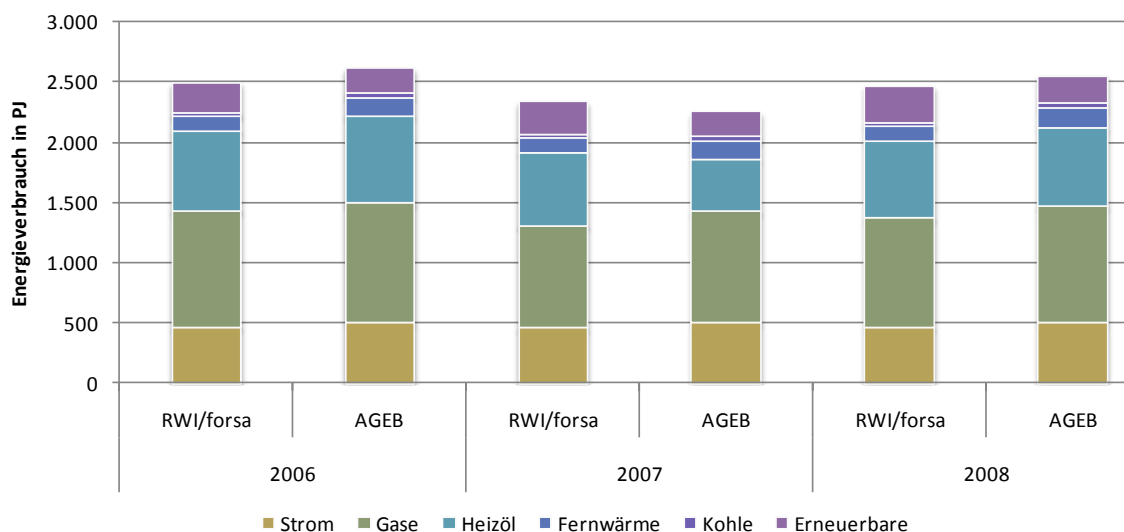
Im Vergleich zu 2006 hat sich der Energieverbrauch bis 2008 um etwa 1,6% vermindert. Während der Verbrauch an Strom nahezu konstant blieb, verminderte sich der Energieverbrauch an Heizöl und Gas deutlich um 3,4%, bzw. 6,2%. Ursächlich dafür dürfte die im Vergleich zu 2006 mildere Witterung und insbesondere die stark gestiegenen Preise für Öl und Gas sein. Nach Angaben des Statistischen Bundesamtes stieg der Verbraucherpreis für Erdgas zwischen 2006 und 2008 um 14,4%, der Verbraucherpreis für Heizöl stieg nach Angaben des Mineralölwirtschaftsverbands sogar um knapp 30%. Dieser starke Rückgang des Energienachfrage nach Heizöl und Erdgas wurde von den Haushalten teilweise durch einen stärkeren Verbrauch von Stückholz, Hackschnitzel, Holzbriketts und Holzpellets kompensiert. Zwischen 2006 und 2008 stieg

der Energieverbrauch an Holz deutlich um 21%, auf etwa 261 PJ im Jahr 2008. Etwa 1 207 Petajoule entfiel nach unseren Schätzungen im Jahr 2008 auf **die private Pkw-Nutzung**. Dies ist **etwa 33 % des gesamten Energiebedarfs** von 3 677 Petajoule. Im Vergleich zu 2006 sank die Energienachfrage für private Pkw-Nutzung um rund 8,2%.

Die Hochrechnungsergebnisse für Photovoltaik sind nicht in Tabelle 1 aufgeführt, da die privaten Haushalte den damit erzeugten Strom in aller Regel nicht selbst verbrauchen, sondern ins allgemeine Netz einspeisen. Die Solarstromerzeugung privater Haushalte hat somit in keiner Weise etwas mit deren Energieverbrauch zu tun. Für die Solarstromerzeugung führt die Hochrechnung für 2006 zu einem Wert von 1,3 Mrd. kWh. Die Ergebnisse für die beiden Folgejahre liegen mit 2,2 Mrd. kWh und 2,9 Mrd. kWh deutlich darüber. Im Vergleich zu der insgesamt in das öffentliche Netz eingespeisten Menge an Solarstrom (BDEW 2007, 2008, 2009) entfallen damit zwischen 60% und 70% auf private Haushalte.

Ein Vergleich der vorliegenden Studie mit den entsprechenden Zahlen der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB 2010) für die Jahre 2006 bis 2008 zeigt einmal mehr **dasselbe Muster**, wie es von RWI und forsa (2005, 2008) für die früheren Erhebungen für die Jahre 2003 und 2005 konstatiert wurde: Im Vergleich zu den AGEB-Werten liegen auch diesmal die **Ergebnisse für Erdgas und Fernwärme signifikant niedriger**, während sich bei Heizöl wechselnde Abweichungen ergeben, welche die fundamentalen Unterschiede in der Art der Ermittlung der Verbrauchswerte besonders deutlich widerspiegeln (Abbildung 2). So errechnet die vorliegende Studie die jährliche Verbrauchsmengen unter Berücksichtigung der örtlichen Witterungsbedingungen anhand der über die Jahre gemittelten Lieferungen an die Haushalte, wohingegen die Ergebnisse der AGEB auf den bei den Zulieferern erfassten Absatzmengen basieren. Dies führt bei lagerfähigen Energieträgern zu erheblichen Differenzen.

Abbildung 2: Vergleich mit den vorläufigen Ergebnissen der AGEB



Für den **Unterschied bei Strom** ist offenbar eine **unterschiedliche Art der Hochrechnung verantwortlich**. So rechnet der BDEW, dessen Berechnungen den Werte der AGEB für Strom zugrunde liegen, anhand der Anzahl der Haushalte in Deutschland hoch, während in dieser Studie die Hochrechnung bei Strom in wohl begründeter Weise anhand der Anzahl der bewohnten Wohneinheiten erfolgt. Die Abweichung von etwa 8 % bei der Zahl der Haushalte und der Anzahl der bewohnten Wohneinheiten erklärt die unterschiedlichen Hochrechnungsergebnisse fast vollständig.

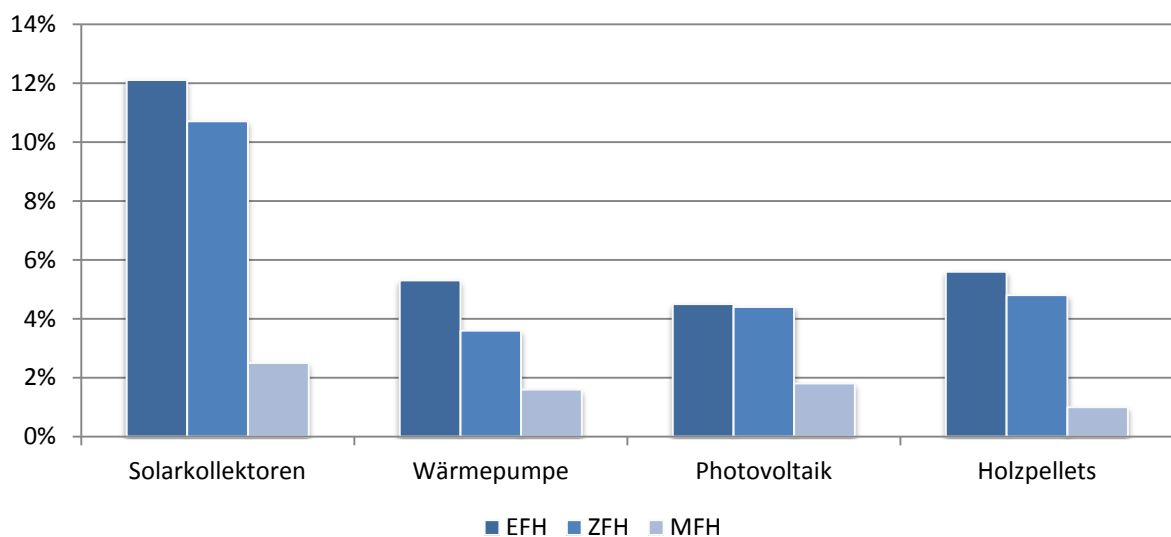
Die Nutzung erneuerbarer Energien

Bereits im Herbst 2006 wurde eine sehr umfangreiche Erhebung zur Nutzung von regenerativen Energien in Haushalten durchgeführt. Insgesamt wurden dabei mehr als 80 000 Haushalte telefonisch befragt, ob sie eine Wärmepumpe, eine Solarwärmanlage, eine Holzpellettheizung oder eine Photovoltaikanlage haben. Diese Telefonbefragung dürfte die Nutzungshäufigkeit der betrachteten regenerativen Energien in Haushalten für das Jahr 2006 gut abbilden. Aufbauend auf diesen Ergebnissen wird die Marktdurchdringung erneuerbarer Energien im Haushaltssektor anhand der Entwicklungen im forsa.omninet-Panel für die Jahre 2007 und 2008 fortgeschrieben. Konkret bedeutet das: Wenn z.B. die Anzahl an

Solarwärmeanlagen im forsa.omninet-Panel zwischen 2006 und 2007 um 2% gestiegen ist, dann wird dieser prozentuale Zuwachs auf die Daten der Telefonerhebung übertragen.

Demnach waren 2008 auf rund 12% alle Einfamilienhäuser und knapp 11% aller Zweifamilienhäuser Solarwärmeanlagen installiert (Abbildung 3). Mehrfamilienhäuser fallen demgegenüber in der Nutzung erneuerbarer Energien generell ab, weil der Gebäudeeigentümer – der den vorhandenen Wohnraum häufig vermietet – selbst keinen Nutzen aus der installierten Anlage zieht. Wärmepumpen und Pelletheizungen sind in weniger als 6% der Ein- und Zweifamilienhäuser installiert, in Einfamilienhäuser mit einer etwas höheren Häufigkeit als in Zweifamilienhäusern. Mit rund 4,5% gibt es kaum einen Unterschied zwischen Ein- und Zweifamilienhäusern bei Photovoltaikanlagen.

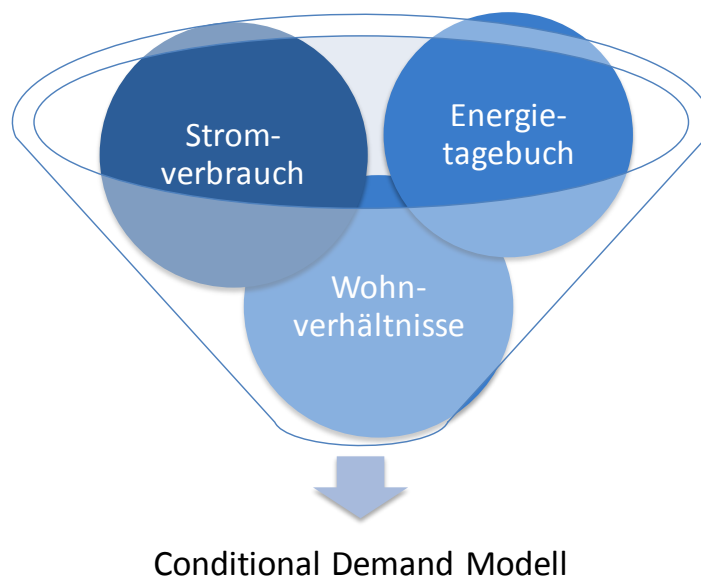
Abbildung 3: Nutzung von erneuerbaren Energien in Haushalten 2008



Der Stromverbrauch nach Anwendungszwecken

Strom ist der vermutlich am vielseitigsten einsetzbare Energieträger im Haushaltssektor. Er kann für zahlreiche Anwendungszwecke verwendet werden, wie Beleuchtung, Kochen, Warmwassererzeugung und den Betrieb elektrischer Geräte. Üblicherweise ist jedoch nur der gesamte Stromverbrauch des Haushalts bekannt. Um eine Differenzierung des Stromverbrauchs nach den einzelnen Anwendungszwecken vornehmen zu können, wurde eine zusätzliche Erhebung „Energietagebuch“ neu konzipiert, in der Informationen über die Ausstattung der Haushalte mit Elektrogeräte und deren Verwendung erfasst werden. Diese Erhebung wird in regelmäßigen Abständen, etwa alle 3 Monate, mit denselben Haushalten durchgeführt, so dass sich auf mittlere Frist ein valides Profil des Verbrauchsverhaltens herauskristallisieren wird.

Abbildung 4: Eingangsgrößen in das Conditional Demand Model



In der vorliegenden Studie wurde die erste Welle der so gewonnenen Information dazu genutzt, den Stromverbrauch für den Betrieb von Elektrogeräten. Dazu flossen die Erhebungsdaten des Energietagebuchs in ein ökonometrisches „Conditional Demand Model“, welches einen funktionalen Zusammenhang zwischen Stromverbrauch und der Ausstattung und Nutzung der Elektrogeräte herstellt (Abbildung 4).

Wenngleich durchaus plausible Verbrauchskennziffern insbesondere für Großgeräte wie Kühlschränke und Gefriertruhen gewonnen werden konnten, so stehen die Untersuchungsergebnisse noch unter dem Vorbehalt, dass das erhobene Verbrauchsverhalten eher eine Momentaufnahme ist und durchaus von saisonalen Einflüssen geprägt sein dürfte. ergaben sich plausible Verbrauchskennziffern. Unter Einbeziehung künftiger Erhebungswellen des Energietagebuchs dürfte sich das Verbrauchsprofil indessen stabilisieren und bisher nicht als plausibel erscheinende Verbrauchswerte dürften sich revidieren.

Tabelle 2: Ausstattung mit Elektrogeräten

Anzahl an Elektrogeräten pro 100 Haushalte

	Personen im Haushalt					
	1	2	3	4	> 4	Insgesamt
Kühlschränke, Kühl-Gefrier- Kombinationen	110	141	135	147	192	130
Gefrierschrank/ -truhe	30	67	70	75	87	55
Mikrowelle	71	76	88	82	88	77
Spülmaschine	58	83	88	96	98	76
Waschmaschine	88	95	100	98	100	93
Wäschetrockner	27	48	61	79	79	46
Fernseher	129	170	197	210	223	163
Spielkonsole	19	20	57	85	89	33
DVD	132	126	168	168	174	140
Computer	141	166	208	255	286	175

Durchaus verlässliche Zahlen liefert das Energietagebuch indessen in Bezug auf die Ausstattung der Haushalte mit Elektrogeräten (Tabelle 2). Sie zeigt die Anzahl der Geräte je 100 Haushalte. Beispielsweise ist mit 130 Kühlschränken oder Kühl-Gefrierkombinationen je 100 Haushalte zu rechnen. Rund 76% aller Haushalte haben eine Geschirrspülmaschine, wobei Single-

haushalte mit 58 Geräten je 100 Singlehaushalte deutlich geringer ausgestattet sind als Mehrpersonen-Haushalte. So ist ab einer Haushaltsgröße ab 3 Personen in nahezu jedem Haushalt ein Geschirrspüler zu finden.

Die Energietagebucherhebung wird mit denselben Haushalten in dreimonatigem Turnus während der Projektlaufzeit fortgeführt und das Nutzerverhalten somit für jede Jahreszeit dokumentiert. Mit jeder zusätzlichen Erhebungswelle stabilisiert sich das Bild des Verbrauchsverhaltens der Haushalte, da saisonale Sondereffekte über die Zeit ausgeglichen werden. Mittelfristig wird daher ein valides Muster des Verbrauchsverhaltens skizziert. Die Auswertung der Tagebucherhebungen wird in regelmäßigen Abständen in den anstehenden Projektberichten aktualisiert.

Literatur

- AGEB (2010) Endenergieverbrauch der Haushalte in Deutschland, in: Auswertungstabellen zur Energiebilanz Deutschland - Daten für die Jahre 1990 bis 2009, Stand 01.07.2010, <http://www.ag-energiebilanzen.de>.
- BDEW (2009), EEG-Jahresabrechnung 2008, Stand: 27.07.2009, http://www.bdew.de/bdew.nsf/id/DE_EEG-Jahresabrechnungen
- BDEW (2008), EEG-Jahresabrechnung 2007, Stand: 26.09.2008, http://www.bdew.de/bdew.nsf/id/DE_EEG-Jahresabrechnungen
- BDEW (2007), EEG-Jahresabrechnung 2006, Stand: 21.09.2007, http://www.bdew.de/bdew.nsf/id/DE_EEG-Jahresabrechnungen